



İSTANBUL TİCARET
ÜNİVERSİTESİ

T.C.

İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

SANAYİ POLİTİKALARI VE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ
ANABİLİM DALI

SANAYİ POLİTİKALARI VE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ
DOKTORA PROGRAMI

Teknolojiye Dayalı Tarım Politikalarına İlişkin Nitel Bir Analiz:
Türkiye Örneği

Doktora Tezi

İlkim YÜKSEL

2000 036 24

İstanbul, 2024



İSTANBUL TİCARET
ÜNİVERSİTESİ

T.C.

İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

SANAYİ POLİTİKALARI VE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ
ANABİLİM DALI

SANAYİ POLİTİKALARI VE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ
DOKTORA PROGRAMI

Teknolojiye Dayalı Tarım Politikalarına İlişkin Nitel Bir Analiz:
Türkiye Örneği

Doktora Tezi

İlkim YÜKSEL

2000 036 24

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Sabri ÖZ

İstanbul, 2024



Hazırlamış olduğum tez özgün bir çalışma olup YÖK Lisansüstü Yönetmeliklerine uygun olarak hazırlanmıştır. Ayrıca, bu çalışmayı yaparken bilimsel etik kurallarına tamamıyla uyduduğumu; yararlandığım tüm kaynakları gösterdiğimi ve hiçbir kaynaktan yaptığım ayrıntılı alıntı olmadığını beyan ederim. Bu tezin ihtiva ettiği tüm hususlar şahsi görüşüm olup İstanbul Ticaret Üniversitesinin resmi görüşünü yansıtmamaktadır.

İlkim YÜKSEL



ÖZET

Son yıllarda giderek artan nüfusun beslenme ihtiyacını karşılayabilmek için tarımsal üretimi de artırmak bir zorunluluk hâline gelmiştir. Yerli tarımsal üretimin artan talebi karşılamakta yetersiz kalması, Türkiye’yi hızla tarım ithâlatına yöneltmektedir. Son on yıllarda köylerden kente işgücü göçünün yaşanmasıyla beraber tarım alanında çalışacak işgücü bulmakta zorluk yaşanmaktadır. Böyle bir durumda üretim yapabilmek için işgücüne alternatifler aranmaktadır.

Günümüz teknolojisinde insansız hava araçları, birçok sektörde olduğu gibi tarım alanında da kullanılmaya başlanmıştır. İstihdamın yetersiz kaldığı yerlerde, makineler, robotik yapılanmalar devreye sokularak, ortaya çıkan üretim açığının yeri doldurulabileceği tartışılmaktadır. Bu araştırmada, akıllı tarım teknolojilerinin tarım sektörüne yönelik etkisi nitel olarak araştırılmıştır. Çalışmada, fenomenolojik yöntem olarak derin mülakat tekniği kullanılmıştır. Yapay zeka marifeti ile, elde edilen görüşler bibliyometrik olarak analiz edilmiş ve nicel sonuçlara ulaşılmıştır. Tarıma dayalı ekonomilerde istihdamın ve yasal düzenlemelerin en önemli iki parametre olduğu, küresel ısınmanın ve artan nüfusun gıda talebi karşısında akıllı tarım ve tarım 4.0 teknolojilerinin önemi vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler; akıllı tarım teknolojileri, doğal kaynaklar, çevre ekonomisi, ekoloji, sürdürülebilirlik, enerji.

ABSTRACT

In recent years, it has become a necessity to increase agricultural production in order to meet the nutritional needs of the ever-increasing population. The inadequacy of domestic agricultural production to meet the growing demand has led Türkiye to import agriculture. With the migration of labor from villages to cities in recent decades, there is difficulty in finding labor to work in the field of agriculture. In such a situation, alternatives to the workforce are sought in order to produce.

In today's technology, unmanned aerial vehicles have begun to be used in agriculture, as in many sectors. It is discussed that in places where employment is insufficient, the resulting production gap can be filled by introducing machines and robotic structures. In this research, the impact of smart agricultural technologies on the agricultural sector was investigated qualitatively. In the study, in-depth interview technique was used as a phenomenological method. With the help of artificial intelligence, the opinions obtained were analyzed bibliometrically and quantitative results were obtained. It has been emphasized that employment and legal regulations are the two most important parameters in agriculture-based economies, and the importance of smart agriculture and agriculture 4.0 technologies in the face of global warming and the food demand of the increasing population.

Keywords; smart agricultural technologies, natural resources, environmental economy, ecology, sustainability, energy.

TEŞEKKÜR

Araştırma süresince katkılarından dolayı danışman hocam Sn. Doç. Dr. Sabri ÖZ'e saygılarımı, teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
TABLO LİSTESİ	xiii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiv
GİRİŞ	21
BİRİNCİ BÖLÜM: TARIMDA GÜNCEL DURUM VE MESELELER.....	22
1.1. Tarım 4.0.....	22
1.1.1. Tarım 4.0 Kavramı.....	24
1.1.2. Tarım 4.0 Evrimi.....	25
1.2. İklim Krizi ve Kuraklık.....	26
1.2.1. Hükûmetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC).....	30
1.2.2. Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO).....	31
1.2.3. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP).....	32
1.2.4. Avrupa Yeşil Mutabakatı	34
1.2.5. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC).....	36
1.3. Karbon Ayak İzi.....	39
1.4. Gıda Krizi	42
1.5. Tersine Ekonomik Göç	49
1.6. Geleneksel Tarımdan Teknolojik Tarıma Geçiş	56
1.7. Akıllı Kentsel Tarım	59
1.8. Akıllı Tarım Teknolojileri	60
1.8.1. Yapay Zeka (AI)	61
1.8.2. Nesnelerin İnterneti (IoT)	62
1.8.3. Büyük Veri (Big Data)	63
1.8.4. Bulut Bilişim (Cloud Computing)	64
1.8.5. Sensörler (Sensors)	65
1.8.6. Dronlar (Drones).....	65
1.8.7. Robotik Ve Otonom Sistemler	68
1.8.8. Blok Zinciri (Blockchain)	70

1.9. Tarımda 10 Megatrend.....	74
1.10. Tarımda Teknoloji Kullanan Şirketler	80
1.11. Toplumsal Zorluklar	85
İKİNCİ BÖLÜM: AKILLI TARIM TEKNOLOJİLERİ VE EKONOMİ.....	88
2.1. Akıllı Tarım Teknolojileri ve Ekonomi	88
2.2. Teknolojik Entegrasyon Sistemleri	88
2.3. Tarımsal Ürün İzleme ve Tahmin Sistemleri	90
2.3.1. Hayvancılıkta İzleme Sistemleri	91
2.3.2. Bina ve Ekipman Yönetimi	92
2.4. Dronlar ile Tarım	93
2.5. Otonom Tarım Makineleri	96
2.5.1. Tarımsal Robotlar	96
2.5.2. Meyve Toplama Robotları	99
2.6. Ek Değer Kaynakları.....	101
2.7. Tarımın Ekonomideki Yeri ve Önemi	102
2.8. Akıllı Tarım.....	105
2.9. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri	107
2.10. Sürdürülebilir Tarım	115
2.11. Su Kıtlığı.....	121
2.12. Tarımda Kullanılan Yöntemler	130
2.12.1. Topraksız Tarım (Hydroponics).....	134
2.12.2. Susuz (Kuru) Tarım.....	136
2.12.3. Malçlama	139
2.12.4. Agrivoltaik Tarım.....	141
2.12.5. Toprak İşlemesiz Tarım (No-Tilling Agriculture)	143
2.12.6. Permakültür.....	145
2.12.7. Dikey Tarım	147
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: YEREL VE KÜRESEL TARIM POLİTİKALARI	149
3.1. Küresel Tarım Politikaları.....	153
3.1.1. Avrupa Birliği	155
3.1.2. İran	159
3.1.3. Japonya.....	162
3.1.4. İtalya.....	164
3.1.5. Güney Afrika.....	165

3.1.6. Hindistan	167
3.2. Türkiye’de Tarım Politikaları	170
3.2.1. On Birinci Kalkınma Planı 2019-2023	181
3.2.2. Türkiye’de Akıllı Tarım Teknolojileri	185
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: METOD, ANALİZ VE DEĞERLENDİRME	191
4.1. Metodoloji.....	191
4.1.1. Akıllı Tarım Teknolojileri SWOT Analizi	192
4.1.2. Analiz (Derinlemesine Görüşme)	196
4.1.2.1. Şirketler	197
4.1.2.2. Akademi	202
4.1.2.3. Otoriteler	208
4.1.2.4. Analiz (Derinlemesine Görüşme) Sonucu ve Değerlendirmesi	213
SONUÇ	246
KAYNAKÇA	258

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Tarımsal kalkınmanın özellikleri ve karşılaşılan sorunlar (Tarım 1.0'dan Tarım 4.0'a).....	23
Şekil 2. Aşırı iklim olaylarının etkilerinin gıda, beslenme, geçim kaynakları ve küçük çiftçilerin refahı üzerinde kademeli etkiler yarattığı karmaşık risk örneği.....	28
Şekil 3. Karbon Ayak İzi	40
Şekil 4. GRFC ülkelerinde gıda güvensizliğiyle karşı karşıya kalan kişi sayısı (2016–2022).....	44
Şekil 5. Tarım-gıda sistemlerinin temel etkenleri ya da tehditleri (koyu renkli ovaler) ve fırsatları (açık renkli ovaler)	48
Şekil 6. Dron modelleri; a) Sabit kanat, b) Tek rotorlu, c) Quadcopter, d) Hexacopter, e) Octacopter.....	66
Şekil 7. Quadcopter a) Artı Yapılandırması, b) Çapraz Yapılandırması	67
Şekil 8. Bilgi işlem teknolojilerinin tarımdaki rolü	72
Şekil 9. AG TECH: Tarımda teknoloji kullanan başlıca şirketler	81
Şekil 10. Tarımsal karar destek sistemlerinin genel çerçevesi	89
Şekil 11. Tarımsal saha robotu (Amazon-Werke GmbH)	97
Şekil 12. Sürdürülebilir kalkınma hedefleri.....	110
Şekil 13. CAP'a özel hedefler	120
Şekil 14. Ülkelerin Falkenmark su göstergeleri (2023).....	125
Şekil 15. Zaman içinde tarım sektörü için su kıtlığının ele alınmasına yönelik farklı seçeneklere yapılan göreceli vurgunun şematik gösterimi	129
Şekil 16. Bağlantı spektrumu ve değer teklifi.....	132
Şekil 17. 2030 yılında tarımsal bağlantıdan elde edilecek potansiyel değer alt sektörlerle göre dağılımı, milyar dolar	134
Şekil 18. 2030'da tarımsal bağlantıdan elde edilecek potansiyel değer bölgelere göre dağılımı, milyar dolar	134
Şekil 19. Besin çözümü	136
Şekil 20. İklim ve mahsulle etkileşim halindeki korumacı tarımın şematik diyagramı	140
Şekil 21. Agrivoltaiklerin farklı kullanım alanları.....	141

Şekil 22. Permakültür çiçeği	146
Şekil 23. Küresel Tarımsal Verim (2020).....	153
Şekil 24. Dijital ekonominin (a) ve dijital tarımın (b) farklı sektörlerdeki payları	162
Şekil 25. Güney Afrika'da teknolojik tarım alanının faaliyet gösteren 12 start-up	166
Şekil 26. Yıllar itibariyle toplam tarım alanı ve kişi başına tarım alanı	175
Şekil 27. Atlas.ti ile 1. sorunun analizi	215
Şekil 28. Atlas.ti ile 1. sorunun analizi	216
Şekil 29. Atlas.ti ile 1. sorunun analizi	216
Şekil 30. Atlas.ti ile 1. sorunun analizi	217
Şekil 31. Atlas.ti ile 1. sorunun analizi	217
Şekil 32. Atlas.ti ile 1. sorunun analizi	218
Şekil 33. Atlas.ti ile 1. sorunun analizi	218
Şekil 34. Atlas.ti ile 1. sorunun analizi	219
Şekil 35. Atlas.ti ile 2. sorunun analizi	220
Şekil 36. Atlas.ti ile 2. sorunun analizi	221
Şekil 37. Atlas.ti ile 2. sorunun analizi	221
Şekil 38. Atlas.ti ile 2. sorunun analizi	222
Şekil 39. Atlas.ti ile 2. sorunun analizi	222
Şekil 40. Atlas.ti ile 2. sorunun analizi	223
Şekil 41. Atlas.ti ile 2. sorunun analizi	224
Şekil 42. Atlas.ti ile 2. sorunun analizi	224
Şekil 43. Atlas.ti ile 2. sorunun analizi	225
Şekil 44. Atlas.ti ile 3. sorunun analizi	226
Şekil 45. Atlas.ti ile 3. sorunun analizi	227
Şekil 46. Atlas.ti ile 3. sorunun analizi	227
Şekil 47. Atlas.ti ile 3. sorunun analizi	228
Şekil 48. Atlas.ti ile 3. sorunun analizi	228
Şekil 49. Atlas.ti ile 3. sorunun analizi	229
Şekil 50. Atlas.ti ile 3. sorunun analizi	229
Şekil 51. Atlas.ti ile 3. sorunun analizi	230
Şekil 52. Atlas.ti ile 4. sorunun analizi	231
Şekil 53. Atlas.ti ile 4. sorunun analizi	232
Şekil 54. Atlas.ti ile 4. sorunun analizi	232

Şekil 55. Atlas.ti ile 4. sorunun analizi	233
Şekil 56. Atlas.ti ile 4. sorunun analizi	234
Şekil 57. Atlas.ti ile 4. sorunun analizi	234
Şekil 58. Atlas.ti ile 4. sorunun analizi	235
Şekil 59. Atlas.ti ile 5. sorunun analizi	236
Şekil 60. Atlas.ti ile 5. sorunun analizi	237
Şekil 61. Atlas.ti ile 5. sorunun analizi	237
Şekil 62. Atlas.ti ile 5. sorunun analizi	238
Şekil 63. Atlas.ti ile 5. sorunun analizi	239
Şekil 64. Atlas.ti ile 5. sorunun analizi	239
Şekil 65. Atlas.ti ile 5. sorunun analizi	240
Şekil 66. Atlas.ti ile 5. sorunun analizi	241
Şekil 67. Atlas.ti ile 5. sorunun analizi	241
Şekil 68. Atlas.ti ile 5. sorunun analizi	242
Şekil 69. Atlas.ti ile 5. sorunun analizi	242
Şekil 70. Atlas.ti ile 5. sorunun analizi	243
Şekil 71. Atlas.ti ile 5. sorunun analizi	243
Şekil 72. Atlas.ti ile 5. sorunun analizi	244

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Gıda krizinin en ağır yaşandığı 20 ülke (2023)	45
Tablo 2. Türkiye’de köy ve kentlerdeki nüfus hareketleri (2008-2022).....	54
Tablo 3. Göç etme nedenine göre iller arası göç eden nüfus ve oranı (2018-2021).....	55
Tablo 4. Geleneksel tarım ile teknolojik tarım farkları	57
Tablo 5. Seçilen dağıtılmış defter teknolojileri	73
Tablo 6. Sektöre özgü değişim hızlandırıcıları	76
Tablo 7. NLP yaklaşımı kullanılarak 8485 özetten oluşan derlemin analizinden elde edilen en sık görülen 10 bigram.....	79
Tablo 8. NLP yaklaşımı kullanılarak 8485 özetten oluşan derlemin analizinden elde edilen en sık görülen 10 trigram.	79
Tablo 9. Dünya tarımı 2012-2022 verileri	103
Tablo 10. Türkiye’de tarım 2012-2022 verileri.....	104
Tablo 11. Türkiye’de su kullanımı (milyar m ³).....	123
Tablo 12. Falkenmark İndeks değerleri	126
Tablo 13. Türkiye’nin bölgesel Falkenmark Göstergeleri (2015)	127
Tablo 14. Yanlış tarımsal uygulamalar	128
Tablo 15. Temel ekonomik göstergeler (2021)	150
Tablo 16. CAP’in zaman çizelgesi	156
Tablo 17. Türkiye’de tarım sektöründeki politika ve önlemleri desteklemek için uygulanan projeler	173
Tablo 18. Türkiye’de tarım sektöründe azaltım senaryosuna göre politikalar ve alınan önlemler	177

KISALTMALAR LİSTESİ

°C: Santigrat derece

2G: İkinci nesil kablosuz telefon teknolojisi

3D: Üç boyutlu

3G: Üçüncü nesil kablosuz telefon teknolojisi

5G: Beşinci nesil kablosuz telefon teknolojisi

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

ACFR (Australian Centre for Field Robotics): Avustralya Saha Robotiği Merkezi

ADSS (Agricultural Decision Support System): Tarımsal karar destek sistemleri

AFSC (agri-food supply chain): Tarımsal gıda tedarik zinciri

AGW (Anthropogenic Global Warming): Antropojenik Küresel Isınma

AI (Artificial Intelligence): Yapay Zeka

AKTAR: Akıllı Tarım Fizibilite Projesi

AR4 (Fourth Assessment Report): Dördüncü Değerlendirme Raporu

AR5 (Fifth Assessment Report): Beşinci Değerlendirme Raporu

AR6 (Sixth Assessment Report): Altıncı Değerlendirme Raporu

AR-GE: Araştırma-Geliştirme

ARIP: Türkiye Tarımsal Reform Ve Yatırım Programı

B: Bor

BİT: Bilgi işlem teknolojileri

BM: Birleşmiş Milletler

C: Karbon

CA (The Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture): Tarımda Su Yönetiminin Kapsamlı Değerlendirmesi

Ca: Kalsiyum

CACILM – II: Orta Asya ve Türkiye’de Kurak Alanlarda Entegre Doğal Kaynak Yönetimi Projesi

CAP (Common Agricultural Policy): Ortak Tarım Politikası

CBS: Coğrafi bilgi sistemi

CCW (counter-clockwise): Saat yönünün tersinde

CEA (Controlled Environmental Agriculture): Kontrollü Çevre Tarımı

CEAP (Circular Economy Action Plan): Döngüsel Ekonomi Eylem Planı

CEMA (European Agricultural Machinery Association): Avrupa Tarım Makineleri Birliği

CFC: Kloroflorokarbon

CGIAR (Consortium of International Agricultural Research Centers): Uluslararası Tarımsal Araştırma Danışma Grubu

CH₄: Metan

Cl: Klor

CNC (Computer Numerical Control): Bilgisayarlı sayısal kontrol

CO₂: Karbondioksit

COP (Conference of the Parties): Taraflar Konferansı

COVID (corona (CO), virus (VI) ve disease (D)): Korona (CO), Virüs (VI), Hastalık (D)

Cu: Bakır

CW (clockwise): Saat yönünde

ÇATAK: Çevre Amaçlı Tarım Arazilerini Koruma Programı

DGD: Doğrudan Gelir Desteği

DIY (do it yourself): Kendin Yap

DLT (Distributed Ledger Technology): Dağıtılmış defter teknolojisi

DSİ: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

EAGÜ: En Az Gelişmiş Ülkeler

EC (European Commission): Avrupa Komisyonu

EFSA (European Food Safety Authority): Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi

EU (European Union): Avrupa Birliği

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations): Dünya Tarım Örgütü

FAOSTAT (The Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database):
Gıda ve Tarım Örgütü Kurumsal İstatistiksel Veritabanı web sitesi

FAR (First Assessment Report): İlk IPCC Raporu

Fe: Demir

FIES (Food Insecurity Experience Scale): Gıda Güvensizliği Tahmin Ölçeği

FSIN: Food Security Information Network

FYNDP (Five Year National Development Plan): Beş Yıllık Ulusal Kalkınma Planı

G20 (Group of 20): Dünyanın en büyük 19 ekonomisine sahip ülkeler ile Avrupa Birliğinin oluşturduğu uluslararası bir platform

G7 (Group of 7): Yedi ülkenin arasında uluslararası bir birlik

GAFS (Global Alliance for Food Security): Küresel Gıda Güvenliği Birliği

GAFS (Global Agriculture for Food Security Program): Küresel Tarım ve Gıda Güvenliği Programı

GAP: Güneydoğu Anadolu Projesi

GCF (Green Climate Fund): Yeşil İklim Fonu

GEF (Global Environment Facility): Küresel Çevre Fonu

GIS (Geographic Information Systems): Coğrafi Bilgi Sistemleri

GLONASS (Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema): Küresel Uydu Seyir Sistemi

GNSS: Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri

GPS (Global Positioning System): Küresel Konumlama Sistemi

GRFC (Global Report on Food Crises): Küresel Gıda Krizi Raporu

GSCs (Grand Societal Challenges): Büyük Toplumsal Engeller

GSYİH: Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla

H: Hidrojen

HYV (High-Yielding Variety): Yüksek Verimli Çeşitler

ICARDA (The International Center for Agricultural Research in the Dry Areas): Uluslararası Kurak Alanlarda Tarımsal Araştırmalar Merkezi

ILO (International Labour Organization: Uluslararası Çalışma Örgütü

IMF (International Monetary Fund): Uluslararası Para Fonu

IoT (Internet of Things): Nesnelerin İnterneti

IPC (Integrated Food Security Phase Classification): Entegre Gıda Güvenliği Aşama Sınıflandırması

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change): Hükûmetlerarası İklim Değişikliği Paneli

IPM (Integrated Pest Management): Entegre Zararlı Yönetimi

ISPC (Independent Science and Partnership Council): Bağımsız Bilim ve Ortaklık Konseyi

İBB: İstanbul Büyükşehir Belediyesi

İBBS: İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflandırması

İHA: İnsansız Hava Aracı

İNSAMER: İHH İnsani ve Sosyal Araştırmalar Merkezi

JA GROUP: Japon Ulusal Tarım Kooperatifleri Birliği

K: Potasyum

LAI (leaf area index): Yaprak Alanı İndeksi

LED (Light-Emitting Diode): Işık Yayan Diyot

LEO (Low Earth Orbit): Alçak İrtifa Uydu Yörüngeleri

LPWAN (Low-Power Wide-Area Network): Düşük Güçlü Geniş Alan Ağı

LSU (Lousiana State University): Lousiana Eyalet Üniversitesi

M.Ö.: Milattan Önce

m³: Metreküp

MAFF (Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan): Japonya Tarım, Orman ve Balıkçılık Bakanlığı

MDG: The Millennium Development Goals,): Birleşmiş Milletler Binyıl Kalkınma Hedefleri

Mg: Magnezyum

Mn: Manganez

Mo: Molibdat

N: Nitrojen/Azot

N₂ O: Azotoksit

NAP (National Agriculture Policy): Ulusal Tarım Politikası

NB-IoT (Narrowband Internet of Things): Dar bant Nesnelerin İnterneti

NRSA (National Remote Sensing Centre): Ulusal Uzaktan Algılama Ajansı

NT (no-tilling): Toprak İşlemesiz

O: Oksijen

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development): Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü/ İktisadi İşbirliği ve Gelişme Teşkilatı

OPV (Organic photovoltaic cells): Organik fotovoltaiik paneller

OTBİS: Organik Tarım Kayıt Sistemi

P: Fosfor

PV (photovoltaic): Fotovoltaiik

R2R (roll-to-roll): Rulodan ruloya

RCRCC (Regional Cereal Rust Research Center): Bölgesel Tahıl Pası Araştırma Merkezi

RFID (Radio Frequency Identification): Radyo Frekansı ile Tanımlama

RPAS (Remotely Piloted Aircraft Systems): Uzaktan Kumandalı Uçak Sistemleri

S: Kükürt

SAR (Second Assessment Report): İkinci IPCC Raporu

SARS-CoV-2 (Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2): Şiddetli Akut Solunum Yolu Sendromu Koronavirüsü 2

SKH: Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri

SNAI: Ulusal İç Alanlar Stratejisi

SSM (Presicion Agriculture): Hassas Tarım

SYR (The Synthesis Report): Sentez Raporu

T.C.: Türkiye Cumhuriyeti

TAR (Third Assessment Report): Üçüncü IPCC Raporu

TBB: Türkiye Bankalar Birliği

TBMM: Türkiye Büyük Millet Meclisi

TEMA: Türkiye Erozyonla Mücadele Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı

TL: Türk Lirası

TMO: Toprak Mahsulleri Ofisi

TRUP: Tarım Reformu Uygulama Projesi

TSKB: Türkiye Sınai Kalkınma Bankası

TÜBİTAK: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

UA: Uzaktan Algılama

UAV (Unmanned Aerial Vehicle): İnsansız Hava Aracı

UNEP (UN Environment Programme): Birleşmiş Milletler Çevre Programı

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change): Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

USD (United States dollar): Amerikan Doları

WHO (World Health Organization): Dünya Sağlık Örgütü

WMO (World Meteorological Organization): Dünya Meteoroloji Örgütü

YAI: Yaprak Alanı İndeksi

Zn: Çinko

GİRİŞ

Dünya’da 2050 yılına kadar insan nüfusunun 9.8 milyar kişiye ulaşması tahmin edilmektedir. Bu artış, bugünkü mevcut nüfustan iki kat daha fazla olacağı anlamına gelmektedir. Gezegendeki her insanın gıda güvenliğine, yeterli ve sağlıklı gıdaya erişebilme hakkına sahip olabilmesi çok ciddi ve acil bir küresel sorun haline gelmiştir. Ve bunun çözümü hiç de kolay gözükmemektedir. Her insan tükettiği gıdanın üretilmesi için çiftçilere ve çiftçiliğe bağımlı durumdadır. Ancak aynı zamanda geleneksel tarım dünyadaki bir çok çevre sorununa da ortak olmaktadır. Bunlar; küresel iklim değişikliği, COVID gibi ekstrem olaylar, tatlı su kaynaklarının tükenmesi ve kirlenmesi, biyolojik çeşitlilik kaybı ve toprak erozyonu gibidir.

Bu araştırmadaki amaç; dünyanın çevresini ve ekolojisini bozmadan, artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılayabilecek gıdanın nasıl üretilbileceği sorusuna cevap aramaktır. Hem gıda güvenliğini sağlayarak hem de tarım alanlarını ve doğal dünyayı koruyarak nasıl sürdürülebilir bir şekilde tarım yapılabilceği incelenmektedir. Tüm bu zorlukların üstesinden gelebilmek için bir alternatif olarak tarımda gelişen teknolojilerin benimsenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada; PESTLE, SWOT analizleri ve fenomenolojik yaklaşımı takiben derinlemesine görüşme röportajları sonucunda elde edilen verilerle belirlenen araştırma soruları test edilmektedir. Ayrıca bu sonuçlar Atlas.ti ile nicel ve nitel analiz edilmektedir.

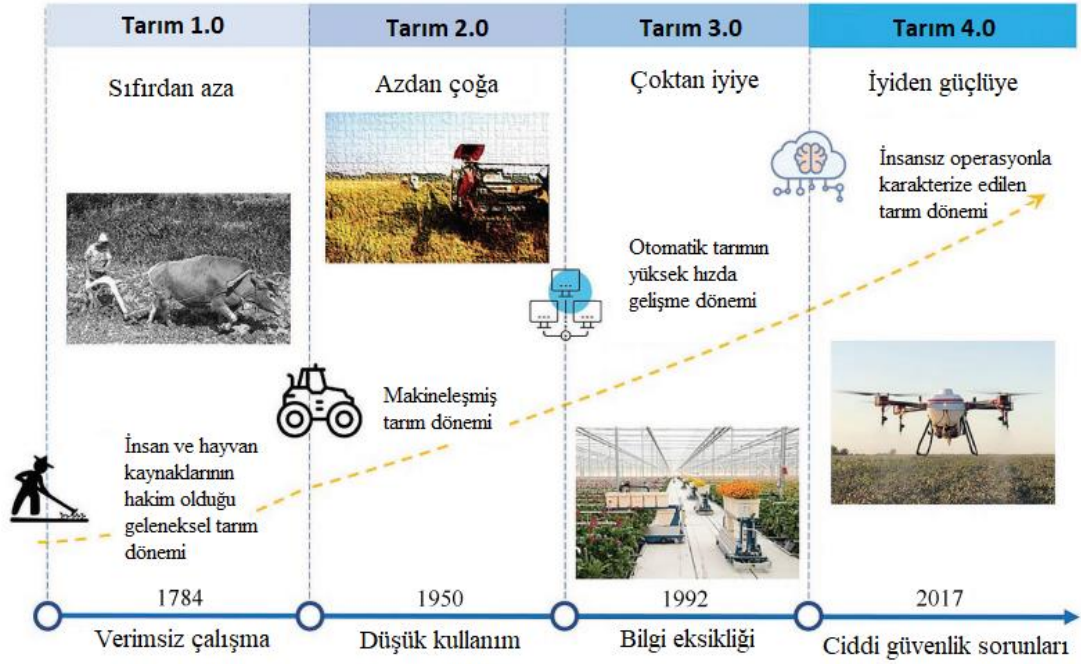
BİRİNCİ BÖLÜM: TARIMDA GÜNCEL DURUM VE MESELELER

Bu bölüm; günümüz tarımında gelinmiş olan, güncel durum ve meseleleri incelemektedir.

1.1. Tarım 4.0

Tarım, dünyadaki başlıca endüstrilerden biri olmakla birlikte ekonomik kalkınma ve sosyal istikrarda önemli bir rol oynamaktadır (L. Ma, 2019). Artan nüfus ve sınırlı tarımsal üretimin talebi karşılamada ortaya çıkardığı zorluklar, teknoloji ile entegre akıllı tarım konusunda yeni araştırmaları beraberinde getirmektedir. Tarımsal üretimin teknolojik gelişimi, hem verimlilikte artışa hem de çağın gerektirdiği bilgi ve teknolojik ilerlemeyle birlikte tarımda devrime yol açmaktadır (Y. Liu, 2020). Tarım devrimlerinin ilerleyişi 4 aşamada gerçekleşmiştir. Bu aşamalar;

- Tarım 1.0; insan ve hayvan kaynaklarının hakim olduğu geleneksel tarım dönemini ifade etmek için kullanılmaktadır. Fakat verimsizlik bu dönemin ana sorunu olarak belirtilmektedir.
- Tarım 2.0 olarak adlandırılan dönem, makineleşmiş seri üretim tarım dönemini ifade etmek için kullanılmaktadır. Bu dönemde temel sorun kaynakların verimsiz kullanımıdır.
- Tarım 3.0 kavramı otomasyon tarımının yüksek hızda geliştiği dönemi (1992-2017 arası) ifade etmek için kullanılmaktadır.
- Tarım 4.0 ise günümüzde içinde bulunduğumuz akıllı tarım dönemini (insansız operasyonlarla karakterize edilen, 2017'de başlayan) ifade etmek için kullanılmaktadır. Esas olarak tarıma hizmet etmek için modern bilgi teknolojilerinin kullanımı ve akıllı gelişimi ile karakterize edilmektedir.



Şekil 1. Tarımsal kalkınmanın özellikleri ve karşılaşılan sorunlar (Tarım 1.0'dan Tarım 4.0'a)

Kaynak: (Yang X. S., 2021).

Şekilde, tarımsal devrimlerin yıllar içinde nasıl şekillendiği resmedilmektedir. Tarım 1.0'dan Tarım 4.0'a geçiş aşamaları teknik açıdan sıfırdan başlayarak son aşamada iyiden daha güçlüye geçişi görülmektedir. Tarım 1.0'da emek insan ve hayvan gücüyle emek yoğun tarımsal üretim yapılırken günümüzde insansız otonom araçlarda tarım teknolojinin gelişimini gözler önüne sermektedir.

Akıllı tarım; internet, nesnelerin interneti (IoT), büyük veri, bulut bilişim ve yapay zeka (AI) gibi modern bilgi teknolojilerinin tarımla derinlemesine entegrasyonu yoluyla tarımsal bilgilerin algılanmasına, sayısal kararların alınmasına, akıllı yönetime, hassas yatırımlara ve kişiselleştirilmiş hizmetlere katkıda bulunan yeni bir tarımsal üretim yöntemidir.

Kısacası bu yeni kavram, tarımı modern bilgi teknolojileriyle birleştiren bir akıllı tarım çözümüdür. Modern bilgi teknolojisi tarımsal üretimin geliştirilmesi için yeni

fırsatlar sunsa da, akıllı tarımda güvenlik ve gizlilik için büyük talepler ve zorluklar da yaratmaktadır. Örneğin, akıllı tarımın geliştirilmesi, işlevleri yalnızca verimliliği artırmakla kalmayıp aynı zamanda ekipman ve verilere yönelik güvenlik risklerini de artıran hem entelektüel hem de insansız operasyonları hedeflemektedir (Yang X. S., 2021).

Tarım 4.0; kıt kaynaklar, küresel ısınma ve iklim değişikliği, gıda güvenliği ve krizi gibi küresel zorlukların üstesinden gelmede yeni bir olasılık olarak görünmektedir. Tarım 4.0'ın gıda sektörünün dönüşümünde ve geleceğinde önemli rol oynayacağı, tarımsal üretim modellerini yeniden şekillendireceği öngörülmektedir. Ayrıca, tarımda kullanılan yeni teknolojilerin faydalarının yanı sıra çiftçilerin adaptasyon zorluğu ve yeni teknolojilerin uygulanmasına yönelik standartların eksikliği gibi zorluklar da göz önünde bulundurulmaktadır. Bu bağlamda, hükümet ve politika yapıcıların rolü esas alınarak desteklemeye yönelik olması önem taşımaktadır (Beluhova-Uzunova, 2022).

1.1.1. Tarım 4.0 Kavramı

Tarım 4.0, teknoloji ile, tarımsal üretim zinciri içerisindeki tüm aktörlerin üretkenliklerini ve etkinliklerini arttıran, hassas ve anlık kararlar almasına yardımcı olacak bilgileri sağlayan kavramlar bütünüdür ifade etmektedir (Silveira, 2022).

Hiç şüphesiz, dünyada artan nüfusun gıda talebi çevreyi etkilemekte ve tarımsal üretim üzerinde baskı oluşturmaktadır. Tarım teknolojilerinin dördüncü devrimi olan Tarım 4.0, dört temel gerekliliği ortaya koymaktadır. Bunlar; verimi artırmak, kaynakların makul dağıtımı, iklim değişikliğine uyum ve gıda israfının önüne geçmektir. Tarım 4.0'da gelişmiş teknoloji ile birlikte, bilgi sistemleri ve internet sayesinde çiftçilerin doğru kararlar alabilmeleri, yüksek kazanç ve verim elde edebilmeleri amaçlanmaktadır. Bu sayede; meteorolojik bilgiler, toprak koşulları, pazar talepleri, arazi kullanımı gibi bilgileri analiz ederek ve işleyerek üreticiye maksimum fayda sağlamaktadır (Zhai., 2020).

1.1.2. Tarım 4.0 Evrimi

Avcılık ve toplayıcılık yapan insanoğlu nüfusu arttıkça yerleşik hayata geçmiş ve tarım yapmaya başlamıştır (Bocquet-Appel, 2011). İlk tarım, insan ve hayvan gücü ile yapılmaya başlamıştır. Böylece bu durum Tarım 1.0 olarak adlandırılmıştır. Tarım 1.0 kavramı geleneksel yollarla yapılan tarımı ifade etmektedir. Tarım 1.0’da orak, kürek ve basit aletler ile kas gücü kullanılmakta ve verimlilik düşük düzeyde kalmaktadır. M.Ö. 10000’den 19. yüzyıla kadar Tarım 1.0 dönemi yaşanmıştır (Zhai, 2020). Bu dönem, “Neolitik Devrim” olarak da adlandırılmaktadır. Başlangıç bölgesi Mezopotamya’dır. İnsanoğlu bu dönemde; tarımı keşfederek tarımsal üretime başlamış, bazı bitki ve hayvanları ıslah etmektedir (Aydınbaş, 2023).

19. yüzyılda buharlı motorun icadından sonra endüstri devrimi yaşanmış ve bu durumdan tarım da etkilenmiştir. Bu dönemde tarım makineleri üretilmiştir. Artık tarımsal üretimde yalnızca kas gücü kullanılmıyor makineler de kullanılmaktadır. Böylece Tarım 2.0 olarak adlandırılan döneme geçilmiştir ve verimlilik artmıştır. Fakat tarımsal üretimde makinelerin kullanılmasıyla birlikte çeşitli kimyasallar da rol almış ve bu durum zararlı sonuçlar doğurmuştur. Bilinçsiz kimyasal kullanımı, ekolojik tahribata ve doğal kaynakların israfına neden olmuştur (Zhai, 2020). Bu dönem, “Yeşil Devrim” olarak da adlandırılmaktadır. Tarımda AR-GE’ye önem verilmiştir. Makineleşme artmış, traktörler kullanılmaya başlanmıştır. Tarımda gübre kullanımı ve seracılık başlamıştır. Tarımda verimlilik ve karlılık hedefleri önem kazanmıştır (Aydınbaş, 2023).

20. yüzyılda bilgi işlem ve elektroniğin gelişmesiyle bilinçli ve daha verimli tarım çağı başlamıştır. Bu dönem Tarım 3.0 olarak adlandırılmıştır. Artık tarımsal makineler, bilgisayar programları ve robotik tekniklerle daha doğru kullanılmakta ve Tarım 2.0’da yaşanan sorunlar çözülmektedir. Bu dönem kimyasal kullanımı azaltılmış, su kullanımı daha hassas yapılmış, makinelerin işlemleri akıllı hale getirilmiştir (Rapela, 2019). Tarımsal ürünlerde genetik mühendisliği ile hibridizasyon geliştirilmiştir. Böcek ilacı ve kimyasal gübre kullanımı, bu dönemde aktif olarak kullanılmaktadır (Aydınbaş, 2023).

Tarım makinelerinin yazılımlarla zenginleştirilmesinin ardından devreye yapay zeka, büyük veri, nesnelerin interneti, uzaktan algılama, İHA’lar, robotlar, internet ve

otomasyon vb. gibi terimler dahil olmuştur. Bu teknolojilerin varlığı sayesinde tarım, hassas ve akıllı hale gelmiş, verimlilik artırılmıştır. Günümüzde içinde bulunduğumuz dönem, Tarım 4.0 olarak anılmaktadır (Ercan, 2019) (Gökkur, 2019) (Güldal, 2019) (Kirmikil, 2020).

1.2. İklim Krizi ve Kuraklık

Sanayi devrimiyle birlikte fosil yakıt kullanımı ortaya çıkmış ve karbondioksit salımları artmıştır. Bunun sonucu olarak, atmosfere salınan gazların emilememesi dünyada sera etkisi oluşturmuştur. 20. yüzyılın sonlarından itibaren yoğun kentleşme, artan nüfus ve gıda tüketimi gibi faktörlerle iklim değişime uğramaktadır (Swinburn BA, 2019).

Antropojenik Küresel Isınma (AGW)¹, 1990'lı yıllarda uluslararası çevre politikası gündeminde de yer almış ve bu olumsuz etkileri azaltmak için küresel girişimlere yol açmıştır (Lıtfın, 2000).

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 2021 raporuna göre; Antropojenik Küresel Isınma (AGW) sonucunda iklim olaylarının yoğunluğu ve havadaki ısınma 1950'lerden bu yana artış göstermektedir. Bununla beraber; okyanus sularının ısınması, aşırı hava olayları, doğal afetler, gıda güvenliği, yoksulluk gibi sorunlar ortaya çıkmış ve çıkmaya devam etmektedir (Ozturk, 2015).

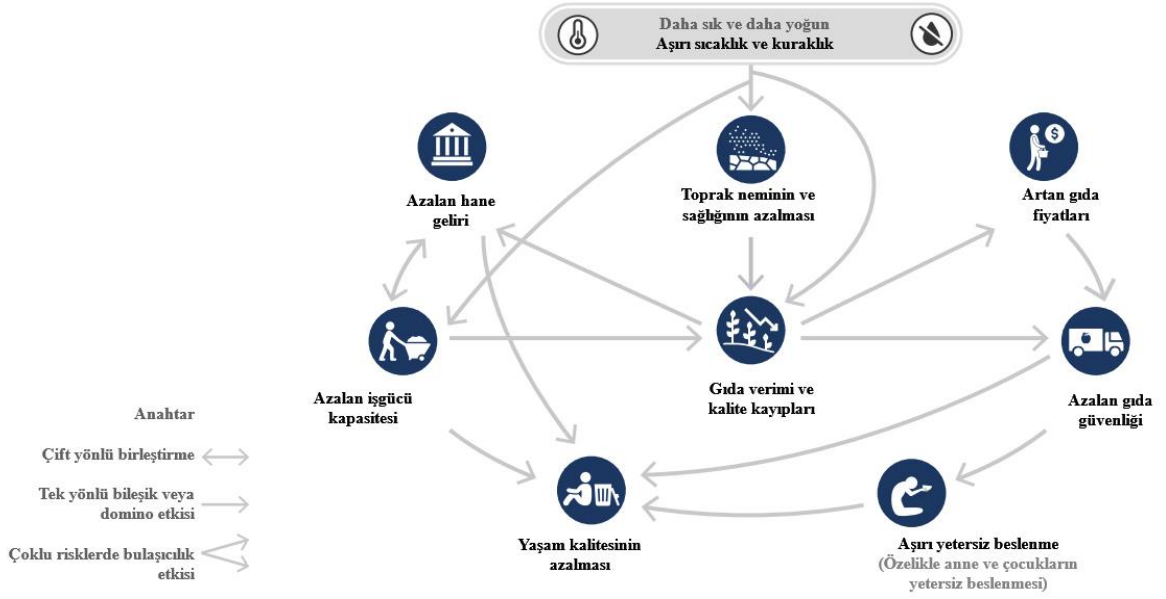
Gözlemlenen ısınma ve nedenleri başta sera gazı emisyonları olmak üzere insan faaliyetleri kesin olarak küresel ısınmaya neden olmuş ve küresel yüzey sıcaklığı 2011-2020 döneminde 1850-1900 döneminin 1,1°C üzerine çıkmıştır.

¹ Antropojenik küresel ısınma, insanların neden olduğu küresel iklimin genel olarak ısınması anlamında kullanılmaktadır.

Küresel sera gazı emisyonları; sürdürülebilir olmayan enerji kullanımı, yanlış arazi kullanımı, plansız arazi kullanım değişikliği, bölgesel yaşam tarzları, bilinçsiz tüketim ve üretim kalıplarından kaynaklanan tarihsel ve süregelen katkılarla artmaya devam etmektedir.

Sıcak hava dalgaları, şiddetli yağışlar, kuraklıklar ve tropikal siklonlar gibi aşırı uçlarda gözlemlenen değişikliklere ve özellikle de bunların insan etkisine atfedilmesine ilişkin kanıtlar AR5'ten bu yana daha da güçlenmiştir. İnsan etkisiyle eş zamanlı olarak sıcak hava dalgaları ve kuraklıkların sıklığındaki artışlar da dahil olmak üzere, 1950'lerden bu yana aşırı hava olaylarında artış gözlemlenmektedir.

Yaklaşık 3,3 ila 3,6 milyar insan, iklim değişikliğine karşı oldukça kırılgan bağlamlarda yaşamaktadır. İnsan ve ekosistem kırılganlığı birbirine bağlı kavramlardır. Önemli kalkınma kısıtları olan bölgeler ve insanlar iklimsel tehlikelere karşı yüksek kırılganlığa sahiptir. Artan hava ve iklim olayları, milyonlarca insanı akut gıda güvensizliğine ve su güvenliğinin azalmasına maruz bırakmıştır. En büyük olumsuz etkiler; Afrika, Asya, Orta ve Güney Amerika, EAGÜ'ler, Küçük Adalar ve Kuzey Kutbu'ndaki birçok yerde ve/veya toplulukta yerli halklar, küçük ölçekli gıda üreticileri ve düşük gelirli haneler için gözlemlenmiştir. 2010 ve 2020 yılları arasında sel, kuraklık ve fırtınalardan kaynaklanan insan ölümleri, kırılganlığı yüksek olan bölgelerde, kırılganlığı çok düşük olan bölgelere kıyasla 15 kat daha fazla olmuştur (IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2023).



Şekil 2. Aşırı iklim olaylarının etkilerinin gıda, beslenme, geçim kaynakları ve küçük çiftçilerin refahı üzerinde kademeli etkiler yarattığı karmaşık risk örneği

Kaynak: (IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2023)

Her bölge, yakın gelecekte daha şiddetli veya daha sık hale gelecek olan karmaşık ve/veya basamaklı iklim riskleriyle karşı karşıyadır. Riskteki değişiklikler, tehlikenin şiddetindeki, riske maruz kalan nüfustaki ve insanların, varlıkların ve ekosistemlerin kırılganlığındaki değişikliklerin bir sonucudur. İklimle ilgili tehlikeler, karmaşık doğal ve sosyal bağlantıların bir sonucu olarak birçok sektörü etkileyebilir ve bölge geneline yayılabilecek bir dizi riske yol açabilir. Yukarıdaki şekil, bir tarım bölgesinde sıcak hava dalgası ve kuraklığın neden olduğu karmaşık bir risk örneği olarak, birden fazla tehlikenin nasıl birbirleriyle bağlantılı olabileceğini ve uzak bölgelerde bile kademeli biyofiziksel, ekonomik ve sosyal etkilere neden olabileceğini göstermektedir.

Küresel ısınma, dikkate alınan neredeyse tüm senaryolarda ve modellenen yollarda artan kümülatif CO₂ emisyonları nedeniyle yakın vadede (2021-2040) artmaya devam edecektir. Yakın vadede, küresel ısınmanın çok düşük sera gazı emisyon senaryosunda bile 1,5°C'ye ulaşması ve daha yüksek emisyon senaryolarında 1,5°C'yi aşması muhtemel veya çok muhtemeldir. Dikkate alınan senaryolarda ve modellenen

yollarda, 1,5°C'lik küresel ısınma seviyesine ne zaman ulaşılacağına dair en iyi tahminler yakın vadede yer almaktadır.

Küresel ısınmanın etkisiyle, her bölgenin iklimsel etki faktörlerinde eş zamanlı ve çoklu değişiklikleri giderek daha fazla yaşayacağı öngörülmektedir. Bileşik sıcak hava dalgaları ve kuraklıkların, birden fazla yerde eşzamanlı olaylar da dahil olmak üzere daha sık görülmesi beklenmektedir.

Göreceli deniz seviyesi yükselmesi nedeniyle, mevcut 100 yılda 1 aşırı deniz seviyesi olaylarının, dikkate alınan tüm senaryolar altında 2100 yılına kadar tüm gelgit ölçer konumlarının yarısından fazlasında en az yılda bir gerçekleşeceği tahmin edilmektedir.

Öngörülen diğer bölgesel değişiklikler arasında tropikal siklonların ve/veya ekstremitropikal fırtınaların yoğunlaşması ve kuraklık ve yangınlı hava koşullarındaki artışlar yer almaktadır (IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2023).

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022 yılı performans programında, “Sürdürülebilir Çevre ve İklim Değişikliği” program modeli, iklim değişikliği ile mücadele ve uyum alt başlığı ile bir çalışma yürütmektedir. Bu çalışma kapsamında; tarımsal çevre, kuraklık, çölleşme, küresel iklim değişikliği zararları ve tabii afetlerden zarar gören çiftçiler için özel mevzuat düzenlenmiş, yardım görevleri yürütülmektedir. “İklim Değişikliği ile Mücadele ve Uyum” programı kapsamında, iklim değişikliğinin olumsuz etkileriyle mücadele amaçlanmaktadır. Ayrıca; Türkiye’nin stratejik tarım ürünlerinde verim tahminleri, tarım alanları kuraklık, erozyon tahmin ve önleme çalışmaları yürütülmektedir. Ulusal Seragazı Emisyon Envanteri ile tarım arazi kullanımı, değişikliği ve emisyon hesapları yapılmaktadır. Yürütülen bu faaliyetler ile T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı’nın 11. Kalkınma Planı “Yaşanabilir Şehirler ve Sürdürülebilir Çevre” başlığı ile iklim değişikliği, çölleşme ve erozyonla etkin mücadele etmek için yoğun çalışmalar yapılmaktadır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022).

1.2.1. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)

IPCC, düzenli olarak iklim değişikliğinin bilimsel temellerini, etkilerini ve gelecekteki risklerini ve ayrıca uyumla azaltım seçeneklerini değerlendirmektedir.

1988 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından kurulan IPCC, her düzeydeki hükümetlere iklim politikalarını oluşturmada kullanabilecekleri bilimsel bilgi sağlamayı amaçlamaktadır. IPCC raporları aynı zamanda uluslararası iklim değişikliği müzakereleri için de önemli bir girdidir. IPCC, Birleşmiş Milletler veya Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) üyesi olan hükümetlerden oluşan bir organizasyondur. IPCC'nin şu anda 195 üyesi bulunmaktadır. Dünya çapında binlerce insan IPCC'nin çalışmalarına katkıda bulunmaktadır. Raporları hazırlamak için, IPCC yazarları olarak uzmanlar, iklim değişikliğinin itici güçleri, etkileri ve gelecekteki riskleri ile uyum ve azaltmanın bu riskleri nasıl azaltabileceği hakkında kapsamlı bir bilgi sentezi sağlamak için her yıl yayınlanan binlerce bilimsel makaleyi gönüllü olarak değerlendirmektedir. Dünyanın dört bir yanından uzmanlar ve hükümetler tarafından yapılan açık ve şeffaf inceleme, IPCC sürecinin önemli bir parçasıdır ve değerlendirmenin objektif ve kapsamlı olmasını, farklı görüş ve deneyimleri yansıtmasını sağlamaktadır. IPCC değerlendirmeleri, çeşitli alanlardaki bilimsel fikir birliğinin gücünü belirler ve daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulan alanları göstermektedir (IPCC, 2023).

Birleşmiş Milletler'in iki uzman kuruluşu olan Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından 1988 yılında kurulan Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC); bilimsel, teknik ve sosyo-ekonomik bilgi ve çalışmaların güncel iklim değişikliği değerlendirmesi üzerine bir rapor yayınlamış ve bu bilimsel bulgular ışığında iklim değişikliğine uyum konusunda karar vericilere rehberlik sağlamak üzerine kurulmuştur.

Her 5-7 yılda bir, küresel iklim sisteminin mevcut durumuna ilişkin değerlendirme raporları basın ve karar vericilerle paylaşılmakta ve bu raporların ilki 1990 yılında (FAR), ikincisi 1996 yılında (SAR), üçüncüsü 2001 yılında (TAR), dördüncüsü

2007 yılında (AR4), beşincisi 2014 yılında (AR5) ve son olarak altıncısı 2021 yılında (AR6) yayınlanmıştır.

Birleşmiş Milletler; Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı altında iki uzman kuruluş ile faaliyet göstermektedir. IPCC'de Türkiye de üye olarak yer almaktadır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023).

1.2.2. Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)

Birleşmiş Milletler'in uzmanlaşmış bir kuruluşu olan WMO, dünya atmosferinin durumu, davranışı, kara ve okyanuslarla etkileşimi, ürettiği hava ve iklimi incelemektedir. Su kaynaklarının dağılımı konusunda uluslararası işbirliği ve koordinasyonu üzerine çalışmalar yürütmektedir.

Ulusal meteoroloji ve hidroloji servisleri, dünya yer sistemlerini izlemek ve dünya hava durumu ve iklim bilgileri sağlamak için günün her saati çalışmaktadır. Şiddetli hava koşulları ve hava kalitesindeki değişikliklerin yanı sıra iklim değişikliği konusunda zamanında ve güvenilir uyarılarda bulunarak karar vericilerin, toplumların, bireylerin hava ve iklim olaylarına karşı daha hazırlıklı olmalarını sağlamaktadır. Yaptıkları uyarıları ile; can ve malların kurtarılmasına, kaynakların, çevrenin korunmasına ve sosyo-ekonomik büyümenin desteklenmesine yardımcı olmaktadır. WMO, ulusal meteoroloji ve hidroloji servisleri bu çalışmalarında; afet risklerinin azaltılması, iklim değişikliğinin hafifletilmesi, adaptasyonu ve sürdürülebilir kalkınma alanlarındaki uluslararası taahhütlerini yerine getirmelerinde desteklemektedir.

Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)'nun desteklediği konular;

- Meteorolojik, iklimsel ve hidrolojik veriler sağlamak için entegre bir dünya sistemi gözlem ağının kurulması,
- Meteorolojik, iklimsel ve hidrolojik verilerin sağlanması ve hızlı değişimi için veri yönetim merkezlerinin ve telekomünikasyon sistemlerinin kurulması ve sürdürülmesi,

- Dünya genelinde kullanılan uygulama ve prosedürlerde uygun yeknesaklığı sağlamak için gözlem ve izleme standartlarının geliştirilmesi ve böylece veri ve istatistiklerin homojenliğinin sağlanması,
- Afet risklerini azaltmak ve iklim değişikliğine uyum sağlamaya katkıda bulunmak için, ayrıca ulaşım (hava, deniz ve kara), su yönetimi, tarım, sağlık, enerji ve diğer alanlar gibi sektörler için meteoroloji, iklim ve su hizmetlerinin bilim ve teknolojinin operasyonel meteoroloji ve hidrolojiye uygulanması yoluyla sağlanması,
- Operasyonel hidroloji faaliyetlerinin yanı sıra, ayrıldıkları eyalet ve bölgelerin ulusal meteoroloji ve hidroloji servisleri arasında daha yakın işbirliği,
- Meteoroloji ve ilgili alanlarda araştırma ve eğitimin koordinasyonu (World Meteorological Organization (WMO), 2023) şeklinde sıralanmaktadır.

1.2.3. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP)

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) çevre konusunda dünyanın önde gelen otoritesidir. UNEP, gelecek nesillerin yaşam kalitesini tehlikeye atmadan kendi yaşam kalitelerini iyileştirmeleri için insanlara ilham vermeyi, onları bilgilendirmeyi ve güçlendirmeyi amaçlamaktadır. UNEP, ozon tabakasının onarılmasından dünya okyanuslarının korunmasına, yeşil ve kapsayıcı bir ekonominin teşvik edilmesine kadar insanlığın acil çevresel sorunlarını ele almak için hükümetler, sivil toplum, özel sektör ve BM kuruluşları ile birlikte çalışmaktadır. UNEP, gezegen krizinin temel nedenlerini araştırarak dönüştürücü değişimi teşvik etmektedir. Bunlar; iklim değişikliği, doğa ve biyoçeşitlilik kaybı ve kirliliktir. UNEP, ülkelerin düşük karbonlu ve kaynak verimli ekonomilere geçmelerine, çevresel yönetişimi ve mevzuatı güçlendirmelerine, ekosistemleri korumalarına ve bilime dayalı politika kararları almalarına yardımcı olmak için çalışmaktadır. UNEP, 193 Üye Devletine sürdürülebilir kalkınma ve doğayla uyum içinde yaşama hedeflerine ulaşmalarına yardımcı olmak için en üst düzeyde bilimsel destek, koordinasyon ve savunuculuk sağlamaktadır (UNEP, 2023).

UNEP, küresel ve bölgesel düzeyde çevre hukuku ve politikasının geliştirilmesi ve teşvik edilmesi için çalışmaktadır. Küresel çevre gündemini belirleyen ve çeşitli çevresel zorluklar için amaçlar, hedefler, programlar, politikalar ve eylem planları oluşturan küresel bir çevre otoritesidir. İklim değişikliği, afetler ve çatışmalar, ekosistem yönetimi, çevre yönetimi, kimyasallar ve atıklar, kaynak verimliliği ve inceleme altındaki çevre gibi çeşitli tematik çalışma alanları vardır. Bu amaçla UNEP, küresel olarak çevresel koşulların ve eğilimlerin bir değerlendirmesini yapmakta ve uygulama ve yürütme için uluslararası ve bölgesel yasal araçlar ve politikalar geliştirmektedir. Ayrıca Birleşmiş Milletler (BM) üyesi devletlerin Çok Taraflı Çevre Anlaşmalarını uygulamak üzere ulusal yasal çerçevelerini geliştirmelerine yardımcı olmayı amaçlamaktadır (Desai, 2022).

UNEP'in geliştirdiği çevresel, sosyal ve sürdürülebilirlik çerçevesinin dört geniş hedefi vardır:

- Çevresel ve sosyal boyutları UNEP tarafından finanse edilen program ve projelere sistematik olarak entegre ederek sonuçları iyileştirmek.
- Kalkınma çabalarının çevresel ve sosyal sürdürülebilirliğini ele almak için UNEP'in çalışmalarının SKH'ler ve diğer BM kuruluşları ve ortakları ile uyumunu güçlendirmek.
- UNEP'in üye devletlere ve diğer fon sağlayıcılara karşı hesap verebilirliğini vurgulamak için UNEP'in faaliyetleri için sürdürülebilirlik standartları oluşturmak.
- UNEP'in daha güvenli ve akıllı bir şekilde çalışmasını sağlamak, böylece UNEP'in kapasitelerini ve güvenilirliğini artırırken potansiyel riskleri ve hedeflenen faydalanıcılara verilen zararı en aza indirmek.

Bu çerçeve ayrıca, kimseyi geride bırakmama ilkesi, insan hakları ve toplumsal cinsiyet eşitliği temelli yaklaşım, sürdürülebilirlik ve dayanıklılık ilkesi ve hesap verebilirlik gibi yol gösterici ilkelerin yanı sıra sekiz adet Koruma Tedbiri Standardı kullanarak oluşturulmuş amaçlara da hizmet etmektedir. Bunlar:

- Biyoçeşitliliğin korunması, doğal yaşam alanları ve sürdürülebilir doğal kaynak yönetimi
- İklim değişikliği ve afet riski
- Kirliliğin önlenmesi ve kaynak verimliliği
- Toplum sağlığı, güvenliği ve emniyeti
- Kültürel miras
- Gönülsüz yerinden edilme ve yeniden yerleşim
- Yerli halklar
- İşgücü ve çalışma koşulları (UNEP, 2023).

1.2.4. Avrupa Yeşil Mutabakatı

Avrupa Yeşil Mutabakatı, 2019 yılında dünyanın kirlenmesi ve yok olmasını önleyecek kapsamlı bir stratejik paket olarak Avrupa Birliği'nin alamet-i farikası olarak sunulmuştur.

Avrupa Komisyonu (EC) için Avrupa Yeşil Mutabakatı, "... AB'yi modern, kaynakları verimli kullanan ve rekabetçi bir ekonomiye dönüştürme hedeflerini ortaya koyan Avrupa'nın yapısal tepkisi ve yeni büyüme stratejisidir" şeklinde ifade edilmektedir.

Avrupa Yeşil Mutabakatı, iklim tarafsızlığına yani küresel net sıfır emisyonu yönelik dünyanın ilk kamu devlet öncülüğündeki taahhüdü olarak sunulmaktadır. Avrupa Komisyonu'na göre AB Yeşil Anlaşması, AB'nin net yurtiçi sera gazı emisyon üretimini 2030 yılına kadar 1990 yılı seviyelerine kıyasla en az %55 oranında azaltmayı ve 2050 yılına kadar iklim nötrlüğüne ulaşmayı hedeflemektedir (EU , 2023).

AB'nin uluslararası liderliği, güvenilirliğine dayanmaktadır ve çeşitli sektörlerde "altın standartları" belirleyen bir öncü olduğunu kanıtlamıştır. AB'nin etkisi, yeşil teknolojiler, ürünler ve hizmetler konusundaki zirve yarışıyla ulusal ve uluslararası gündem arasındaki etkileşimde ortaya çıkmaktadır. Bu durum, küresel düşük karbon piyasalarını ve politika yapıcılarının yeşil eylemlere olan güvenini şekillendirmektedir. AB'nin Paris Anlaşması hedeflerini gerçekleştirme konusundaki siyasi liderlik potansiyeli ise, 2023-2025 hedef döngüsü öncesinde önemlidir.

AB'nin ithalata bağımlı olması nedeniyle, piyasa gücünü kullanarak ticaret kurallarını belirlemesi ve iklim eylemi gerçekleştiren ülkelerden ithalat yapması önemlidir. AB'nin Yeşil Anlaşma diplomasisi, küresel iklim eylemini hızlandırmak için çok önemli bir siyasi liderlik rolü oynayabilir. Bu diplomatik anlaşma, yeşil işbirliği ve AB'nin değerlerini paylaşan ülkelerle ilişkileri güçlendirerek, gerçek bir oyun değiştirici olma potansiyeline sahiptir (EU, 2021).

Çok yönlü plan, 'yeşil' ekonomik büyümeyi (yakın zamanda 'COVID sonrası toparlanma' olarak yeniden güncellenmiştir) artırma ortak hedefine ve karbondan arındırma, kaydılaştırma ve ekonomik büyümeyi karbon emisyonlarından ve diğer ekolojik etkilerden ayırma taahhüdüne dayanan bir dizi politikayı kapsamaktadır.

Her şeyden önce Avrupa Yeşil Mutabakatı, sadece küresel bir ekonomik lider olarak konumunu güçlendirmekle kalmayıp aynı zamanda bloğu küreselleşmiş bir dünyada rakip aktörlerden jeopolitik olarak daha iyi ayıran, kaynak açısından daha verimli ve teknolojik açıdan daha gelişmiş bir Avrupa Birliği ekonomisi oluşturmakla ilgilidir (Almeida, 2023).

Her düzeydeki tüm paydaşların sürdürülebilir bir dünya inşa etmek için küresel çabalarını yoğunlaştırma ihtiyacı, 2020 yılında COVID-19 salgınının neden olduğu sosyo-ekonomik krizin etkisiyle daha da güçlenmiştir. Sonuç olarak, sürdürülebilir ve kapsayıcı bir küresel ekonomi inşa etmek, COVID-19 sonrası toparlanma döneminde uluslararası toplum için öncelikli bir gündem haline gelmiştir.

Tüm bu gelişmeler ışığında, Türkiye ekonomisinin ve sanayisinin yeşil dönüşümü, kapsayıcı ve sürdürülebilir büyümenin sağlanması ve Türkiye'nin üçüncü

ülkelere, özellikle de AB'ye ihracatının rekabet gücünün korunması ve artırılması için çok önemli görünmektedir. Bu alanda alınacak tedbirler, Türkiye'nin küresel değer zincirlerine entegrasyonunun geliştirilmesi ve uluslararası yatırım payının artırılması açısından da önem taşımaktadır.

Avrupa Yeşil Mutabakatı, 2050 yılına kadar sıfır net sera gazı emisyonu ve ekonomik büyümenin kaynak kullanımına bağımlılığının sona erdirilmesi gibi temel hedefleri içeren AB'nin yeni kalkınma stratejisidir. Avrupa Yeşil Mutabakatı ile uyum bağlamında aşağıdaki araştırma konuları listelenmiştir.

- İklim değişikliği, çevre ve biyoçeşitlilik: iklim değişikliği, karbon emisyonları ve sera gazı düzenlemelerine katkı sağlayan çalışmalar
- Temiz ve döngüsel ekonomi
- Temiz, uygun fiyatlı ve güvenli enerji arzı
- Organik ve sürdürülebilir tarım: tarladan sofraya sürdürülebilir tarım
- Sürdürülebilir akıllı ulaşım (TÜBİTAK, 2022).

1.2.5. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)

Orjinal adıyla The United Nations Framework Convention on Climate Change yani Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, atmosferdeki sera gazını kısmen dengeleyerek “insan müdalesiyle iklim sisteminde oluşan tehlike” ile mücadele etmek için oluşturulan uluslararası bir çevre anlaşmasıdır.

İnsan faaliyetlerinin atmosferik sera gazlarının artışına yol açtığını ve buna bağlı olarak iklim değişikliği ile ilgili endişelerin arttığını kabul etmektedir. Dahası, bu artışların doğal sera etkisini artırarak Dünya üzerinde ek bir ısınmaya neden olduğu ve bu durumun doğal ekosistemler ve insanlığa zarar verebileceği belirtilmiştir. Gelişmiş ülkelerin sera gazları emisyonlarının en büyük paya sahip olduğu ve gelişmekte olan ülkelerin emisyon düzeylerinin hala düşük olduğu ifade edilmiştir. Ancak, gelişmekte

olan ülkelerin sosyal ve ekonomik ihtiyaçlarının artmasıyla birlikte küresel emisyon paylarının da artacağına değinilmiştir. Bununla birlikte, iklim tahminlerinde birçok belirsizlik olduğu ve iklim değişikliğinin tüm ülkelerin işbirliğini gerektirdiği kabul edilmiştir. Deklarasyon, ilgili hükümlerini hatırlatarak etkili bir uluslararası müdahaleye katılım çağrısı yapmaktadır. (United Nations, 1992).

Anlaşma, ekosistemlerin iklim değişikliğine doğal olarak uyum sağlayabilmesi, gıda üretiminin tehdit altında kalmaması ve sürdürülebilir ekonomik kalkınmanın sağlanması için bilimsel araştırmaların devam etmesini, düzenli toplantılar, müzakereler ve müteakip siyasi anlaşmalar yapılmasını öngörmektedir (Boadu, 2016).

Anlaşma, üç kategorideki ayrılan ülkelere farklı yükümlülükler getirmiştir. Bu kategoriler gelişmiş ülkeler, özel mali yükümlülükleri olan gelişmiş ülkeler ve gelişmekte olan ülkelerdir. Ek 1 ülkeleri olarak da bilinen gelişmiş ülkeler başlangıçta 38 ülkeden oluşmakta ve bunların 13'ü demokrasiye ve piyasa ekonomisine geçiş sürecindeki Doğu Avrupa ülkeleri ve Avrupa Birliği üyeleridir. Tüm ülkeler Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD) üyesidir (Wikipedia , 2023).

Ek 1 ülkeleri, insan kaynaklı sera gazı emisyonlarını sınırlandırarak iklim değişikliğini azaltmak için ulusal politikalar benimsemeye ve uygun önlemleri almaya ve 1990 emisyon seviyelerine dönmek için bireysel veya toplu olarak alınan önlemleri rapor etmeye teşvik edilmektedir. Belirli mali yükümlülükleri olan gelişmiş ülkeler Ek 2 ülkeleri olarak adlandırılır. Bunlar, demokrasiye ve piyasa ekonomilerine geçiş sürecinde olanlar hariç tüm Ek 1 ülkelerini kapsamaktadır. Ek 2 ülkeleri, gelişmekte olan ülkelerin Montreal Protokolü tarafından kontrol edilmeyen tüm sera gazı emisyonlarının ve uzaklaştırmalarının ulusal envanterlerini oluşturma yükümlülüklerini yerine getirirken maruz kaldıkları maliyetleri karşılamak için yeni ve ek mali kaynaklar sağlamaya çağrılmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerin daha sonra envanterlerini UNFCCC Sekreteryasına sunmaları gerekmektedir (Jacobson, 2001).

Türkiye, UNFCCC'ye 189. Taraf olarak katılmıştır. 21 Ekim 2003 tarih ve 25266 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 16 Ekim 2003 tarih ve 4990 sayılı Kanun ile 24 Mayıs 2004 tarihinde UNFCCC 'ye taraf olmuştur. Sözleşme yürürlüğe girdiğinde, Türkiye her

iki Ek'e de dahil edilmiştir. UNFCCC 'nin 1992 yılında kabul edilmesini takiben, OECD'nin kurucu üyesi olan Türkiye, gelişmiş ülkelerle birlikte Sözleşme'nin 1 ve 2 sayılı Eklerine dahil edilmiştir. 2001 yılında Marakeş'te düzenlenen 7. Taraflar Konferansı'nda (COP7) kabul edilen 26/CP.7 sayılı Karar, Türkiye'nin konumunun diğer Ek1 taraflarından farklı olduğunu kabul etmiş ve Türkiye'nin adını Ek1'den çıkarmıştır. UNFCCC sadece Ek1 listesine dahil edilmiştir. Taraflar Konferansı (COP), UNFCCC'nin en yüksek karar alma organıdır. Kararlar, her yıl toplanan Taraflar Konferansı'na katılan ülkelerin oybirliği ile alınır. COP'un ilk toplantısından bu yana Türkiye, gündemin çeşitli alanlarında pozisyonunu değiştirme konusunu gündeme getirmiştir. Kyoto Protokolü'nün kabul edildiği 3. Taraflar Konferansı'ndan (1997) sonra Türkiye, Sözleşme'ye ilişkin pozisyonunun değiştirilmesi gerektiğini resmen ifade etmiştir. Ayrıca, 2001 yılında Türkiye'nin Ek 2 listesinden çıkarılması tüm Üye Devletlerin oybirliğiyle aldığı bir karar olmuştur.

Taraflar Konferansı tarafından tanınan ülkeler, en azından 2020 yılına kadar, iklim değişikliği, uyum, teknoloji ve kapasite geliştirme ile finansmana erişimin yaygınlaştırılması için sözleşme organlarından ve diğer ilgili kurum ve kuruluşlardan destek almalıdır. Yukarıdaki fırsatları kullanın ve Son paragrafta, aralarında Küresel Çevre Fonu'nun (GEF) da bulunduğu çok taraflı kuruluşlar, gelişmiş ülkelerin özel koşullarına sahip tarafların ulusal stratejilerini uygulayabilmelerini ve sera gazı emisyon azaltımları, iklime uyum stratejileri ve düşük karbonlu kalkınma geliştirmelerini sağlayacak. Uluslararası kuruluşlar ve ikili fonlar gibi yollarla mali, teknolojik, teknik ve kapasite geliştirme desteği sağlamaları istenmiştir.

2010 yılında mutabakata varılan ve 2012 yılında faaliyete geçen ve gelişmekte olan ülkelere mali destek sağlamak üzere bir sözleşme kurumu olarak benimsenen Yeşil İklim Fonu'ndan (GCF) Türkiye, Taraflar Konferansı'nda alınan kararlara rağmen yararlanamadı. Ancak GEF'ten faydalanabiliyor çünkü GEF'ten faydalanmanın temel şartı Dünya Bankası'ndan fon almaya hak kazanmak. GCF'den yararlanma koşulları farklı şekilde düzenlenmiştir (T.C. Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023).

1.3. Karbon Ayak İzi

Karbon ayak izi kavramı, 1990'ların başında British Columbia Üniversitesi'nde Kanadalı ekolojist William Rees ve İsviçre doğumlu bölgesel planlamacı Mathis Wackernagel tarafından icat edilen daha eski bir kavram olan ekolojik ayak izi fikriyle ilişkilendirilmektedir. Bu fikirden doğduğu düşünülmektedir.

Ekolojik ayak izi, bir faaliyeti veya nüfusu sürdürmek için gereken toplam arazi alanıdır. Su kullanımı ve gıda üretimi için kullanılan arazi miktarı gibi çevresel etkileri içerir. Buna karşılık karbon ayak izi genellikle ton CO₂ veya yıllık CO₂ eşdeğeri gibi bir ağırlık ölçüsü olarak ifade edilmektedir.

Karbon ayak izi, bir kişinin veya başka bir varlığın (örneğin bir bina, şirket, ülke, vb.) tüm faaliyetleriyle ilişkili karbondioksit (CO₂) emisyonlarının miktarıdır. Üretim, ısıtma ve taşımacılıkta fosil yakıtların yanmasıyla ortaya çıkan doğrudan emisyonların yanı sıra tüketilen mal ve hizmetlerle ilişkili elektriği üretmek için gereken emisyonları da içerir. Buna ek olarak, karbon ayak izi terimi genellikle metan, azot oksit veya kloroflorokarbonlar (CFC'ler) gibi diğer sera gazlarının emisyonlarını da içermektedir (Selin, 2023).

Karbon ayak izinin nasıl hesaplandığı hakkında Berners-Lee bunun "gerekli ama imkansız" olduğundan bahsetmektedir. Örneğin, ticari bir uçuşun kişisel karbon maliyeti ele alındığında, hesaplama basittir. Uçağın yaktığı yakıt miktarı ve uçuş sırasında yayılan sera gazı miktarını alınır ve yolcu sayısına bölünür. Fakat first ve business class yolcuları uçakta daha fazla yer kaplamakta ve daha yüksek maliyetlere neden olmaktadır. Buna ek olarak, taşınan kargo miktarı ve uçuşun yüksekliği de dikkate alınmaktadır.

Ancak bu, örneğin bir otomobilin üretiminin her aşamasındaki emisyonların hesaplanmasına kıyasla nispeten basit bir hesaplama değildir. Montaj tesisindeki emisyonlar, bu tesise güç sağlayan elektriğin üretimi, tüm bileşenlerin nakliyesi, bu bileşenlerin üretildiği fabrikalar, bu fabrikalarda ve montaj tesisinde kullanılan makinelerin oluşturulması vb. otomobili oluşturan hammaddelerin çıkarılmasına kadar geçen aşamalardır.

Berners-Lee, bu tür hesaplamaların karmaşıklığı nedeniyle, bu tür durumlarda "asla tamamen doğru olamayacağını" kabul etmektedir. Fakat sadece genel bir fikre sahip olmanın dahi yeterli olacağını belirtmektedir.

Elbette bir kişinin karbon ayak izini azaltmak için yapabileceği eylemler mevcut yaşam tarzına bağlıdır ve aynı eylemler herkes için eşit derecede etkili değildir. Örneğin, elektrikli bir arabaya geçmek vb. Berners-Lee, "bazı insanlar için hava yolculuğunun karbon ayak izlerinin sadece yüzde 10'unu oluşturduğunu, bazıları için sıfır olduğunu, bazıları için ise düşünmeleri gereken tek şey olacak kadar büyük bir miktar olduğunu" belirtmektedir (Mulvaney, 2023).



Şekil 3. Karbon Ayak İzi

Kaynak: (Elf, 2018).

Şekilde karbon ayak izini oluşturan insan faaliyetleri gösterilmektedir.

Karbon ayak izi; bir kişi, grup, etkinlik, ürün veya kuruluşun fosil yakıtları tüketmesi sonucunda saldıgı karbondioksit ve diğer karbon bileşiklerinin miktarı

anlamına gelmektedir. Genel olarak karbon ayak izi, insan faaliyetlerinin bir sonucu olarak atmosfere salınan sera gazlarının, özellikle de karbondioksitin miktarını ifade etmektedir. Karbon ayak izi genellikle yılda salınan ton CO₂ cinsinden ölçülür. Metan, azot oksit ve diğer sera gazları gibi CO₂ eşdeğerleri eklendiğinde bu sayı artmaktadır. Fosil yakıt ve elektrik tüketimi karbon ayak izinin belirlenmesinde büyük rol oynamaktadır (Elf, 2018).

IPCC (Hükûmetlerarası İklim Değişikliği Paneli) tarafından 1990'dan bu yana yayınlanan değerlendirme raporlarına göre, son 100 yılda küresel ısınma hızla artmaktadır. Bu durum; kutuplardaki buzulların erimesine, deniz seviyesinin yükselmesine, havanın aşırı ısınmasıyla birlikte anormal iklim olaylarına sebep olarak dünya genelindeki ülkelerin çevre koruma politikaları ve ekonomilerinde ciddi baskı oluşturmaktadır (Zhao, 2018) (Jiang, 2021).

İklim değişikliği ve çevresel bozulma güncel kaygıların başında gelmektedir. Avrupa Komisyonu'na göre, Yeşil Pakt aracılığıyla AB'nin temel hedefi, rekabetçi ve kaynakları verimli kullanan bir ekonomik oluşum haline gelmesidir. İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan tüm emisyonlar aniden dursa bile iklim değişmeye devam edecektir. Ancak çok daha güçlü bir azaltım yapılmadığı takdirde, insan kaynaklı sera gazı emisyonları küresel ısınmayı ve değişen iklim modellerini belirgin bir şekilde daha da arttıracaktır. Kirlilik, doğal kaynakların aşırı kullanımı ve çevresel bozulma, dünyanın dört bir yanındaki insanlar, varlıklar, ekonomiler ve ekosistemler için ciddi, yaygın ve muhtemelen geri döndürülemez değişikliklere yol açacaktır (European Commision, 2022).

Sera gazlarını 2050 yılına kadar ortadan kaldırmayı ve ekonomik büyüme sürecini hiçbir kişi ya da bölgeyi dışlamadan kaynak kullanımından ayırmayı amaçlamaktadırlar. İklim, enerji, ulaştırma ve vergilendirme alanlarındaki Avrupa politikaları, sera gazı emisyonlarının 2030 yılına kadar 1990'lı yıllara kıyasla en az %55 oranında azaltılması hedefiyle uyumlu olması öngörülmektedir (Haller, 2022).

1.4. Gıda Krizi

Dünyadaki hızlı nüfus artışı aynı zamanda doğal kaynakları tüketmekte, havayı, toprağı ve suyu kirletmekte ve ekolojik dengeyi bozmaktadır. Artan karbondioksit emisyonları ve küresel ısınma, su kaynaklarının yok olmasıyla birlikte kuraklık ve yüksek ekonomik büyüme hedefleri ülkeleri etkileyen küresel bir gıda krizine neden olmaktadır. Özellikle Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerde daha yüksek ekonomik büyüme nedeniyle tüketimde artış olduğu ve bunun da gıda krizine neden olduğu iddia edilmektedir (Gürlük, 2008).

Tarım piyasası, tarım ürünleri tüketicilerinin ihtiyaçlarını küresel ölçekte etkin bir şekilde karşılayamadığını göstermiştir. Tahıl piyasası halihazırda giderek artan bir ürün sıkıntısı içindedir. Bitkisel yağ piyasası, tüketicilerin ihtiyaçlarını, üretimi gezegenin çevre sorunlarını daha da kötüleştiren palm yağı ile karşılayarak diğer yağların eksikliğini telafi etmektedir. Böyle bir dengesizliğin sonucu, özellikle gıda ithalatına bağımlı ülkelerde veya Afrika, Asya ve Güney Amerika'daki az gelişmiş tarım ülkelerinde olmak üzere, gezegendeki açlığın artmasıdır (Ovchynnykova, 2022).

Dünyanın sürekli artan nüfusu ve gıda ürünlerine olan talepteki artış, doğal kaynakların tükenmesi toprak, su, biyoçeşitlilik tüm bunlar dünyanın gıda güvenliği için bir tehdit oluşturmaktadır. Dünya Bankası'nın tahminlerine göre, 9 milyarlık küresel nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak için 2050 yılına kadar gıda üretiminin %70 oranında artırılması gerekmektedir (Ovchynnykova, 2022).

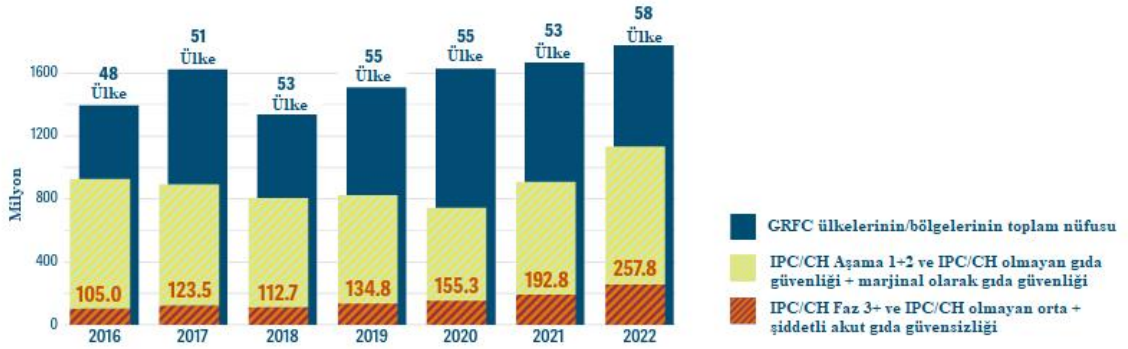
İklim değişikliğinin artan etkileri, özellikle dünyanın gıda kıtlığına en açık bölgelerinde daha fazla ürün kaybına yol açmaktadır. Aynı zamanda, tarımsal üretim sistemlerimiz sera gazı emisyonlarının yaklaşık %30'undan sorumludur. Mevcut gıda sistemleri insan ve gezegen sağlığını da tehdit etmekte, sürdürülemez kirliliğe ve atık oluşumuna yol açmaktadır. Dünya genelinde üretilen gıdanın üçte biri kaybolmakta veya israf edilmektedir. Gıda atık ve israfıyla mücadele, gıda ve beslenme güvenliğinin iyileştirilmesi, iklim hedeflerine ulaşılması ve çevresel baskıların azaltılması için elzemdir.

Gıdayla ilgili tehlikeler aynı zamanda dünya çapında önemli bir ölüm nedenidir. Milyonlarca insan yetersiz ve sağlıklı beslenmektedir. Bu da hastalıklara ve sağlık krizlerine yol açmaktadır. Güvensiz gıda alımı, beslenme kalitesini bozarak aşırı kilo ve obeziteye yol açabilecek çeşitli yetersiz beslenme türlerinin riskini artırabilmektedir. Dünya genelinde 3 milyar insanın sağlıklı beslenmeye sahip olmadığı tahmin edilmektedir (World Bank, 2023).

Küresel Tarım ve Gıda Güvenliği Programı (GAFSP) ile dünyadaki gıda güvenliği ve yeterli beslenme konuları üzerine çalışılmaktadır. G20 ile başlatılan GAFSP, çok taraflı bir finansman platformu olup, dünyanın en yoksul ülkelerinde güvenilir tarım ve gıda üretim sistemlerinin kurulmasını desteklemektedir. Bu program 2010 yılından itibaren 16.6 milyonu aşkın kişiye ulaşmış ve 2 milyar dolardan fazla bağış fonu oluşturmuştur (World Bank, 2023).

Dünya Bankası Grubu, G7'nin başkanlığını yaptığı Küresel Gıda Güvenliği Birliği'nin (GAFS) ortağıdır. Bu birliğin ortak amacı; küresel çapta ortaya çıkan gıda krizine hızlı müdahale edebilmek, finansmanını takip edebilmek, krize yönelik politikalar üretmek ve ülkeler bazında araştırma ve analizler yapmaktır (World Bank, 2023).

Küresel Gıda Krizi Raporu (GRFC), gıda güvensizliğini incelemek üzere 2023 yılında 16 ortağıyla birlikte oluşturulmuştur. Rapora göre; 250 milyondan fazla insanın açlıkla karşı karşıya olduğu, küresel ısınmanın olumsuz etkileri, Ukrayna-Rusya Savaşı sonucu yeni ekonomik şokların ortaya çıktığı ve COVID-19'un kalıcı sosyo-ekonomik etkileri belirtilmektedir. 2030 yılına kadar açlığı sona erdirme hedeflerinin çok daha zorlaşacağı, özellikle gelişmemiş ülkelerde acil açlık durumlarının olduğu vurgulanmaktadır (FSIN (Food Security Information Network), 2023).



Şekil 4. GRFC ülkelerinde gıda güvensizliğiyle karşı karşıya kalan kişi sayısı (2016–2022)

Kaynak: (FSIN (Food Security Information Network), 2023)

2021’de gıda krizinden (IPC/CH² Faz 3 veya daha üzeri) etkilenen 53 ülkedeki insan sayısı 193 milyon iken, 2022 yılına gelindiğinde 58 ülkede 258 milyon insanın etkilendiği görülmektedir. Şekil 4’de görüldüğü üzere PC/CH Faz 3 veya üzeri kişi sayısının hızla artmaktadır. GRFC 2023 raporunda IPC/CH Faz 3 veya üzeri nüfusun yüzde 40’ından fazlası; Etiyopya, Demokratik Kongo Cumhuriyeti, Afganistan, Nijerya ve Yemen’de ikamet etmektedir.

Felaket durumundaki, yani IPC/CH Faz 5, 376400 kişinin 214100’ü Somali’de yaşamaktadır. Ayrıca, 87000’i Güney Sudan’da, 31000’i Yemen’de, 20300’ü Afganistan’da, 19200’ü Haiti’de, 3000’i Nijerya’da, 1800’ü de Burkino Faso’da yaşamaktadır. Son derece ağır açlık, yetersiz beslenme aşırı ölüm oranlarına sahip bu ülkeler büyük gıda açıklarıyla karşılaşmaktadır (FSIN (Food Security Information Network), 2023).

² IPC-CH Kontrol Paneli, kriz veya daha kötü (IPC/CH Faz 3 veya üzeri) olarak sınıflandırılan yüksek düzeyde akut gıda güvensizliği yaşayan veya bu durumla karşı karşıya kalan toplam insan sayısının görsel bir gösterimidir. Faz 2 stres altında, Faz 3 kriz durumu veya daha kötü, Faz 4 acil durum ve Faz 5 felaket olarak ifade edilmektedir.

Integrated Food Security Phase Classification (IPC), yani Entegre Gıda Güvenliği Aşama Sınıflandırması resmi sitesindeki son dünya verilerine göre;

- 273.11 milyon insan stres altında (IPC/CH Faz 2)
- 137.89 milyon insan kriz aşamasında (IPC/CH Faz 3)
- 165.59 milyon insan kriz aşaması veya daha kötü durumda (IPC/CH Faz 3 ve üstü)
- 27.61 milyon insan acil durumda (IPC/CH Faz 4)
- 0.09 milyon insan felaket halinde (IPC/CH Faz 5) olduğu belirtilmektedir (Integrated Food Security Phase Classification (IPC), 2023).

Bu bilgilere göre gıda krizinin en ağır yaşandığı 20 ülkenin 2023 yılı verileri aşağıdaki tablodaki gibidir:

Tablo 1. Gıda krizinin en ağır yaşandığı 20 ülke (2023)

Ülkeler	Faz 2	Faz 3	Faz 4	Faz 5
Güney Sudan	3,080,000	4,822,000	2,899,000	43,000
Burkina Faso	5,132,550	2,703,713	604,642	42,694
Mali	4,090,568	1,183,337	76,234	2,507
Afganistan	16,765,652	12,497,192	2,758,143	-
Bangladeş	12,897,716	9,694,196	2,219,890	-
Benin	1,577,784	401,774	10,365	-
Burundi	5,086,741	1,156,054	-	-
Cabo Verde	85,848	30,999	1,288	-
Kamerun	5,211,611	2,088,718	268,587	-
Orta Afrika Cum.	2,275,942	1,685,592	378,399	-
Çad	3,598,343	1,757,306	106,993	-
Côte d'Ivoire	3,456,017	1,017,799	-	-
Demokratik Kongo Cum.	49,740,503	21,866,626	3,351,289	-
Cibuti	401,722	185,312	100,102	-
Eswatini	421,734	238,493	-	-
Gana	3,770,721	1,294,525	71,783	-
Guatemala	6,732,312	2,772,536	323,448	-

Gine	2,586,897	697,390	12,124	-
Gine-Bissau	253,259	78,902	-	-
Haiti	2,817,638	2,944,664	1,401,473	-

Kaynak: (Integrated Food Security Phase Classification (IPC), 2023)

Tabloda görüldüğü üzere; Güney Sudan, Burkino Faso ve Mali ülkeleri gıda krizinde Faz 5 aşamasında değerlendirilmektedir. Bu durum ülkede açlık düzeyinin felaket boyutta olduğunu ortaya koymaktadır. Entegre Gıda Güvenliği Aşama Sınıflandırmasına göre diğer ülkeler de açlık mücadelesinde ilk sıralarda yer almakta ve acil önlem gerektirmektedir.

Son yıllarda gıda güvenliği, tarım ve sürdürülebilir kalkınmanın geleceği üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır. Maggio'nun makalesi (Maggio, 2018), küresel kalkınmanın temel itici güçlerini ve ana güçlerini (megatrendler) vurgulayarak çevre araştırmalarına genel bir bakış sunmaktadır. Analizler, gıda güvenliği konusunda ileriye dönük araştırmalara artan bir ilgi ile birlikte daha fazla araştırma ve dikkat gerektiren alanları vurgulamaktadır. Sosyal, teknolojik, ekonomik, çevresel ve siyasi değişimin güçlerine bakarak geleceğin on dört temel küresel itici gücü (megatrend) sistematik olarak analiz edilmektedir. Bunların; gıda sistemlerinin geleceği, potansiyel aksaklıklar, kıtlıkla başa çıkma ve sürdürülebilirlik açısından analizi yapılmaktadır. Bu analiz, 14 küresel güçten (megatrend) 6'sının beslenme alışkanlıkları ve gıda güvenliğinin ana etmenleri olarak başarılı bir şekilde tanımlandığını göstermektedir. Bu altı megatrend itici güç şunlardır:

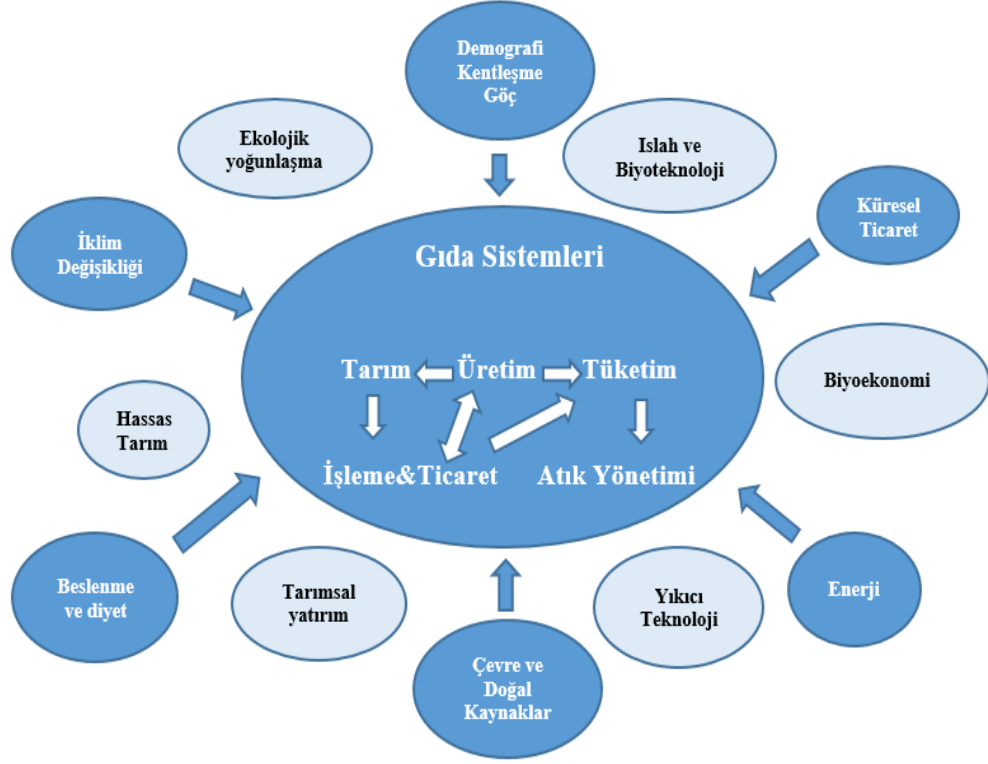
- İklim değişikliği ve çevresel bozulma,
- Artan kaynak kıtlığı ve tüketimi,
- Hızlanan teknolojik değişim,
- Hiper bağlanabilirlik ve değişen iş modelleri,

- Değişen beslenme alışkanlıklarına bağlı olarak sağlık sorunlarında meydana gelen değişiklikler,
- Nüfusun yer değiştirmesi ve
- Kentleşmedir.

Ancak ikinci küresel mega trend potansiyel "devrilme noktaları" halen tarımsal gıda modelleri analizlerine yeterince yansıtılmamaktadır. Bunlar artan gelir eşitsizliği, yükselen eğitim ve okuryazarlık oranları, göçün artan rolü ve doğu ve güney ülkelerinin artan etkisidir. Bu ikinci etki grubu, gıda ve beslenme güvenliğine ilişkin öngörü çalışmalarında daha fazla dikkat gerektirebilmektedir (Maggio, 2018).

2017 yılında CGIAR³, Bağımsız Bilim ve Ortaklık Konseyi (ISPC), uluslararası bir çalıştayın parçası olarak günümüz ile 2050 yılları arasında küresel tarım ve gıda ortamına yönelik başlıca tehditlerin yanı sıra fırsatları da araştırmak üzere bir öngörü değerlendirmesi başlatmıştır (Şekil 5).

³ CGIAR (the Consultative Group for International Agricultural Research): Gıda güvenliği araştırmaları yürüten uluslararası kuruluşları bir araya getiren küresel bir ortaklıktır.



Şekil 5. Tarım-gıda sistemlerinin temel etkenleri ya da tehditleri (koyu renkli ovaler) ve fırsatları (açık renkli ovaler)

Kaynak: (Maggio, 2018)

Gıda sistemlerinin gösterildiği şekilde, üretim, tüketim, tarım, işletme ve ticaret, atık yönetimi işleyişlerinin birbiriyle bağlantılı olduğu görülmektedir. Tüm bu sistemin oluşmasında etkin olan diğer unsurlar ve tehditler (demografi ve kentsel göç, küresel ticaret vb.) ise şeklin etrafında sıralanmaktadır.

ISPC'ye göre gelecekteki temel zorluklar:

- Odağı; gıda güvensizliğinden beslenme güvenliğine, tarımsal üretimden sürdürülebilir tarımsal beslenme modellerine, diyet kalitesine ve çeşitliliğine kaydırmak,

- Yeterli küresel gıda üretiminin herkes için gıdaya erişimi garanti etmemesi sorununu ele almak (küresel olarak da dahil olmak üzere) ve gıda ve beslenme güvenliğini geliştirmek,
- Hem sosyal hem de çevresel açıdan gelecekteki talep ve arzı dengelemek için gıda çeşitliliğini, miktarını ve kalitesini artırmak, gıda arzında istikrarı ve satın alınabilirliği sağlamak, yoksul ve en savunmasız kesimleri istikrarsızlık risklerinden korumak ve
- Tarımsal gıda sistemlerinin iklim değişikliğinin azaltılmasına katkısını yönetmek; bu değişikliklerin tarımsal gıda işletmeleri üzerindeki etkilerine uyum sağlamaya hazırlanmak; dünyayı beslerken doğal kaynakları, türleri ve biyoçeşitlilik hizmetlerini korumaktır.

Son iki zorluk, gıda üretiminin halihazırda arazinin %40'ını ve tatlı suyun %70'ini tüketmesinden ve küresel biyoçeşitlilik üzerinde önemli bir etkiye sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Politika yapıcılar, gelecekteki bu zorlukları ele almak için acil eylem gerektiğini kabul ederken, mevcut gıda sisteminin büyük eksikliklerini gözden kaçırmamalıdır. Günümüz gıda sisteminin başlıca zorluklarını öngörmek ve yönetmek isteniyorsa, bu zorlukların pratik ve sürdürülebilir bir şekilde ele alınması ve ekonomi ile çevrenin dirençlerini artırarak şoklara uyum sağlaması çok önemlidir. Özellikle küçük ölçekli tarım ve gelişmekte olan ülkelerdeki yoksulların gıda güvenliği ve beslenmesine odaklanarak, tarım ve gıda sistemindeki değişimin ana etmenleri üzerinde durmak önem taşımaktadır. Ayrıca daha dirençli, esnek ve sürdürülebilir bir gıda sistemi oluşturmak için yeni bilimsel, teknolojik ve politika seçenekleri değerlendirilmelidir (Maggio, 2018).

1.5. Tersine Ekonomik Göç

Özellikle Covid-19'un etkisiyle 2020 yılında Avrupa'da, yurtdışında iş arayanların ülkelerine dönmesiyle büyük bir tersine göç yaşanmıştır. Tahmini olarak; Romanya'ya 1.3 milyon Rumen, Bulgaristan'a 500 bin civarında Bulgar geri dönmüştür. Bu sayılar ülkeler için büyük sayılardır. Litvanya, uzun yıllardan beri ilk kez dönen vatandaşların

ayrılanlardan fazla olduğunu görmüştür. Doğu Avrupalı politikacılar uzun zamandır, batıda daha yüksek ücret arayışıyla giden parlak vatandaşlarının "beyin göçünden" şikayet ediyorlardı. Son zamanlarda özellikle Doğu Avrupa'da Covid-19 pandemisinin etkisiyle ekonomi ve çalışma düzenleri değişmiş ve "tersine beyin göçü" veya bir beyin kazanımı başlamıştır (The Economist, 2021).

Yine Covid-19 birçok ülkede karantinalara yol açarak özellikle Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerdeki kayıt dışı göçmen işçilerin mağduriyetine sebep olmuştur. İşçilerin tersine göçünün artmasıyla birlikte, nüfusları milyondan fazla olan şehirlerden kırsal kesimlere göç ettiği tespit edilmiştir. Bunun sebebi hastalığın bulaşmasının küçük bölgelerde görece daha düşük riskli olmasıdır.

COVID-19'un yayılmasıyla mücadele etmek için ülkenin bütün sınırlarının kapatılması, göçmen işçileri evsizlik, açlık ve öngörülemeyen insani acılarla karakterize edilen korkunç bir duruma sürüklediği görülmektedir. Nisan 2020 ortasında Hindistan'da göçmen işçilerle yapılan yeni bir anket, çeşitli eyaletlerdeki işçilerin %90'ının ücretlerini alamadığını, %96'sının hükümetten tayin alamadığını ve %70'inin pişmiş yemek alamadığını ortaya koymaktadır. Bu gibi sebeplerle işçilerin kırsaldaki akrabalarının yanına döndüğü düşünülmektedir.

COVID-19 salgını ile birlikte ayrıca, Hindistan'daki eyaletlerin kırsal bölgelerinde sağlık altyapısının yetersiz olduğu ortaya çıkmaktadır. Göçmen işçilerin kırsallara geri dönmesiyle beraber, sosyal ve ekonomik açıdan dezavantajlı bu grupların evlerinde yaşanan kalabalıklaşma, hijyen eksikliği gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu, geri dönenleri savunmasız bir konuma getirmektedir. Salgın ayrıca şehirlerde yaşayan insanların kırılganlığını da ortaya koymaktadır. COVID-19 etkilerini hafifletmek amacıyla açıklanan paket, ekonominin canlanması için küçük ve orta ölçekli sanayilerin desteklenmesi, tarım altyapısının güçlendirilmesi ve kırsal bölgelerde COVID-19 tespit merkezlerinin kurulması gibi önlemleri içermektedir. Göçmen işçilerin ekonomik refahını sağlamak için ise nakit gelir desteği ve sosyal sektör harcamalarının artırılması gerekmektedir. Ayrıca, göçmenlerin iş gücüne yeniden kazandırılması ve sosyal güvenlik planlarının geliştirilmesi için eyalet hükümetleri arasında işbirliği yapılmaktadır (Singh, 2020).

Çin’de ise bu durum resmi rakamlara göre, milyonlarca Çinli işçinin koronavirüs pandemisinin ardından şehirlerdeki işlerine geri dönmediği şeklindedir. Şanghai merkezli Hang Seng China’nın baş ekonomisti Dan Wang; "Tersine göç, önümüzdeki yıllarda hızlanacak, çünkü işçiler kısmen kentsel konut ihtiyaçlarını karşılayamıyor ve sağlık hizmetlerine erişemiyor" diye açıklama yapmıştır. Göçmen işçilerin memleketlerine geri dönmesinin küresel ekonomik büyüme için ne anlama geldiği ise daha az açık durumdadır.

Wang’ın dikkat çektiği önemli bir nokta ise yaşlılıktır. “50 yaşın üzerindeki göçmen işçilerin içgücündeki payı son on iki yılda iki kattan fazla artarak %26’ya çıktığını ifade etmektedir. Yaşlanan nüfus ayrıca, yüksek yaşam maliyetlerini karşılayamamakta ve aileleriyle birlikte büyük şehirlerden hızla kırsal alanlara göç etmektedir (Cheng, 2021).

Türkiye’de ise özellikle “taşı, toprağı altın” denilen İstanbul gibi büyük şehirlerden kırsal kesimlere bir iç göç yaşanmaktadır. Büyük şehirlerde yaşamak, etkisini her geçen gün daha fazla hissettiren enflasyon nedeniyle giderek zorlaşmaktadır. Sağlıktan perakende sektörüne kadar çok çeşitli sektörlerde çalışanlar, hayat pahalılığının nispeten daha düşük olduğu Anadolu şehirlerine göç etmeye başlamıştır. Son zamanlarda artarak devam etmesi beklenen işçi göçü, önümüzdeki dönemde personel açığına yol açacaktır. Fiyat artışlarının en belirgin olduğu alanlardan biri de artan konut kiralardır. 2022’nin Temmuz ayında asgari ücretin artırılmasına rağmen kiraların fahiş oranda yükselmesi, İstanbul gibi metropollerde ve Antalya gibi kıyı bölgelerinde yaşamı daha da zorlaştırmıştır. Bu gelişmenin, Türkiye’de kiraların en yüksek olduğu Muğla, Antalya ve İstanbul gibi şehirlerden doğu illerine doğru kira kaynaklı bir göçe yol açtığı görülmektedir (Başpınar, 2022).

Etkileri, küreselleşmeyle daha da kötüleşen ve 2001-2002 krizi sırasında kentsel ekonomideki yapısal sorunlar, özellikle aşağıya doğru göç edenlerin sosyal hareketliliğini tersine çevirmiştir. Bu durum, 1950’lerden bu yana yaşanan kırdan kente göçü tersine çevirmiştir. 2008 küresel krizinin etkileriyle de birlikte Türkiye’ye de yayılmaya başlayınca kırdan kente dönüş yavaşlamıştır ve kentten kırsala doğru bir tersine dönüşe yol açmıştır (Keyder, 2014).

Gayrimenkul sektörüne analitik hizmetler sunan endeksa.com'un verilerine göre; Haziran ayında ortalama kira Muğla'da yüzde 73 artışla 14.937 TL'ye, Antalya'da yüzde 310 artışla 10.397 TL'ye, İstanbul'da ise yüzde 168 artışla 8.107 TL'ye yükselmiştir. Yüksek kira artışları, bir zamanlar en cazip bölgeler arasında yer alan bu metropollerin beyaz yakalı ve düşük ücretli çalışanlar için yaşanılması güç bir bölge haline gelmesine yol açmıştır. Bu durum tersine göçü hızlandırırken, çalışmak için metropollere gelmek isteyenleri de yavaşlatmıştır. Birçok sektör temsilcisi, göç alan bu şehirleri yeniden cazip hale getirmek için apartman bloklarının inşa edilmesi, kiraların sübvansede edilmesi, kooperatif modeliyle apartman blokları inşa edilmesi veya öğrenci yurtları gibi yetişkinlere yönelik konutlar inşa edilmesi gerektiğini savunmaktadır (Başpınar, 2022).

Göç, kentsel alanlarda artan suç, işsizlik, kültürel uyumsuzluklar, bağımlılıklar, aile kurumunun dağılması, yabancılaşıma ve dışlanma gibi sorunlar yaratmaktadır. Türkiye'de en fazla göç alan bölgelerden biri olan İstanbul, bu sorunlarla ciddi bir şekilde yüzleşmekte ve çözüm bulmak için tersine göç politikalarını hayata geçirmektedir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) tarafından yürütülen "İstanbul'dan Tersine Göç Projesi" bunun önemli bir örneğidir. Bu proje, İstanbul'a farklı nedenlerle gelmiş ancak şehirde ekonomik olarak kendilerini geçindiremeyen ve geldikleri yerlere geri dönmek isteyen ancak kaynak yetersizliği nedeniyle bunu yapamayan kişilere yardım sağlamaktadır. İBB, bu vatandaşlara taşınma masraflarını karşılayarak, geri dönmek isteyenlere otobüs bileti sağlayarak ve eşyalarını taşıması gerekenler için kamyon tahsis ederek, eşyaların güvenli bir şekilde istenilen yere ulaştırılmasını sağlayarak yardımcı olmaktadır (İslamoğlu, 2014).

İstanbul'dan tersine göçün sebepleri birçok nedene bağlanabilir ve itici-çekici faktörlerle açıklanabilir. İstanbul üzerine yapılan çalışmalar, İstanbul'a göçün büyük bir nüfus birikimine yol açtığını göstermektedir. Kırdan kente göçün neden olduğu "aşırı nüfuslanma" süreci İstanbul'da da kendini göstermekte ve ciddi bir gecekondulaşma sorunu yaşanmaktadır. Kentin yeni sakinleri sosyo-kültürel uyumsuzluk yaşamakta ve kentin olanaklarından yararlanamayınca kente yabancılaşımaktadır. Ayrıca göçten beklenen ekonomik faydanın sağlanamaması, kentte suç ve işsizlik oranları gibi birçok sorunun artmasına neden olmaktadır (Öztürk, 2007).

Ayrıca yine İBB, Sosyal Hizmetler Daire Başkanlığı'nın yürüttüğü “Ayni ve Nakdi Yardımlar” başlığı altında tersine göç hizmeti verilmektedir. “Tersine göç talebi, çeşitli nedenlerle İstanbul'a gelmiş, kentte ekonomik ve sosyal açıdan istikrarsız olan ve memleketlerine dönme imkânları bulunmayan, ancak ekonomik fırsatlar doğduğunda geri dönmek isteyen ailelerden karşılanmaktadır” belirtilmektedir (İBB - Sosyal Hizmetler Dairesi Başkanlığı, 2023).

Yapılan bir başka araştırmaya göre ise, 2000'li yıllardan sonra kentlerden köylere yönelen göç dalgasıyla birlikte köylerin yol ve su altyapısı yenilenmiştir. Tarım ve hayvancılık faaliyetleri tekrar başlamış, arıcılık gibi yeni ekonomik faaliyetler ortaya çıkmıştır. Ancak göçle birlikte köyün nüfusu artmış, içme suyu, kanalizasyon ve çöp sorunu artmıştır. Göçün sürdürülebilirliği için üretim ve barınma araçlarının olması gerekmektedir. Bunun için tarım ve hayvancılığın teşvik edilmesi gerekmektedir. Geri dönenlerin konut ve sosyal koşulları iyileştirilmeli, deprem öncesi ve sonrası önlemler alınmalıdır. Aynı zamanda kadınların eğitimi ve istihdama katılımı teşvik edilmelidir. Ayrıca arazi anlaşmazlıkları çözülmeli, düşük faizli kredi seçenekleri sunulularak yeni köyler kurulmalıdır. Kadınlar için eğitim olanakları sağlanmalı, kültürel faaliyetler desteklenmelidir. Tersine göç yapılan köylerde; konut, yol, su, elektrik gibi koşulların iyileştirilmesi, eğitim, sağlık gibi sosyal hizmetlerin yaygınlaştırılması gerekmektedir (Gümüş, 2013).

2023 TÜİK verilerine göre Türkiye’de, il ve ilçe merkezlerinde yaşayanların oranı %93,4 olmuştur. 2021 yılında %93,2 olan il ve ilçe merkezlerinde yaşayanların oranı, 2022 yılında %93,4 oldu. Diğer yandan belde ve köylerde yaşayanların oranı %6,8'den %6,6'ya düştüğü görünmektedir.

2008-2022 yılları arası Türkiye’de köy ve kentlerdeki nüfus hareketler Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2. Türkiye’de köy ve kentlerdeki nüfus hareketleri (2008-2022)

		İbbs⁴-Düzey 1, İbbs-Düzey 2, İl Ve İlçe Nüfusları		Yıllık Nüfus Artış Hızı (Binde)
		Köy	Şehir	Ölçüm bazında
2008	Türkiye	17.905.377	53.611.723	13,1
2009	Türkiye	17.754.093	54.807.219	14,5
2010	Türkiye	17.500.632	56.222.356	15,88
2011	Türkiye	17.338.563	57.385.706	13,49
2012	Türkiye	17.178.953	58.448.431	12,01
2013	Türkiye	6.633.451	70.034.413	13,66
2014	Türkiye	6.409.722	71.286.182	13,32
2015	Türkiye	6.217.919	72.523.134	13,36
2016	Türkiye	6.143.123	73.671.748	13,55
2017	Türkiye	6.049.393	74.761.132	12,4
2018	Türkiye	6.337.385	75.666.497	14,66
2019	Türkiye	6.003.717	77.151.280	13,94
2020	Türkiye	5.878.321	77.736.041	5,51
2021	Türkiye	5.771.642	78.908.631	12,67
2022	Türkiye	5.666.274	79.613.279	7,05
2023	Türkiye	-	-	-

Kaynak: (TÜİK, 2023)

TÜİK 2023 İBBS verilerine göre Türkiye’nin köy ve kentlerinde nüfus hareketlerinin gösterildiği tabloda en dikkat çeken durum, 2008’den 2022’ye kadar geçen ondört yıllık süreçte köy nüfuslarının 12 milyon 239 bin 103 kişi azalmasıdır. Buna ek olarak geçen bu süreçte şehir nüfusunun ise 26 milyon kişi arttığı görülmektedir.

⁴ İBBS yani Türkiye İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması, Türkiye’nin Avrupa Birliği üyeliği sürecinde yerine getirmekle yükümlü olduğu gelişmişlik kriterlerinden biridir.

TÜİK 2021 İç Göç İstatistiklerine göre; Türkiye’de yurtiçindeki göçün esas sebepleri; tayin/iş değişikliği, işe başlamak/iş bulmak, eğitim, medeni durum değişikliği/aileci nedenler, daha iyi konut ve yaşam şartları, hane/aile fertlerinden birine bağımlı göç, sağlık/bakım, ev almak, emeklilik, aile yanına/memlekete geri dönme, lojmana taşınma/ayrılma, kentsel dönüşüm/kamulaştırma/tahliye (evden çıkarılmalar dahil), doğal afet/acil durum, gelir düzeyi yetersizliği (daha ucuz yaşam ve ucuz konut için yapılan taşınmalar dahil) şeklinde sıralanmaktadır (TÜİK, 2023).

Tablo 3. Göç etme nedenine göre iller arası göç eden nüfus ve oranı (2018-2021)

Göç etme nedenine göre iller arası göç eden nüfus ve oranı, 2018-2021									
Göç etme nedeni Reason for migration	Göç eden nüfus Population migrated				Göç eden nüfus oranı Proportion of population migrated (%)				
	2018	2019	2020	2021		2018	2019	2020	2021
Toplam-Total	3 057 606	2 806 123	2 258 726	2 777 797		100,0	100,0	100,0	100,0
Tayin/ iş değişikliği-Assignment/ change of job	315 849	262 833	257 027	265 537		10,3	9,4	11,4	9,6
İşe başlamak/ iş bulmak-Starting a job/ finding a job	223 023	215 561	179 553	214 428		7,3	7,7	7,9	7,7
Eğitim-Education	483 199	510 352	201 178	686 973		15,8	18,2	8,9	24,7
Medeni durum değişikliği/ ailevi nedenler	162	157	132	145		5,3	5,6	5,9	5,2
Change of marital status/ family-related reasons	870	283	421	375					

Daha iyi konut ve yaşam koşulları	453	556	455	429		14,8	19,	20,	15,
Better housing and living conditions	472	919	991	752			8	2	5
Hane/ aile fertlerinden birine bağımlı göç	702	621	556	570			22,	24,	20,
Migration related to any member of the household/	526	038	907	224		23,0	1	7	5
family									
Aile yanına/ memlekete geri dönme	144	96	73	58		4,7	3,4	3,3	2,1
Returning to family home/ hometown	209	494	806	126					
Sağlık/ bakım-Health/ care	30	24	17	16		1,0	0,9	0,8	0,6
	893	159	834	261					
Ev alınması-Buying a house	65	63	81	82		2,1	2,3	3,6	3,0
	281	897	801	617					
Emeklilik-Retirement	25	20	11	12		0,8	0,7	0,5	0,5
	813	655	530	807					
Diğer-Other	228	88	61	58		7,5	3,2	2,7	2,1
	351	605	209	282					
Bilinmeyen-Unknown	222	188	229	237		7,3	6,7	10,	8,5
	120	327	469	415			2		
TÜİK, İç Göç İstatistikleri, 2021									
TurkStat, Internal Migration Statistics, 2021									
Tablodaki rakamlar, yuvarlamadan dolayı toplamı vermeyebilir.									
Figures in table may not add up to totals due to rounding.									

Kaynak: (TÜİK, 2023)

TÜİK 2023 verilerine göre Türkiye’de 2018-2021 yılları arasında, Göç etme nedenine göre iller arası göç eden nüfus ve oranları incelendiğinde, göçün başlıca nedeninin tayini çıkmak, iş bulmak veya iş değiştirmek olduğu görülmektedir. Diğer etkenler ise; eğitim, medeni durum değişikliği, ailevi nedenler, daha iyi ev bulmak ve daha iyi yaşam koşulları gibi sıralanmaktadır.

1.6. Geleneksel Tarımdan Teknolojik Tarıma Geçiş

Günümüzde tarım, geleneksel tarımdan teknolojik yan modern tarıma geçiş aşamasındadır. Nesnelerin İnterneti (IoT), tarımsal bilgi ağı inşası, tarımsal bilgi

teknolojilerinin gelişmesi ve tarımda teknolojik bilgi kaynakları kullanılması tarımın gelişmesinde büyük rol oynamaktadır (Liqiang, 2011).

Tablo 4. Geleneksel tarım ile teknolojik tarım farkları

Geleneksel Tarım	Teknolojik Tarım
Emek yoğun işgücü gerekmektedir.	Robotik cihazlar ve insansız hava araçlarındaki gelişmeler sayesinde bu işlem daha az işçilikle yapılabilmektedir.
Ürün elde etme hızı uzun, üretim miktarı daha azdır.	Ürün ekimi daha kısa sürede yapılabilmektedir. Bu anlamda üretim hızı yüksektir.
Bitkilerin hastalık ve zararlıları genellikle geç tespit edilir.	Bitkilerin hastalık ve zararlıları genellikle daha erken tespit edilir.
Toprak koşulları, ürün verimi ve rekolte hakkında tahminler yapılabilir.	Sonuçlar yüksek derecede doğruluk ve hassasiyetle elde edilebilir.
Çok fazla girdi kullanımı ile düşük verim sağlanmaktadır.	Teknolojik tarımda daha düşük girdi kullanılmaktadır.
Geleceksel tarım teknikleri çok zaman alan ve az üretim sağlanan tekniklerdir.	Üretim teknikleri bilime dayanmakta ve zaman tasarrufu sağlamaktadır.
Geleneksel tarım yöntemleri antik çağlarda ortaya çıkan ve artık uygulanmayan yöntemlerdir.	Tarım üreticileri, tüp kuyularda su depolayabildiğinden muson yağmurlarına bağımlı olmamaktadır.
Bitkilere gübre olarak hayvan gübresinden yararlanılmaktadır.	Pestisit ya da kimyasal gübrelerden yararlanılmaktadır.

Kaynak: (Çilesiz, 2022)

Geleneksel tarım ile teknolojik tarım arasında birçok fark bulunmaktadır. Bu farkların ortak özelliği daha kısa sürede, daha az insan gücüyle, daha düşük maliyetle tarımsal üretim yaparak verimliliği ve karlılığı artırmak olarak görülmektedir.

Tarım sektörü dünya çapında stratejik önemiyle benzeri olmayan bir yapıya sahiptir. Hem tüketiciler hem de bölgesel ve küresel ekonomi için tüm sektörün birbiriyle etkileşim halinde olduğu kuruluşlardan oluşan bir ağ içinde olması önem taşımaktadır. Kırsal alanlar tarım, gıda ve çevre sektörleri için özellikle önemlidir ve ayrıca ilgilenilmesi gerekmektedir.

Tarımsal ve çevresel faaliyetlerde yer alan farklı paydaş grupları, ekonomik ve çevresel açıdan sağlıklı kararlar almak için bir araya getirilmesi gereken birçok farklı ve heterojen bilgi kaynağıyla ilgilenmek zorundadır. Bu kaynaklar arasında politika belirleme (sübvansiyonlar, standardizasyon ve düzenleme, ulusal kırsal kalkınma stratejileri, iklim değişikliği), sürdürülebilir tarımın geliştirilmesi, bitkisel ve hayvansal yem üretiminin sağlanması, zararlıların ve hastalıkların tespit edilmesi vb. yer almaktadır (Rezník, 2015).

Tarımsal üretim, insanlığın ihtiyaç duyduğu gıdanın üretiminde temel bir konuma sahiptir. Günümüzde gıda üretimi bilgi ve enformasyona dayalı bir süreçten geçmektedir. Geçmişte çiftçiler üretimin birçok yönünü; gözlem, deneyim ve nesilden nesile aktarılan geleneksel bilgiye dayanarak sezgisel bir şekilde hareket ederek yönetebiliyorlardı. Ancak modern zamanda, tedarikten üretilen ürünlerin pazarlanmasına kadar süreçler çok daha karmaşıklaşmıştır. Üstelik çiftçiler, tedarikçiler, taşeronlar ve tüccarlar da dahil olmak üzere bir aktörler ağı arasında iş ve görev bölümü, nüfus için gıda arzının güvence altına alınmasında ortak bir ilke haline geldiği görülmektedir (Subirats-Coll, 2022).

Günümüzde tarım sektörü sürekli değişen teknolojiden faydalanmakta ve süreçlerini sürekli iyileştirmeye çalışmaktadır. Yenilenme çağındaki teknolojik gelişmeler, çiftçiliğin yapılış şeklini de modernleştirmektedir (Damar M. K., 2023).

Geleneksel tarımdan modern tarıma geçiş için bilgi tabanı ve dijital teknolojilerden yararlanılan sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Dijital teknolojilerin kullanıldığı tarım, gelecekte büyük ve artan nüfusu beslemek için bir çözüm olabilir ve büyük veri teknolojisi, tarım sektörünün dijitalleşmesi için önemli bir araç haline gelmektedir (Sarker, 2019).

Tarım sektörü, mahsul alanlarındaki değışken varyasyonları doğru bir şekilde ölçmek ve iyileştirmek için coğrafi konum, toprak ve çevresel izleme, yapay zeka, bulut bilişim ve Nesnelerin İnterneti (IoT) gibi teknolojileri giderek daha fazla kullanıyor. Bu teknolojiler, farklı sistemlerden büyük miktarda veri toplamayı mümkün kılmaktadır. Toplanan bu verilerin de etkin bir şekilde yönetilmesi ve koordine edilmesi gerekmektedir. Elde edilen veri, özellikle de açık veri, Endüstri 4.0'da tarım sektörünün ilerlemesinde ve gelişmesinde önemli bir rol oynayacaktır. Tarım sektörünü dönüştürme ve dünya çapında gıda güvenliğini teşvik etme potansiyeline sahip olduğu görülmektedir (Damar M. K., 2023).

1.7. Akıllı Kentsel Tarım

Akıllı kentsel tarım kavramı; arka bahçe tarımı, mutfak bahçeleri, balkon veya teras tarımı gibi şehiriinde bitki, sebze ve meyve yetiştirmeyi ifade etmektedir. Bu kavram özellikle Covid döneminde şehirlerde yaşayan ve kendi tarımsal ürününü üretmek isteyen tüketiciler tarafından popülerlik kazanmıştır. Akıllı kentsel tarım beraberinde getirdiğı avantajlar nedeniyle tarımın geleceğinde bir alternative olarak benimsenmektedir. Bu avantajlar; üreticinin kullanacağı teknolojiye bağılı olarak sezon dışı ürün yetiştirmeye olarak sağlaması, tarımsal üretimde kullanılan su, tohum, gübre gibi maliyetlerin kontrollü tedariğı, sağılıklı ve çevre dostu bir üretime imkan sağlaması şeklinde ifade edilmektedir.

Yapay zeka (AI) ve Nesnelerin İnterneti (IoT) kullanan kentsel çiftliklerin sürdürülebilir yönetim şekli, yalnızca tarımsal ürünlerin güvenli ve kimyasal madde içermeyen üretimini sağlamaya yardımcı olmakla kalmamaktadır. Genel girdi maliyetini

düşürerek, aynı zamanda çiftçinin. ürününün kalitesini ve miktarını daha iyi kontrol sağlamasına olanak tanımaktadır.

Ayrıca akıllı kentsel tarım, şehirlerin temiz ve yeşil kalmasına da yardımcı olmaktadır. Çünkü çatıdaki çiftlikler ve bahçeler binaların ısını ve soğuşunu dağıtır, sebze ve gıdaatıkları kompost yapmak için kullanılabilir, şişeler ve kaplar saksı ve ekici yapmak için geri dönüştürülebilmektedir. Böylece şehir atıklarını azaltma imkanı sağlamaktadır. Kısacası, Akıllı Kentsel Tarımın birçok faydası vardır ve şehirler için büyük bir potansiyeli bulunmaktadır (Mishra, 2023).

Özellikle küçük çiftçiler gıda üretimine önemli katkılarda bulunmalarına rağmen dolu, sel ve kuraklık gibi aşırı hava olaylarına karşı savunmasız durumdadırlar. İklim değışikliğı nedeniyle aşırı hava olaylarının sıklık ve yoğunluğunun artması ve küçük ölçekli tarım sistemlerinin sürdürülebilirliğini tehdit etmesi beklenmektedir. Meteoroloji hizmetlerine ve bilgilerine erişimin yanı sıra Uzaktan Kumandalı Uçak Sistemlerinden (RPAS) Sağlam Mekansal Açık İzleme Teknikleri gibi dijital tavsiyeler, mahsul hasarının etkisini ve boyutunu anlamada etkili olabilmektedir. Mahsul verimliliğini mekansal olarak açık bir şekilde artırmaya uygun yeterli tepki mekanizmalarının sağlanmasına yardımcı olabilmektedir (Sibanda, 2023).

1.8. Akıllı Tarım Teknolojileri

Son yıllarda tarım ve teknolojinin birbirine entegre edilmesiyle birlikte tarım araçları ve tarım arazileri sensörlerle donatılmaktadır. Bu sensörler ve tarım araçları birbirleriyle haberleşebilmektedir. Sensörlerin yardımıyla havadaki nem, bitki örtüsünde değışiklikler, hava sıcaklığı, buhar ve hava koşulları ölçülmekte ve takip edilebilmektedir. Uzaktan algılama, bitki türlerini ayırt etmeyi, stres koşullarını, kuraklığı, toprak ve bitki koşullarını izlemeyi, veri toplamayı ve analiz etmeyi sağlar. Uydu görüntüleri işlenir ve sensör verileriyle birleştirilir. Bu sayede tüm tarım alanları bulut bağlantılı dronlar ile izlenebilmekte ve elde edilen bilgiler akıllı cihazlar ile takip edebilme şansı sağlanabilmektedir (Sektörel Araştırma ve Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, 2023).

Akıllı tarım, birlikte harekete geçirildiğinde yeniliklere yol açan üç kaldıraca dayanmaktadır:

1. Sensörlerin (nanosensörlerden uydulara kadar) gelişmesi ve iletişim ve depolamanın kolaylaşması nedeniyle veri bolluğu,
2. Yapay zeka ve yeni modelleme yöntemlerinin uygulanmasını mümkün kılan bilgi işlem kapasitesi ve
3. Bağlantı ve bilgi alışverişi arayüzü.

Bu üç kaldıraca ek olarak halihazırda var olan ancak ölçüm ve veri kapasitesiyle yenilenen dördüncüsü de; otomasyon ve robotizasyondur (Maurel V. B., 2022).

İlk olarak otomotiv sektöründe ortaya çıkan Endüstri 4.0'ın; İot (Nesnelerin İnterneti), cloud computing (Bulut Bilişim), big data (Büyük Veri), AI (yapay zeka) gibi ileri teknolojiler tarım gibi çok çeşitli sektörlerde de kullanılmaktadır (Trendov, 2019) (Kovacs, 2018). Öyle ki bu teknolojilerin yanı sıra sensörler ve yapay zeka destekli dronlar ile Tarım 4.0 çağına geçiş sağlanmaktadır. Tarımda meydana gelen bu dördüncü devrim ile; hem tarımsal büyümeyi iyileştirmek, hem de küresel nüfusun gıda güvencesini garanti altına alarak daha sürdürülebilir bir yol hedeflenmektedir (Araujo, 2021).

1.8.1. Yapay Zeka (AI)

Yapay zeka (AI), makineler; algılama, görme, düşünme, öğrenme veya karar verme gibi insana özgü davranışları taklit edebilme yeteneği kazandıran bir teknoloji olarak tanımlanabilmektedir (Şekkeli, 2018) (Uzun, 2018).

AI, klasik bilgisayar teknolojisinden farklı olarak, bir deneme yanılma süreciyle yeni özellikler ve işlevler ekleyerek depolanan bilgileri yorumlayarak kendini geliştirme yeteneğine sahiptir. AI'nin deneme yanılma yoluyla kendini geliştirme sürecine makine öğrenmesi denmektedir. AI yazılımları, insan beyni için zor ya da imkansız olan

hesaplamaları ve analizleri kolaylıkla gerçekleştirebilmektedir. Bir zamanlar sıklıkla robotik alanında kullanılan AI, teknolojilerin hızlı evrimi nedeniyle artık hayatın hemen her alanında uygulanmaktadır (Bulut, 2017) (Liu, 2021) (Şekkeli, 2018).

AI, veri toplamak, verileri işlemek, simülasyonlar oluşturmak, analiz yoluyla karar vermeye yardımcı olmak ve tarımda çeşitli hesaplamalar yapmak için kullanılmaktadır. AI, tarımda diğer endüstrilere göre daha az uygulanıyor gibi görünse de, bu alandaki araştırmaların miktarının son zamanlarda arttığı görülmektedir (Demiryurek, 2021).

1.8.2. Nesnelerin İnterneti (IoT)

IoT; nesneleri, yerleri ve fiziksel ortamları birbirine bağlamaya yarayan bir teknolojidir. Yani, sahip olunan tüm fiziksel ve dijital nesneleri internet aracılığıyla birbirine bağlanmasını ifade etmektedir. Basit cep telefonu uygulamalarından kablosuz sensor ağlarına, RFID⁵ etiketlerine kadar çok çeşitli teknolojileri birleştirmektedir. Tarımda kullanımı en çok sensörler aracılığıyla olmakta, farklı güç tüketim seviyelerine sahip mikroçipler sayesinde kullanılmaktadır (Maurel W. B., 2022).

Konsept olarak; standartlaştırılmış ve birlikte çalışabilir iletişim protokolleri kullanılarak fiziksel ve dijital 'nesneler' arasındaki iletişimi ifade etmek için kullanılmaktadır (Shi X. A., 2019). Akıllı şehirler, evler, sağlık hizmetleri, endüstri ve tarımsal üretim vb. çeşitli alanlarda yoğun olarak kullanılmaktadır (Farooq, 2019).

⁵ Radyo Frekansı ile Tanımlama teknolojisi, radyo frekansı kullanarak nesneleri tekil ve otomatik olarak tanıma yöntemidir. RFID, temel olarak bir etiket ve okuyucudan meydana gelmektedir. RFID etiketleri Elektronik Ürün Kodu gibi nesne bilgilerini almak, saklamak ve göndermek için programlanabilirler.

1.8.3. Büyük Veri (Big Data)

Dijital teknolojilerin tarımdaki kullanımında büyük hacimlerde verilerin oluşturduğu “büyük veri” deposu bulunmaktadır ve “V” olarak adlandırılmaktadır. Kullanılan verilerin sürekli artması, teknolojinin gelişmesi ve web kullanımının yaygınlaşması toplanan bilgilerin yeniden kullanılmasına olanak sağlayacak şekilde depolanmayı gerektirmektedir. Tarım sektöründe çeşitli kaynaklardan gelen çok sayıda veri bulunmaktadır;

- Çiftlik popülasyonu (insan, bitki, hayvan) gibi farklı düzeylerdeki genomik ölçekler,
- Alanlar, yörüngeler gibi kartografik ve mekansal bilgiler,
- Toprak, su, iklim, zararlılar gibi çevresel ölçeklerde meydana gelen etkileşim ve değişimler,
- Bitki ve hayvanların büyüme, gelişme ve davranış bilgilerini inceleyen, çiftlikten sofraya gerçekleşen dönüşüm gibidir (Bellon-Maurel, 2018).

Nesnelerin İnterneti teknolojilerinin ortaya çıkması ile, AFSC⁶'nin her aşamasında veri toplanmasını kolaylaştırmış ve artan miktarda veri üretilmesine neden olmuştur. Ancak bu verilerin tarım sektörü tarafından kullanım düzeyi hala nispeten düşüktür (Wolfert, 2017) (Kamilaris, 2017) ve bu da uzun vadede daha optimize ve sürdürülebilir üretim ve tüketim uygulamalarına yönelik çığır açan veri odaklı inovasyon için büyük bir fırsatı göz ardı etmektedir (Araujo, 2021).

Bu bağlamda büyük veri analitiği, süreçleri etkin bir şekilde bir araya getirme ve büyük ve karmaşık veri setlerini görselleştirme becerisi sayesinde tarımsal gıda sektöründeki paydaşlar için verilerin katma değere dönüştürülmesinde kilit bir rol oynayabilmektedir. Büyük veri, literatürde yaygın olarak beş boyutta tanımlanmaktadır (Demchenko, 2013): hacim, hız, çeşitlilik, önem ve geçerliliğidir.

⁶ AFSC (agri-food supply chain): Tarımsal gıda tedarik zinciri

Verilerin yardımıyla tarımda üretimin sürdürülebilirliği sağlanabilmektedir. Büyük veri, Endüstri 4.0 için olduğu kadar Tarım 4.0 için de önemlidir. Büyük verinin kullanımı, tarımsal üretim sürecinde isabetli kararlar alınmasını sağlamaktadır. Tarımsal ürün yetiştirme, hasat, depolama ve nakliye gibi üretimin her aşamasında verilerin toplanması ve sürekli analiz edilmesi, üretim ve tüketim kararlarının alınmasında etkili olmaktadır. Ayrıca üretim zincirinin tüm aşamalarındaki kayıpları da en aza indirecektir. Tarım sektöründe büyük verinin hasatta risk modellemesi, hayvancılıkta yem tesisi, fiyat karşılaştırması ve bu farklılıkların modellenmesi, pazarlama hedefi belirleme ve lojistik modellemesi gibi birçok uygulamada kullanıldığı unutulmamalıdır (Akben, 2018) (Demiryürek, 2001) (Liu, 2021) (Özsoylu, 2017).

1.8.4. Bulut Bilişim (Cloud Computing)

IoT uygulamaları için donanım altyapısı, platform yazılımı ve depolama hizmeti veren ticari bir internet altyapısı olarak tasarlanan teknoloji bulut bilişim olarak adlandırılmaktadır. Son yıllarda tarım alanında da bulut bilişim önem kazanmıştır. Bulut bilişimin tarım sektöründe sağladığı fırsatlar;

- Tarımsal işletmelerde maliyeti azaltmak için ihtiyaç duyulan; görüntü, video ve metin gibi tarımsal bilgiler için uygun maliyetli veri depolama hizmetleri,
- Çiftçilerin teknik bilgi düzeyini dikkate alarak, kullanımı ve karar vermesi zor olan verileri bilgiye dönüştüren ve buna dayalı nicel analizler yapan akıllı büyük düzeyde bilgi işlem sistemleri
- Tarımda kullanılan IoT uygulamalarını geliştirilebilmek için sağlanan güvenli platform gibidir (Shi X. A., 2019).

Bulut bilişim, çeşitli avantajlarına rağmen bazı dezavantajlara da sahiptir. Nesnelerin İnterneti uygulamalarının büyük miktarlarda veri üretmesi ve çok kısa bir süre içinde cevap vermesi beklenmektedir. Ancak bu uygulamalar ağ gecikmesine karşı

hassastır ve bu da cihazlar ile bulut arasında sürekli iletişim gerektirdiğinden bulut bilişimin bu uygulamaları idare etmesini bazen imkansız hale getirmektedir (Shi W. C., 2016).

1.8.5. Sensörler (Sensors)

Sensörler, onları daha küçük, daha akıllı ve daha az maliyetli hale getiren teknolojiideki gelişmeler sayesinde Nesnelerin İnternetinin arkasındaki ana itici güçlerinden biridir (Ur Rehman, 2014) (Kassim, 2016). Son yıllarda, kablolu ve kablosuz sensörler tarım sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır (Tzounis, 2017).

Bitkiler, hayvanlar ve çevre hakkında veri elde ederek tarımsal faaliyetlerde vazgeçilmez bir rol oynamakta ve tarımda Nesnelerin İnterneti'nin uygulanması için kritik bir teknolojiyi temsil etmektedirler. Tarımsal üretim üzerinde önemli bir etkiye sahip olan mekansal ve zamansal değişkenlik temel olarak iki şekilde kontrol edilebilmektedir (Zhang N. W., 2002);

Harita tabanlı ve sensör tabanlı yaklaşım. Her ikisi de sabit veya mobil sensor içermekte ve tarımsal kaynakların daha verimli kullanılması için büyük miktarda veri toplanmasını ve analiz edilmesini gerektirmektedir. Bu da mahsul üretiminin ve çevresel sürdürülebilirliğin iyileştirilmesine yol açmaktadır (Mulla, 2013).

1.8.6. Dronlar (Drones)

Genellikle dron olarak bilinen insansız hava aracı (İHA, UAV); içerisinde pilot, mürettebat veya yolcu bulunmayan bir hava aracını ifade etmektedir. İHA'lar ilk kez 20. yy'da askeri kullanım amacıyla üretilmiş ve ordular için çok önemli bir araç haline gelmiştir (Tice, 1991).

Kontrol teknolojisi geliştikçe, çeşitlendirildikçe ve üretim maliyetleri düşünce askeri olmayan bir çok alanda kullanımı yaygınlaşmaktadır (Alvarado, 2021).

Bu uygulamalar; hava fotoğrafçılığı, hassas tarım, orman yangınları izleme (Hu, 2022), akarsu izleme (UAS, 2023) (Perks, 2020), polis gözetimi, altyapı denetimleri, eğlence veya yarış amacıyla yapılmaktadır (Wikipedia, 2023).

Dronlar türlerine ve ihtiyaçlara göre farklı kategorilerde sınıflandırılmaktadır. Örneğin, çok rotorlular⁷, platformlarındaki rotor sayısına göre sınıflandırılan bir dron türüdür. Şekil 6, son yirmi yılda kullanılan farklı dron modellerini özetlemektedir. Sabit kanatlı dronlar (Şekil 6 a), iki kanadın aerodinamik şekli kolayca süzölmelerini sağladığı için çok rotorlu tasarımlardan oldukça farklıdır.

Tek rotorlu bir helikopter (Şekil 6 b), dronun tepesinde büyük bir rotor ve kuyruğunda küçük bir rotor bulunan bir modeldir. Quadcopterler (Şekil 6 c), hexacopterler (Şekil 6 d), octocopterler (Şekil 6 e) - yükseltilmiş ve dört, altı veya sekiz rotorla çalışan çok rotorlu helikopterlerdir.



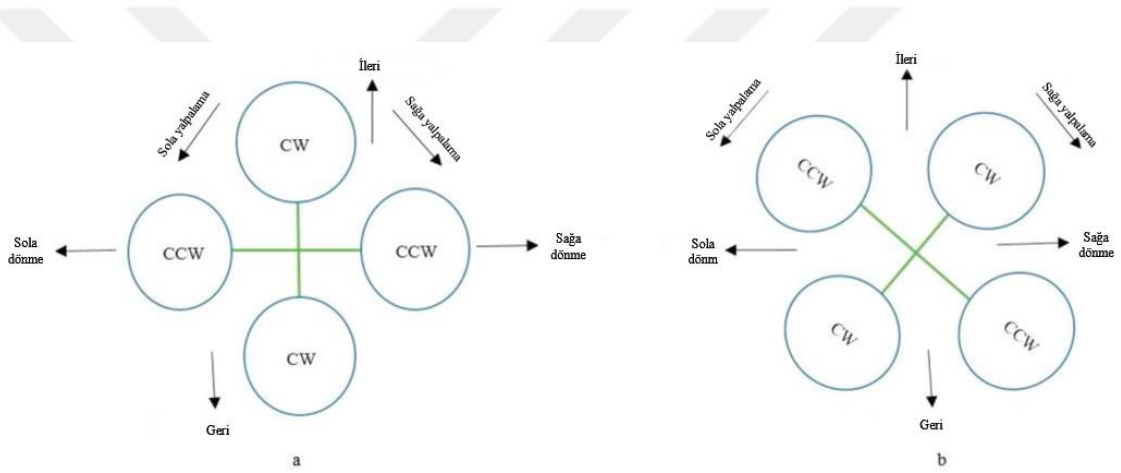
Şekil 6. Dron modelleri; a) Sabit kanat, b) Tek rotorlu, c) Quadcopter, d) Hexacopter, e) Octacopter

Kaynak: a) (Pederi, 2015), b) (Huang Y. H., 2009), c) (Spoorthi, 2017), d) (Yallappa, 2017), e) (Bendig, 2012)

⁷ **Rotor:** Bir helikopterde rotor veya taşıyıcı sistem, helikopterin ağırlığını desteklemek için aerodinamik kaldırma kuvveti ve ileri uçuşta aerodinamik süröklenmeyi önlemek için itme kuvveti üreten bir kontrol sistemi ile çoklu dönen kanatların (rotorlar) bir kombinasyonudur.

Dörtlü helikopter (Quadcopter), dört rotorlu benzersiz bir tasarıma sahip insansız hava araçlarıdır. Bu rotorlar quadcopter için kaldırma kuvveti oluşturur; dört rotordan karşılıklı iki rotor saat yönünde (CW) ve diğer iki rotor saat yönünün tersine (CCW) dönmektedir.

Quadropterin kendi eksenini etrafındaki hareketi eğim (ileri-geri), yuvarlanma (sol-sağ) ve sapma (saat yönünde ve saat yönünün tersine) içermektedir. Temelde, quadcopterler iki forma ayrılabilir: Şekil 7 a'da gösterilen artı (+) model ve Şekil 7 b'de gösterilen çapraz (X) model. Çapraz model artı modelden daha kararlıdır ve çok popülerdir (Kedari, 2016).



Şekil 7. Quadcopter a) Artı Yapılandırması, b) Çapraz Yapılandırması

Kaynak: (Mogili, 2018)

Dronlar, birçok tarım üreticisi tarafından da sıklıkla kullanılmaktadır. Hatta öyle ki dronlarla konuşlandırılmış tamamen otonom çiftlikler bulunmaktadır. Dron kullanan çiftlikler insan müdahalesinin çok daha az olduğu bir yaklaşıma sahiptir. Çiftlikteki eylemler dronlar tarafından tespit edilmekte, bilgisayar yazılımları tarafından işlenmekte ve daha sonra çiftçiye günlük rapor olarak sunulmaktadır (FAS (Farm Advisory Service), 2023).

Tarımsal dronlar, tarımda öncelikle mahsul verimini optimize etmek ve mahsul büyümesini ve üretimini izlemek için kullanılan insansız bir hava aracıdır. Tarımsal

dronlar mahsulün büyüme aşamaları, bitki sağlığı ve topraktaki değişiklikler hakkında bilgi sağlamaktadır. Tarımsal dronlar, yakın kızılötesi ve kısa dalga kızılötesi dahil olmak üzere görünür spektrumun ötesindeki elektromanyetik radyasyonu görüntülemek için multispektral sensörler kullanılmaktadır (Wikipedia, 2023).

Tarımsal dron kullanımının yaygınlaşması için büyük bir potansiyel vardır. Bu teknolojinin daha da gelişmesiyle birlikte dronların, ürünlerden alıp, kaydettiği veriler sayesinde çiftçiler ürünlerinin durumunu analiz edebilmekte ve gerekli ürün bilgileriyle nasıl ilerleyecekleri konusunda bilinçli kararlar verebilmektedir. Ürünleri analiz etmek ve gerekli ayarlamaları yapmak için kullanılan yazılımlar da bu pazarın büyümesine katkıda bulunmaktadır. Çiftçiler dron kullanarak ürünlerinin etrafında uçarak kontrol edebilecek, belirli bir alandaki bir sorunu tespit edecek ve düzeltmek için gerekli adımları bu sayede atabilecektir (Bernard, 2018). Bu sayede, çiftçinin ürünlerini denetlemekle zaman kaybetmek yerine genel üretim görevine odaklanmasını sağlamakta ve zaman kazandırmaktadır. Tarımsal dronların diğer uygulamaları arasında; çiftlik hayvanlarının takibi, çit denetimi ve bitki patojenlerinin vb. izlenmesi yer almaktadır (Ehrenberg, 2018).

1.8.7. Robotik Ve Otonom Sistemler

Robotlar; yüklenen yazılım paralelinde, insan müdahalesine gerek olmadan, otonom olarak çalışan cihazlardır. Robotlar, dahili sensörler vasıtasıyla çalışma alanlarındaki ısı, ışık, hız ve akım gibi fiziksel büyüklükleri algılama yeteneğine sahiptir. Bu şekilde robot, yüklü yazılım aracılığıyla mekanik aplikatörü hareket ettirir ve belirtilen görevi yerine getirmek için o konumdaki parametre değerlerini elektrik darbelerine dönüştürmektedir (Özsoylu, 2017) (Şekkeli, 2018).

Otonom sistemler ve akıllı robotlar tarımda ve diğer alanlarda kullanılabilirler. Örnekler arasında otonom traktörler, otonom biçerdöverler, hasat robotları, böcek öldürücü robotlar ve otonom çim biçme robotları yer almaktadır (Ercan, 2019) (Kirmikil, 2020) (Uzun, 2018).

İnsan müdahalesine gerek olmadan hareket yönünü belirleyebilen araçlar "otonom araçlar" olarak adlandırılmaktadır. Endüstri 4.0 çağında birçok traktör ve tarım makinesi üreticisi, radar GPS-odometre ve bilgisayarlı görüş sensörleri gibi teknolojilerle donatılmış, dolayısıyla akıllı tarıma uyumlu ve sürücüye ihtiyaç duymayan traktör, biçerdöver ve benzeri sürücüsüz araçlar üretmeye başlamıştır. Akıllı tarımda otonom araçların sürücüye ihtiyacı yoktur. Otomatik kontrol sistemleri şunları yapabilmektedir (Demiryurek, 2021):

- Hava koşullarından bağımsız olarak günün her saati ekim veya hasat,
- Tohumların uygun mesafede ekimi,
- Toprak basıncının azaltılması,
- Sürücü ihmali sorununun ortadan kaldırılması,
- Sıfır hata oranına ulaşılması,
- Hasat aşamasının basitleştirilmesi,
- Yakıt, tarım ilacı, gübre ve işçilikten tasarruf edilmesi vb.

Bu sistemler tarımda makine dümenlemesindeki hataları ortadan kaldırmaya yardımcı olur. Otomatik dümenleme sistemleri uydulardan farklı seviyelerde sinyaller alır ve dümenleme işlevlerini bağımsız olarak yerine getirerek verimliliği artırır. Bu tür sistemlerin kullanımı, mısır, pamuk ve ayçiçeği gibi sıra aralığı gerektiren bitkilerin yetiştirilmesinde tohum, tarım ilacı ve gübre gibi girdilerin rasyonel kullanımı yoluyla maliyetleri azaltabilir. Bilimsel çalışmalar, otomatik kontrol kullanımının yakıtta yüzde 9, zamanda yüzde 17 ve toplam işletme maliyetlerinde yüzde 10 tasarruf sağladığını göstermiştir. Tüm bunlar, traktöre ve ilgili ekipmana gömülü ortak bir protokol aracılığıyla veri ileten ve çevresel koşullardan bağımsız olarak sıfır hata ve maksimum verimlilik sağlayan akıllı tarım teknolojisi sayesinde mümkün olmaktadır.

"Hasat Makinesi Performans/Hasat Takip Günlüğü" sistemine göre, makineler hasat sırasında doğru işlemi yapmamakta veya ürünü %40 oranında bırakmaktadır. Bu da Türkiye için yıllık 2 milyar USD'lik kayba yol açmaktadır. 9 farklı sensör ve yerel olarak modifiye edilmiş hasat sistemi ana bilgisayar kartları kullanılarak hasat zamanında verim, hasat edilen alan, eğim, ürün tipi, nem, ısı, ön başlık uzunluğu koordinatları gibi bilgiler anında operasyon merkezi tarafından toplanmaktadır. Bu açıdan 300 biçerdöverin tamamı tatmin edici sonuçlar elde etmiştir.

Hasat Makinesi performans izleme ve verim iyileştirme sistemi (anlık), her bir biçerdöver için derlenen nem içeriği, sıcaklık, yükseklik, eğim ve kartogramlara ilişkin verim verilerini yorumlayarak gelecek yıllar için bilgi sağlamak ve parametre değerlerini ilçeler, iller ve Türkiye geneli için yıllık ortalamalarla karşılaştırarak hasat zamanını simüle etmek için kullanılmaktadır (Demiryurek, 2021).

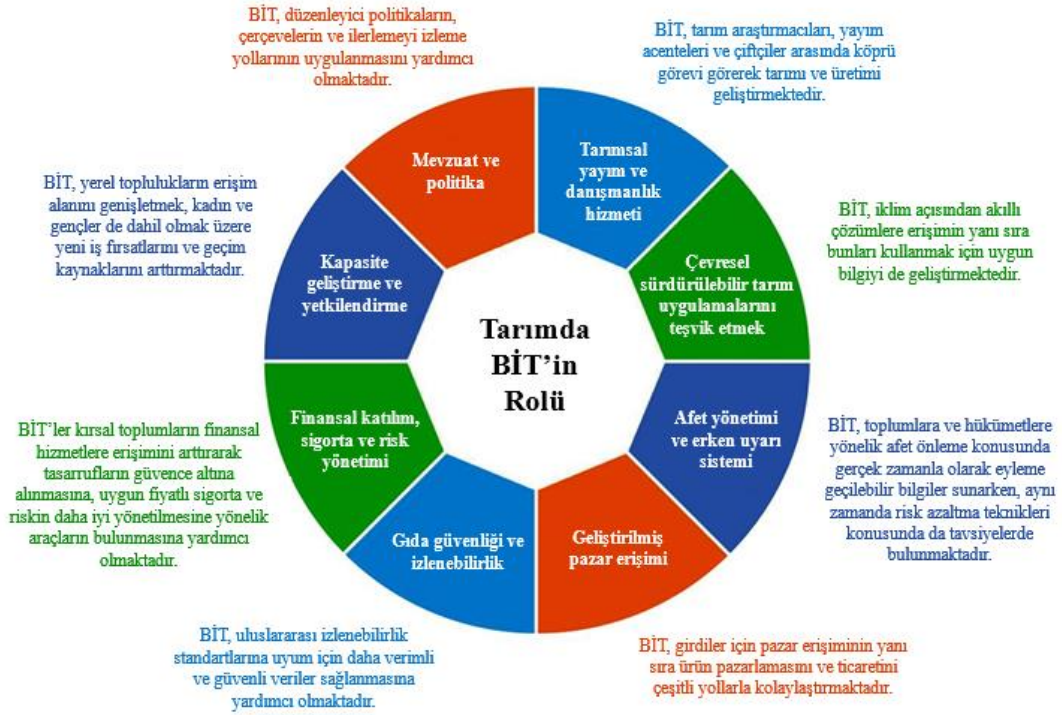
1.8.8. Blok Zinciri (Blockchain)

Blok zinciri tabanlı işlemler birçok sektörde test aşamasında olduğu gibi; tarımsal tedarik zincirlerinde, mülk kaydı ve dijital kimlik kartları için de kullanılmaktadır. İlk zamanlar merkezi olmayan bir finansal sisteme duyulan ihtiyaçtan doğan blockchain teknolojisi, artık çeşitli alanlarda yenilikçi uygulamalar bulmaktadır. Blok zinciri kriptografik olarak güvenli ve tek bir giriş noktası olan dağıtılmış ve merkezi olmayan bir sistemdir. Blok zincirinin güveni artıracak, maliyetleri düşürecek ve işlemleri hızlandıracak tek mekanizma olduğu iddiası tamamen doğru değildir. Blok zinciri tabanlı uygulamalar hala altyapı eksikliği veya az gelişmişliği, birlikte çalışabilirlik eksikliği ve diğer teknik zorluklar gibi geleneksel sorunlardan muzdariptir.

Tarımda, kendi kendini yürütebilen ve otomatik ödemelerle birleştirilebilen akıllı sözleşmeler oyunun kurallarını değiştirecektir. Akıllı sözleşmelerin özellikle tarım sigortası, yeşil tahviller ve izlenebilirlik alanlarındaki rolü çok etkili olabilir. Blok zinciri üzerine inşa edilen tarım sigortası, büyük hava olayları ve mobil cüzdanlara bağlı akıllı sözleşmelere dayalı olarak yapılan ilgili ödemeler, tarladaki sensörler tarafından düzenli

olarak sağlanan hava durumu verileri ve yakındaki meteoroloji istasyonlarından gelen verilerle ilişkilendirildiğinde, tarlada kuraklık veya sel durumunda anında ödemeleri kolaylaştıracaktır. Fakat, akıllı sözleşmelerin etkinliğini en üst düzeye çıkarmak için öncelikle kaliteli veri, destekleyici politikalar ve düzenleyici çerçeveler gibi bu tür yenilikleri destekleyen bir çerçeve oluşturulmalıdır. Geleneksel tarımsal değeri zincirlerinde akıllı sözleşmelerin geliştirilmesi, test edilmesi, uygulanması ve yürürlüğe konması süreci henüz tamamlanmamıştır ve yalnızca birkaç kavram kanıtı pilot uygulaması bulunmaktadır (Sylvester, 2019).

Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 9 milyarı geçmesi beklenmektedir ve artan gıda talebini karşılamak için tarımsal üretimin 2005-2007 yıllarına göre %60 oranında artması gerekecektir. Bilgi İşlem Teknolojileri (BİT) uygulamaları gelecekteki küresel gıda ihtiyaçlarının karşılanmasına önemli bir katkı sağlayabilir. BİT bunu hava durumu, girdiler, piyasalar ve fiyatlar hakkında zamanında ve doğru bilgi toplayıp paylaşarak, araştırma ve geliştirme faaliyetleri yoluyla bilgi sağlayarak, bilgiyi çiftçilere yayarak, üreticiler ve tüketiciler arasında bağlantı kurarak ve daha birçok şekilde yapabilmektedir. Şekil 8, BİT'in tarımda kilit rol oynadığı bazı geniş alanları göstermektedir (FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2017).



Şekil 8. Bilgi işlem teknolojilerinin tarımdaki rolü

Kaynak: FAO-ITU (FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2017)

Tarımda bilgi işlem teknolojilerinin rolü özellikle; mevzuat/politika, tarımsal yayınlar/danışmanlık, çevresel sürdürülebilirlik, afet yönetimi/erken uyarı sistemi, gelişmiş pazara erişim, gıda güvenliği/izlenebilirliği, finans/sigorta/risk yönetimi, kapasite geliştirme ve yetkilendirme gibi konularda önem kazanmaktadır.

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin tarım üzerinde dönüştürücü bir etkiye sahip olduğu, kamu ve özel sektörün tarımsal zorlukların üstesinden gelmek için dijital çözümleri hızla benimsediği yaygın olarak kabul edilmektedir (Şekil 8). Bu çözümler; cep telefonları, televizyon, radyo ve internet gibi geleneksel alanlardan Nesnelerin İnterneti (IoT), büyük veri ve bilgi sistemleri, dron ile uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri (GIS), mobil uygulamalar, dağıtık muhasebe ve blok zinciri teknolojileri, makine öğrenimi ve yapay zekaya kadar uzanmaktadır (Sylvester, 2019).

Akıllı sözleşmelerde DLT⁸'lerin çok faydalı bir uygulaması olduğu tarımda, bir anlaşmazlık durumunda kodu yorumlayabilecek bir tüzel kişilik veya kişinin olmaması, farkında olunması gereken önemli bir risktir. Bu nedenle sözleşmenin basit olması çok önemlidir (FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2017).

Blok zinciri geliştiricilerine ve sağlayıcılarına duyulan çok yüksek düzeyde güven duyulmaktadır. Bu, çözüm üretmek için inovasyon yapan çok sayıda kuruluşun bulunduğu, gelişmekte olan bir teknolojidir. Odak noktası, sahipleri ve yazılım uygulamaları çeşitlilik göstermektedir Tablo 5.

Tablo 5. Seçilen dağıtılmış defter teknolojileri

Blockchain örnekleri	Birincil odak	Geliştiriciler ve yöneticiler	Tokens (jetonlar)	Hız (saniye başına işlem sayısı (tps))	Kodlama dili
Bitcoin	Dijital nakit sistemi	Kod geliştiricileri topluluğu	Bitcoin	7	C++
Ethereum	Akıllı sözleşmeler	Ethereum Vakfı	Ether	15	Solidity
Ripple	Farklı ödeme sistemlerini bağlama	Büyük girişime dayalı start-up	Ripples (XRP)	1500	JavaScript

⁸ **DLT (Distributed Ledger Technology):** Dağıtılmış defter teknolojisi, işlemlerin ve ayrıntılarının aynı anda birden fazla konumda kaydedildiği bir dijital varlık işlem muhasebesi sistemidir.

NEO	Akıllı sözleşmeler	Onchain (Zincir içi)	NEO, GAS	1000+	C#, NET
Stellar	Bankasız	Kod geliştiricileri topluluğu	XLM	1000	JavaScript
Hyperledger Fabric	Akıllı sözleşmeler	Linux Vakfı destekli proje	n/a	Seçilen türe bağlı olarak (max. 700)	Golang
EOS	Akıllı sözleşmeler	Kod geliştiricileri topluluğu	EOS	3000+	C++

Kaynak: Jean-Marc Seigneur (FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2017)

Tarımda en çok kullanılan akıllı sözleşmeler ve DLT'ler yukarıdaki tabloda özellikleriyle birlikte gösterilmektedir.

1.9. Tarımda 10 Megatrend

Günümüzde tarım sektörü, tarımsal girişimlerin ve yatırımcıların sayısındaki artışla birlikte yüksek teknolojiye bir sektöre dönüşmenin eşiğindedir. Küresel tarımı doğrudan etkileyen 10 mega trend, bu dönüşümü hızlandırmaktadır. Bunlar;

1. Artan nüfus
2. Toplumsal ve demografik değişiklikler

3. Artan kentleşme
4. İklim değişikliği
5. Akıllı tarım teknolojileri
6. Biyoteknoloji
7. Temel ürünler etrafında hizmet sunumu
8. Değer zinciri entegrasyonunun artırılması
9. Küreselleşmiş ticaret
10. Değişen uluslararası düzenlemelerdir (Deloitte, 2016).

Bu 10 megatrend ile tarımda teknolojik dönüşümünün temelleri atılmaktadır. Bu megatrendlerin ilerideki 5-10 yıl içerisinde yıkıcı bir dönüşüme yol açacağı öngörülmektedir.



Şekil 6. Küresel tarımı doğrudan etkileyen 10 mega trend

Kaynak: (Deloitte, 2016)

Şekilde belirtilen ve yakın zamanda etkileri artaya görülmeye başlayan bu 10 megatrend tarımda teknoloji kullanımını artırmaya da etki etmektedir. Akıllı tarım teknolojileri kullanımının genişlemesine en çok etki; artan nüfus, kentleşme, iklim değişikliği ve kaynak yoğun ürünlerine olan ihtiyaçla birlikte gelmektedir.

Tarım sektörüne özgü gerçekleşen bir takım değişimler, geleneksel tarım kavramınının yıkımını hızlandırmaktadır. Bunlar;

- 1- **Tüketicilerin yeni tercihleri:** Kişiselleştirilmiş ürünlere artan talep ve sürdürülebilirlik konusunda artan farkındalık
- 2- **Geliştirilen yeni teknolojiler:** İleri gıda üretim teknolojileri, otonom araçlar ve bunlara bağlı cihazlar
- 3- **Gıda firmalarının yapılandırılması ve değişen değer zinciri:** Bitişik tekliflerin dikey veya yatay entegrasyonudur.

Geleneksel tarımdaki çöküş, yeni tüketici tercihleri, geliştirilen yeni teknolojiler ve değişen firma değer zincirlerinin konfigürasyonlarıyla hızlanacak ve tarımsal oyuncuların önüne yeni zorluklar çıkaracaktır. Bu etkilerin yoğunluğu değişmekte, değişimin hızının genellikle kısa ve orta vadede gerçekleşeceği tahmin edilmektedir. Bu durum aşağıda açıklanmaktadır (Deloitte, 2016).

Tablo 6. Sektöre özgü değişim hızlandırıcıları

	Küçük etki
	Orta etki
	Büyük etki

Yeni tüketici tercihleri		Kısa vade	Uzun vade
1	Kişiselleştirilmiş ürünlere ve çözümlere artan talep		
2	Gıda tüketimi ve tedariğinde artan sağlık bilinci		
3	Talep üzerine üretilen ürün ve hizmet		
4	Ekolojik ayak izinin azaltılması ve sürdürülebilirliğin talebi		

Gelişen Teknolojiler		Kısa vade	Uzun vade
5	Biyolojik teknolojilerin, dokuların ve organizmaların ileri düzeyde uygulanması		
6	3 boyutlu baskı ve robot bilimi de dahil olmak üzere ileri üretim teknolojileri		
7	Fenotipleme ve tesislerin ilaçlanması gibi görevler için geliştirilmiş otonom araçlar		
8	Mobil ve akıllı bağlantıyla veri iletişiminde bulunan akıllı cihaz ve sensörler		

Değişen yapılandırmalar		Kısa vade vade	Uzun vade
9	Tarımsal ekosistemdeki bitişik tekliflerin yatay entegrasyonu		
10	Verimi optimize edebilmek için büyük veriye erişme, bunu işleme ve analiz etme		

11	Maliyeti, verimliliği ve tamamlayıcılığı optimize etmek için girdi tedarikçilerinin dikey entegrasyonu	
----	--	--

Kaynak: (Deloitte, 2016)

Tablo 6’da geleneksel tarımdan teknolojik tarıma geçişte yaşanan sektöre özgü değişimlerin hızlandırıcıları gösterilmektedir. Bu etkiler; küçük etki, orta etki ve büyük etki olarak ayrılmakta ve küçükten büyüğe traktör görselleriyle ifade edilmektedir. Örneğin; “kişiselleştirilmiş ürünlere ve çözümlere artan talep” küçük traktör ile gösterilmekte olup kısa vadeye daha yakın resmedilmektedir. Bu da yeni tüketici tercihlerinin bu tercihe olan eğiliminin kısa vadede olduğu anlamına gelmektedir. Bir diğer örnek olan “biyolojik teknolojilerin, dokuların ve organizmaların ileri düzeyde uygulanması” ise orta boy traktör ile uzun vadeye yakın gösterilmektedir. Bu da gelişen bu teknolojinin uzun vadede ve orta etki yaratacağını göstermektedir.

Akıllı tarım teknolojileri alanında yapılan bilimsel araştırmalar incelendiğinde en sık kullanılan kelimeler ve kelime grupları üzerine bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Bu kelime gruplarından iki kelimenin oluşturduğu bigramlar ve üç kelimenin oluşturduğu gruplara ise trigram isimleriyle tablolar oluşturulmuştur. Daha sonra bu tablolara kaç makalede kaç kez bu bigram ve trigramlara rastlandığı analiz edilmiştir. Bahsi geçen araştırmadaki, Araujo ve ark.’ın, Python aracılığıyla oluşturduğu analizde, akıllı tarımla ilgili 8485 makale taranarak en çok hangi bigramların⁹ kullanıldığı ortaya konulmuştur (Araujo, 2021).

⁹ **Bigram:** Bir bigram veya digram, tipik olarak harfler, heceler veya kelimeler olan bir belirteç dizisinden iki bitişik öge dizisidir. Bir bigram, n=2 için bir n-gramdır.

Tablo 7. NLP yaklaşımı kullanılarak 8485 özetten oluşan derlemin analizinden elde edilen en sık görülen 10 bigram

Bigramlar	Kullanım sıklığı
1. Internet things (Nesnelerin İnterneti)	1986
2. Machine learning (Makine Öğrenimi)	1968
3. Desicion support (Karar desteği)	752
4. Neural Network (Sinir ağı)	741
5. Precision Agriculture (Hassas Tarım)	698
6. Artificial Intelligence (Yapay Zeka)	572
7. Soil Moisture (Toprak Nemi)	560
8. Remote Sensing (Uzaktan Algılama)	553
9. Support Vector (Destek Vektörü)	500
10. Wireless Sensor (Kablosuz Sensör)	498

Kaynak: (Araujo, 2021)

Yine aynı ekibin çalışmasının devamında en sık kullanılan 10 trigram¹⁰ aşağıdaki Tablo 8’de gösterilmektedir.

Tablo 8. NLP yaklaşımı kullanılarak 8485 özetten oluşan derlemin analizinden elde edilen en sık görülen 10 trigram.

Trigramlar	Kullanım sıklığı
1. Decision Support System (Karar Destek Sistemi)	449
2. Support Vector Machine (Vektör Makinesi Desteği)	320
3. Machine Learning Algorithms (Makine Öğrenimi Algoritmaları)	299
4. Machine Learning Techniques (Makine Öğrenimi Teknikleri)	261
5. Wireless Sensor Network (Kablosuz Sensör Ağı)	216

¹⁰ **Trigramlar**, n'nin 3 olduğu özel bir n-gram durumudur. Genellikle metinlerin istatistiksel analizini gerçekleştirmek için doğal dil işlemede ve şifrelerin ve kodların kontrolü ve kullanımı için kriptografide kullanılırlar.

6. Wireless Sensor Networks (Kablosuz Sensör Ağları)	211
7. Decision Support Systems (Karar Destek Sistemleri)	181
8. Artificial Neural Network (Yapay Sinir Ağı)	177
9. Convolutional Neural Network (Evrişimsel Sinir Ağı)	160
10. Internet Things Technology (Nesnelerin İnterneti Teknolojisi)	146

Kaynak: (Araujo, 2021)

Araujo ve ark.'ın (Araujo, 2021) analizinden elde ettiği verilerle oluşturduğu bu iki tablo son yıllarda artarak devam eden akıllı tarım teknolojilerindeki yeni kavramların kullanım sıklıklarını göstermektedir. Her iki tabloda elli bigram, elli trigram sıralanmaktadır. Yukarıdaki iki tabloda ilk 10 bigram ve 10 trigrama yer verilmektedir.

1.10. Tarımda Teknoloji Kullanan Şirketler

Tarım da diğer sektörler gibi değişen ve gelişen teknolojiye ayak uydurabilen bir sektör durumundadır. Tarımsal üretim; azalan iş gücü, artan üretim maliyetleri, gıda izlenebilirliği ve güvenliği gibi zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır (Blakeney, 2022) . Bu nedenle gelişen teknolojilerin tarıma ve bu sektörde faaliyet gösteren şirketlere uygulanması her zamankinden daha önemli durumdadır (Carvalho, 2022). Tarım teknolojisinde aktif faaliyet gösteren 100 şirket, CB Inside (CB Inside, 2017) çalışmalarında incelenmektedir. Aşağıdaki şekilde bu şirketler ve faaliyet alanları gösterilmektedir.

AG TECH: 100'DEN FAZLA TEKNOLOJİ ŞİRKETİ ÇİFTÇİLİĞİ DEĞİŞTİRİYOR



Şekil 9. AG TECH: Tarımda teknoloji kullanan başlıca şirketler

Kaynak: (CB Inside, 2017)

AG TECH kavramı İngilizce agriculture ve technology kelimelerinden oluşan teknolojik tarımı ifade etmekte ve kısaca AG TECH olarak literatürde kendine yer bulmaktadır. Son yıllarda kullanımı giderek artan bu terim, yeni teknolojik tarımsal şirketlerin kurulması ve startupların oluşmasına zemin hazırlamaktadır. Yukarıdaki şekilde görüldüğü üzere; yeni nesil çiftlikler, çiftlik yönetim yazılımları, hayvansal veri toplama, akıllı sulama sistemleri, bitki verileri/analizi, hassas tarım/öngörülü analitik, pazar yerleri, robotik/dronlar ve sensörler üzerine kurulmuş, dünyanın önde gelen şirketleri ve logoları gösterilmektedir.

Çiftlik Yönetim Yazılımı: Çiftçilerin; kaynaklarını, ürünlerini ve hayvanlarının daha verimli şekilde yönetebilmelerine olanak sağlayan yazılımlardır (CB Inside, 2017). Bu yazılımlara örnek Granular şirketi; verimliliği ve karı artırmak için kullanılan bir çiftlik

yönetim ve analiz uygulamasıdır. Çiftlik yöneticilerinin doğrudan çalışanlarına ya da operatörlere gönderilen planlanmış görevler ve iş emirleri belirlemesine olanak tanımaktadır. İş emirleri, işçiye verilen saha talimatları, notlar, fotoğraflar ve ürünler dahil iş için gerekli tüm ayrıntılı bilgiyi sağlamaktadır. Çiftlikteki operasyonları daha iyi yönetebilmek için çalışanların çiftlikteki çalışmaları hakkında notları, fotoğrafları ve gerçek zamanlı bilgileri görüntüleyebilmeye olarak tanımaktadır (Farms.com, 2023).

Hassas Tarım ve Öngörülü Analitik: Bu teknoloji hassas tarımla birlikte tahmine dayalı veri analizi yapmaktadır. Amaçları; enerji verimliliği, verimlilikte artış, herbisit/pestisit optimizasyonu, çiftlikle ilgili sorunları tespit ve çiftlikle ilgili daha iyi kararlar almada büyük veri ve tahmine dayalı analitikten faydalanmaktadır. Çiftlikte oluşabilecek riskleri yönetebilmek için makine öğrenme ve yapay zekayı kullanmaktadır (CB Inside, 2017). Bu teknolojiyi kullanan şirketlere örnek olarak Agronostico gösterilebilir. Tarımsal tahmin hizmetlerinde uzmanlaşmış bir yapay zeka platformu olan Agronostico, bu tahminleri uydu, meteorolojik veriler ve ürünlere dayanarak yapmakta ve analiz etmektedir. Üreticilerin karar vermesinde yardımcı olan platform, doğru karar için optimize edilmiş modeller sunmaktadır (OSU (The Ohio State University), 2018).

Sensörler: Çiftlikten elde edilen hava durumu, toprak kalitesi, tarımsal ürün ve hayvanların sağlığı gibi verileri toplayan ve bunların izlenmesine yardımcı olan akıllı sensörlerdir (CB Inside, 2017). SlantRange adlı bir şirket, tarımsal ürün performansını analiz ederek çiftlik verimliliğini artırmayı amaçlamaktadır. Tarım sektöründe faaliyet gösteren lider firmalara araştırma, geliştirme ve bitkisel üretim uygulamalarında destek vermektedir. Ayrıca hassas tarım teknolojileri yönetimine rehberlik etmek için ürün performansına ilişkin, havadan fenotipleme yöntemi ile doğru ve zamanında bilgi sağlamaktadır (SlantRange, 2023).

Hayvan Verisi: Hayvancılığı daha iyi anlayabilmek için genom biliminden üreme modellerine kadar geliştirilen yazılım ve donanımlar bulunmaktadır (CB Inside, 2017). Bir hayvan teşhis ve veri sistemi şirketi olan Advanced Animal Diagnostics; hayvanlarda antibiyotik kullanımını minimum düzeye indirmeyi, hayvancılıkta karlılığı artırmayı, tüketicilerin güvenli ve bol miktarda protein alabilmelerini kendine hedef edinmiştir. Üreticilere, hayvan çiftliklerinde daha hızlı teşhis ve daha iyi bakım gibi konularda

bilinçli yönetim ve hayvanların tedavilerinde doğru yöntemler kullanma gibi kararlarda yardımcı olmaktadır (AAD (Advanced Animal Diagnostics), 2023).

Robotik ve Dronlar: Çiftlikteki işleri daha verimli bir hale getirebilen robotlar, dronlar ve akıllı tarım makineleri ile tarımsal ihtiyaçlar karşılanabilmektedir (CB Inside, 2017). Örnek olarak Farmbot; yazılımdan, tarım veri deposundan oluşan, küçük ölçekli, DIY¹¹ gıda üretimi için oluşturulmuş açık kaynaklı hassas bir tarım projesidir (Finley, 2014). Farmbot projesi; çiftçilikle uğraşan herkesin kendi gıdasını yetiştirmesine yardımcı olabilecek, kolay uygulanabilecek bir teknoloji sağlamayı amaçlamaktadır (Aronson, 2014).

Akıllı Sulama: Bir takım veri çıkışları sayesinde çiftlikte ihtiyaç duyulan suyun konsolidasyonu, suyun kontrolü ve sulamayı otomatikleştirme gibi sistemler sağlanmaktadır (CB Inside, 2017). Akıllı sulamaya örnek olarak Tevatronik adlı bir şirket, otonom sulamaya odaklanmaktadır. Geliştirdikleri sistemde; bitkilerin ne zaman, ne kadar su ve gübreye ihtiyacını olduğunu belirleyip insana gerek kalmadan uygulamaya geçirebilmektedir. Bu yöntem sayesinde bitkilerin gerçek ihtiyacı kadar su tedarığı sağlayarak su stresini önlemektedir. Böylece su ve gübreden %20 - %75'lik bir tasarruf sağlanabilmektedir (Start Up Energy Transition, 2023).

Yeni Nesil Çiftlikler: Teknolojiden yararlanan ve geleneksel tarıma elverişli olmayan lokasyonlarda tarımsal üretimi sağlamak amacıyla kurulan çiftlikler ve seralar bulunmaktadır (CB Inside, 2017). Kapalı bir dikey çiftlik ağı olan BoweryCo, daha fazla yerde daha fazla insan için gıdayı daha akıllıca yetiştirmeyi, gıda güvensizliği ve verimsiz kaynak kullanımını ortadan kaldırarak küresel sorunlara çözüm getirmeyi amaçlamaktadır. Şirkete göre, kapalı alanlarda geliştirilen çiftlik teknolojisi ile daha sürdürülebilir ve ölçeklenebilir avantaj sağladığı ifade edilmektedir. Fakat, binlerce farklı özelliklere sahip mahsulün aynı ortamda yetiştirilmesi çok karmaşık bir karar verme mekanizması gerektirmektedir. Bu noktada devreye yapay zeka girerek, sürekli olarak gelişme ve karar vermeye yardımcı olmaktadır. BoweryCO, çiftliklerinde kullandığı

¹¹ **DIY (do it yourself):** Kendin yap; kişilerin, uzmanların ve profesyonellerin doğrudan yardımı olmaksızın inşaat, tadilat ve tamirat işlerini kendilerinin yapmasıdır.

geniş bir sensör ve kamera ağıyla milyarlarca veriyi toplayarak makine öğrenimi yardımıyla işleyerek çalışmaktadır. Bu sayede kişiselleştirilmiş yeni nesil çiftlikler modern teknolojiye uygun halde işletilebilmektedir (Bowery.co, 2022).

Pazar Yeri: Herhangi bir aracı olmaksızın, çiftçileri doğrudan tedarikçi ya da tüketiciye bağlayan platformlar bulunmaktadır. İster e-ticaret şeklinde elektronik ortamda, ister fiziksel olarak pazara ulaşmayı kolaylaştıran startup şirketler bulunmaktadır (CB Inside, 2017). AgroStar, Hindistan'ın en önde gelen tarım teknolojisi start-uplarından birisidir. Kuruluş amacı; çiftçilere baştan sona çözümler sunmak, en etkin ve verimli şekilde kullanabilecekleri bir tarım platformu inşa etmektir. AgroStar geniş bir veri ağı ve tarım biliminden yararlanarak, mühendislik ekipleri tarafından çiftçilere son teknolojiye ulaşabilmelerini vaat etmektedir. Aynı zamanda çiftçilerin yerel veya küresel pazarlara erişimleri konusunda da yardımcı olabilmektedirler. Çiftçilere kişiselleştirilmiş bilgi desteği sağlayarak, mümkün olan en iyi hasat oranını elde etmeye, en iyi pazarlara erişebilme ve böylece hacimlerini büyütmelerine yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda, tarımsal ürünleri kapıdan teslim alarak en yakın perakende mağazından satın alabilme gibi imkanlar da sunmaktadır (AgroStar, 2023).

Bitki Verisi/Analiz: Tohum araştırma ve geliştirme, bitki gelişim ve ıslahını geliştirme gibi verileri toplayıp bunları işleyerek analiz eden bir takım girişimler bulunmaktadır (CB Inside, 2017). Şirketlerin tarımsal tahminlerinde kolaylık sağlamak, modelleme yapmak, izlemek ve raporlamalarında yardımcı olmaya imkan sağlayan teknolojilerden biri CIBO şirketi tarafından sağlanmaktadır. CIBO; iklim değişikliğini, karbon ayak izini ve arazi iyleştirmesini hedef alarak, üreticilerin sürdürülebilir tarım yapmalarında destek vermeye odaklanmaktadır. Üreticilere sağladığı platform sayesinde; geniş ölçeklerde ölçüm, tahmin ve analizler, yapay zeka, bilgisayarlı programlar ve yazılım teknolojileri ile sağlanmaktadır (CIBO, 2023).

1.11. Toplumsal Zorluklar

Tarım 4.0 çok tartışılan bir konu olmasına ve literatürde uygulanmasının faydaları tespit edilmiş olmasına rağmen, bu yeni konseptin geliştirilmesinde bir dizi zorluk bulunmaktadır (Beluhova-Uzunova, 2022).

Da Silveira ve arkadaşlarının (Da Silveira, 2021) yapmış olduğu bir çalışmada, Tarım 4.0 uygulamasının ana engellerini beş boyuta ayırmaktadır. Bunlar; teknolojik, ekonomik, politik, sosyal ve çevresel faktörlerdir.

Teknolojik engeller, operasyonel ve teknik sorunlar olarak değerlendirilebilmektedir (Elijah, 2018) (Ferrandez-Pastor, 2016). Diğer konular bilgi ve verilerin yönetimiyle ilişkilidir. Tarım 4.0'ın uygulanmasında tarımsal alanlarda altyapı eksikliği ile birlikte geliştirilmesi gerekmektedir. Bunun eksikliği de önemli bir zorluk olarak görülmektedir (Braun, 2018).

En önemli ekonomik engeller yüksek yatırım maliyetleriyle bağlantılıdır (Elijah, 2018). Bir diğer önemli ekonomik faktör ise nitelikli işgücüdür (Ferrandez-Pastor, 2016).

Siyasi engeller, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki siyasi farklılıkları içermektedir (Phillips, 2019). Bir diğer siyasi sorun ise startupları ve çiftçi merkezli yaklaşımları teşvik eden politikaların eksikliğidir (Zambon, 2019) (O'Grady, 2017).

Sosyal ve çevresel etkiler aynı zamanda Tarım 4.0'ın uygulanmasını ve yayılmasını zorlaştıran potansiyel maliyetlere de yol açabilmektedir (Grieve, The challenges posed by global broadacre crops in delivering smart agri-robotic solutions: A fundamental rethink is required, 2019) (Rose, 2019).

Sosyal engeller, teknik bilgi ve dijital becerilere sahip yüksek nitelikli işgücünün eksikliğiyle bağlantılıdır (Ferrandez-Pastor, 2016) (Klerkx, 2019).

Bir diğer kritik faktör ise, eğitim ve bilimsel yeterliliktir (Zambon, 2019).

Çevresel engeller, Tarım 4.0 teknolojisinin iklimi ve sistemin davranışını etkilemesiyle bağlantılıdır (Braun, 2018) (Grieve, The Challenges Posed by Global Broadacre Crops in Delivering Smart Agri-Robotic Solutions: A Fundamental Rethink is Required, 2019).

Örneğin, Çin'de kentleşmenin gelişmesiyle birlikte kentsel alanlar hızla, kırsal alanlar ise yavaş gelişmektedir. Kırsal kalkınmayı engelleyen üç büyük sorun vardır:

1. Zayıf tarımsal altyapı,
2. Tarımsal ürünlerin kalite ve güvenliğine yönelik tehditler,
3. Tarım arazileri mülk işlemleri (Y. Lin, 2017).

Yukarıda da belirtildiği üzere, teknolojiler yalnızca teknik açıdan gelişmiş oldukları için değil, aynı zamanda toplumsal ihtiyaçları etkin bir şekilde karşıladıkları ve toplum tarafından daha geniş bir düzeyde kabul ve teşvik edildikleri için de ilerleme kaydederler. Teknolojik ilerlemelerin sosyal sorunlara ne ölçüde yol açtığı da araştırılmıştır (van der Hoven, 2013).

Bunun için, Avrupa Birliği (AB) üyeleri tarafından Lund Deklarasyonu¹²'nda ortaya atılan ve daha sonra diğer AB komiteleri tarafından son şekli verilen Büyük Toplumsal Zorluklar (GSC¹³) terimi araştırmaların temeli olarak kullanılmaktadır (Bina, 2017).

Bu zorluklar temelde birçok bölge için geçerlidir. Ancak Hollanda'da özellikle inovasyon konusunda önemli politika kılavuzları haline gelmiştir. Bahsi geçen, yedi büyük toplumsal zorluk aşağıdakileri içermektedir (Duin, 2019):

¹² **Lund Deklarasyonu:** İsveç'in Lund şehrinde ortaya çıkmış ve AB'nin zamanın büyük zorluklarına odaklanmasını savunmaktadır. AR-GE'de Avrupa liderliğinin, öncü araştırmaların ve ortak özel/kamu paydaşlarının yönlendirdiği yaklaşımın savunuculuğunu yaptığı bildirgedir.

¹³ **GSCs (Grand Societal Challenges):** Büyük Toplumsal Engeller

1. Sağlık, demografik değişim, refah
2. Gıda güvenliği, sürdürülebilir tarım ve ormancılık, deniz ve kıyı araştırmaları, iç su araştırmaları, biyo-ekonomi
3. Güvenli, temiz ve verimli enerji
4. Akıllı, yeşil ve entegre ulaşım
5. İklim değişikliği, ekoloji, kaynak ve hammadde verimliliği ile mücadele
6. Değişen dünyada Avrupa: kapsayıcı, yenilikçi ve yansıtıcı toplumlar
7. Avrupa'nın ve vatandaşlarının güvenliğini ve özgürlüğünü garanti eden güvenli toplumlardır.

Bu zorluklar, Hollanda Teknoloji Eğilimi Araştırma Merkezi tarafından 2013 yılında yürütülen (ve 2014 yılında yayınlanan) “Horizon Scan 2050” çalışmasının konusunu oluşturmuş ve 90'dan fazla değişim sinyalinin olası etkisini belirlemek için temel olarak bu zorlukları kullanmıştır.

İklim değişikliğinin etkileri önümüzdeki on yıllarda yoğunlaştıkça, dünyanın bazı bölgeleri artan gıda veya ekilebilir arazi kıtlığı ile karşı karşıya kalabilirken, diğerleri sürekli aşırı sel veya kuraklık tehdidiyle karşı karşıya kalabilmektedir. Öte yandan, giderek artan sayıda tüketici sürdürülebilirliği ve daha küçük ekolojik ayak izlerini tercih edebilmektedir. Daha yerel veya doğal olarak üretilen gıdaları satın alabilir ve gıda zincirinde şeffaflık ve izlenebilirlik konusunda ısrarcı olabilmektedir.

Robotik bilgi teknolojisi ve büyük veriden oluşan bir toplumun; karar verme, seyahat etme ve bilgi paylaşma şeklini tamamen değiştirebilmektedir. Robotların insan hayatına, sağlık hizmetlerine ve endüstriye girmesine izin verildikçe, insan işleyişi de değişmektedir. Bu da Nesnelerin İnterneti ile ilişkili insan-makine olgusu hakkında kendi sorularını gündeme getirmektedir. Geleceğin akıllı cihazları neye benzeyeceği, bu yapıları insanın kendisi mi oluşturaktır ve yarının dünyasında sorumluluklar nasıl dağıtılacak akıllardaki sorulardan bazılarıdır (Duin, 2019).

İKİNCİ BÖLÜM: AKILLI TARIM TEKNOLOJİLERİ VE EKONOMİ

Bu bölümde, akıllı tarım teknolojileriyle, ekonomi arasındaki ilişkiye yer verilmektedir.

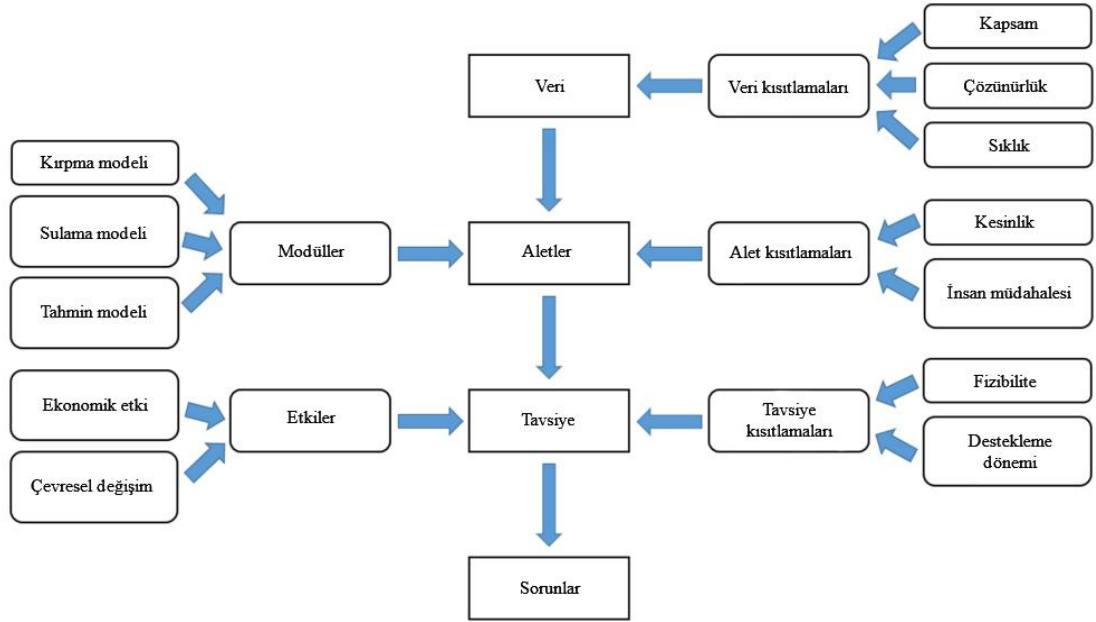
2.1. Akıllı Tarım Teknolojileri ve Ekonomi

Tarım, dünyanın en eski endüstrilerinden biri olmasına rağmen günümüzde kendini teknolojik bir kavşakta bulmaktadır. Artan nüfusla birlikte artan tarımsal talebin ve yıkıcı trendlerin üstesinden gelebilmek için, tarım endüstrisinin bunlarla gelişmiş bir şekilde bağlantı kurması gerekmektedir. Bunun için, geleneksel yolların yeniden ele alınması ve tarımsal altyapılara önemli teknolojik yatırımlar yapılması önem taşımaktadır. Dünyanın en eski endüstrilerinden biri olan tarımın başarısı ve sürdürülebilirliği teknolojik dönüşüme bağlı olabilir. Bunu, dönüşümün başındayken fark eden ve benimseyen şirketler gelecekte çok daha iyi konumlarda olabilecektir. Tarımda teknolojik gelişmeleri benimseyip uygulamanın, gelecek on yılda 500 milyar dolardan fazla değeri olan ve sektörde %7-9 arası bir üretkenlik sağlayacak kritik bir girişim olacağı öngörülmektedir (McKinsey&Company, 2020).

2.2. Teknolojik Entegrasyon Sistemleri

Çiftçiler, büyük miktarda bilginin (örneğin; çevresel, mahsulle ilgili ve ekonomik) varlığında iyi çiftlik yönetimi kararları almakta zorlanabilirler. Ayrıca bu verileri eyleme geçirilebilir bilgiye dönüştürmekte de oldukça zorlaşmaktadır. Bu nedenle, bilinçli ve doğru kararlar almalarına yardımcı olmak için karar destek sistemleri (DSS) gibi platformlara ihtiyaç vardır (Taechatanasat, 2014).

Tarımsal karar destek sistemleri (ADSS), çiftçilere farklı koşullar altında bir karar destek önerileri listesi sunmak için, farklı kaynaklardan gelen verileri kullanan insan-bilgisayar sistemleri olarak tanımlanabilir. ADSS'nin en ayırt edici yönü, çiftçilere doğrudan talimat veya emir vermemesidir. Nihayetinde, son kararı veren çiftçidir (Zhai, 2020).



Şekil 10. Tarımsal karar destek sistemlerinin genel çerçevesi

Kaynak: (Zhai, 2020)

Bir DSS; karar vericilere girdi verileri, belgeler ve kişisel bilgilerin bir kombinasyonundan yararlı bilgiler toplama, sorunları belirleme, çözme ve en uygun kararları verme konusunda yardımcı olan etkileşimli, yazılım tabanlı bir sistemdir.

DSS'nin mimarisi; bir veritabanı (veya bilgi tabanı), model kullanmanın başlıca faydaları, çoklu seçeneklerin değerlendirilmesi, süreçlerin daha iyi anlaşılması, öngörülemeyen durumların belirlenmesi, gelişmiş iletişim, maliyet etkinliği, veri ve kaynakların daha iyi kullanılmasıdır.

DSS'lerin tarım ve ekoloji alanındaki uygulamaları son on yılda hızla artmış, dünya çapında tarımsal üretim sistemlerinin hızlı bir şekilde değerlendirilmesine ve çiftlik ve bölge düzeyinde karar alınmasına olanak sağlamaktadır.

Tarımda DSS'nin önemli bir uygulaması hem tarla hem de bölge düzeyinde su yönetimidir. Tarım, tatlı su için diğer endüstrilerle giderek daha fazla rekabet etmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde, talebi karşılamak için su kaynakları giderek azalmakta, kirlilik ve kötü yönetim nedeniyle su kalitesi düşmektedir. Sulama, mahsul verimini artırmanın etkili bir yoludur. Ancak su; mevcut miktar, mahsul talebi ve arazi büyüklüğü, sulama sistemleri, mahsul verimliliği ve uygulanabilirliği dikkate alınarak doğru şekilde kullanılmalıdır (Rinaldi, 2014).

2.3. Tarımsal Ürün İzleme ve Tahmin Sistemleri

Tarımsal ürün izleme ve tahmin sistemi, tarımda geniş ölçekli bir IoT uygulaması olarak öneme sahiptir. Ürün büyüme ve gelişmesinin takibi yalnızca ürün sağlığı açısından değil aynı zamanda çevrenin de taşıdığı değişen parametreleri anlamak için büyük ölçüde yardımcı olmaktadır. Tarımda verimliliği artırmak için ürünlerin büyüme ve gelişme modellerinin çıkartılması, çevre verilerinin de alınması açısından destekleyici bir fayda sağlamaktadır (Liqiang, 2011).

CBS ve UA teknolojisi kullanılarak tarımsal ürünlerin gelişiminin izlenmesi, tüm tarımsal bölgeyi temsil eden noktalarda daha hızlı, daha basit ve gerçeğe daha yakın bilgi sağlamaktadır. Elde edilen bilgiler; karar vericilerin verim ve hasadı tahmin etmeleri, tarımsal kuraklığı, ürün durumunu izlemeleri ve tarımsal üretim alanlarını belirlemeleri için tahminler sağlamaktadır (T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2017).

Buna karşın günümüzde birçok IoT ağı, otonom görüntü analizlerini ve cihazlar arası görüntü aktarımını tam anlamıyla destekleyememektedir. Dar bant nesnelerin internet de denilen NB-Iot ve 5G teknolojisi bu sorunları çözmeyi vaat etmektedir.

Yapılan son araştırmalara göre, 2030 yılına kadar, toprak, tarımsal ekipmanlar ve tarımsal yöneticiler arasında son teknoloji bu üzümlerin kullanılması ile 130-175 milyar arası bir değerin ortaya çıkması tahmin edilmektedir (McKinsey&Company, 2020).

2.3.1. Hayvancılıkta İzleme Sistemleri

Gıda güvenliğini sağlamak için küresel tarımsal üretimi artırma ihtiya ı, tarımın  evre üzerindeki olumsuz etkisini azaltmaya yönelik ihtiyaçla çelişiyor gibi görünmektedir. Bu ikilemin; tarla, çiftlik ve peyzaj ölçeklerinde tarımsal sistemlerdeki çeşitlilik kaybından kaynaklandığına düşünülmektedir.

 eşitliliği artırmak, farklı arazi kullanım sistemleri arasındaki mekansal ve zamansal etkileşimler yoluyla biyojeokimyasal döngülerin düzenlenmesini iyileştirmek, atmosfere ve hidrosfere yayılan kirleticilerin akışını azaltmak, farklı habitatları ve gıda ağlarını desteklemek ve sistemin bir bütün olarak potansiyel sosyo-ekonomik faydalarını gerçekleştirmek için daha çeşitli ve yapılandırılmış bir manzara mozaiği oluşturmak için mahsul ve hayvancılık sistemlerinin yerel olarak entegre edilmesi önerilmektedir. Otlakların atmosfere ve hidrosfere olan çevresel akışları azaltmadaki ilk rolü; bitki örtüsü, toprak organik maddesi ve toprak mikrobiyal biyokütlesindeki karbon ve azot döngüsünün birbirine bağlı olmasında yatmaktadır.

Bundan dolayı, otlak sistemlerinin tarım sistemleriyle yakın bir şekilde birleştirilmesi, tarım sistemlerinin yoğunlaştırılmasının olumsuz çevresel etkilerini azaltacak ve düzenli yenilenme yoluyla otlak kalitesini artıracaktır. Fakat, farklı agro-ekolojik bölgelerdeki etkileri en üst düzeye çıkarmak için modern teknolojiler kullanarak bu sistemler arasında uygun mekansal ve zamansal etkileşimler geliştirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Erden, 2015).

Besi hayvanlarında; hastalıkların, salgınlarının önlenmesi ve tespit edilmesi, çoğu hayvanın rahat hareket etmelerine izin vermeyen besleme rejimleri ile yüksek otomasyonlu yetiştirildiği sistemde, büyük ölçekli hayvancılık üretiminde kritik öneme sahiptir. Sıcaklık, kalp atış hızı ve kan basıncı gibi göstergeleri ölçen mikroçipler ve

vücuda takılan sensörler, sürüde salgınları önleyebilir ve hastalığın erken tespiti yoluyla gıda kalitesini artırabilmektedir.

Hayvancılıkla uğraşanlar; hayvanlarının sıcaklığını, sağlığını ve konumunu izlemek için Smartbow¹⁴ (Zoetis'in bir parçası) gibi tedarikçilerin kulak küpeleme teknolojisini veya bir hastalık salgını durumunda kapsamlı elektronik izleme yapmak için Allflex¹⁵ gibi şirketlerin teknolojisini günümüzde zaten kullanmaktadır.

Aynı zamanda, çevresel sensörlerle; ahırların havalandırmasını veya ısıtmasını otomatik olarak ayarlayabilir ve artan bir tüketici endişesi olan hayvanların yaşam şartlarını daha sağlıklı hale getirebilmektedir. 2030 yılına doğru, hayvan sağlığı ve yetiştirme koşullarının daha etkili bir şekilde izlenmesinin 70-90 milyar dolar arasında bir değer yaratacağı öngörülmektedir (McKinsey&Company, 2020).

2.3.2. Bina ve Ekipman Yönetimi

Silo, ambar ve depolardaki tarımsal ürünlerin seviyelerini, durumlarını ölçebilmek için kullanılan çip ve sensörler yardımıyla çiftçilerin maliyetleri azaltılabilmektedir. Yine benzer araçlar kullanılarak tarımsal ürünlerin raf ömürlerini uzatmak ve hasattan sonraki kayıpları azaltmak için depolama koşulları iyileştirilebilir ve otomatik olarak optimize edilebilmektedir. Silo, ambar ve depoların durumunu takip ederek enerji kullanımları da azaltılabilmektedir. Sensörler ekipmanlara yerleştirilebilir ve bu sayede makine bakım onarım maliyetleri azaltabilmekte, ekipmanların ömrü uzatılabilmektedir. Yine bu durum doğrudan maliyete olumlu etki sağlamaktadır. Bu tarz çözümler sayesinde 2030'a kadar 40-60 milyar dolar arasında bir maliyet tasarrufu sağlanabileceği öngörülmektedir (McKinsey&Company, 2020).

¹⁴ Smartbow; Zoetis adlı dünyanın önde gelen hayvan sağlığı şirketinin sunduğu, hayvan sahibi ve veterinerlerin 7/24 ulaşabileceği bir hayvan izleme sistemidir.

¹⁵ Allflex; tüm üretimde izlenebilirlik sistemleri için hayvan tanımlama tasarımı, teknolojisi, üretimi ve sunumu sağlayan bir şirkettir.

Bu sistemlere örnek olarak Blue Level Technologies firması gösterilebilir. BlueLevel Technologies Inc. adlı şirket bu teknolojileri halihazırda uygulayan bir firmadır. Sağladığı hizmetler; siloların seviye göstergeleri, ölçüm sensörleri, seviye izleme sistemleri, havalandırma sistemleri, yakınlık sensörleri gibi yardımcı ekipmanların üretimi ve tedariğidir. Verimliliği ve karlılığı arttıracak izleme ve kontrol mekanizmaları sağlayarak çok çeşitli endüstrilerle birlikte çalışmaktadır. Firma aynı zamanda uygulama danışmanlığı, teknolojik incelemeler ve eğitim hizmeti de sağlamaktadır (Blue Level Technologies, 2023).

2.4. Dronlar ile Tarım

Tarımda neredeyse 20 yıldır dron kullanımından faydalanılmaktadır. Özellikle tarımsal ilaçlama konusunda Yamaha RMAX cihazı bu alanda öncü konumundadır. Günümüzde yeni nesil dronlar ile daha geniş tarımsal üretim, analiz, ürünlerin ihtiyaçları, gübre, böcek ilacı kullanımı ve hayvan takibi yapılabilmektedir. Dronlar aracılığıyla bilgisayarlara iletilen veriler işlenerek anlamlı hale getirilmektedir. Bu sayede geniş arazilerde ulaşım kolaylaşmakta, arazinin her yeri kontrol altında tutulabilmekte ve maliyetler ciddi ölçüde azaltılabilmektedir.

Tarımda dron kullanımı sayesinde yüksek verim, düşük maliyet sağlanarak 85-115 milyar doları bir değer üretilebileceği öngörülmektedir (McKinsey&Company, 2020).

Modern insansız hava araçlarını satın alma ve bakım maliyeti, gelişmekte olan ülkelerdeki küçük çiftlikler için onları çok pahalı hale getirmektedir. Örneğin, Tanzanya'daki bazı pilot uygulamalar bu maliyetleri en aza indirmeyi ve sahada tamir edilebilecek kadar basit ve sağlam tarımsal dronlar üretmeyi amaçlamaktadır (AT Editor, 2016).

Washington Eyalet Üniversitesi'nden bir araştırma ekibi, üzüm ve diğer mahsullerden karga veya Avrupa sığırcıkları gibi zararlıları caydıran otomatik bir dron sistemi geliştirmiştir. Kuşlar, dron gürültüsüyle caydırılabilir. Ancak araştırmacılar

sisteme tehlike çağrılarını ve yırtıcı kuşların seslerini de dahil edebilmektedir (Washington State University, 2022).

Tarımda dron teknolojisi; planlama ve stratejinin gerçek zamanlı veri toplama ve işlemeye dayalı olacağı yüksek teknolojili bir sektör haline gelmesini sağlayacaktır. PwC, tarımda dron çözümleri pazarının 32,4 milyar dolar olduğunu tahmin etmektedir. Aşağıda, havadan ve karadan dronların ürün döngüsü boyunca kullanılabileceği altı uygulama yer almaktadır (Mazur, 2016) :

- 1. Toprak ve tarla analizi:** Dronlar, ürün döngüsünün başında önemli bir rol oynayabilmektedir. Erken toprak analizi için doğru 3D haritalar oluştururlar. Bu da tohum ekim modellerini planlamak için yararlıdır. Tohum ekiminden sonra, dron toprak analizi sulama yönetimi ve azot seviyeleri için veri sağlamaktadır.
- 2. Dikim:** Bazı startup'lar, yüzde 75 alım sağlayan ve dikim maliyetlerini yüzde 85 oranında azaltan dron tabanlı dikim sistemleri oluşturmaktadır. Bu sistemler tohum kabuklarını ve bitki besinlerini toprağa püskürterek bitkilere yaşamaları için ihtiyaç duydukları tüm besinleri sağlamaktadır.
- 3. Ürün ilaçlama:** Mesafe algılama ekipmanı - ultrasonik yankılar, ışık algılama ve uzaklık ölçümünde kullanılan lazerler, dronun arazi ve coğrafi koşullar değiştikçe irtifasını ayarlamasına ve böylece çarpışmalardan kaçınmasına olanak tanımaktadır. Bu şekilde, dronlar zemini tarayabilir ve doğru miktarda sıvı püskürtebilir. Zemine olan mesafeyi ayarlayabilir ve eşit kapsama alanı için gerçek zamanlı olarak püskürtme yapabilirler. Sonuçta elde edilen; artan verimlilik ve yeraltı sularına sızan daha az kimyasal maddedir. Uzmanlar, dronlarla havadan ilaçlamanın geleneksel tekniklere göre beş kat daha hızlı yapılabileceğini tahmin etmektedir.
- 4. Ürün İzleme:** Büyük tarlalar ve ürün izlemenin düşük verimliliği tarımdaki en büyük engeli oluşturmaktadır. İzleme sorunları, tarla bakımının risklerini ve maliyetlerini artıran ve giderek öngörülemez hale gelen hava koşulları nedeniyle daha da kötüleşmektedir. Önceleri, uydu görüntüleri en gelişmiş izleme

biçimindedir. Ancak bazı dezavantajlar bulunmaktadır. Görüntülerin önceden sipariş edilmesi gerekmektedir. Bu, günde sadece bir kez çekilebilmekte ve hatalı olmaktadır. Ayrıca, hizmetler çok pahalıdır ve belirli günlerde görüntü kalitesi genellikle düşmektedir. Bugün ise, zaman serisi animasyonu mahsul gelişimini doğru bir şekilde belirleyebilmekte ve verimsiz üretim süreçlerini tespit ederek daha verimli mahsul yönetimi sağlanabilmektedir.

5. **Sulama:** Hiperspektral, multispektral ya da termal sensörlere sahip dronlar, tarımsal bir arazinin hangi alanlarının kuru olduğunu veya iyileştirilmesi gerektiğini belirleyebilmektedir. Buna ek olarak dronlar, ürünler büyüdüktan sonra, ürünün göreceli yoğunluğunu ve durumunu karakterize eden bir bitki örtüsü indeksi hesaplayabilmektedir ve ürün tarafından yayılan enerji veya ısı miktarı olan ısı imzasını gösterebilmektedir.
6. **Sağlık Değerlendirmesi:** Ürün sağlığını değerlendirmek ve ürünlerdeki bakteri ya da mantar enfeksiyonlarını tespit edebilmek çok önemlidir. Ürünleri görünür ve yakın kızılötesi ışıkla tarayarak, dronlar hangi bitkilerin farklı miktarlarda yeşil ve kızılötesi ışık yansıttığını belirleyebilmektedir. Bu bilgiyle birlikte, bitkilerdeki değişiklikleri izleyen ve durumlarını gösteren çok bantlı görüntüler sağlayabilmektedir. Erken müdahaleyle bütün ürünler kurtarılabilmektedir. Buna ek olarak, hastalık tespit edilir edilmez, yetiştiriciler tedavileri daha doğru bir şekilde uygulayabilmekte ve izleyebilmektedir. Bu iki özellik, ürünlerin hastalığın üstesinden gelme kabiliyetini artırmaktadır. Bir ürünün kıtlığı durumunda, çiftçi sigorta ödemeleri için kayıpları daha etkili bir şekilde belgeleyebilmektedir.

2.5. Otonom Tarım Makineleri

Tarım makineleri, GPS ve üzerine yerleştirilen sensörler sayesinde bilgisayardan kontrol edilebilmektedir. Çiftçiler, tarımsal arazilerinde kullandıkları tarım makineleri ve ekipmanlarına farklı insanlara gerek duymadan uzaktan erişebilmektedir. Tarım arazilerinde kullanılan makinelerin teknoloji sayesinde otonom hale gelmesi ve uzaktan kontrol edebilmesi zaman ve kaynak tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca, otonom makinelerin kullanılmasıyla insan kontrolünde yapılan işten daha az hata payı, zaman, yakıt tasarrufu ve yüksek verim sağlanabilmektedir. Bu sayede 2030'a kadar 50-60 milyar dolar arasında bir tasarruf sağlanabilmesi öngörülmektedir (McKinsey&Company, 2020).

2.5.1. Tarımsal Robotlar

Tarım robotu, tarımsal amaçlar için kullanılan bir robottur. Günümüzde robotların tarımdaki ana uygulaması hasattır. Robotların veya dronların tarımdaki yeni uygulamaları arasında yabancı ot kontrolü (Cousins, 2016) (Ackerman, 2015) (Agriculture Robots at The University of Sydney, 2020), bulut tohumlama (Craft, 2017), tohum ekimi, hasat, çevresel izleme ve toprak analizi yer almaktadır (Anderson C. , 2017) (Mazur, 2016). Verified Market Research'e göre, tarım robotu pazarının 2025 yılına kadar 11,58 milyar dolara ulaşması beklenmektedir (Verified Market Research, 2018).



Şekil 11. Tarımsal saha robotu (Amazon-Werke GmbH)

Kaynak: (Marshall, 2020)

Meyve toplama robotları, insansız traktör pülverizatörleri ve koyun kırkma robotları insan emeğinin yerini almak üzere tasarlanmıştır. Çoğunda, göreve başlamadan önce birçok faktörün (örn. toplanacak meyvenin büyüklüğü ve rengi gibi) dikkate alınmaktadır. Robotlar; budama, ayıklama, ilaçlama ve izleme gibi diğer bahçe işlerinde de kullanılabilmektedir.

Robotlar hayvancılıkta da kullanılabilmektedir. Örneğin; hayvanların otomatik olarak sağılması, yıkanması ve kısırlaştırılması için. Bu tür robotların tarım endüstrisi için daha yüksek kalite taze ürün, daha düşük üretim maliyetleri ve daha az insan gücü ihtiyacı gibi birçok faydası bulunmaktadır (Belton, 2016). Örnekler ve etkinlikler:

- Lazer kullanarak yabani ot kontrolü (örneğin, Carbon Robotics'in LaserWeeder'ı) (Papadopoulos, 2022) (Edwards, 2022)
- Bitki konumlarını haritalarken düşük miktarda herbisit ve gübreyi hassas şekilde uygulayan hassas tarım robotları (Edwards, 2022) (Steinberg, 2022)
- Mahsul toplama robotları geliştirilme aşamasındadır (Paquette, 2019).

- Vinobot ve Vinocular (Shafiekhani, 2017) (Ledford, 2017) (University of Missouri-Columbia, 2017)
- LSU¹⁶'nın AgBot'u (Moon, 2008) (Piquepaille, 2008)
- Toplama ve fitopatoloji alanlarına genişleme potansiyeline sahip, taşıma ve yol takip eden bir robot olan Burro (Kart, 2018)
- Harvest Automation, eski iRobot çalışanları tarafından seralara yönelik robotlar geliştirmek üzere kurulmuş bir şirkettir (Harvest Automation, 2023)
- Root AI, seralarda kullanılmak üzere bir domates toplama robotu yapmıştır (Shieber, 2018) (Lessing, 2018).
- Small Robot Company, her biri belirli bir göreve (ot temizleme, ilaçlama, delik açma vb.) odaklanan ve bir yapay zeka sistemi tarafından kontrol edilen bir dizi küçük tarım robotu geliştirmiştir (Varghese, 2018).
- Agreenculture (Yeşil kültür) (Future Farming, 2021)
- ecoRobotix, güneş enerjisiyle çalışan bir yabancı ot temizleme ve ilaçlama robotu yapmıştır (Future Farming , 2018)
- Blue River Technology, bir traktör için yalnızca ilaçlama gerektiren bitkilere ilaçlama yapan ve herbisit kullanımını %90 oranında azaltan bir çiftlik uygulaması geliştirmiştir (Eckelkamp, 2018) (Grassi, 2017).
- Fieldrobot Etkinliği, mobil tarım robotiği alanında bir yarışmadır (Rakun, 2023).
- HortiBot - Bitki Bakım Robotu (Jorgensen, 2007)
- Japon Ulusal Tarımsal Araştırma Merkezi tarafından geliştirilen pirinç ekim robotu (Dorfman, 2009)
- Farmbot; açık kaynak CNC¹⁷ Tarımı (FarmBot, 2023)

¹⁶ **LSU (Lousiana State University):** Lousiana Eyalet Üniversitesi

¹⁷ **CNC (computer numerical control):** Bilgisayarlı sayısal kontrol olarak adlandırılan, bir bilgisayar kullanarak aletlerin otomatik olarak kontrol edilmesidir. Delme, tornalama, frezeleme, taşlama, freze makineleri ve 3D yazıcılar gibi araçları kontrol etmek için kullanılır.

- ACFR¹⁸ RIPPA: nokta püskürtme için (Payne, 2016)
- ACFR SwagBot; Hayvancılığın izlenmesi için (Lassie, 2016)
- ACFR Digital Farmhand: İlaçlama, yabancı otların temizlenmesi ve tohum ekimi için geliştirilmiştir (The University of Sydney, 2018).
- Thorvald - Saga Robotics tarafından geliştirilen otonom, modüler, çok amaçlı bir tarım robotudur (Saga Robotics, 2023).

Tarım sektöründe ihtiyaç duyulan işgücü miktarı konusunda endişeler bulunmaktadır. Örneğin Japonya, yaşlı nüfusundan dolayı tarımsal işgücü piyasalarında çalışacak işçi bulamamaktadır. Benzer şekilde, ABD şu anda çok sayıda göçmen işçiye bağımlıdır. Ancak mevsimlik tarım işçilerinin sayısının azalması ve hükümetin göçü durdurma çabalarının artmasıyla birlikte, bu işçiler de talebi karşılayamaz hale gelmiştir (Dorfman, 2009) (Daniels, 2018). İşletmeler genellikle sezon sonuna kadar hasat yapamadıkları için mahsulleri çürümeye terk etmek zorunda kalmaktadır. Buna ek olarak, önümüzdeki yıllarda beslenmesi gereken artan nüfusla ilgili endişeler vardır (Dorfman, 2009) Bu nedenle, tarım makinelerini daha uygun maliyetli ve gelecekte kullanılabilir hale getirmek için iyileştirmeye yönelik büyük bir istek bulunmaktadır (Matt, 2017).

2.5.2. Meyve Toplama Robotları

Meyve hasadı, özellikle hasat mevsiminde elle yapıldığında, emek yoğun ve zaman alıcı bir süreçtir. Bu nedenle, yeterli işgücü bulmanın mümkün olmadığı bölgelerde tonlarca meyve hasat edilmeden kalmaktadır. Meyve hasadı; meyve olgunluğunun belirlenmesi, meyvelerin bitkilerden ayrılması, meyvelerin hasat edilmesi ve taşınması gibi işlemleri içermektedir. Büyüme şekline göre meyve bitkileri; ağaçlar, sarmaşıklar ve çalılar olarak ayrılabilir. Ağaçlar ve çalılar kendi başlarına ayakta durabilirken, asmalar tutunmak için fiziksel desteğe ihtiyaç duymaktadır. Asmalar ve çalılar üzerinde büyüyen meyveler (çilek, kivi, üzüm, vb.) kırılmadan bükülebilen esnek

¹⁸ ACFR (Australian Centre for Field Robotics): Avustralya Saha Robotiği Merkezi

otsu gövdelere sahip olma eğilimindedir. Ağaçlarda yetişen meyveler (elma, armut, turunçgiller, şeftali, vb.) büküldüğünde kırılan sert odunsu saplara sahiptir (Yerden, 2022).

Robot, bağımsız hareket (tekerlekler üzerinde yürüme veya yuvarlanma) ve karmaşık eylemler (nesneleri kavrama ve hareket ettirme gibi) yapabilen, canlı bir varlığa benzeyen bir makinedir. "Robot" kelimesi ilk olarak Karel Capek tarafından kullanılmıştır. Otonom, önceden programlanmış görevleri yerine getirebilen elektromekanik bir cihaz olarak da adlandırılabilir. Robotların birçok görevi yerine getirmek üzere inşa edilmesini sağlayan donanım ve yazılım kontrolleri bulunmaktadır. Robotlar teoride hasat işini otonom olarak gerçekleştirebilse de, meyve bahçelerinde robotların yaygın kullanımı henüz kaydedilmemiştir.

Meyve hasat yöntemleri; meyve hasarının derecesi, hasat başarısı ve döngü süresi üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Meyve hasarı, meyvenin pazarlanabilirliğini etkilediğinden, hasat sırasında meyve hasarını azaltmaya yönelik araştırmalar aktif bir araştırma alanı olmaya devam etmektedir. Meyve toplama sırasında uygulanan dış kuvvetler; kavrama ve emmedir. Ayırma teknikleri olarak; vakum, kök çekme, sap kesme, meyve bükme ve meyve çekme kullanılmaktadır. Meyve toplama robotları; çevresel haritalama ve navigasyon, hareket planlaması ve manipülasyon algılama gibi birçok alandan özellikler ve işlevler içeren entegre bir multidisipliner sistemdir. Renk, şekil, konum ve poz gibi meyve özelliklerinin görüntüleme tekniklerinin, görüntü emme sensörlerinin ve aydınlatma koşullarının, yapılandırılmış meyve dikim ortamının, tanıma ve konumlandırma algoritmasının entegre uygulaması, toplama verimliliği ve maliyet tasarrufu sağlayan bir toplama robotu ile sonuçlanmaktadır (Yerden, 2022).

Meyve toplama robotunun görüş sistemi, farklı toplama amaçlarına göre belirli meyve görsel bilgi içeriği, algılama aralığı, görüş yüksekliği ve diğer bilgileri içerir. RGB-D¹⁹ kamera ve mesafe sensörü, meyvenin rengi, boyutu, konumu ve kabı hakkında bilgi edinmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Meyveyi zarar vermeden kavrayıp

¹⁹ **RGBD kamera:** Gerçek zamanlı çıktı olarak hem derinlik (D) hem de renk (RGB) verilerini sağlayan bir tür derinlik kamerasıdır.

bırakabilen bir robotik kavrayıcının geliştirilmesi uzun yıllar süren araştırmaların sonucudur. Tarım için geliştirilen robotik araçlar son yıllarda büyük ilerleme kaydetti. Düzensiz şekilli ağaçlardan yabancı otlara kadar değişken ışık zorluklarının üstesinden gelmek için hala araştırmamız ve geliştirmemiz gereken çok fazla veri olsa da, gelecekte hasadı otomatikleştirmek için yapay zeka ve makine öğrenimi teknolojilerini kullanarak robotları eğitmek ve kontrol etmek mümkün olacaktır. Robotlar otonom çalışma yeteneğine sahip olsalar bile, kesinlikle insanların işbirliğine ihtiyaç duyacaklardır. Bu tür işbirlikçi robotların yardımıyla meyve toplama süreci, zaman kaybını azaltacaktır. En sert meyvelerden en narin meyvelere kadar toplamak, paketlemek ve taşımak mümkün olacaktır. Meyve toplama robotlarının geliştirilmesinde yer alan şirketlerden sadece birinin 25 milyon dolar yatırım almış olması, bu araştırma alanının vaat ettiklerini göstermektedir. Gelecekte daha hassas, güvenilir ve uygun maliyetli bir tasarım geliştirmek için çalışmalar devam etmektedir (Yerden, 2022).

2.6. Ek Değer Kaynakları

Dünya tarım ekonomisi, halen daha çoğunluk olarak emek yoğun insan gücüyle sağlanmaktadır. Özellikle çiftlik sahipleri, arazilerinde çalıştıracak insan bulamadıklarından çoğunlukla kendileri çalışmaktadır. Asya ve Afrika kıtalarında dışarıdan işçi çalıştıranların nüfusu ise çok daha azdır. Bu nedenle tarımsal üretimde çiftlik bağlantı sistemlerinin yaygınlaştırılması gerekmekte, çiftliklerde çalışarak işçiler için ücret karşılığı sezonluk barınma imkanı sağlanmalıdır. Böylelikle önemli ölçüde zaman tasarrufu sağlanacaktır. Böyle bir iş gücü verimliliğine ulaşmanın 2030'a kadar 620 milyar doların üzerinde bir değer ortaya çıkaracağı hesaplanmaktadır (McKinsey&Company, 2020).

2.7. Tarımın Ekonomideki Yeri ve Önemi

Sağlıklı ve sürdürülebilir tarımsal üretim; dünyadaki genel refahı artırma, açlığı sona erdirmeye ve 2050 yılına doğru 10 milyar civarında insanın beslenmesi için en etkili araçlardandır. Dünyanın en yoksul kesimlerinin gelirlerini artırmada ve istihdamda diğer sektörlere kıyasla 2-4 kat daha etkilidir. Tarım aynı zamanda ekonomik büyümede de hayati bir rol oynamaktadır. Küresel gayrisafi yurtiçi hasılanın ortalama %4'ünü oluşturmaktadır. Bazı az gelişmiş ülkelerin GSYH'sının dörtte birinden fazlasını oluşturmaktadır.

Bunun yanı sıra; COVID-19'un etkileri, aşırı hava koşulları, iklim değişikliği, toprak zararlıları gibi olumsuz etkenler ile tarımsal üretim ve gıda güvenliği tehdit altındadır. Bu da gıda fiyatlarında ani yükselişlere ve açlığa neden olan bir küresel gıda krizine sebep olmaktadır. Son verilere göre dünyada her dört kişiden biri ciddi gıda güvensizliği ile karşı karşıya gelmiş durumdadır (World Bank, 2023).

Tarım sektörü, küresel ekonomide nispeten küçük bir paya sahip olsa da insan yaşamının merkezinde yer almaktadır. Dünya Bankası 2012 verilerine göre, yeryüzündeki 7,1 milyar insanın 1,3 milyarı (yaklaşık %19'u) doğrudan tarım sektöründe istihdam edilmektedir. Buna karşın, ormancılık ve balıkçılık da dahil tarım, toplam gelirin yalnızca yüzde 2,8'ini oluşturmaktadır. Ancak, dünyadaki çiftçilerin çoğunun orta ve düşük gelirli ülkelerde olduğu göz önüne alınırsa, bu, milli gelirin ve istihdamın çok daha büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Örnek olarak Hindistan'da tarım, milli gelirin yüzde 18'ini, istihdamın ise yüzde 54'ünü temsil etmektedir²⁰ (Alston, 2014).

Dünya Bankası 2021 verileri incelendiğinde, tarımın dünya bazında katma değeri 2,15 büyüyerek GSYH içindeki payı 4,30 olmuştur. Dünya istihdamındaki payı ise yüzde 26 civarındadır (World Bank, 2023).

²⁰ Bu çalışmada ülkeleri coğrafi bölgelere göre, 2010 yılı kişi başına düşen gayri safi milli gelirlerine göre Dünya Bankası'nın (2012) sınıflandırmasına göre gruplandırılmış olup; buna göre ülkeler kişi başına düşen ortalama gelirleri 1.035\$ veya daha az ise düşük gelirli, 1.036\$ ila 4.085\$ arasında ise alt-orta gelirli, 4.086\$-12.615\$ orta gelirli ve 12.616 \$ veya daha fazla ise yüksek gelirli olarak sınıflandırılmaktadır.

Aşağıdaki tabloda dünyada tarımın 2012-2022 yılları arası verileri gösterilmektedir.

Tablo 9. Dünya tarımı 2012-2022 verileri

Dünya	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tarım, ormancılık ve balıkçılık, katma değer (GSYİH'nin yüzdesi)	4.02	4.15	4.14	4.22	4.18	4.15	3.95	4.01	4.35	4.30	4.33
Tarım, ormancılık ve balıkçılık, katma değer (yıllık % büyüme)	1.39	4.58	2.90	2.53	2.31	3.71	2.26	2.89	2.67	2.15	2.67
Tarımda istihdam (%toplam istihdam) (modellenmiş ILO tahmini)	30.93	30.07	29.15	28.53	28.01	27.50	26.87	26.39	26.95	26.42	-

Kaynak: World Bank DataBank'tan (The World Bank, 2023) istenen veri özellikleri seçilerek yazar tarafından tablolaştırılmıştır.

Türkiye nüfusunun neredeyse üçte birinin tarımsal veya kırsal alanlarda yaşamasına rağmen, tarımın milli gelirdeki payı yüzde 8-10'dur. Türkiye'nin tarım sektöründeki en çarpıcı eğilimleri, küçük ölçekli üretimin yaygınlığı, yüksek oranda parçalı arazi dağılımı ve düşük işgücü verimliliğidir. Tarım sektöründeki nüfus artış hızının ülke ortalamasının üzerinde olması, miras yoluyla toprak sahipliğinin azalmasına ve kentsel alanlara göçün hızlanmasına yol açmaktadır. Buna ek olarak, arazilerin yaygın bir şekilde küçük parsellere bölünmesi maliyetleri artırmakta ve verimsiz tarımsal üretime yol açmaktadır. Aynı zamanda, dünya tarım ve hayvancılık üretimini modernleştirmekte ve dönüştürmektedir. Günümüzde tarım sektörü, yeni teknolojilere ve modern ekonomik normlara dayalı gelişmekte olan bir endüstridir. Bu nedenle ülkemizde tarım sektörünün hızlı dönüşümü için arazi toplulaştırması ve yeni teknolojilerin kullanımının kaçınılmaz olduğu öngörülmektedir (Arı, 2006).

Dünya Bankası'nın Türkiye 2012-2022 tarım verileri aşağıdaki tabloda ortaya koyulmaktadır.

Tablo 10. Türkiye'de tarım 2012-2022 verileri

Türkiye	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tarım, ormancılık ve balıkçılık, katma değer (GSYİH'nin yüzdesi)	7.69	6.68	6.56	6.87	6.14	6.04	5.78	6.41	6.67	5.54	6.46

Tarım, ormancılık ve balıkçılık, katma değer (yıllık % büyüme)	2.20	2.37	0.55	9.26	-2.59	4.92	2.13	3.30	5.74	-2.94	0.62
Tarımda istihdam (%toplam istihdam) (modellenmiş ILO tahmini)	23.56	22.92	21.09	20.41	19.50	19.38	18.43	18.11	17.55	17.12	-

Kaynak: World Bank DataBank'tan (The World Bank, 2023) istenen veri özellikleri seçilerek yazar tarafından tablolastırılmıştır.

Dış ticarete karşılaştırmalı üstünlük teoreminin geçerli olduğu dönemlerde, tarımsal ürün üreticisi ve ihracatçısı olan ülkelerin ekonomileri görece avantajlı olabilmektedir. Bu dönemde tarım ürünleri ekonominin lehine olan bir mal olarak değerlendirilebilir. Çünkü bu dönemlerde ticaret hadleri henüz tarım ürünleri aleyhine dönmemiştir. Ancak tarımsal üretimin sanayi ile desteklendiği bugünkü aşamada karşılaştırmalı üstünlük teoremi yerini mutlak üstünlük teoremine bırakmıştır. Mutlak üstünlük teoreminin geçerli olduğu durumlarda, gelişmiş ekonomiler hem tarımda hem de sanayide gelişmekte olan ekonomilerden daha iyi performans göstermekte ve ticaret hadleri tarım ürünleri lehine aşırı derecede eğilmektedir (Arı, 2006).

2.8. Akıllı Tarım

1980'lerde akıllı tarıma yönelik uydu verileri sınırlı, mekansal, uzamsal ve zamansal çözünürlükleri bakımından kaba durumdadır. Bir önceki yılın verim haritaları, tarlanın belirli bir alanında gübre uygulamasının kapsamını tahmin etmek için kullanılmaktadır. Fakat 2010 yılından bu yana, çok yüksek çözünürlüklü uydu uzaktan

algılama teknikleri giderek daha fazla kullanılabilir hale gelmiştir. Günümüzde, alçak yörüngeli uydulardan elde edilen yüksek çözünürlüklü görüntüler hassas tarım araştırması ve planlaması için ticari olarak mevcuttur. Bunlara örnek olarak piksel başına 1,24 m özel multispektral çözünürlüğe ve küresel kapsama alanına sahip WorldView4 görüntüleri ve çoğu tarım bölgesinin neredeyse günlük görüntülerini sağlayan Planet Labs'ın "Dove" izleyicileri verilebilir (Boshuizen, 2014). Tarımsal alanların 0,5 metre çözünürlüklü görüntüleri uçaklarla kolayca elde edilebilmektedir. İHA'lar, piksel başına birkaç santimetre ve hatta milimetre çözünürlükte görüntüler sağlayabilir. Bu teknolojiler sayesinde akıllı tarım, 1980'lerin stratejik planlamasından 2010'ların taktiksel izlemesine geçmiştir (Huang Y. B., 2021).

Değişken pestisit uygulaması, akıllı tarımda bitki koruma ürünlerinin uygulanması için önemli bir teknolojidir. Yüksek çözünürlüklü tarla sensörleri ile bilgisayarlı traktörler ve ekipmanlar bir araya geldiğinde, çiftçiler tarlalarındaki değişikliklere yüksek hassasiyetle uyum sağlayabilmektedir. Günümüzde genellikle traktör ataşmanları şeklinde çeşitli yer uygulamaları ticarileştirilmiştir. Halen araştırma ve geliştirme aşamasında olan hava uygulamaları, püskürtücüyü kontrol etme ve uzaktan algılama komutlarına zamanında yanıt verme zorluklarıyla karşı karşıyadır (Thompson, 2010) (Yang C. M., 2017).

Küresel konumlandırma teknolojisi, tarladaki ekipmanın hassas bir şekilde konumlandırılması yoluyla akıllı tarımın geliştirilmesine katkıda bulunmuştur. Bu nedenle Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri (GNSS) olarak adlandırılmaktadır. Günümüzde üç uydu navigasyon sistemi küresel kapsama alanına sahip durumdadır. Bunlar; ABD'nin GPS'i, Rusya'nın GLONASS'ı ve Avrupa Birliği'nin Galileo'sudur. Çin'in Beidou sistemi 2012 yılında Asya-Pasifik bölgesindeki müşterilere hizmet vermeye başlamıştır ve 2020 yılında tamamlandığında dünya çapındaki müşterilere hizmet vermesi beklenmektedir (Li X. Z., 2015).

Akıllı tarım küresel bir tarımsal uygulamadır. Fakat bu uygulamanın AR-GE ve uygulanma düzeyi dünyanın farklı bölgelerinde değişiklik göstermektedir (Spiertz, 2013) (Wang Y. W., 2016).

Modern akıllı tarım sanayileşmiş ülkelerde ortaya çıkmıştır (Gassner, 2013). ABD, akıllı tarımı büyük ölçekli, bölgeye özgü tarıma uygulayan ilk ülkelerden biridir. ABD, 1980'lerin ortalarında GPS, CBS ve tarımsal bilgi kuruluşları aracılığıyla yayılan uzaktan algılanmış verilere dayalı akıllı tarımı uygulamaya başlamıştır. Bugün ABD'de akıllı tarım, ilgili politikalar, standartlar ve yasaların yanı sıra karar desteği için yoğun veri kaynaklarına sahip ulusal ve bölgesel tarımsal bilgi ağlarına dayanmaktadır.

Avrupa'da da akıllı tarım teknolojileri hükümet politikaları ve finansal destek sayesinde yaygınlaşmıştır (Lowenberg-De Boer, 2015). Fransa, Almanya, İtalya, Hollanda ve Birleşik Krallık gibi ülkeler, besin maddesi ve pestisit uygulamalarını yönetmek için GNSS, uzaktan algılama ve robotik gibi teknolojileri benimsemektedir. Almanya, dijital tarım programını endüstriyel kalkınma, çiftçileri sübvansetme ve çevresel düzenlemeleri denetleme yoluyla geliştirmektedir (Buller, 2017).

Çin'de 2014 yılından günümüze banka destekli projeler ile akıllı tarımın gelişmesi ve yaygınlaştırılmasına destek olmaktadır. Akıllı tarım teknolojileri sayesinde, 44 bin hektarlık tarım arazisinde ekilen pirinç (%12 artmış) ve mısır (%9 artmış) verimliliğini artırmış, su kullanımını daha etkin ve verimli hale getirmiştir. Böylece 29 binden fazla tarım kooperatifi daha yüksek gelir ve verim elde etmiştir (World Bank, 2023).

Hindistan'ın "Assam Tarım, Ticaret ve Kırsal Dönüşüm Projesi" ile 2007 yılından itibaren 400 binden fazla çiftçiyi, 1270 tarım işletmesini, 100'den fazla da sanayi birliği ve üretici örgütlerini desteklemiştir. Gelirlerini ve verimlerini artırma, yeni pazar kanallarına ulaşımını sağlama gibi konularda destek vermektedir (World Bank, 2023).

2.9. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri

2015 yılında tüm BM üye devletleri tarafından kabul edilen 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi, bugün ve gelecekte insanlar ve gezegen için barış ve refah sağlamaya yönelik ortak bir eylem planıdır. Gündemin merkezinde, küresel bir ortaklık içinde gelişmiş ve gelişmekte olan tüm ülkelere acil eylem çağrısı niteliğindeki 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi (SKH) yer almaktadır. Yoksulluğun ve diğer

yoksunlukların ortadan kaldırılmasının, sağlık ve eğitimin iyileştirilmesi, eşitsizliklerin azaltılması ve ekonomik bŸyŸmenin teşvik edilmesi stratejileriyle el ele gitmesi gerektiğini kabul eden bu hedefler, aynı zamanda iklim değişikliğiyle mŸcadele etmekte, su kaynaklarını ve ormanları korumaya çalışmaktadır. SKH'ler, BM Ekonomik ve Sosyal İşler Departmanı da dahil olmak Ÿzere Ÿlkeler ve BM tarafından onlarca yıldır sŸrdŸrŸlen çalışmalara dayanmaktadır (United Nations, 2023). SŸrdŸrŸlebilir Kalkınma Hedefleri (SKH'ler) veya KŸresel Hedefler, "şimdi ve gelecekte insanlar ve gezegen için barış ve refah için ortak bir plan" olarak hizmet etmek Ÿzere tasarlanmış birbirine bağlı on yedi hedeften oluşmaktadır. Bu hedefler (United Nations, 2017) (Isnaeni, 2022) (National Geographic, 2023):

- Yoksulluğa son (**SKH 1**); dŸnyanın her yerinde, yoksulluğun her tŸrlŸsŸne son vermek.
- Sıfır açlık (**SKH 2**); sŸrdŸrŸlebilir tarımı teşvik etmek, gıda gŸvenliđini sağlamak ve beslenmeyi iyileştirmek.
- Sağlık ve refah (**SKH 3**); yaşı her ne olursa olsun herkes için sağlıklı bir hayat ve refah sağlamak.
- Kaliteli eğitim (**SKA 4**); herkes için kapsayıcı, eşit ve nitelikli hayat boyu Ÿđrenme fırsatı sağlamak.
- Toplumsal cinsiyet eşitliği (**SKH 5**); tŸm kadın ve kız çocuklarının gŸvenli bir ortamda yaşayacağı cinsiyet eşitliğini sağlamak.
- Temiz su ve sanitasyon (**SKH 6**); herkes için temiz su ve sanitasyonun sağlanması ve sŸrdŸrŸlebilirliđinin yŸnetimi.
- Uygun fiyatlı ve temiz enerji (**SKA 7**); herkes için uygun fiyatlı, gŸvenilir, sŸrdŸrŸlebilir ve modern enerji olanaklarına erişimin sağlanması.
- İnsana yakışır çalışma koşulları ve ekonomik bŸyŸme (**SKH 8**); kapsayıcı, eşit ve sŸrdŸrŸlebilir ekonomik bŸyŸmenin, tam ve Ÿretken istihdamın, herkes için insana yakışır çalışma koşullarının teşvik edilmesi.

- Sanayi, inovasyon ve altyapı (**SKH 9**); yenilikçiliği teşvik ederek ve dayanıklı altyapı inşa ederek sürdürülebilir sanayileşmeyi desteklemek.
- Eşitsizliklerin azaltılması (**SKH 10**); ülkelerin makro ve mikro ölçekteki eşitsizliklerini azaltmak.
- Sürdürülebilir şehirler ve toplumlar (**SKH 11**); kapsayıcı, güvenli, sürdürülebilir şehirler ve toplumlar oluşturmak.
- Sorumlu üretim ve tüketim (**SKH 12**); sürdürülebilir üretim ve tüketim kalıplarının sağlanması.
- İklim Eylemi (**SKA 13**); iklim değişikliği ve etkileriyle mücadele edebilmek için acil eylem planlarını hayata geçirmek ve uygulamak.
- Su altı yaşamı (**SKA 14**); denizlerin, okyanusların ve tüm su kaynaklarının sürdürülebilirliği için korunması ve yönetilmesi.
- Yeryüzünde yaşam (**SKH 15**); yeryüzü ekosisteminin korunması, restore edilmesi ve sürdürülebilir kullanımının teşvik edilmesi. Ormanların sürdürülebilir şekilde yönetilmesi, çölleşmeyle mücadele, arazi bozulmasının önlenmesi veya tersine çevrilmesi ve biyolojik çeşitlilik kaybının önüne geçilmesi.
- Barış, adalet ve güçlü kurumlar (**SKH 16**), sürdürülebilir kalkınma için adil, barışçıl ve kapsayıcı toplumlar geliştirmek. Herkes için adalete erişimin sağlanması ve her düzeyde etkili, hesap verebilir ve kapsayıcı kurumlar inşa etmek.
- Hedefler için ortaklıklar (**SKH 17**); sürdürülebilir kalkınma için küresel ortaklığın yeniden canlandırılması ve işbirliği sağlanması.



Şekil 12. Sürdürülebilir kalkınma hedefleri

Kaynak: (United Nations, 2023)

BM'nin hazırlamış olduğu “Sürdürülebilir kalkınma hedefleri” 17 amaçtan oluşmakta, bunlar yukarıdaki şekilde gösterilmektedir.

Hedefler incelendiğinde aslında hepsinin birbiriyle bağlantılı olduğunu görülmektedir. Bu durumda insanoğlunun hayatta kalmasının en temel koşulu olan beslenme ele alındığında tarımsal üretimin önemi ortaya çıkmaktadır. SKH 2 kapsamında; küresel açlığa son verebilmek, gıda güvenliğine ulaşabilmek ve sağlıklı beslenme için sürdürülebilir tarımın teşvik edilmesi elzemdir.

BM 2022 Yıllık Raporu'na göre; COVID-19 salgınından önce dahi dünya bir gıda kriziyle karşı karşıya gelmiş durumdadır. Giderek artan insan nüfusu, açlık ve gıda güvensizliği problemleri yaşamaktadır. Küresel gıda tedarik sistemleri, ülkeler arası artan çatışmalar, iklim değişikliğinin etkileri ve büyüyen eşitsizlik nedeniyle zayıflamaktadır. 2021 yılında 828 milyon insan açlıkla karşı karşıya kaldığı düşünülmektedir. Bu rakam bir yıl öncesine göre 46 milyon, 2019'a göre ise 150 milyon kişi daha fazla kişinin aç kaldığı anlamına gelmektedir. Açlıkla karşı karşıya olan insanların oranı 2015'ten bu yana

nispeten değişmeden kalsa da 2020'de hızla artmış ve 2021'de de artmaya devam ederek dünya nüfusunun %9,8'ine ulaşmaktadır (WHO (World Health Organization), 2022).

Ukrayna'da patlak veren savaş, en yoksul ve en savunmasız kesimler arasında yeni bir gıda güvensizliği tehdidi oluşturarak açlık ve yetersiz beslenme düzeylerinin artmasına yol açmaktadır. Küresel çaptaki bu kriz yaklaştıkça, temel nedenlerini ele alma zorluğu daha da acil hale gelmektedir. Uluslararası toplumların, bir gıda krizini ve bunu takip eden sosyal, ekonomik ve siyasi kargaşayı önlemek için şimdi harekete geçmesi gerektiği öngörülmektedir (United Nations, 2023).

BM'ye göre dünyada açlık yaşayan yaklaşık 690 milyon insan bulunmaktadır. Bu rakam dünya nüfusunun yüzde 10'undan biraz azına tekabül etmektedir (Quota, 2020). Ayrıca bu durum, her dokuz kişiden biri her gece yatağa aç girmesi anlamına gelmektedir. Güney Sudan, Somali, Yemen ve Nijerya'da 20 milyon insan açlık tehlikesiyle karşı karşıya geldiği görülmektedir (Mercy Corps, 2020).

Ülkeler arası yaşanan gerginlikler, COVID-19 pandemisi, iklim değişikliği ve küresel ekonomik kriz ile, dünya genelinde gıda güvenliğini zayıflatmaktadır. Açlık ve gıda güvencesi olmayan insanların sayısı istikrarlı bir şekilde artmaktadır. COVID-19 salgını, açlık sorununu daha da kötüleştirmiştir ve ilerleyen yıllarda yaklaşık 150 milyon kişinin daha aç kalması beklenmektedir. 2021 yılında her on kişiden birinin açlık çekeceği tahmin edilmektedir. Ayrıca, 2,3 milyar kişi (her üç kişiden biri) besleyici gıdaya düzenli olarak erişemeyecek şekilde orta veya ciddi derecede gıda güvensizliği yaşanmaktadır. Bu rakam, pandeminin başından bu yana yaklaşık 350 milyon kişi daha artmıştır. Ukrayna krizi de gıda güvenliği için başka bir tehdittir. Ukrayna ve Rusya, dünyanın temel gıda maddesi üreticilerinden biridir ve kriz, hububat ve gübre ihracatında keskin bir düşüşe neden olmuştur. Bu nedenle, gıda ithalatına bağımlı olan ülkeler artan fiyatlar ve tedarik zincirindeki aksaklıklara karşı savunmasızdır. Dünya genelinde ortak ve koordineli politika çözümleri ve eylemleri gerekmektedir (United Nations, 2023).

BM, SKH 2 için 8 hedef, 13 gösterge belirlemiştir (United Nations, 2017). Bunlardan biri 2020, dördü 2030 yılına kadar gerçekleştirilecek olup, geri kalan üç hedef için ise süre belirtilmemiştir. Bu hedefler (Wikipedia, 2023);

2.1: Güvenli ve besleyici gıdaya küresel alanda erişim,

2.2: Her türlü yetersiz beslenmeye son verilmesi,

2.3: Küçük ölçekli gıda üreticilerinin üretiminin ve gelirinin iki katına çıkarılması,

2.4: Sürdürülebilir gıda üretimi ve dayanıklı tarım uygulamaları,

2.5: Gıda üretiminde genetik çeşitliliğin korunması,

2.a: Kırsal altyapıya, tarımsal araştırmalara, teknolojiye ve gen bankalarına yatırım yapılması,

2.b: Tarımsal ticaret kısıtlamalarının, piyasa bozulmalarının ve ihracat sübvansiyonlarının önlenmesi,

2.c: İstikrarlı gıda ürünleri pazarlarının ve bilgiye zamanında erişimin sağlanması olarak belirlenmiştir.

2.1. hedef; 2030 yılına kadar açlığa son verilmesi ve başta yoksullarla savunmasızlar olmak üzere, bebekler de dahil tüm insanlığın yıl boyunca güvenli, besleyici ve yeterli gıdaya erişiminin sağlanması kapsamındadır. Bu hedefin iki alt başlığı bulunmaktadır. Bunlar;

- Yetersiz beslenme yaygınlığı

- Gıda Güvensizliği Tahmin Ölçeğine (FIES) dayalı olarak nüfus arasında orta ile şiddetli gıda güvensizliği yaygınlığıdır (United Nations, 2017).

FAO gıda güvensizliğini "insanların normal büyüme ve gelişme ile aktif ve sağlıklı bir yaşam için yeterli, güvenli ve besleyici gıdaya güvenilir bir şekilde erişemediği bir durum" olarak tanımlamaktadır. FAO, açlığın ana göstergesi olarak yetersiz beslenmenin yaygınlığını kullanmaktadır (Ritchie, 2023).

2.2. hedef; 2025'e kadar 5 yaş altı çocuklarda bodurluk ve israfla ilgili uluslararası kabul görmüş hedeflere ulaşılması ile ilgilidir. Ergenlik çağındaki kız çocuklarının, hamile ve emziren kadınların ve yaşlıların beslenme ihtiyaçlarının karşılanması dahil olmak üzere 2030'a kadar her türlü yetersiz beslenmenin sona erdirilmesini kapsamaktadır. İki alt göstergesi bulunmaktadır (United Nations, 2017):

- Beş yaş altı çocuklarda bodurluk yaygınlığı (Dünya Sağlık Örgütü (WHO) çocuk büyüme standartlarına göre yaşa göre boy uzunluğu ortancadan < 2 standart sapma).

- Türüne göre (zayıflık ve fazla kiloluluk) 5 yaş altı çocuklarda zayıflık prevalansı (WHO çocuk büyüme standartları medyanından $> +2$ veya < -2 standart sapma).

2.3. hedef; başta kadınlar, yerli halklar, çiftçi aileler, çobanlar ve balıkçılar olmak üzere küçük ölçekli gıda üreticilerinin tarımsal üretkenlik ve gelirlerinin, toprağa, diğer üretken kaynaklara ve girdilere, bilgiye, finansal hizmetlere, pazarlara ve katma değerli istihdam ve tarım dışı faaliyetlere yönelik fırsatlara eşit erişim de dahil olmak üzere 2030 yılına kadar iki katına çıkarılması ile ilgilidir. İki göstergesi (UN (United Nations), 2023):

- Tarım/hayvancılık/ormancılık işletmelerinin büyüklük sınıfına göre birim iş başına çıktı

- Cinsiyet ve ikamet durumuna göre küçük gıda üreticilerinin ortalama geliridir.

2.4. hedef; 2030 yılına kadar, dayanıklı gıda üretim sistemlerinin sağlanması ve verimliliği ve üretimi artıran, ekosistemleri koruyan, iklim değişikliğine, aşırı hava olaylarına, kuraklıklara, sellere ve diğer afetlere karşı direnci artıran ve toprak ve arazi kalitesini kademeli olarak iyileştiren sürdürülebilir tarım uygulamalarının benimsenmesi ile ilgilidir. Göstergesi; verimli ve sürdürülebilir tarıma ayrılan tarım arazisi oranıdır (United Nations, 2017).

2.5. hedef, 2020'ye kadar, iyi yönetilen ve çeşitlendirilmiş ulusal, bölgesel ve uluslararası tohum ve bitki bankaları da dahil olmak üzere tohumların, mahsullerin, çiftlik, evcil hayvanların ve ürünlerin genetik çeşitliliğinin korunması ile ilgilidir. Uluslararası anlaşmalara uygun olarak genetik kaynaklara ve ilgili geleneksel bilgiye

erişimin ve bunların kullanımından doğan faydaların adil ve hakkaniyetli paylaşımının teşvik edilmesi üzerine yoğunlaşmakta ve iki göstergesi bulunmaktadır (UN (United Nations), 2023):

- Orta ve uzun vadeli koruma altına alınan gıda ve tarıma yönelik bitki ve hayvan genetik kaynaklarının sayısı
- Tehdit altında, tehdit altında olmayan veya bilinmeyen yok olma riski altında olarak sınıflandırılan yerel ırkların oranı

Diğer hedeflerden 2.a; başta en az gelişmiş ülkeler olmak üzere gelişmekte olan ülkelerde tarımın üretken kapasitesini artırmak amacıyla kırsal altyapı, tarımsal araştırma ve yayım hizmetleri, teknoloji geliştirme ve bitki ve hayvan gen bankalarına yapılan yatırımların, güçlendirilmiş uluslararası işbirliği yoluyla da dahil olmak üzere artırılmasında bulunmaktadır. 2.b; Doha Kalkınma Turu'nun yetkisine uygun olarak, her türlü tarımsal ihracat sübvansiyonunun ve eşdeğer etkiye sahip tüm ihracat tedbirlerinin eşzamanlı olarak ortadan kaldırılması da dahil olmak üzere, dünya tarım piyasalarındaki ticari kısıtlamaları ve çarpıklıkları değiştirmek ve önlemek. 2.c ise; Gıda emtia piyasalarının ve türevlerinin etkin işleyişini sağlamak için tedbirler almak ve aşırı gıda fiyat dalgalanmalarını sınırlandırmak için gıda stoklarına ilişkin bilgiler de dahil olmak üzere piyasa bilgilerine zamanında erişimi teşvik etmek üzerinde bulunmaktadır (United Nations, 2017).

Aşırı yoksulluk ve açlık çoğunlukla kırsal alanları etkilemektedir. Yoksul ve aç insanların çok büyük bir kısmı küçük çiftçiler ve aileleridir. Bu nedenle yoksulluk ve açlığın ortadan kaldırılması, gıda üretiminin, tarımsal verimliliğin ve kırsal gelirlerin artırılmasıyla ayrılmaz bir şekilde bağlantılıdır. Dünyanın dört bir yanındaki tarım sistemleri daha üretken ve daha az savurgan hale gelmelidir. Üretim ve tüketim de dahil olmak üzere tarım ve gıda sistemlerinin sürdürülebilir kalkınması bütüncül ve entegre bir yaklaşımla takip edilmelidir. Arazi, verimli topraklar, su ve bitki kaynakları gıda üretiminde kilit faktörlerdir. Dünyanın birçok bölgesinde bu kaynakların artan kıtlığı, sürdürülebilir kullanım ve yönetimlerini zorunlu kılmaktadır. Sürdürülebilir tarım uygulamaları yoluyla bozulmuş arazilerin restorasyonu da dahil olmak üzere mevcut

tarım arazilerinin veriminin artırılması, tarımsal üretim için ormansızlaşma baskısını da azaltacaktır. İyileştirilmiş sulama yöntemleri, depolama teknolojileri ve kuraklığa dayanıklı yeni mahsullerin geliştirilmesi yoluyla kıt suyun ihtiyatlı yönetimi, kurak alanlarda verimliliğin korunmasına yardımcı olabilmektedir (Sustainable Development Goals Knowledge Platform, 2023).

2.10. Sürdürülebilir Tarım

Mevcut veya gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılamasından ödün vermeden toplumun gıda ve tekstil ihtiyaçlarını karşılamak için sürdürülebilir bir şekilde tarım yapmayla ilgilidir. Sürdürülebilir tarım uzmanları çalışmalarına üç ana hedefi dahil etmeye çalışmaktadırlar. Bunlar (SAREP (Sustainable Agriculture Research & Education Program), 2023):

- Gıda sistemine dahil olan herkes için sağlıklı bir çevre, ekonomik karlılık, sosyal ve ekonomik adalet
- Üreticiler, gıda işleyicileri, dağıtımıcılar, perakendeciler, tüketiciler ve atık işleyicileri
- Tarım sisteminin sürdürülebilirliğinin sağlanmasında rol oynayabilmektedir.

Sürdürülebilir tarım, doğal yaşam alanlarını koruyan, ekonomik ve sosyal bakımdan verimli, insan sağlığını ve çevreyi gözeten bütüncül bir tarım uygulamasıdır. Sürdürülebilir tarımsal uygulamaların suya ve toprağa olan etkileri incelenmiştir. Buna göre;

- Basınç sistemiyle damla sulama yapılarak su kullanımı optimum seviyeye ulaşmaktadır.
- Tarımsal üretim alanlarında havuzlar oluşturularak yağmur suları depolanır. Biriken bu sular tarımsal sulama amacıyla kullanılır. Böylece doğal kaynaklar kullanılarak sürdürülebilirlik sağlanmaktadır.

- Koruyucu toprak işleme yöntemlerinden faydalanarak, bitkilerden arta kalanlar ve diğer organik maddeler tekrardan toprağa gübre olarak kazandırılmaktadır. Böylece bitkiler için su ve besin maddesi sağlanmakta, toprak zenginleştirilmektedir.
- Bitkiler çeşitli olarak sistemli ve birbiri ardına ekilerek biyo-çeşitlilik sağlanmaktadır (TBB (Türkiye Bankalar Birliği), 2023).

Sürdürülebilir tarım, ekosistem hizmetleri anlayışına dayanmaktadır ve tarımın sürdürülebilirliğini iyileştirmenin birçok yolu bulunmaktadır. Tarımı geliştirirken, sürdürülebilir bir gıda sistemi içinde esnek iş süreçleri ve çiftçilik yöntemleri geliştirmek de önemlidir (Betts, 2016).

Tarımın çevre üzerinde önemli bir etkisi vardır ve iklim değişikliğine (gıda sistemi insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının üçte birinden sorumludur) (FAO, 2023) (Crippa, 2021), su kıtlığına, su kirliliğine, toprağın bozulmasına, ormansızlaşmaya ve diğer süreçlere (Brown, 2012) neden olmakta ve bunları etkilemede önemli bir rol oynamaktadır (Rockström, 2016).

Sürdürülebilir tarım, insan veya doğal sistemlere zarar vermeden mahsullerin yetiştirildiği ve çiftlik hayvanlarının yetiştirildiği çevre dostu tarımdır. Toprak, su, biyoçeşitlilik, çevredeki veya aşağı havzadaki kaynaklar ve çiftlikte çalışan veya yakınlarda yaşayan insanlar üzerindeki olumsuz etkilerden kaçınmayı içerir. Sürdürülebilir tarımın unsurları arasında permakültür, tarımsal ormancılık, karma tarım, çoklu ürün yetiştirme ve ürün rotasyonu yer almaktadır (Falk, 2013).

Sürdürülebilir tarım sadece bir uygulamalar dizisi değildir. Tarımsal ürün yetiştirmenin karmaşık sorunlarını çözmek için çiftçilerin veya bir topluluktaki insanların bazen çıkarlarının çatışması ve bir araya gelmesi gibi bir müzakere sürecidir. Sürdürülebilir tarımda ele alınan başlıca konular (SAREP (Sustainable Agriculture Research & Education Program), 2023):

- Agriturizm
- Beslenme ve Gıda Sistemleri Eğitimi
- Biyolojik Entegre Tarım Sistemleri
- Biyoyakıtlar
- Değer Bazlı Tedarik Zincirleri
- Doğrudan Pazarlama
- Emtialarda Küresel Sürdürülebilir Kaynak Kullanımı
- Enerji Verimliliği ve Tasarrufu
- Entegre Zararlı Yönetimi (IPM)
- Genetiği Değiştirilmiş Ürünler
- Gıda Atık Yönetimi
- Gıda Etiketleme/Sertifikalar
- Gıda Güvensizliğinin Ele Alınması
- Gıda ve Tarımsal İstihdam
- Hasat Sonrası Yönetim Uygulamaları
- Hassas Tarım (SSM)
- Kentsel Tarım
- Kontrollü Çevre Tarımı (CEA)
- Kooperatifler
- Koruma Amaçlı Toprak İşleme
- Kurumsal Sürdürülebilir Gıda Tedariki

- Organik Tarım
- Örtü Bitkileri
- Sıfır Emisyonlu Yük Taşımacılığı
- Su Kalitesi Yönetimi
- Su Kullanım Verimliliği
- Süt Ürünleri Atık Yönetimi
- Tarımda Teknolojik Yenilik
- Tarımsal Ormancılık
- Toprak Besin Yönetimi

Sürdürülebilir tarım politikalarının AB’de tek bir çatıda birleştiği Ortak Tarım Politikası (CAP²¹), Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Tarladan Çatala Stratejisi isimleri altında çalışmalar yürütmektedir. Bu projelerin ortak hedefleri; küresel ısınmayla mücadele etmek, doğal kaynakların koruyarak sürdürülebilirlik sağlama ve biyolojik çeşitliliği artırmaktır. Ortak Tarım Politikası bu hedeflerini, çiftçiler ve kırsal nüfusu bir bütün olarak ele alarak sosyal ve ekonomik açıdan bir sürdürülebilirlik hedeflemektedir.

Ortak Tarım Politikası’nın özellikle üzerinde durduğu başlıklar;

- 1. Makul çiftlik gelirlerinin sağlanması:** Uzun vadeli gıda güvenliğini ve tarımsal ürün çeşitliliğini artırmak ve tarımsal üretimin ekonomik sürdürülebilirliğini sağlamak için AB genelinde uygulanabilir çiftlik gelirlerinin ve tarım sektöründe sürdürülebilirliğinin desteklenmesi.

²¹ **CAP (The common agricultural policy):** Avrupa Birliği Ortak Tarım Politikası, AB’nin tarımda sübvansiyon sağlanması ve tarımın planlanması için oluşturduğu programdır.

2. **Rekabetin ve üretkenliğin arttırılması:** Araştırmaya ve geliştirmeye daha fazla odaklanılması da dahil olmak üzere, pazarın güçlendirilmesi ve çiftliklerin rekabet gücünün kısa ve uzun vadede arttırılması.
3. **Çiftçilerin değer zincirlerindeki konumu:** Sürekli gelişen değer zincirinde çiftçilerin konumunu güçlendirmeye yönelik tedbirlerin alınması, piyasa şeffaflığının artırılması ve haksız ticarete karşı koruma sağlayacak etkili mekanizmaların sağlanması.
4. **Tarım ve iklim değişikliği:** Sera gazı emisyonlarının azaltılması ve karbon tutulumunun artırılması ve sürdürülebilir enerjinin teşvik edilmesi de dahil olmak üzere iklim değişikliğinin hafifletilmesi ve adaptasyonuna katkı.
5. **Etkin toprak yönetimi:** Kimyasallara bağımlılığın azaltılması da dahil olmak üzere su, toprak ve hava gibi doğal kaynakların sürdürülebilir kalkınmasını ve verimli kullanımını teşvik etmek.
6. **Biyoçeşitlilik ve tarımsal peyzajlar:** Biyoçeşitlilik kaybının durdurulmasına ve tersine çevrilmesine, ekosistem hizmetlerinin iyileştirilmesine, habitat ve peyzaj korumasına katkıda bulunmak.
7. **Yapısal değişim ve nesilsel yenilenme:** Genç ve tarıma yeni başlayan çiftçilerin ilgisini çekmek ve kırsal alanlarda sürdürülebilir iş gelişimini teşvik etmek.
8. **İstihdam ve Kırsal Büyüme:** Tarımsal istihdamın artması, kadınların tarıma katılımı da dahil olmak üzere toplumsal cinsiyet eşitliğinin, kırsal alanlarda yerel kalkınmanın, döngüsel biyoekonomi ve sürdürülebilir ormancılığın teşvik edilmesi.
9. **Sağlık, gıda ve antimikrobiyal direnç:** Sürdürülebilir bir şekilde üretilen yüksek kaliteli, güvenli ve besleyici gıda, gıda israfının azaltılması, hayvan refahının iyileştirilmesi ve antimikrobiyal dirençle mücadele dahil olmak üzere AB tarımının toplumun gıda ve sağlık taleplerine verdiği yanıtın iyileştirilmesi.

10. Kolaylaştırma: Bilgi, yenilik ve dijital teknolojilerin geliştirilmesi ve paylaşılması yoluyla tarımın ve kırsal alanların modernleştirilmesiyle; araştırma, inovasyon, bilgi paylaşımı ve eğitime erişimin iyileştirilmesi yoluyla bunların çiftçiler tarafından benimsenmesinin teşvik edilmesidir (European Union, 2023).



Şekil 13. CAP'a özel hedefler

Kaynak: EU (European Union, 2023)

CAP'ın ana hedefleri; rekabet, adil gelir dağılımı, bilgi/inovasyon, güvenli gıda/sağlık, kırsal alanların korunması, çiftçi nesli yenileme/dönüşümü, peyzajın korunması, çevre/doğa sağlığı, iklim değişikliğiyle mücadele, gıda değer zinciri gibi konuları kapsamakta olup, yukarıdaki şekilde gösterilmektedir.

2.11. Su Kıtlığı

Dünya Su Kalkınma Raporları (UN-Water, 2009, 2012), son zamanlarda rapor edilen çeşitli küresel krizlerin; iklim değişikliği, enerji, gıda güvenliği, ekonomik finansal dengesizliklerle nasıl bağlantılı olduğunu ve su kaynaklarını nasıl etkilediğini vurgulamaktadır. Bu raporlar; suyun, ekonominin tüm sektörlerinde rol oynadığını ve sürdürülebilir kalkınma ile Binyıl Kalkınma Hedeflerine (MDG²²) ulaşılması için elzem olduğunu hatırlatmaktadır.

Dünyadaki artan nüfusun suya olan talebi de arttıkça ve su kullanıcıları arasındaki rekabet yoğunlaştıkça, su kıtlığı kendini birçok farklı biçimde göstermektedir. Ancak, yerel hidrolojik çevre, geçim kaynakları ve ekonomik kalkınma arasındaki ilişkiyi anlamak genellikle zordur. 'Kıtlık' ile neyin kastedildiğine ve su kıtlığının bugün tanık olunan sosyal, ekonomik ve çevresel dönüşümleri nasıl etkileyebileceğine dair objektif bir değerlendirmenin yapılması için çok geç kalınmıştır (FAO, 2012).

Dünyada en fazla su tüketimi %70 ile tarım alanında gerçekleşmektedir (Qin S. L., 2018).

The Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture yani Tarımda Su Yönetiminin Kapsamlı Değerlendirmesi'nin (CA, 2007) yöneltmiş olduğu soru şu şekildedir:

- Önümüzdeki 50 yıl içinde artan nüfusa gıda üretmek için yeterli toprak, su ve insan kapasitesi var mı? Yoksa su tükenecek mi?

²² **The Millennium Development Goals (MDG):** BM Binyıl Kalkınma Hedefleri, BM üyesi 192 ülke tarafından 2015'e kadar yerine getirilmesi planlanan sekiz hedeften oluşmaktadır. Eylül 2000'de BM'in New York Binyıl Zirvesi'nde deklare edilmiştir.

Yine CA²³ soruya şu şekilde cevap vermektedir:

“ Gıda üretmek mümkündür. Ancak mevcut gıda üretimi ve çevresel eğilimler devam ederse, dünyanın birçok yerinde krize yol açmaları muhtemeldir. Ayrıca tarımda su kullanımını iyileştirmek için harekete geçerse, önümüzdeki 50 yıl içinde insanlığın karşı karşıya kalacağı ciddi tatlı su sorunlarının üstesinden gelinebilir. Ya da başka bir şekilde ifade etmek gerekirse, her zamanki gibi iş yapmak bir seçenek değildir. Geçici veya uzun vadeli krizleri önlemek için suyun yönetilme ve kullanılma biçiminde gerçek değişikliklere ihtiyaç vardır ” (CA (Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture), 2007).

Son yüzyılda, küresel su kullanımındaki artış oranı nüfus artışının iki katından fazla olmuştur ve giderek artan sayıda bölge, su hizmetlerinin sürdürülebilir bir temelde sağlanabileceği sınıra ulaşmaktadır. Aslında, demografik büyüme ve ekonomik kalkınma, özellikle kurak bölgelerde yenilenebilir ancak sınırlı su kaynakları üzerinde benzeri görülmemiş bir baskı oluşturmaktadır.

2025 yılına kadar 1800 milyon insanın 'mutlak' su kıtlığı (kişi başına yılda 500 m³ 'ün altında) olan ülke veya bölgelerde yaşaması ve dünya nüfusunun üçte ikisinin 'stres' (kişi başına yılda 500 ila 1000 m³) altında olması beklenmektedir. Hızla büyüyen kentsel alanlar komşu su kaynakları üzerinde güçlü bir baskı oluşturdukça durum daha da kötüleşecektir. Ayrıca, çevresel hizmetler ve ekosistem işlevleri artık tüm su kullanıcılarının artıkları olarak düşünülemez. Gelecekte, iklim değışikliği ve biyoenerji talebinin, küresel kalkınma ve su talebi arasında zaten karmaşık olan ilişkiyi daha da yoğunlaştırması beklenmektedir (FAO, 2023).

Küresel su kullanımıyla paralel, Türkiye'de su, ağırlıklı olarak tarımsal sulamada kullanılmaktadır. 2016 yılında Türkiye'de su kullanımı 60,4 milyar metreküptür. 2016 yılında Türkiye'nin toplam su kullanımının yüzde 18,4'ü sanayi, yüzde 10,3'ü ise haneler tarafından tüketilmiştir. Aynı yıl, hem yeraltı hem de yüzey suyu kullanımını içeren

²³ CA: The Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture yani tarımda su yönetiminin kapsamlı değeriendirmesi.

tarımsal sulama, Türkiye'deki toplam su kullanımının yüzde 71,3'ünü oluşturmuştur (Hakyemez, 2019).

Tablo 11. Türkiye'de su kullanımı (milyar m³)

Yıl	Sulamada kullanım (milyar m ³)	Hanehalkı kullanımı (milyar m ³)	Sanayi kullanımı (milyar m ³)	Toplam kullanım (milyar m ³)
1990	22,0	5,1	3,4	30,5
2004	29,6	6,2	4,3	40,1
2008	33,8	5,8	6,0	45,6
2010	38,2	5,8	6,0	49,9
2012	41,6	6,0	8,4	56,0
2014	35,9	5,7	9,1	50,7
2016	43,1	6,2	11,1	60,4
2023	72,0	18,0	22,0	112,0

Kaynak: DSİ, TurkStat, TSKB Ekonomik Araştırmalar (Hakyemez, 2019).

Tarımsal sulama açısından, Türkiye'de suyun verimli kullanılmasına izin vermeyen geleneksel yöntemler kullanılmaktadır. Türkiye'de sulanan alanların %94'ünde geleneksel yüzey sulama sistemleri kullanılırken, kalan %6'sında modern yağmurlama ve damla sulama sistemleri kullanılmaktadır (Çağrı Muluk, 2014). Geleneksel yüzey sulama sistemi su kayıplarının büyük bir kısmını oluşturmaktadır.

Küresel eğilimlere benzer şekilde, enerji talebindeki artışla birlikte Türkiye'de de enerji üretimi için su kullanımı artmaktadır. Türkiye'de sanayide su kullanımının payı yıllar içinde artmaktadır. Sanayide su kullanımının 2004 yılında yüzde 11 olan payı, 2016 yılında yüzde 18'e yükselmiştir. Ülkede en çok su tüketen sanayi sektörleri arasında kimya, petrokimya, demir-çelik, tekstil, kağıt ve gıda işleme yer almaktadır.

Türkiye'nin 2023 hedefleri arasında ülkenin 112 milyar metreküplük su potansiyelinin tamamının kullanılması yer almaktadır. Aynı zamanda, tarımda su kullanımının toplam payı yüzde 64, sanayide yüzde 20 ve hanelerde yüzde 16 olmalıdır. Yeni sulama teknolojilerinin kullanımı da dahil olmak üzere tarım arazilerinin sulanması için 72 milyar metreküp su kullanılacağı varsayılmaktadır. Nüfus artışı, kentleşme ve hızla büyüyen turizm sektörü dikkate alındığında, 2023 yılında hane halkı su tüketimi yaklaşık 18 milyar metreküp, sanayi sektörlerinde ise 2023 yılında toplam su tüketimi 22 milyar metreküp olacağı öngörülmektedir (Hakyemez, 2019).

Su kıtlığı, mevcut kurumsal düzenlemeler (hem kaynakların "fiyatlandırılması" hem de perakende tarifeleri dahil) ve altyapı koşulları altında belirli bir alanda mevcut arz ile ifade edilen tatlı su talebi arasındaki boşluk olarak tanımlanmaktadır.

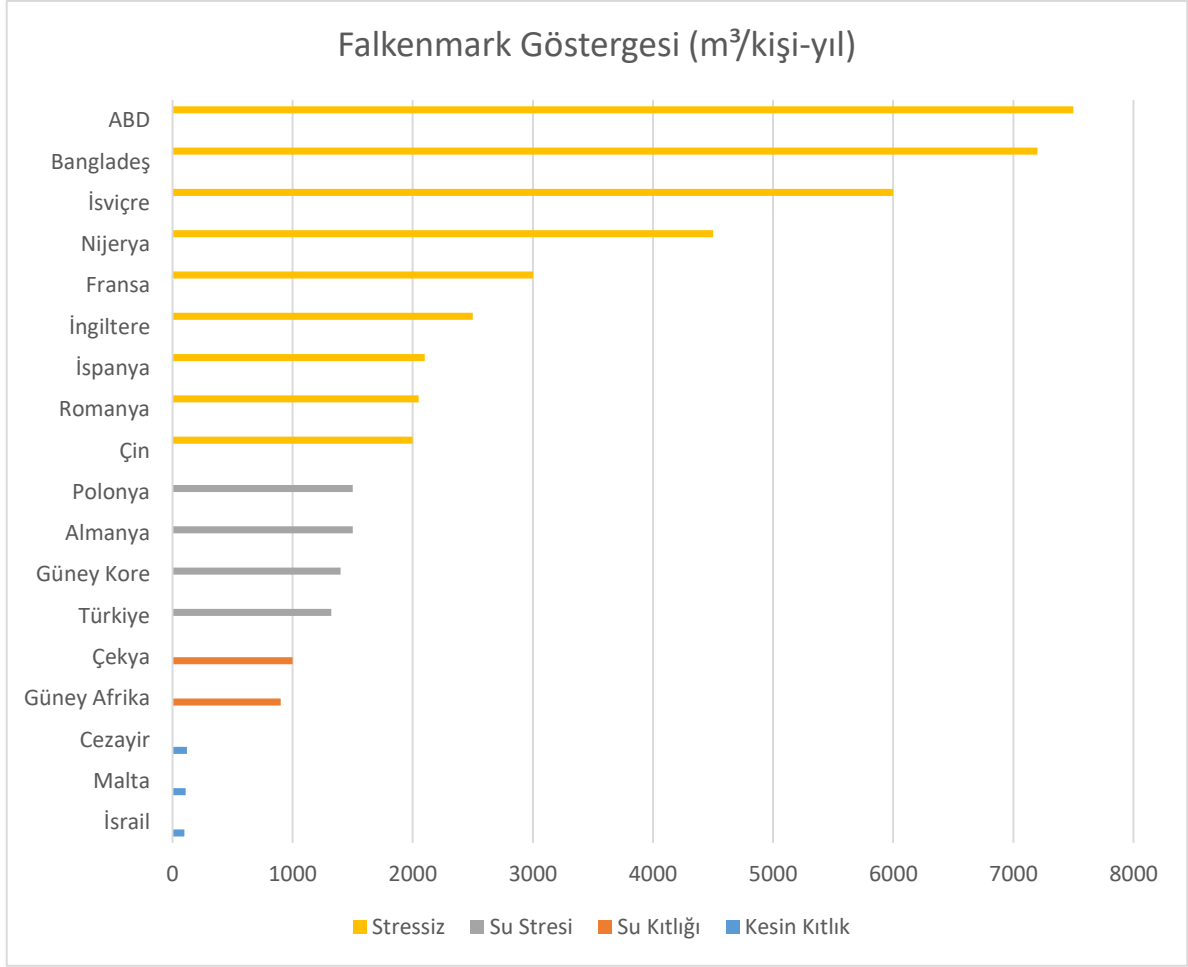
“Su kıtlığı = su talebinin mevcut arzdan fazla olması.”

Su kıtlığı, karşılanamayan talep, kullanıcılar arasındaki gerilimler, su için rekabet, yeraltı suyunun aşırı çekilmesi ve doğal çevreye yetersiz su akışı ile ifade edilmektedir (FAO, 2012).

J.T. Winpenny tarafından önerilen tanıma dayanarak, Dünya Su Kalkınma Raporu su kıtlığını şu şekilde tanımlamaktadır:

" Tüm kullanıcıların kümülatif etkisinin, mevcut kurumsal düzenlemeler altında su arzını veya kalitesini, çevre de dahil olmak üzere tüm sektörlerden gelen talebin tam olarak karşılanamayacağı ölçüde etkilediği nokta, herhangi bir arz veya talep düzeyinde ortaya çıkabilen göreceli bir kavramdır. Kıtlik sosyal bir yapı (refahın, beklentilerin ve alışılmış davranışların bir ürünü) veya iklim değişikliğinin bir sonucu olarak arz yapısındaki bir değişikliğin sonucu olabilir. Kıtlığın çeşitli nedenleri vardır ve bunların çoğu ortadan kaldırılabilir veya hafifletilebilir " (Winpenny, 1997).

Bu tanımın faydaları arasında, su kıtlığının herhangi bir arz ve talep düzeyinde ortaya çıkabileceğinin, çeşitli nedenlere sahip olduğunun ve bir dereceye kadar ortadan kaldırılabilirliğinin veya hafifletilebileceğinin kabul edilmesi yer almaktadır.



Şekil 14. Ülkelerin Falkenmark su göstergeleri (2023)

Kaynak: FAO, DSİ, TEMA, TSKB Danışmanlık Hizmetleri (TBB (Türkiye Bankalar Birliği), 2023).

Yukarıdaki şekle göre Amerika Birleşik Devletleri yıllık kişi başı 7000-8000 metreküp Falkenmark göstergesi ile su stresi olmayan bir ülke konumundadır. Polonya ise, yıllık kişi başı 1000-2000 metreküp Falkenmark göstergesi ile su stresi bulunan bir ülkedir. Çekya'ya bakıldığında bunun, yıllık kişi başı 1000 metreküp Falkenmark göstergesi ile su kıtlığının yaşandığı bir ülke konumundayken, Cezayir, Malta, İsrail gibi ülkelerin kesin su kıtlığı yaşayan ülkeler arasında olduğu görülmektedir.

İsveçli bir hidrolog olan Malin Falkenmark, su kaynaklarının sürdürülebilir kullanılabilmesi için uzun yıllar yapmaktadır. Bir ülke veya bir bölgedeki su kullanımının, su stresinin olup olmadığını varsa hangi derecede olduğunu ölçebilmek için bir indeks geliştirmiştir. Bu indeks, ölçülecek bölgenin mevcut su kaynaklarının o

bölgedeki nüfusa bölünmesiyle elde edilmektedir. Bu indeksin adı Falkenmark İndeksi'dir. Bu indeks yılda kişi başına düşen su kullanımı eşliğini 1700 metreküp olarak belirtmiş, buna göre stres seviyeleri tanımlamıştır. Bu seviyeler; 1700 m³/kişi/yıl altında su mevcut olduğunda bölge stres altında, 1000 metreküpün altı su kıtlığı varlığını işaret etmektedir (Hakyemez, 2019).

Tablo 12. Falkenmark İndeks değerleri

Falkenmark İndeksi	
Su (m³/kişi/yıl)	Sınıflandırma
1700 m ³ ve üzeri	Stressiz
1700-1000 m ³	Su stresi
1000-500 m ³	Su kıtlığı
500 m ³ ve altı	Kesin su kıtlığı

Kaynak: (Gökçe, 2022)

Türkiye'nin Falkenmark İndeksi en son verilere göre 1321 m³ olarak açıklanmıştır. Bu da Türkiye'nin su stresi yaşayan bir ülke olduğunu ortaya koymaktadır. Türkiye'de giderek artan su ihtiyacı, su kaynaklarının bilinçsiz tüketilmesi ve kitletilmesi, sanayide ve tarımda kullanılan vahşi sulama ve artan nüfus gelecek 25 yılda su tüketiminin 3 katına çıkacağını göstermektedir. Bu sebeple özellikle tarımsal üretimde kullanılan ve toplam su tüketiminin %87.2'sini oluşturan sektörde, kaynakların etkin ve verimli kullanımı önem taşımaktadır (TBB (Türkiye Bankalar Birliği), 2023).

Türkiye, toplamda 780.000 kilometrekare alanda 25 akarsu havzasından oluşmaktadır. Bu akarsu havzalarından yılda ortalama 186 milyar metreküp su akmaktadır (DSİ, 2016). Su potansiyeli açısından en büyük olan Dicle ve Fırat havzası, Türkiye ile Orta Doğu'nun su fakiri ülkeleri arasında yer almakta ve birçok önemli su arıtma projesine sahip birçok büyük nehirden oluşmaktadır. Bu nehirlerin tamamı Türkiye'den doğmaktadır. Burdur ve Akarçay kapalı havzaları, diğer 23 havzaya kıyasla en düşük su potansiyeline sahip havzalar olarak öne çıkmaktadır. Bu havzalardan bazıları

“su fakiri” iken bazıları da “su zengini”dir. Aşağıdaki tabloda Türkiye’de bulunan bazı akarsu yataklarının Falkenmark Göstergesi ile su değerleri gösterilmektedir (Hakyemez, 2019).

Tablo 13. Türkiye'nin bölgesel Falkenmark Göstergeleri (2015)

Havza Adı	Nüfus	Kullanılabilir Su Potansiyeli (milyar m³/yıl)	Falkenmark İndeksi (m³/kişi/yıl)	Durum
Meriç-Ergene	749.510	0,76	1.014	Su Stresi
Marmara	17.608.408	2,84	161,06	Kesin Kıtlık
Susurluk	3.793.746	2,57	677,43	Kıtlık
Kuzey Ege	1.112.098	0,88	791,3	Kıtlık
Gediz	1.588.561	0,79	497,31	Kesin Kıtlık
K.Menderes	4.168.415	0,46	109,15	Kesin Kıtlık
B.Menderes	1.346.490	1,7	1.262,54	Su Stresi
Batı Akdeniz	908.877	3,87	4.258	Su Zengini
Türkiye (2015)	78.741.053	112	1.422,23	Su Stresi

Kaynak: DSİ, TSKB Ekonomik Araştırmalar (Hakyemez, 2019)

DSİ ve TSKB Ekonomik Araştırmalarından elde edilen veriler ışığında oluşturulmuş tabloda, 2015 Türkiye'nin bölgesel Falkenmark Göstergeleri gösterilmektedir. Buna göre; Meriç-Ergene havzasının 750 bine yakın nüfusuyla kullanılabilir su potansiyeli yılda 0,76 milyar metreküple 1.014 Falkenmark İndeksine sahip ve su stresi yaşamakta olduğu görülmektedir. Marmara havzasında, 17 milyonu aşkın nüfus ile kullanılabilir su potansiyeli yılda 2,84 milyar metreküple 161,06 Falkenmark İndeksine sahip olmakta ve kesin kıtlık yaşamaktadır. Bunun yanı sıra Batı Akdeniz havzası verileri incelendiğinde, 908 bin kişilik nüfusuyla kullanılabilir su potansiyeli yılda 3,87 milyar metreküp ile 4.258 Falkenmark İndeksine sahiptir ve su zengini bir bölge olduğu görülmektedir.

Tablo 14. Yanlış tarımsal uygulamalar

Yanlış Tarımsal Uygulamalar	
Su açısından	Toprak açısından
Tarım arazisinde ekime uygun olmayan, fazla su tüketen ürünler	Tarımsal üretim yapılan arazinin çok ve derin işlenmesi
Altyapı kaynaklı su kaçakları	Toprağın analizini yapmadan yanlış gübre seçimi
Mevsimine göre ihtiyaç analizi yapmadan sulama	Tarım arazinin farklı amaçlar için kullanımı
Kimyasal ilaç ve gübre kullanımında aşırılık	Kimyasal ilaç ve gübre kullanımında aşırılık

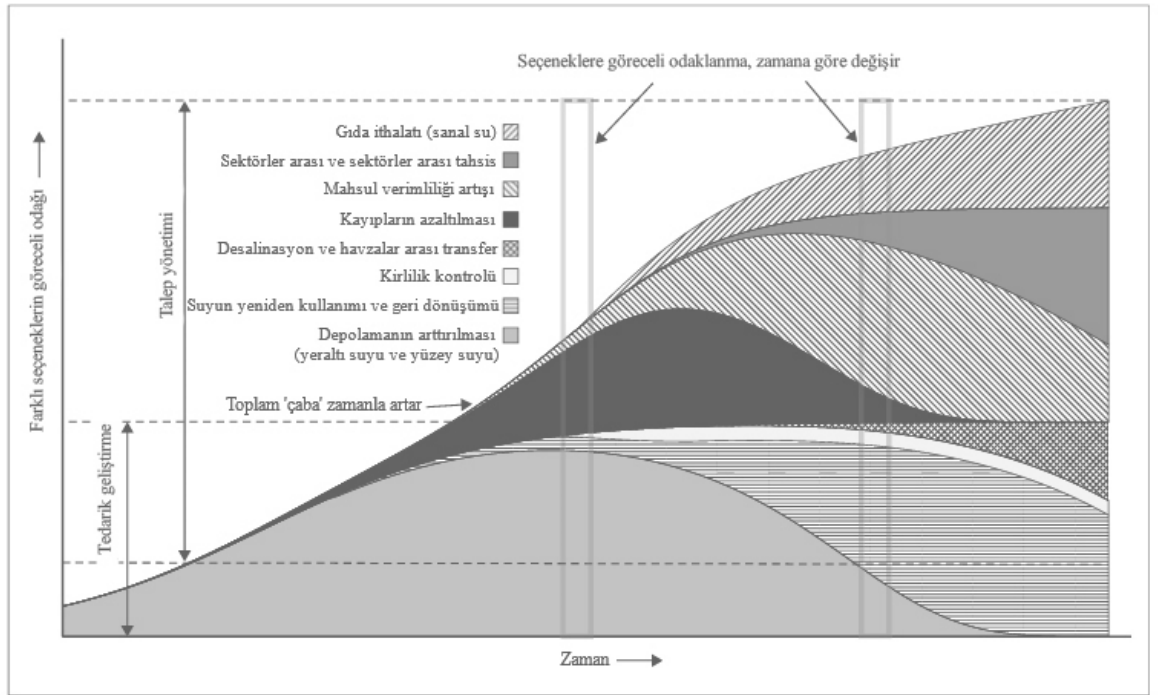
Kaynak: (TBB (Türkiye Bankalar Birliği), 2023)

Tarımsal uygulamaların doğruluğu su ve toprak açısından ayrılmaktadır. Burada su kullanımı açısından doğru olmayan tarımsal uygulamalar gösterilmektedir. Buna göre; özellikle fazla su tüketen ürünlerin ekiminden kaçınılmalı, mevsime göre su kullanımı akıllıca yapılmalıdır. Aynı şekilde su kullanımının toprak açısından incelemesine bakıldığında, tarımsal ürün yapılacak arazinin ve toprağın özelliklerinin çok iyi etüt edilmesi, yanlış gübre ve ilaçlamadan kaçınılması gerektiği belirtilmektedir.

Çiftçiler, pazar fırsatları ve su da dahil olmak üzere üretken kaynaklara erişimdeki değişikliklere çok kolay uyum sağlama eğilimindedir (Shah, 2009).

Tarımın geçen yüzyılın ikinci yarısındaki hızlı nüfus artışına ve giderek artan arazi ve su kıtlığına verdiği başarılı yanıt bunun bir örneğidir. Toplam küresel tarımsal üretim son 30 yılda iki katına çıkarken, ekili alanlardaki genişleme sadece yüzde 15 civarında olmuştur ve bu büyümenin hemen hemen hepsi sulama için ayrılmış arazilerde gerçekleşmiştir.

Güney Asya gibi arazi kıtlığı olan bölgelerde, emtia üretimindeki büyüme neredeyse tamamen artan verim ve ekim yoğunluğuna dayanmaktadır. Buna karşılık, Güney Amerika'da arazi üzerindeki baskı daha azdır ve üretimdeki artışın %40'ı ekili alandaki artıştan kaynaklanmaktadır. Sulama verimliliğinin Güneydoğu Asya, Latin Amerika veya Sahra altı Afrika'nın su zengini bölgelerine kıyasla tipik olarak %20 daha yüksek olduğu Orta Doğu ve Kuzey Afrika gibi su kıtlığı olan bölgelerde adaptasyon belirgindir (FAO, 2012).



Şekil 15. Zaman içinde tarım sektörü için su kıtlığının ele alınmasına yönelik farklı seçeneklere yapılan göreceli vurgunun şematik gösterimi

Kaynak: (FAO, 2012)

Şekil 15 incelendiğinde, yeraltı ve yüzeydeki kullanılabilir su miktarının zamanla azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Aynı şekilde suyun yeniden kullanımı ve geri dönüşümü bir dönem artsa da düşüş eğilimindedir. Su kaynaklarının azalan seyriyle birlikte mahsul verimliliğinde de düşüş gözlemlenmektedir. Öte yandan gıda ithalatında artış görülmektedir.

Su sektörünün gelişiminin ilk aşamalarında, su arzı talebi kolayca karşıladığında, öncelik genellikle sulama gelişimini desteklemek için su depolama ve taşıma altyapısı inşa ederek arzı yönetmeye verilmektedir. Daha sonra, su arzı artık sınırsız talebi karşılanamadığında ve düşük maliyetli verimlilik iyileştirmeleri sağlandığında, çabalar talep yönetimi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Arz kısıtlamalarını telafi eden yönetim ve teknik önlemlerle tarımsal su verimliliğinde artış ve kayıplarda azalma sağlanmaktadır (Loeve, 2004).

Kıtlık giderek arttığandan, su talebini yönlendiren güçlerin birleşimi genellikle tarım için ayrılan suyun hem payında hem de mutlak tahsisinde bir düşüşe yol açmaktadır. Bu sonuç, hızla büyüyen kentsel alanlarda evsel su tedarikine verilen önceliği yansıtmaktadır. Birçok durumda, hem düzenli su tahsis süreçleri yoluyla hem de acil durumlarda doğrudan su çekimi yoluyla endüstriyel kullanıcılar tarıma tercih edilmektedir. Ekosistemin işleyişi için su ayırma ihtiyacının giderek daha fazla kabul görmesi, su kıtlığı olan bölgelerde tarım için bir başka zorluktur (CA (Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture), 2007).

Suyun meşru payını müzakere ederken tarım, emtia üretiminin ötesinde yerine getirdiği birçok fonksiyona ve önemli sosyal ve çevresel faydalara atıfta bulunabilmektedir. Bununla birlikte, tarımın suyu daha verimli kullandığını gösterebilmesi gerekmektedir. Bu da çiftçilerin ancak karlı olduğu takdirde yapacakları önemli yatırımlar gerektirmektedir (FAO, 2012).

2.12. Tarımda Kullanılan Yöntemler

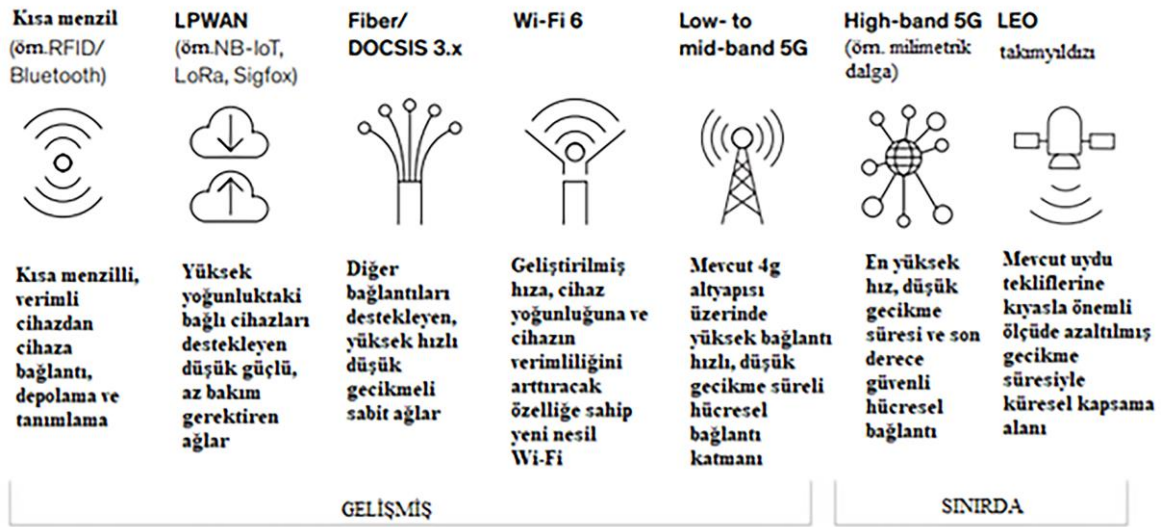
Son yıllarda; toprak ve mahsul izleme, iklim ve hava koşulları takibi vb. parametreleri takip edebilmek için veriler sıkça kullanılmaktadır. Fakat bu verilere erişebilmek için gerekli modern teknolojik araçlara her çiftçinin ulaşım imkanı ne yazık ki bulunmamaktadır. Çok daha az gelişmiş ülkelerde bu işlerin tamamı teknolojiyen yoksun bir şekilde veya çok kısıtlı teknolojik imkanlarla yapılmaktadır.

ABD dahi, sektörde öncü olduğu gelişmiş verilerin sağlanması için gerekli bağlantılar konusunda ülke tarım topraklarının yalnız ¼'ünde teknolojiiden faydalanabilmektedir. Telekomünikasyon şirketleri son teknoloji değil, 2G ve 3G bağlantılarını sağlamakta ve kurulumu çok daha karmaşık ve maliyetli olan düşük bantlı IoT ağları kaldırmayı planlamaktadır. Bu durumda veri aktarımı için daha fazla teknolojiye ihtiyaç duyulmaktadır.

Aynı zamanda, toprak ve hayvan izleme gibi basit tarımsal kullanımlarda 3G ve 4G gibi hücresel ağlar üzerinde çalışan Iot teknolojileri yeterli olmaktadır. Ancak geçmiş yıllarda bu teknolojilere ulaşmanın maliyeti oldukça yüksektir.

Günümüzde bu teknolojiler herkesin ulaşabildiği fiyatlarda ve çok daha ulaşılabilir bir konumdadır. Tabii bu teknolojiler çok daha başlangıç aşamasında kullanım için geçerlidir. Çok daha profesyonel uygulamalar için sektör; dijital uygulama ve analizden tam kapasite yararlanma, yüksek bant genişliği, düşük gecikme süresi, hizmet sağlayıcı cihazlar için gelişmiş destek teknolojileri gibi konularda LPWAN²⁴, 5G ve LEO uyduları gibi teknolojilerden yararlanılmalıdır. Gelecek 10 yılda kullanılmakta olan mevcut bağlantı teknolojileri tamamen gelişecek ve yenileri ortaya çıkacaktır (Şekil 16.) (McKinsey&Company, 2020).

²⁴ **LPWAN (Low-power wide-area network):** Düşük güç tüketen geniş alan ağı, pille çalışan sensörler gibi nesneler arasında düşük bit hızında uzun mesafeli iletişime izin vermek için tasarlanmış bir tür kablosuz telekomünikasyon geniş alan ağıdır.



Şekil 16. Bağlantı spektrumu ve değer teklifi

Kaynak: (McKinsey&Company, 2020)

Bu nedenle sektörün önündeki zorluk iki yönlüdür; tarımda bağlantıyı mümkün kılacak altyapının geliştirilmesi ve bağlantının zaten mevcut olduğu yerlerde çözümlerin uygulanması için ikna edici bir iş vakasının oluşturulması gerekmektedir. Buna karşın, bağlantı kapsamının neredeyse her yerde artması olumlu bir gelişmedir. 2030 yılına kadar, bu türden gelişmiş bağlantı altyapısının dünyadaki tarım alanlarının yaklaşık yüzde 80'ini kapsayacağı tahmin edilmektedir. Bunun dikkate değer bir istisnası, alanın yalnızca dörtte birinin kapsanacağı Afrika'dır. Bu nedenle kilit nokta, sektör için giderek daha etkili teknolojik araçlar geliştirmek ve bunları evrensel olarak yaygınlaştırmaktır.

Tarımda yeni fırsatların açılması bağlanabilirlik arttıkça gerçekleşecektir. Bunu sağlayacak olan araçlar;

- **Nesnelerin İnterneti (IoT):** Enerji tasarruflu ağlar ve ucuz sensörler tarımsal üretimi mümkün kılacaktır. Nesnelerin İnterneti; tarım ürünlerinin hassas sulanması, hayvan sürülerinin izlenmesi, uzaklardaki binaların ve büyük makine filolarının performansının takip edilmesi gibi yetenekler sağlayacak şekilde genişleyecektir.

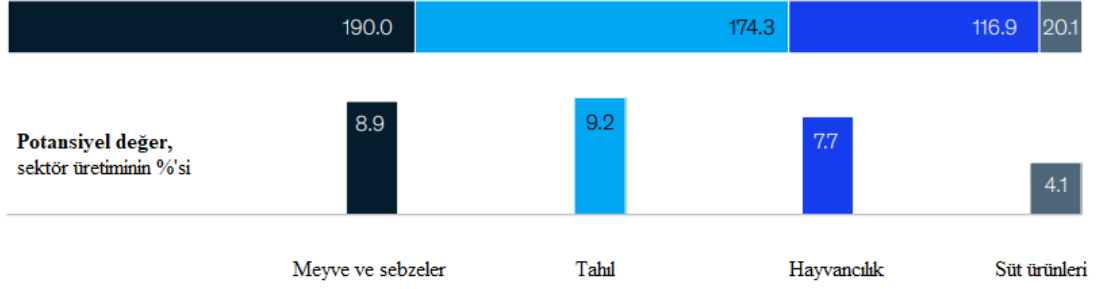
- **Kritik hizmetler:** Çok düşük gecikme süresiyle ve artan bağlantı kararlılığıyla, otonom araçların ve dronların kullanımı gibi mutlak güvenilirlik gerektiren uygulamaların güvenle çalışmasını sağlanacaktır.

- **Küresel kapsama alanı:** Dünya çapında tarımsal verimliliğin artması ve en ücra kırsal bölgelerin bile dijitalleşmenin muazzam potansiyelinden faydalanması, LEO uydularının²⁵ potansiyellerini gerçekleştirmeleri sayesinde sağlanacaktır (McKinsey&Company, 2020).

Son on yılın sonuna kadar, tarımsal alanlarda bağlantının iyileştirilmesi küresel gayri safi yurtiçi hasılaya 500 milyar dolardan fazla katkıda bulunabilir ve sektördeki verimliliğin yüzde 7-9 oranında artırılmasında kritik bir faktörü temsil edebilmektedir.

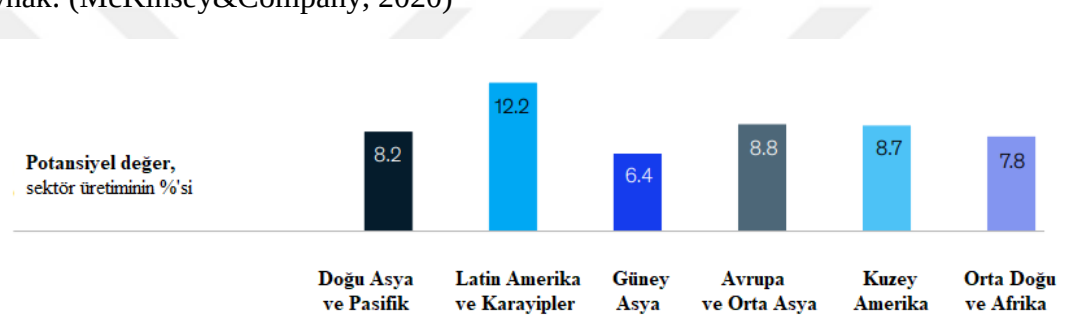
Fakat bu hedefe ulaşmak için, tarımda neredeyse hiç bulunmayan iletişim yatırımlarına ihtiyaç duyulacaktır. Diğer sektörler halihazırda LPWAN, bulut bilişim ve minimum ekipman gerektiren daha ucuz ve daha gelişmiş sensörler gibi teknolojileri kullanmakta ve gerekli yatırımı önemli ölçüde azaltmaktadır. Tarımsal ürün izleme, sürü izleme, bina ve ekipman yönetimi, insansız tarım ve otonom tarım makineleri gibi gelişmiş bağlantının halihazırda kullanımının ilk aşamalarında olduğu ve sektörün 21. yüzyılda gelişmek için ihtiyaç duyduğu daha yüksek verim, daha düşük maliyet, daha fazla esneklik ve istikrar sağlaması muhtemel kullanım örneği aşağıdaki şekillerde analiz edilmektedir.

²⁵ **Low Earth Orbit (LEO) - Alçak İrtifa Uydu Yörüngeleri:** Mesafe açısından yerküreye en yakın yörünge çeşididir. LEO uyduların yerküreye uzaklığı 180-2000 km arasında değişmektedir. Yer gözlem uydularının kullandığı yörünge çeşididir.



Şekil 17. 2030 yılında tarımsal bağlantıdan elde edilecek potansiyel değer, alt sektörlere göre dağılımı, milyar dolar

Kaynak: (McKinsey&Company, 2020)



Şekil 18. 2030'da tarımsal bağlantıdan elde edilecek potansiyel değer, bölgelere göre dağılımı, milyar dolar

Kaynak: (McKinsey&Company, 2020)

2.12.1. Topraksız Tarım (Hydroponics)

Günümüzde yoksulluğu ve açlığı ortadan kaldıracı için en büyük etken, sürdürülebilir gıda sistemleri kurmaktan geçmektedir. Fakat gıda üretiminin nesilden nesile sürdürülebilmesi artan nüfus açısından endişe yaratmaktadır (Alexandrats, 2021).

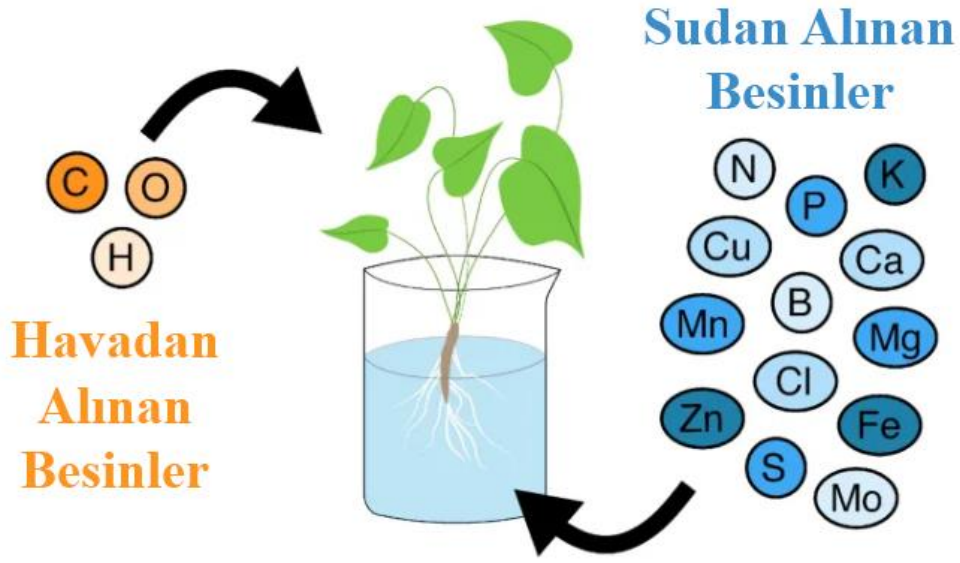
Bu durum, tarımsal gıda üretiminin 2050 yılına değin %60 ve 70 oranında artması anlamına gelmektedir. Ancak bunun için yeterli ekilebilir tarım arazisi bulunmamaktadır (Foote, 2015) (FAO, 2020).

Tarımsal ürünlerin yetiştirebilmesi için gerekli birinci ortam olan toprak; temel besin maddelerini, su emilimini ve havalandırılmasını sağlamaktadır. Fakat toprakta, tarımsal üretimi engelleyen; bazı zararlı organizmalar, hastalıklar, kuraklık, besin eksikliği, toprak kirliliği ve su kalitesizliği gibi olumsuz etkenler vardır. Ayrıca, küresel bazda kişi başına düşen ekilebilir tarım arazisi miktarındaki azalma, toprağın verimliliği ve üretkenliğini de ciddi boyutta azaltmaktadır (Lal, 2015) (Lehman, 2015).

Araştırmacılar, bu olumsuz şartlara çözüm bulmak ve zorluklarla mücadele edebilmek adına yeni teknolojiler geliştirmeye başlamışlardır. Tarımda, son dönemlerde ortaya çıkan ve gelecek vaat eden yeni tekniklerden biri topraksız tarımdır. Topraksız tarım, alanında devrim niteliğinde olmakla beraber, yüksek verim ve kaliteli ürün üretiminde doğru bir stratejidir (Sardare, 2013).

Bu teknik, tarımsal ürünlerin topraksız, gelişmeleri için gerek duydukları besin maddelerinin yapay olarak sağlandığı, su ve katı ortam kültüründe yetiştirildiği bir üretimdir tekniğidir. Topraksız tarım tekniği esasında; küresel gıda krizi, kıt kaynakların etkin ve verimli kullanımı, artan nüfusun ihtiyaç duyduğu gıda gereksinimi ile başa çıkabilme gibi sorunları karşılamak üzere geliştirilmiştir. Ayrıca; sürdürülebilir gıda tedariği sayesinde sürekli ve güvenli gıda sağlayarak sosyo-ekonomik avantaj da oluşturmaktadır. Sınırlı tarımsal araziler, iklim değişikliği ve küresel gıda talebini karşılamada ülkeler için çok verimli bir ürün yetiştirme stratejisidir (Sardare, 2013).

Alman botanik bilimci Julius Sachs, 19. yy'da, toprakta yetişen bitkilerle suda yetişen bitkileri karşılaştırmaya başlamıştır. Bitkilerin toprağa değil, sadece toprakta bulunan mikroorganizmalara ihtiyacı olduğunu keşfetmiştir. Bu sayede, suda bitki yetiştirebilmek için, günümüz hidroponik sisteminin atası olan besin çözeltisi formülasyonunu (Şekil 19) yayınlamıştır (Lagomarsino, 2019).



Şekil 19. Besin çözümü

Kaynak: (Lagomarsino, 2019)

Bir bitkinin yaşamını sağlayabilmesi için havadan ve sudan alması gereken bazı besinler bulunmaktadır. Gösterilen şekilde, bitkinin var olabilmesi için toprağa değil bu besinlere ihtiyacı olduğu, bu sayede tarımın topraksız ortamda da sağlanabileceği gösterilmektedir. Bitkiler havadan 3 besin maddesi: karbon (C), hidrojen (H) ve oksijen(O) ve ilave sudan 13 besin maddesi almaktadır: nitrojen (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), kükürt (S), demir (Fe), manganez (Mn), bakır (Cu), çinko (Zn), bor (B), klor (Cl) ve molibdat (Mo).

2.12.2. Susuz (Kuru) Tarım

Susuz tarım veya kuru tarım diğer adıyla kurak toprak tarımı, çiftçilerin belirli bir ürün döngüsünün nem miktarına uyum sağlamak amacıyla geliştirilen bir dizi teknik ve yönetim uygulamasını kapsamaktadır. Kışın yüksek yağış alan ve yazın kurak geçen iklimlerde yeraltı havzalarına dolan ve eriyen buz suları kullanılmaktadır. Bu havzalarda biriken sular, kıt su kaynakları olan bölgelerde tarımsal alanların sulanmasında

kullanılabilmektedir (Wikipedia, 2023). Dünyada artan su kıtlığı dikkate alındığında, yağmurlarla beslenen kurak tarımın önceliğe sahip olduğu anlaşılmaktadır (Sun, 2012).

Kuru tarımda, kışın yağan karların erimesiyle oluşan yeraltı su havzalarından en verimli şekilde yararlanılan bazı uygulamaların içerdiği faydalar şu şekildedir:

- Arazinin minimum seviyede işlenmesi
- Kontrollü tarım
- Su tasarrufu
- Verim kaybı önleme
- Kuru tarıma uygun ürün seçimi
- Her ürüne eşit su sağlayabilmek için normalden geniş ekim aralığı
- Yabani ve zararlı otların ihtiyaç duyduğu suya engel olarak yabani ot kontrolü
- Sulama suyunu taşımak ve pompalamak için kullanılan enerjiyi ortadan kaldırmak (California Ag Water Stewardship Initiative, 2023).

Susuz tarımda kullanılan sistemler; yağışın kaynağını tespit ederek su kaynağını en verimli şekilde kullanmak üzere dizayn edilmiştir. Bazı kurak bölgelerdeki mevsimler yağış değişimlerinin etkisini azaltmak için nadası kullanılmaktadırlar. Bu bölgelerde yapılan nadasın amacı; suyu depolayarak, sonrasında bitkiler tarafından tüketilmek üzere azot (N) birikmesini sağlamaktır. İklim değişikliğinin de etkisiyle belirsiz olan yağışlara tedbir olarak ve bu riski yönetebilmek için bazı stratejiler belirlenmektedir (Anderson W. I., 2002),

- Tarımsal arazi ekimi ve hayvancılığın entegre edilmesi,
- Şartlara uygun olan bazı ürünlerin kuru ekimi,
- Ürünlerin kalıntılarının tutulup, gübre olarak kullanılması,
- Azot sağlayan baklagillerin kullanılması,
- Toprak işlemenin azaltılması vb.

Kuru tarımda ekilecek tarımsal ürün seçimi, mevsimlere göre alınan yağışlara göre seçilmektedir. Örnek olarak; kış yağışlarının daha fazla olduğu yerlerde kışlık buğday ekilirken, yaz yağışlarının fazla olduğu yerlerde sorgum, ayçiçeği, pamuk gibi ürünlerin ekilmesi daha doğru olmaktadır (Malcolm, 1996). Ayrıca; üzüm, domates, buğday, darı, balkabağı, çavdar, tahıllar, fasulye gibi ürünler de toprakta depolanan kış sularını kullanarak kurak alanlarda yetiştirilebilmektedir (California Ag Water Stewardship Initiative, 2023).

Yoksulluğun azaltılması, güvenli gıdaya ulaşım, su ve beslenme güvenliğinin iyileştirilmesinin yanı sıra iklim değişikliği de dahil olmak üzere küresel zorluklar karşısında çevrenin iyileştirilmesi misyonuyla kurulan, “Kurak Alanlarda Tarımsal Araştırma Uluslararası Merkezi (ICARDA)” özellikle bu alanlarda çalışmalarını yürütmektedir (ICARDA, 2023).

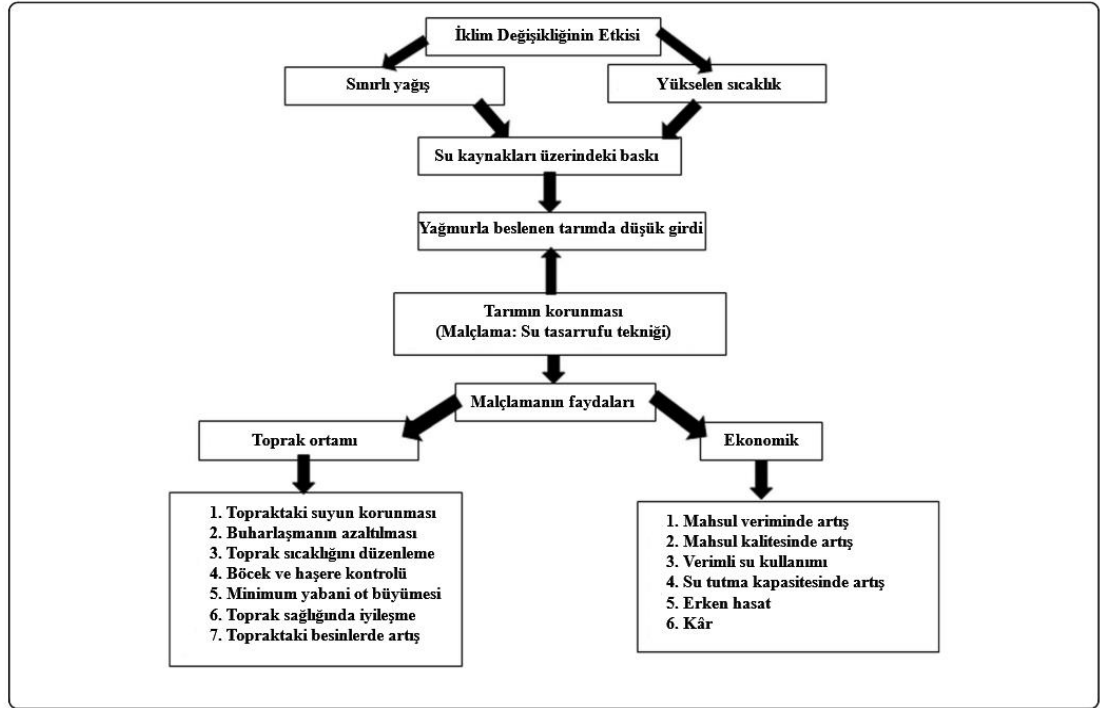
CGIAR Vakfı tarafından desteklenen ICARDA, kendini dünyadaki kurak alan yoksullarının geçim kaynaklarını iyileştirmeye adanmış, kâr amacı gütmeyen bir tarımsal araştırma kuruluşudur. ICARDA'nın günümüzdeki araştırma faaliyetleri arasında yeni ürün çeşitlerinin geliştirilmesi, su yönetimi, koruma tarımı, üretim sistemlerinin çeşitlendirilmesi, entegre ürün, mera ve hayvancılık sistemleri ve kırsal kesimdeki kadınların güçlendirilmesi yer almaktadır. ICARDA'nın 4 araştırma lokasyonu bulunmaktadır. Bunlar; Mısır, Sudan, İran ve Türkiye’de bulunmaktadır (Wikipedia, 2023).

Türkiye İzmir’de 2017 yılında faaliyete geçen Türkiye/ICARDA İzmir Hububat Pasları Araştırma Merkezi (RCRRC), Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı olarak Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü bünyesindeki Bölgesel Tahıl Pası Araştırma Merkezi aracılığıyla buğday pası konusunda uzmanlık hizmeti vermektedir (ICARDA, 2017).

2.12.3. Malçlama

Küresel ısınma ve düzensiz yağışlar, kurak ve yarı kurak bölgelerde tarımsal üretimi sınırlayan su kıtlığının nedenlerindendir. Bundan dolayı; tarımsal su yönetimi, ekilebilir arazilerde suyu korumak için önemli bir görevdir. Kurak bölgelerdeki yağmurlarla beslenen tarımsal alanlar, su tasarrufu sağlayan teknolojilerin uygulanması yoluyla su kullanım verimliliğini artırma baskısı altındadır (Sun, 2012). Su tasarrufu ve verimli su kullanımı dünyanın kurak ve yarı kurak bölgelerinde uzun yıllardır büyük bir başarıyla uygulanmaktadır. Herhangi bir su koruma sisteminin amacı, su kullanımını en aza indirerek mahsul verimini artırmaktır. Verimli su kullanımı, mahsulün büyüme döneminde çok önemlidir ve verimi önemli ölçüde artırabilir (Qin W. H., 2015) (Li C. W., 2017).

Bu nedenle, malçlama yoluyla toprak neminin korunması, kurak alan tarımında su tasarrufu sağlamak ve verimi artırmak için etkili bir seçenektir. Malçlama ve koruma tarımı ile küresel iklim koşulları arasındaki ilişki Şekil 20'de gösterilmektedir. Malçlama, toprak ve agro-meteorolojik koşullar arasında bir bağlantı oluşturarak ürünlerin yetiştirme koşullarını değiştirebilir (Kader, 2019).



Şekil 20. İklim ve mahsulle etkileşim halindeki korumacı tarımın şematik diyagramı

Kaynak: (Kader, 2019)

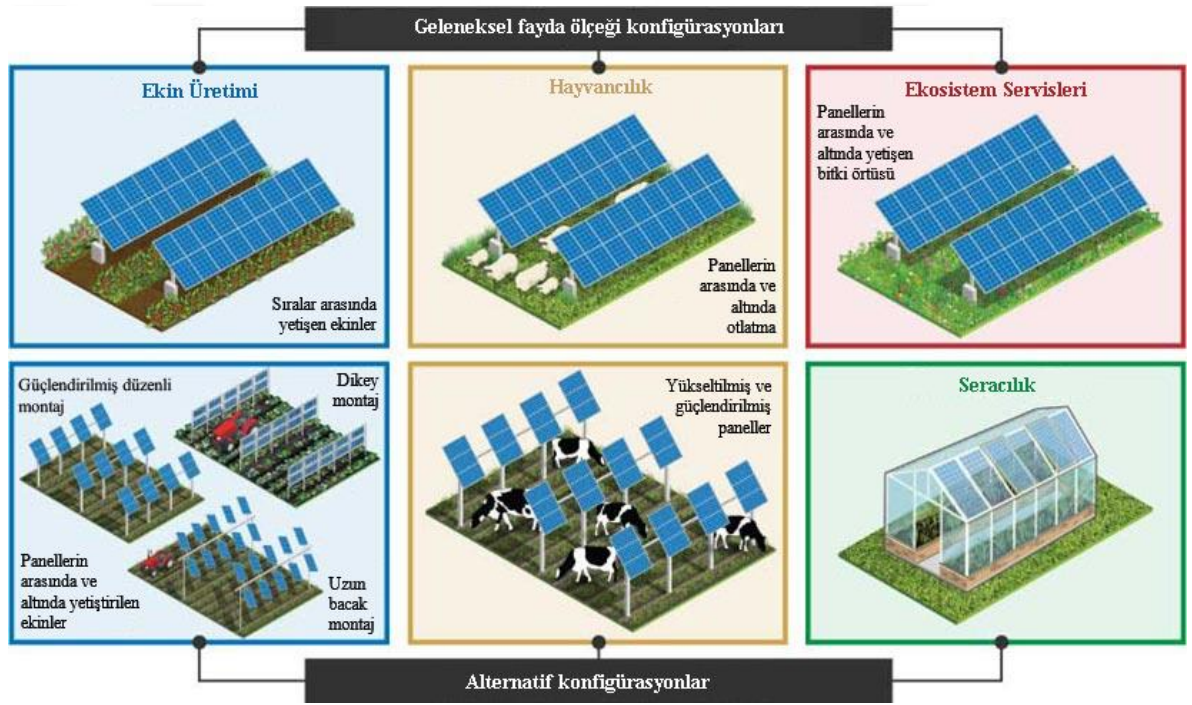
İklim değişikliği ve küresel ısınmayla mücadele ederken tarımsal üretimde bir dizi önlem alınması gerekmektedir. Şekilde, sınırlı yağış alan bölgeler ve yüksek sıcaklığa maruz kalan bölgelerin su kaynakları üzerinde yarattığı baskı gösterilmektedir. Kurak topraklarda tarımın korunması için malçlama tekniği oldukça popülerdir ve toprak/ürün sağlığı, ekonomi açısından birçok faydası bulunmaktadır.

Su stresini azaltmak ve yağmurla beslenen ürünlerde su tasarrufu sağlayan bir teknik olarak malçlama çok önemli bir tekniktir. Özellikle kurak bölgelerde; toprak nemini korumak, toprağın sıcaklığını düşürmek ve mahsul verimini etkileyen buharlaşmayı azaltmak için özellikle önemlidir.

2.12.4. Agrivoltaik Tarım

Agrivoltaik tarım, tarım alanlarının hem tarım için ekilip hem de güneş panelleri yerleştirilerek aynı anda kullanılmasını ifade etmektedir (Dinesh, 2016).

Agrivoltaiklerin birçok farklı uygulaması vardır. Agrivoltaik sistemler; geleneksel büyük ölçekli güneş enerjisi panelleriyle aynı temel düzende kurulabilir, altlarında ve aralarında güneş ışığı, hayvan veya tarım makinelerinin hareketi için ek alan sağlayacak şekilde farklı türlerde kullanılabilir (Dreves, 2022).



Şekil 21. Agrivoltaiklerin farklı kullanım alanları

Kaynak: (Dreves, 2022)

Agrivoltaikler, basit tabirle güneş enerjisi sistemlerinin tarımda altı farklı kullanım alanı şeklinde görüldüğü üzere kullanılmaktadır. Önceleri seracılıkta yoğunluklu kullanılan agrivoltaik paneller yakın zamanda tarım üretimi yapılan alanda doğrudan ekinlerin aralarına yerleştirilmekte ve hayvancılık yapılan alanlara da yerleştirilmekte, bu sayede alandan maksimum verim sağlanabilmektedir.

Bu tekniği 1981 yılında ilk kez Adolf Goetzberger ve Armin Zastrow tasarlayıp geliştirmiştir (Goetzberger, 1982). Uygulamada, tarımsal ekili arazilerin üzerine yerleştirilen güneş panellerinden oluşan bir sistemi ifade etmektedir. Günümüzde uygulanan 3 temel agrivoltaik türü bulunmaktadır:

- Ürünlerin aralarına yerleştirilen güneş enerjisi panelleri
- Ürünlerin üzerinde güneş enerjisi panelleri
- Seraların üzerinde güneş enerjisi panelleridir.

Kullanılan her üç sistemde de hem yerleştirilen panellerin hem de ürünlerin güneş enerjisinden aldıkları verim maksimum olacak şekilde hesaplanmaktadır (Dinesh, 2016).

Bu sistemi geliştiren Goetzberger ve Zastrow, agroivoltaik tesislerin gelecekte nasıl optimize edilebileceğiyle ilgili fikirlerini içeren bir makale yayınlamıştır. Bu makaleye göre;

- Güneş panellerinin sabit paneller için güneye ya da dönen paneller için doğu-batı yönüne yönlendirilmesi,
- Toprak ürünlerine yeterli ışık geçişini sağlamak için güneş panellerinin aralıkları,
- Güneş panellerinin destek yapısının zemine radyasyonun homojenliği için yükseltilmesi şeklindedir (Goetzberger, 1982).

Örneğin; Organik fotovoltatik paneller (OPV), çevre dostu malzemelerin kullanımı, yüksek performanslı rulodan ruloya (R2R) teknolojisiyle uyumluluğu yanı sıra düşük enerji yoğunluklu üretim (düşük gömülü enerji maliyetleri) ve dolayısıyla kısa bir enerji geri ödeme süresi gibi avantajları bir araya getirmektedir. OPV panelleri her boyutta ve şekilde (esneklik ve uygunluk) ve daha da önemlisi çok sayıda renkte olabilmektedir. OPV'ler potansiyel olarak düşük fiyatları nedeniyle uzun süre devrimci

bir çözüm olarak görülmüş olsa da, bu vaatler şimdiye kadar gerçekleşmemiştir. Bununla birlikte, OPV'lerin en büyük avantajı, sadece çevre dostu çözümlerden yapılabilmesi değil, aynı zamanda yapıldıkları malzemelerin de herhangi bir sağlık ve çevre riski oluşturmamasıdır. Ayrıca, mevcut alternatif PV teknolojileri, katmanlarında ve üretimlerinde çok daha çevre dostu olmayan ve toksik kimyasallar kullanmaktadır (Meitzner, 2021).

Agro-voltaik sistemler, fotovoltaiklerden (PV) yenilenebilir enerji üretimini tarımsal üretimle birleştirmeye yönelik stratejik ve yenilikçi bir teknolojidir. Agrovoltaik sistemlerin başarılı bir şekilde uygulanması için çiftçilerin yenilikleri kabul etmesinin temel öneminin farkında olan bu çalışma, tarım sektörü uzmanlarının ikili arazi kullanım sistemlerinin kurulmasının önündeki fırsatlar ve engeller hakkındaki görüşlerini araştırmaktadır. Çiftçilerin agrovoltaik sistemleri benimsemesinin önündeki zorluklarla ilgili bir çalışma yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, katılımcıların güneş ve tarım teknolojilerini birleştirmenin kendileri için potansiyel faydalarını gördüklerini göstermektedir. Ancak, agro-voltaik sistemlerin benimsenmesinin önünde tespit edilen engeller ise şunlardır (Pascaris, 2020) :

- Toprağın uzun vadeli verimliliğine güven duyma isteği,
- Pazar potansiyeli,
- Adil gelir dağılımı,
- Önceden tasarlanmış bir sisteme duyulan ihtiyaç ve tarımsal uygulamalardaki değişikliklere uyum sağlama esnekliğidir.

2.12.5. Toprak İşlemesiz Tarım (No-Tilling Agriculture)

Toprağı işlemeyen yapılan tarımsal faaliyetler pulluksuz tarım olarak da adlandırılmaktadır. Bu yöntemin tarihi aslında geleneksel tarımdan çok daha eskiye dayanmaktadır. Eski zamanlarda yapılan toprak işlemesiz tarımın mantığı

günümüzdekinden çok daha farklıdır. Eskiden; toprak ekim araçlarının ilkelliği ya da yokluğu sebebiyle yapılırken günümüzde, doğaya olan faydalarının farkındalığı ve çevreyi koruma endişesiyle uygulanmaktadır. Toprak işlemesiz veya pulluksuz tarım yöntemleri, sıfır veya en az düzeyde toprağa müdahaleyi içermektedir. Geleneksel toprak sürümünde üst katmanı ekimden önce ters çevrilir. Bu işlem; gübre eklenmesine, ekilecek fide kökleri için toprağın gevşetilmesine, zararlıların ortadan kaldırılmasına ve yabancı otların temizlenmesine yardımcı olmaktadır. Öte yandan bu teknik; toprak erozyonu teşvik etmekte, mikroorganizmaların ölmesine sebep olmakta, yararlı maddelerin ortadan kalkmasına ve topraktaki karbonun havayla buluşmasını sağlayarak karbon salınımına katkıda bulunmaktadır (EOS Data Analytics, 2023).

Pulluksuz tarımın en önemli kuralı toprağı sürmemektir. Bu sayede doğa kendi haline bırakılmış, topraktaki yararlı bitki, böcek ve mikroorganizmalar toprağı kendi işler ve yararlı hale getirmektedir. Toprak sürüldüğünde bu yaşam alanı zarar görmüş, yararlı mikroorganizmaların bir kısmı ortadan kaldırılmış olmaktadır. Bu nedenle bitkiler yapay gübrelere ihtiyaç duymaya başlayacaktır. Doğa kendi başına bırakıldığında besin biriktirmeye başlar. Örneğin, halihazırda bulunan bitki köklerinde rizobiyum adı verilen bitkiyaşar bir bakteri bulunmaktadır. Bu bakteriler havadan aldıkları azotu bağlayarak toprağı beslemektedir. Her bitki güneşten aldığı ısı ve ışık sayesinde kendi ihtiyaç duyduğu hücreleri üretmek üzere yaratılmıştır. Bu nedenle doğada bulunan bitkiler kimsenin gübre vermesine ihtiyaç duymadan kendi başlarına yaşayıp geliştirmekte ve bütün vahşi yaşamı besleyebilmektedir (Tohumun Hikayesi, 2023).

Toprak işlemesiz (NT) tarım sistemleri; yakıt tüketimi, erozyon kontrolü, iyileştirilmiş toprak kalitesi (FAO, 2023), işgücü ihtiyacının azalması ve sera gazı emisyonunu azaltması (Oorts, 2007) sebebiyle özellikle Avustralya’da (Llewellyn, 2012) ve küresel düzeyde (Derpsch, 2010) önemli artış göstermektedir.

Bu sistem çiftçiler için daha az makine ve enerji kullanımı anlamına gelmekte, geniş arazileri yönetmesine olarak sağlayarak devrim yaratmaktadır (Triplett Jr., 2008). Ancak, bu yararları rağmen istenmeyen bazı durumlar da ortaya çıkmaktadır. Yabancı otlarda herbisit direnci ortaya çıkararak toprak ve anız kaynakları hastalıkların ortaya

ıkmasını arttırmıştır. Bu da ürünlerin ve toprak karbonunun yzeyeye çıkararak tabakalaşmalara sebep verip bitki sağlığın tehlikeye atmaktadır (Thomas, 2007).

Yapılan araştırmaların sonucunda toprak işlenerek veya işlenmeyerek yapılan tarımın; toprağın tipine, bölgenin iklimine, ürün tipi ve yöntemine göre farklı sonuçları olduğu açıktır. Bu durumda şartların iyi analiz edilip mahsul verimine göre tercih yapılması gerekmektedir (Danga, 2015).

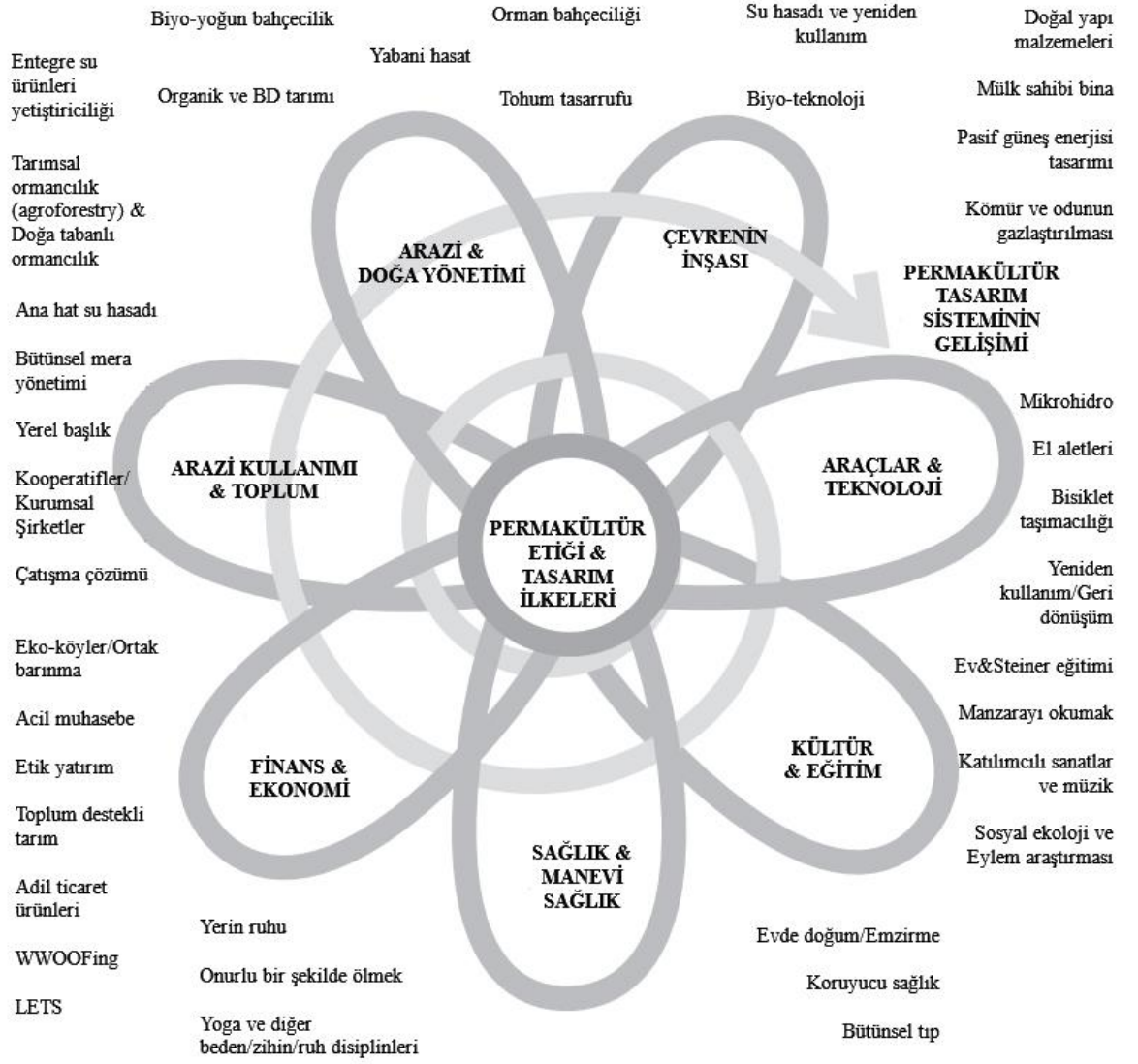
2.12.6. Permakültür

Permakültür, doğal ekosistemlerde gözlemlenen mekanizmalara dayalı bir arazi yönetimi ve yerleşim tasarımı yaklaşımdır. Permakültür, entegre sistem düşüncesi yoluyla geliştirilen bir dizi tasarım ilkesini içermektedir. Bu ilkeler; rejeneratif tarım, kentsel planlama, yeniden geliştirme ve toplumsal dayanıklılık gibi alanlara uygulanmıştır. Permakültür terimi, 1978 yılında Bill Morrison ve David Holmgren tarafından ortaya atılmıştır. Modern endüstriyel yöntemlere karşı çıkmayı ve bunun yerine tarıma daha geleneksel veya doğal bir yaklaşıma benimsemeyi önermektedirler (Birnbaum Fox, 2009) (Holmgren, 2007) (Schaeffer, 2014).

Permakültür yanlış tanımlandığı ve bilimsel bir temeli olmadığı için sık sık eleştirilmiştir. Eleştirmenler, verimlilik iddialarını kanıtlamak ve metodolojileri iyileştirmek için anekdotlara ve ekolojik ilkelerin ekstrapolasyonlarına dayanmak yerine, hakemli araştırmalara dayanması çağrısında bulunmaktadır. Alternatif Teknoloji Merkezi'nden Peter Harper, permakültür olarak adlandırılan şeylerin çoğunun gerçek sorunlarla ilgisiz olduğuna inanmaktadır (Harper, 2003).

Bill Mollison permakltr; “Doğaya karşı değil, onunla birlikte çalışma felsefesidir. Uzun sreler boyunca düşüncesizce çalışmak yerine dikkatlice ve derinlemesine gözlem yapmak, her bölgeyi benzersiz bir kültürel sistem olarak ele almak yerine bitki ve hayvanların işlevlerinden en iyi şekilde yararlanmaktır” şeklinde tanımlamaktadır (Mollison, 1991).

Permakültür, arazinin ve doğanın idaresi temel alanı etrafında etik ve ilkelerle başlamaktadır. Ardından uygun enerji yoluyla insanlığı sürdürmek için gerekli yedi alanı entegre eden ilkelerin kademeli olarak uygulanmasıyla gelişmektedir (Holmgren, 2007).



Şekil 22. Permakültür çiçeği

Kaynak: (Holmgren, 2007)

Permakültür, David Holmgren'in tasarladığı ve "Permakültür Çiçeği" olarak adlandırılan bir dizi etik ve tasarım ilkelerinden meydana gelmektedir. Bu tasarım ilkeleri; araçlar/teknoloji, kültür/egitim, sağlık/manevi sağlık, finans/ekonomi, arazi kullanımı/toplum, arazi/doğa yönetimi ve çevrenin inşası etrafında şekillenmektedir.

2.12.7. Dikey Tarım

Dikey tarım; katmanlar halinde, LED aydınlatmalar ile dizayn edilmiş iç mekanlarda kontrollü bir şekilde bitki yetiştirmeyi ifade etmektedir. Bu sistemin en büyük avantajı daha fazla gıda yetiştirirken, pestisit kullanılmamasıdır. Dezavantajları ise; fosil yakıt kullanımı, kullanılan mekanın ve buna bağlı teknolojinin maliyetidir. Son zamanlarda nakliye konteynırları, kullanılmayan yer altı tünelleri ve terk edilmiş maden ocakları dikey çiftlik olarak dönüştürülmektedir (Masterson, 2022).

Dikey tarım; yüksek katlı tarım ya da kentsel çiftlikler olarak da bilinmektedir. Dolayısıyla "dikey" terimi hem bitkilerin gökdelenlerin camlarının arkasında yetiştirildiği gerçeğine hem de bitki sıralarının birbiri üzerinde büyümesini sağlayan dikey yapıya atıfta bulunmaktadır.

Konunun uzmanlarından derlenen bazı gelecek vizyonları şu şekildedir (Duin, 2019);

- Dikey çiftlikler, yoğun nüfuslu şehirlerde gıda arzını artırırken geleneksel tarımın etkisini sınırlandırmaktadır.
- 2050 yılına kadar 9 milyar insan, yani dünya nüfusunun %80'i şehirlerde yaşıyor olacaktır (Zhang X. , 2015). Dikey tarım, üretimin tüketicilere çok daha yakın konumlandırılmasına olanak tanıyarak nakliyat maliyetlerini de önemli ölçüde azaltmaktadır.

Tarım arazilerinin azalmasına alternatif olarak tarımsal üretimin geleceği dikey tarılarda olabilir. Buna örnek olarak; İngiltere'deki Unit 84 gibi yenilikçi dikey çiftlikler gösterilebilmektedir. Bu çiftlik, Doğu Londra'da 6 bin metrekarelik endüstriyel bir depoda, LED aydınlatmalar yardımıyla yılda 20 bin kilogramdan fazla bitki üretebilmektedir (Deloitte, 2020).

Geleneksel tarımın sağlayamadığı birçok faydayı dikey tarım sağlamaktadır. Örnek olarak; geleneksel tarımda ekilecek ürün arazinin coğrafi ve iklim koşullarına göre seçilmekte, ona göre tarım yapılırken dikey tarımda bölgesel veya iklimsel şartlar önem taşımamaktadır. Yıl boyu istenilen ürün, uygun ortam sağlanarak iç mekanlarda yetiştirilebilmektedir. Özellikle geleneksel tarım yapmaya uygun olmayan, şehirlerde yaşayan pek çok çiftçi bu yöntemi tercih ederek taze mahsullere kolaylıkla ulaşabilmektedir.

Dikey tarımın maliyeti diğer tekniklere göre fazla olsa da mekan alternatifleri hızla artmaktadır. Kullanım dışında kalan pek çok altyapı dikey tarım üretim merkezlerine dönüştürülerek dönüşüm sağlanmaktadır. Dikey tarımda geleneksel tarıma nazaran çok daha az alan kullanımı, dönüm başına 10-20 kat daha fazla verim alınabildiğini ortaya koymaktadır. Günümüzde sürekli gelişen bir teknoloji olmasından kaynaklı ilerleyen yıllarda enerji maliyetlerinin düşürülmesiyle çok daha yaygınlaşacağı öngörülmektedir (USDA (U.S. Department of Agriculture) Agricultural Research Service, 2023).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: YEREL VE KÜRESEL TARIM POLİTİKALARI

2021 yılında tarım politikaları ve sanayi destekleri, SARS-CoV-2 koronavirüsün neden olduğu pandemiden etkilenmeye devam etmektedir. Birçok ülke, tekrarlanan yüksek hastalık insidansı dalgaları yaşamış ve ardından virüsün yayılmasını kontrol altına almak için insanlar ve işletmeler üzerinde kısıtlamalar getirilmiştir. Bunun yanı sıra, dünya ekonomisindeki yavaşlamanın ardından, küresel GSYH 2020'de toparlanmış ve 2021'de işsizlik düşerken, tarım sektörü çoklu stresler karşısında önemli ölçüde direnç göstermeye devam etmiştir. Aynı zamanda, artan emtia fiyatlarının bazı bölgelerde gıda güvenliğine zarar verebileceği ve ekonomik toparlanmayı yavaşlatabileceği endişeleri artmaktadır. Özellikle düşük doğal gaz arzı enerji piyasalarını daraltmaktadır. Akabinde Rusya-Ukraya Savaşı, özellikle küresel gıda piyasalarında ek risk ve önemli sonuçlar doğurmaktadır (OECD, 2022).

Tarım, 21. yüzyılda pek çok zorlukla karşı karşıya kalmıştır. Kırsal işgücünün azalmasıyla artan nüfusu beslemek için daha fazla gıda, potansiyel olarak büyük bir biyo-enerji pazarı için daha fazla hammadde üretilmelidir. Tarıma bağımlı ve gelişmekte olan ülkenin genel kalkınmasına katkıda bulunmalı, daha verimli ve sürdürülebilir üretim yöntemleri benimsemeli ve iklim değişikliğine uyum sağlanmalıdır (FAO, 2009).

Tarım piyasaları, tarım ve gıda ürünlerine olan talebi belirleyen ekonomik büyüme (gayrisafi yurtiçi hasıla, GSYH ile ölçülür) ve yakıtlar, kimyasallar ve gübreler gibi birçok tarımsal emtiayı üreten ham petrol ve diğer enerji taşıyıcılarının fiyatları gibi makroekonomik faktörlerden güçlü bir şekilde etkilenmektedir. Enerji fiyatları aynı zamanda bu hammaddelerden üretilen biyoyakıt piyasası yoluyla tahıl, şeker ve yağlı tohumlara olan talebi de etkilemektedir. COVID-19 salgını ve ilgili kısıtlamalar nedeniyle 2020 yılında yüzde 3'ün üzerinde daralan küresel GSYH, 2021 yılında toparlanarak yüzde 5,6 oranında büyümüştür. 2021'in sonunda, birçok OECD ülkesinde üretim pandemi öncesi seviyelere yaklaşmış veya bu seviyeleri aşmıştır (OECD, 2021).

OECD ülkeleri arasında Kolombiya, Kosta Rika, Estonya, Kolombiya, İrlanda, Kosta Rika, Kolombiya ve Türkiye özellikle yüksek büyüme oranları (%9 ile %15'in üzerinde) yaşarken, Japonya'da büyüme %2'nin altında kalmıştır. AB bölgesindeki büyüme %5,2 ile OECD ortalamasına yakın gerçekleşmiş, ancak bu durum 2020 yılında ekonomide yaşanan daralmayı (-%6,5) telafi etmemiştir.

2021 yılında OECD ekonomilerindeki toparlanma daha yüksek işgücü talebiyle ilişkilendirilmiştir. OECD bölgesinde, COVID-19 salgını sırasında 2020'de yüzde 7,1'e yükselen işsizlik oranı, 2021'de neredeyse bir yüzde puan düşmüştür. Bununla birlikte, işsizlik oranı hala yüzde 6,2 ile 2019'dan daha yüksekti. Birçok ülkede, salgının olumsuz istihdam etkilerini azaltmak için 2020'de alınan önemli kamu önlemleri, özellikle kısa vadeli istihdama yönelik kamu desteği de dahil olmak üzere 2021'de de devam etmiştir. Birkaç yıldır düşmekte olan ve 2020'de yüzde 1,5'e gerileyen ortalama enflasyon, özellikle yüksek enerji ve gıda fiyatlarının etkisiyle 2021'de yüzde 3,5'e yükselmiştir (OECD, 2022).

Tablo 15. Temel ekonomik göstergeler (2021)

	Ort. 2009-18	2019	2020	2021
Reel GSYİH büyümesi				
Dünya	3.2	2.8	-.3.4	5.6
OECD	1.6	1.7	-4.7	5.3
ABD	1.8	2.3	-3.4	5.6
AB	0.8	1.6	-6.5	5.2
Japonya	0.7	0	-4.6	1.8
OECD olmayan	4.9	3.7	-2.2	5.8

Arjantin	1	-2	-9.9	8
Brezilya	1.3	1.4	-4.4	5
Çin	8	6	2.3	8.1
Hindistan	7	4	-7.3	9.4
Endonezya	5.4	5	-2.1	3.3
Güney Afrika	1.6	0.1	-6.4	5.2
OECD bölgesi				
İşsizlik Oranı	7.3	5.4	7.1	6.2
Enflasyon	1.6	1.9	1.5	3.5
Dünya reel ticaret büyümesi	3.6	1.4	-8.4	9.3

Kaynak: (OECD, 2021)

OECD 2021 temel ekonomik göstergelerinden elde edilen verilere göre; 2009-2018 yılları dünyanın reel GSYİH büyüme ortalaması 3.2 iken, 2021 yılında 5.6'ya yükseldiği görülmektedir. OECD bölgesi verilerine göre ise, 2009-2018 yılları ortalaması reel büyüme 1.6'dan 2021'de 5.3'e yükselmiştir. Bunun yanı sıra OECD ülkelerinde işsizlik oranı 7.3'ten 6.2'ye gerilemekte olup, enflasyonun 1.6'dan 3.5'e çıkmakta olduğu gözlemlenmektedir. Dünya reel ticaret oranı ise 3.6'dan 9.3'e çıkarak büyümektedir.

Ekonomik faaliyetlerin ivme kazanması, ticaret üzerindeki kısıtlamaların azalmasıyla birleşince, genel olarak gıda dışı ürünlerin, özellikle de enerjinin ve dolayısıyla gübrenin fiyatlarının yükselmesine yol açmıştır (IMF, 2023).

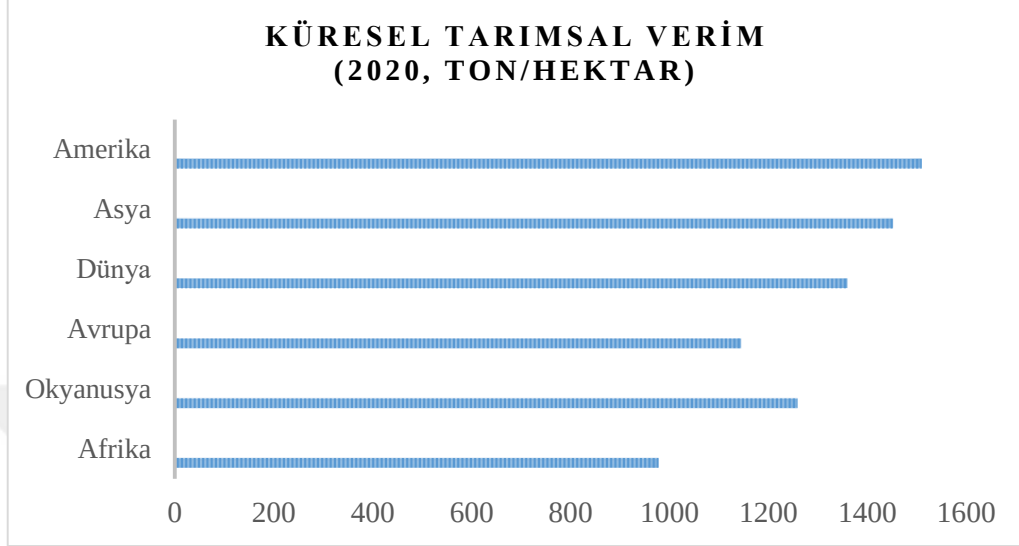
Gelişmekte olan ekonomilerdeki büyüme de 2021'de yeniden başlamış, ancak bu toparlanmanın büyüklüğü farklılık göstermiştir. Burada ele alınan ülkeler arasında en güçlü toparlanma, bir önceki yıl yüzde 7,2'lik düşüşün ardından büyümenin yüzde 9,4 olduğu Hindistan'da gerçekleşmiştir. Çin ve Arjantin'de GSYH büyümesi yüzde 8 civarında gerçekleşmiştir. Bu oran Çin'de salgın öncesi büyüme oranının biraz üzerinde, Arjantin'de ise son on yılın en yüksek seviyesindedir. Güney Afrika, Brezilya ve özellikle Endonezya'da toparlanma daha mütevazı olmuş, büyüme salgın öncesi büyüme oranının oldukça altında kalarak yüzde 3'ün biraz üzerinde gerçekleşmiştir. Küresel ekonomik toparlanmanın işaretleri uluslararası ticarete de kendini göstermiştir. Reel olarak dünya ticareti 2020 yılında yüzde 8,4 daraldıktan sonra yıllık bazda yüzde 9'un üzerinde artış göstermiştir (OECD, 2022).

2000 yılında yaklaşık 4,87 milyar hektar olan arazi alanının 2020 yılına kadar 0,13 milyar hektar azalarak 4,74 milyar hektara düştüğü görülmüştür. Çayır ve meraların küresel arazi alanı içindeki payı 2000 yılında yüzde 67 iken 2020 yılında yüzde 67'ye düşmesi, tarım arazilerinin payının ise yüzde 33'tür. Çayır ve meraların bir kısmının tarım arazisi olarak kullanılmaya başlandığı belirtilmektedir. Ancak tarımda gelişen teknoloji kullanımı sayesinde tarım yapılan alanların büyüklüğü sabit olsa dahi üretimin arttığı kaydedilmiştir.

Küresel tarım arazisi alanı 2000 yılında 1,49 milyar hektardan 2020 yılında yaklaşık 1,56 milyar hektara yükselmiştir. Asya, dünyadaki tarım arazilerinin %38'ini, Amerika %24'ünü, Avrupa %18'ini, Afrika %18'ini ve Okyanusya %2'sini kaplamaktadır. Asya'daki geniş tarım arazilerine rağmen, verimi artırmak için makineleşme, gübre ve kimyasallar kullanan ABD'ye kıyasla verim düşüktür (TBB (Türkiye Bankalar Birliği), 2023).

Dünyada tarımsal ürün üretim miktarı 2010-2020 yıllarında %2 artış göstermiştir. Üretilen tarımsal ürünlerin %32'si tahıl olmakla beraber Asya bu üretimin %50'sini gerçekleştirmektedir. Amerika ise birim başına en çok tarım ürünü üreten bölge

durumundadır. Türkiye, hektar başına 1400 ton ile Asya bölgesinde sınıflandırılmakta ve ortalamanın üstündedir (TBB (Türkiye Bankalar Birliği), 2023).



Şekil 23. Küresel Tarımsal Verim (2020)

Kaynak: FAO, TSKB Danışmanlık Hizmetleri.

Gıda ve Tarım Örgütü ve TSKB Danışmanlık Hizmetleri'nden elde edilen verilerle oluşturulan şekilde görüldüğü üzere, 2020 yılında küresel bazda tarımda verim analiz edildiğinde Amerika 1600 ton/hektar ile başta gelmektedir. Takiben Asya, dünya ortalamasının üzerinde yer almaktadır. Ardından, Okyanusya ülkeleri, Avrupa ve son sırada Afrika kıtasının geldiği görülmektedir.

3.1. Küresel Tarım Politikaları

Dünyadaki ekonomik dönüşümler, özelleştirmeler, yerel ekonomik koşullar, yanlış izlenen politikalar, tarım sektöründeki fiyat dalgalanmaları, arz ve talep dengesindeki değişimler, hem üreticiyi hem de tüketiciyi olumsuz etkileyen ekonomik krizler ve devalüasyon dalgalanmaları, gübre, mazot vb. tarımsal ürünlere yönelik fiyat artışları, tarımsal ürünlere yönelik fiyat artışları tarımsal üretimi doğrudan etkilemektedir (Erdoğan, 2020).

İsrail'de tarım, 1960'ların ortalarında damla sulamanın icadıyla gelişmiştir. Bugün İsrail'de akıllı tarım, teknik geliştirme ve uygulamayı destekleyen ve mümkün kılan modern bir su yönetimi programı tarafından yönetilmektedir (Megersa, 2015).

Avustralya ve Yeni Zelanda da mahsul, hayvancılık ve mera üretimi için akıllı tarım sistemlerinin benimsenmesinde öncü olmuştur. Bu ülkeler tarımda Nesnelerin İnterneti (IoT), büyük veri ve bulut bilişim uygulamalarını desteklemek için interneti kullanmıştır (Cook, 1998) (McBratney, 2005).

Japonya'da akıllı tarımın gelişimi, bilgi teknolojisi ve elektroniğin gelişimi ile el ele gitmiştir. 1980'lerin başında Yamaha Motor Corporation; pirinç, soya fasulyesi ve buğday tarlalarında pestisit uygulaması gibi tarımsal uygulamalar için insansız helikopterler geliştirmeye ve kullanmaya başlamıştır. Yanmar Helicopter Service Co. Ltd. de ekin tarlalarında böcek ilacı püskürtmek için bir dizi tek ve çok motorlu insansız helikopter geliştirmiştir (Sato, 2003).

Güney Kore, toprak, bitki büyümesi, zararlılar ve hava durumu hakkındaki bilgilerle akıllı tarımı desteklemek için tarımsal bilgi sistemlerini tam olarak uygulamaya koymuştur (Wang Y. W., 2016). Kore, kendi dron endüstrisine sahip olmamasına rağmen, ürün koruma için dron püskürtme teknolojisini uygulamaya koymuştur (He, 2017).

Çin, akıllı tarımı 2000'li yılların başında üniversiteler ve tarım bilimleri akademilerindeki araştırmalarla benimsemeye başlamıştır. Bugün Çin'in kuzeydoğu ve kuzeybatı bölgelerinde ve ülkenin diğer bölgelerinde mısır, buğday, pirinç ve pamuğun ticari ekimi için küçük ölçekte uygulanmaktadır. Çiftçilerin yaşlanması, çiftliklerin küçük olması ve tarım arazilerinin uzaktan izlenmesi için devlet desteğinin olmaması nedeniyle akıllı tarım bu sanayileşmiş tarım alanları dışında gelişmemiştir (Huang Y. B., 2021).

Gelişmekte olan ülkelerdeki büyük endüstriyel çiftlikler, çiftlik araçlarında GPS sistemleri kullanarak değişken gübre uygulaması ve verim izleme gibi akıllı tarım teknolojilerini benimsemektedir. Mobil internet, taşınabilir ürün sensörleri ve küçük insansız hava araçları (İHA'lar), Afrika, Asya ve Güney Amerika'daki yüksek değerli çiftliklere modern akıllı tarım sistemlerini tanıtmak için yeterince gelişmiştir (Wang M. , 2001) (Mondal, 2009) (Fisher, 2012).

3.1.1. Avrupa Birliği

Avrupa Birliği, 1962 yılında tarımsal kalkınmayı desteklemek ve EEC²⁶'nin bütçe maliyetlerini düşürme amacıyla, tarımsal sübvansiyon ve diğer programlardan oluşan, adı AB Ortak Tarım Politikası (CAP²⁷) olan bir program tanıtmıştır (Parliamentary Budget Office (PBO), 2023).

CAP'in amaçları;

- Makul fiyatlı gıdanın istikrarlı bir şekilde tedarik edilmesini sağlayarak üreticileri desteklemek ve tarımsal verimliliği artırmak,
- Avrupa Birliği çiftçilerinin makul bir gelir elde edebilmelerini garanti altına almak,
- İklim değişikliği ile mücadeleye ve doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimine katkıda bulunmak,
- AB genelindeki kırsal alanları ve peyzajları korumak,
- Tarım, tarımsal gıda ve ilgili sektörlerde istihdam yaratarak kırsal ekonomiyi desteklemektir.

CAP, bütün AB ülkelerini içeren ortak bir politikadır. Avrupa düzeyinde yönetilir ve AB bütçesinden finanse edilmektedir (The European Union, 2023).

²⁶ **The European Economic Community (EEC):** Avrupa Ekonomik Topluluğu, AB üyelerinin ekonomik entegrasyonunu hedefleyen bölgesel bir kuruluştur.

²⁷ **The Common Agricultural Policy (CAP):** Ortak Tarım Politikası

CAP'in zaman çizelgesi şu şekildedir;

Tablo 16. CAP'in zaman çizelgesi

1962	CAP'in doğduğu yıl. CAP, AB vatandaşları için makul fiyatlı gıda ve adil bir yaşam standardı oluşturmayı hedefleyen bir politika olarak ortaya çıkmıştır.
1984	Çiftlikler o kadar verimli hale gelmiştir ki, ihtiyaç duyulandan daha fazla gıda yetiştirilmiştir. Üretim seviyelerini pazar ihtiyaçlarına yaklaştırmak için bir dizi önlem alınmaktadır.
1992	Politika kapsamında, piyasa desteğinden üretici desteğine doğru bir geçiş söz konusudur. Fiyat desteği azaltılmış ve yerini çiftçilere doğrudan ödemelere bırakmıştır. Çiftçiler daha çevre dostu olmaya teşvik edilmektedir.
2003	Çiftçilere gelir desteği sağlamak ve yeni bir reform yaparak sübvansiyonlar ve üretim arasında bağlantıyı kesmektedir. Çiftçiler bundan sonra arazilerine bakmak, gıda-çevre ve hayvan güvenliği sağlamak koşuluyla gelir desteği alabilmektedir.
2013	CAP, tarımsal sürdürülebilirliği, inovasyonu, kırsal alanlarda yaşamayı teşvik etme amacıyla yeniden düzenlenmektedir. Ayrıca CAP 2014-20 programı yayınlanmış; istihdam, teşvikler ve tarım arazilerinin verimli kullanımına ilişkin yeni düzenlenmeler yapılmıştır.
2021	Avrupa Parlamentosu bir takım müzakereler ile AB Konseyi ve Avrupa Komisyonu ortak karar alarak CAP'in daha fazla reform yapma konusunda anlaştılar.
2021-22	2014-2020 yönetmeliğindeki kurallar genişletilerek gelecekteki CAP planları için yumuşak bir geçiş planlanmaktadır.
2022	CAP'in 60. Yılı kutlanmıştır.

2023	Yeni strateji planları 1 Ocak 2023 tarihinden itibaren tüm üye ülkelerde uygulanmaktadır.
-------------	---

Kaynak: EU Commision (The European Union, 2023)

CAP'ın kuruluşundan 2023'e geçen süreçteki faaliyetleri yukarıdaki tabloda detaylı bir şekilde özetlenmiştir. CAP'ın çiftçilere uygulanmasını önerdiği teşvik programları düzenli olarak güncellenmekte, çevre dostu uygulamaları desteklediği dikkat çekmektedir.

1 Ocak 2023'te yürürlüğe giren son çalışma CAP 2023-27, 27 AB ülkesini kapsayan çiftçileri ve kırsal paydaşlara yönelik sübvansiyonlar sağlayan stratejik destek planı açıklanmıştır. Buna göre; “Avrupa Yeşil Anlaşması”, “Tarladan Sofraya Stratejisi” ve “Biyçeşitlilik Stratejisi” hedeflerine önemli bir katkı sağlaması umulmaktadır. AB tarımının geleceğini, biyoçeşitliliğini, ticari belirsizliklerin minimalizasyonu, sürdürülebilir-çevre dostu çiftçiliğin ve vatandaşlarının tarımsal ihtiyaçlarını öncelik alan CAP, çalışmalarını bu alanlarda titizlikle sürdürmektedir (The European Union, 2023).

İklim değişikliği tüm dünya için bir tehdit oluşturmaktadır. Buna karşın AB, kaynakların daha etkin, verimli kullanılabilmesi ve rekabetçi bir ekonomiye katkı sağlama amacıyla Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı'nı hazırlamıştır. Bu projenin amaçları;

- Sera gazı emisyonlarını 2050 yılına kadar sıfıra indirmek,
- Kaynak kullanımı ve ekonomik büyümeyi birbirinden ayırmak,
- Enerji sisteminin temizlenmesi,
- Daha yeşil bir yaşam tarzı için ekonomi, ulaşım ve toplumun dönüşümü şeklindedir (Avrupa Birliği Türkiye Delegasyonu, 2023).

AB'nin 2019 yılında, Avrupa Yeşil Mutabakatı'yla 2050'de dünyada ilk iklim nötr kıta olma amacını deklare etmiştir. Akabinde, “Tarladan Sofraya” stratejisi ile 2030'a kadar; tarlada kullanılan kimyasalların, pestisit kullanımının azaltılması, organik tarımın yaygınlaştırılması, gıda atık ve kayıplarının önlenmesini amaçlamaktadır (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2022).

AB'nin “Tarladan Sofraya Stratejisi”, Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın merkezi bir unsurudur. Sürdürülebilir gıda sistemlerinin zorluklarını kapsamlı bir şekilde ele almakta ve sağlıklı insanlar, sağlıklı toplumlar ve sağlıklı bir gezegen arasındaki ayrılmaz bağlantıyı kabul etmektedir. Komisyon; 2030 Biyoçeşitlilik Stratejisi, CEAP²⁸ ve Sıfır Kirlilik hedefi dahil olmak üzere Yeşil Anlaşma ile ilgili stratejilerin uygulanmasını hedeflemektedir. Sürdürülebilir bir gıda sistemine geçişi izleyecek, hedeflere yönelik ilerlemeyi ve AB gıda sisteminin çevresel ve iklim ayak izinin genel olarak azaltılmasını değerlendirmektedir. Veri toplayarak ve dünyayı gözlemleyerek komisyon, stratejideki tüm eylemlerin rekabet gücü, çevre ve sağlık üzerindeki etkisinin kapsamlı bir değerlendirmesini yapacağı belirtilmektedir. Strateji ayrıca, alınan önlemlerin hedeflere ulaşmak için yeterli olup olmadığını veya ek eylemlerin gerekli olup olmadığını belirlemek için 2023 ortalarında gözden geçirileceğini belirtmektedir (Akdeniz İhracatçı Birlikleri, 2020) (European Parliament, 2020).

Tarladan Sofraya Stratejisi, AB'de gıda sektörünün sürdürülebilir gelişimine nasıl değer verdiğini gösteren yeni bir entegre yaklaşımdır. Bu durum; yaşam tarzı, sağlığı ve çevreyi iyileştirmek için bir fırsat konumundadır. Sağlıklı ve sürdürülebilir beslenmeye geçişi kolaylaştıran elverişli bir gıda ortamının yaratılması, tüketicilerin sağlığını ve yaşam kalitesini iyileştirecek, toplumun sağlık maliyetlerini azaltacak bir programdır (EFSA (European Food Safety Authority), 2019).

²⁸ **Circular Economy Action Plan (CEAP):** AB'nin yeni dairesel eylem planı daha temiz ve daha rekabetçi bir Avrupa'yı hedefleyerek oluşturulmuş bir plandır.

3.1.2. İran

İran tarım politikaları incelendiğinde, sektörde hızla artan talebi karşılayabilmek için yerli üretime olan güven sürekli taze tutulmaktadır. İran, jeopolitik etkenlerden dolayı gıda güvenliğini sağlamak ve çiftçilerine geçim kaynağı sağlayabilmek için gelişmiş ülkelerin ithalatlarına bağımlı olmak yerine özsermayesine önem vermektedir. Bu sebeple de İran hükümeti, çiftçilerine uygun fiyatlı ürün sağlama ve maliyetleri düşürme gibi sübvansiyonlar sağlamaktadır. Temel gıdaların halka açık olarak dağıtım ve tedarikine önem vermektedir. İthalat ve ihracatın kontrolleri önemli ölçüde iç talep esas alınarak gerçekleştirilmektedir (World Bank, 2004).

İran'ın tarımsal ve ekonomik kalkınmasını destekleyen başlıca politika çerçeveleri:

- Vizyon 2025; 2009'da kabul edilen, tüm alanlardaki uzun vadeli politika hedeflerini içermektedir (Iran Ministry of Economy and Financial Affairs, 2023).
- Geniş Tarım Politikaları; 2005'te kabul edilmiştir.
- 4. Beş Yıllık Ulusal Ekonomik, Sosyal ve Kültürel Kalkınma Planı (FYNDP); 2005-2009 yılları için hazırlanmış, 2011'e kadar uzatılmıştır (World Bank, 2004).
- 5. Beş Yıllık Ulusal Ekonomik, Sosyal ve Kültürel Kalkınma Planı (FYNDP); 2010-2015 yılları için hazırlanmıştır (Islamic Parliament Research Center Of The Islamic Republic Of Iran (FA), 2023).
- 6. Beş Yıllık Ulusal Ekonomik, Sosyal ve Kültürel Kalkınma Planı (FYNDP); 2016-2021 yılları için hazırlanmıştır (Saba Power and Water Industries Investment Company (FA), 2023).
- 7. Beş Yıllık Ulusal Ekonomik, Sosyal ve Kültürel Kalkınma Planı (FYNDP) ise 2021-2026 yıllarını kapsamakta olup (Kamyab, 2020), insan sağlığına ve geçimine özel önem vermektedir (Tehran Times , 2023) ve tarımda önem verdikleri konular;

- Başta su kaynakları olmak üzere, beşeri kaynaklar ve üretim faktörlerinin optimum kullanımı için iklim koşulları, bölgesel kapasite, ekonomik ve çevresel avantajlar dikkate alınacaktır.
- Tarım ürünlerinde yerli üretimi teşvik etmek ve üreticileri motive etme amacıyla fazla üretim için satın alma güvencesi,
- Büyük ölçekli sera ürünlerinin üretimi ve ihracatı için özel bölgeler oluşturmak,
- Tarım sektörünün eğitim, araştırma ve teknoloji sisteminin etkinliğinin artırılması ve iyileştirilmesi, sivil toplum sektörünün rolünün artırılması; Tarımsal Araştırma, Eğitim ve Tanıtım Teşkilatı ile Tarımsal Cihad Bakanlığı araştırma ve geliştirme kurumlarının yönetim, teknoloji ve yeniliğin geliştirilmesi yaygınlaştırılması, yeniden tasarlanması ve onaylanması gibi işlevlerini yerine getirmek,
- Gıda güvenliği ve sağlık düzeyini artırmak ve çıkar çatışmalarını önlemek amacıyla, fabrika ve işyerleri üzerinde hükümetin sağlık ve teknik denetimini daha etkin hale getirmek vb. şeklindedir (Shenasname, 2023).

Tarım; verimi, kaliteyi artırma, gıda israfı, maliyetleri en aza indirme ve sürecin sürdürülebilirliğini en üst düzeye çıkarma nihai hedefiyle çeşitli yüksek teknoloji çözümlerini kullanan ilerici bir sektöre dönüşmektedir. İran örneğinde ise, ülkeyi teknolojik tarımı adapte etmek hükümetin 2025 yılına kadar temel ekonomik planlarından birisidir. Bunun için altyapının geliştirilmesinin yanı sıra geleneksel tarımı dönüştürmenin sosyal ve kültürel etkilerinin de anlaşılması gerekmektedir (Rezvani, 2022).

İran'da IoT'nin geliştirilmesi ve kullanılması bir dizi zorlukla karşı karşıyadır. İSS²⁹'lerin İran'daki IoT pazarına girme konusundaki isteksizliği (Ministry of I.T.C (Iran), 2021) IoT altyapılarının geliştirilmesinin çok yavaş olmasına (Tanumand, 2023) ve eksikliklerle karşılaşmasına neden olmuştur (Ministry of I.T.C (Iran), 2021) (İtbaz

²⁹ İSS: İnternet servis sağlayıcıları

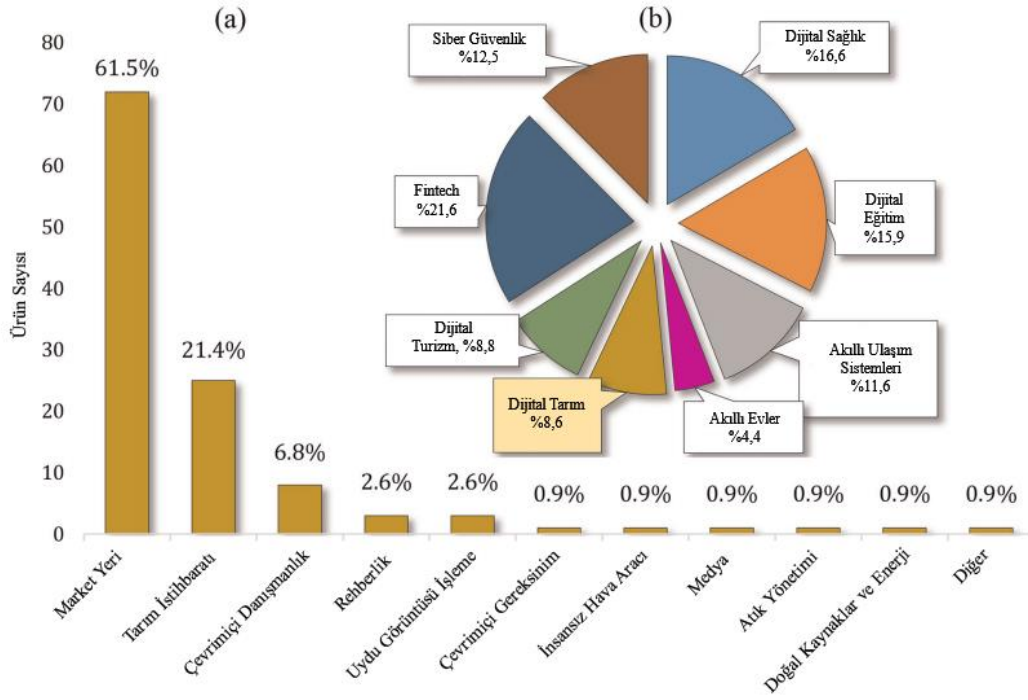
Editorial Team, 2023). Örneğin, talep ve pazar eksikliği nedeniyle operatörler altyapı kurma konusunda isteksizdir ve 5G'ye geçme olasılığı şüphelidir (Ministry of I.T.C (Iran), 2021).

En önemli IoT platformlarından biri dördüncü nesil IP'den altıncı nesil IP'ye geçiştir ve İran'da bu sürecin hangi aşamada olduğu belirsizdir (Tanumand, 2023). Akıllı üretim ve endüstriyel IoT gibi güçlü IoT uygulamaları hakkında çeşitli kurumların farkındalık eksikliği, bu teknolojinin üretkenliğinin ve gelişiminin ve dolayısıyla İran'daki IoT pazarının refahının önündeki engellerden biridir (Rezvani, 2022).

Bir diğer engel ise IoT'nin büyük ölçekte kullanımı konusunda kamu bilincinin eksikliğidir (Itbaz Editorial Team, 2023). IoT, verilere ve ölçümlere erişim gerektirmektedir (veri şeffaflığı ve açık veri). Ancak çeşitli nedenlerden dolayı İran'da IoT alanında zorluklar yaşanmaktadır (Ministry of I.T.C (Iran), 2021).

İran'da tarım; Tarım 2.0 aşamasındadır ve ikinci nesil tarımdan üçüncü nesil tarıma doğru ilerlemektedir. Son yıllarda tarım sektöründe sanayi devriminin dördüncü nesil teknolojilerini geliştirmek için aktif çaba sarf edilmektedir.

İran'ın dijital ekonomisinin üçüncü katmanında üretilen tüm ürünler sekiz sektöre ayrılmıştır: dijital sağlık, dijital eğitim, akıllı ulaşım sistemleri, akıllı ev, dijital tarım, dijital turizm, fintech ve siber güvenlik. 117 ürünle (%8,6) dijital tarım, üretilen tüm ürünler arasında yedinci sırada yer almaktadır (Şekil 24 a) (Mohammadi, 2021).



Şekil 24. Dijital ekonominin (a) ve dijital tarımın (b) farklı sektörlerdeki payları

Kaynak: (Rezvani, 2022)

Yukarıdaki (Şekil 24 b) dijital ekonominin toplam çıktısını göstermemektedir. Fakat, İran'daki dijital tarımın durumu hakkında genel bir fikir vermektedir. Küresel olarak dijital tarım, dijital ekonominin diğer sektörleri kadar öne çıkmamaktadır. Tarımın farklı sektörlerindeki ürünlerin dağılımı, ürünlerin çoğunun sırasıyla pazar (%61,5) ve tarımsal istihbarat (%21,4) ile ilgili olduğunu ve toplam ürünlerin %82,9'unu içerdiğini göstermektedir (Mohammadi, 2021).

3.1.3. Japonya

Japonya'nın 2000'li yıllarından başından beri temel tarım politika hedefi gıda üretiminde kendi kendine yetebilmek olmuştur. Öyle ki bu oran 2018'de yalnızca %37'dir. Japonya'nın coğrafi şekillerine bakıldığında, ülkenin üçte ikisinin dağlık

bölgelerden oluştuğu görülmektedir ve birçok bölgeye ulaşım oldukça zordur. Diğer önemli bir sorunsu çiftçilerinin yaş ortalamasının 67 olması ve yaş ortalamasının giderek artmasıdır. Yaşlı işgücü sebebiyle binlerce hektarlık tarım arazisi kullanılamamaktadır (Noguchi, 2021).

Bunların yanı sıra küresel tedarik sistemlerinin hassaslığı, nadas alanlarının genişlemesiyle oluşan gıda kaybı, israf gibi etmenler tarımsal sürdürülebilirliği tehlike altına almaktadır. Bu nedenle Japonya, tarımsal değer zincirini oluşturan; üretim, işleme, dağıtım, satış, geri dönüşüm gibi başlıkların tamamını ele alarak çalışmaktadır. En önemlisi de tüm değer zincirini birbirine bağlamak için yararlanılan veri kullanımıdır. Dolayısıyla Japonya, bu sorunları çözmek için veri kullanımında bireysel gelişim teknolojisini yaygınlaştırmaya son derece önem vermektedir (Kobayashi, 2021).

Tüm bu olumsuz şartlar neticesinde belirlenen politik hedefler, Japonya'yı teknolojiye yeni gelişmeler beraberinde akıllı tarıma yöneltmektedir. Japonya, tarihi boyunca olumsuz şartlarıyla mücadele etmeye kararlı duruşuyla yeni teknolojileri benimseyerek tarım politikalarında da yeni stratejiler oluşturmaktadır. Japonya'nın Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikası Sekreterliği Kabine Ofisi, 2016 yılında tarımda yapay zeka, büyük veri ve nesnelerin internet kullanarak büyüme alanına dönüştürmeyi ilan etmiştir (Noguchi, 2021).

Japonya Tarım, Orman ve Balıkçılık Bakanlığı (MAFF), tarım politika reformlarını, akıllı tarım teknolojileri ve hizmetlerinin genişlemesi amacıyla gelecek birkaç yıl için hızlı bir şekilde uygulanabilmesini hedefleyen bir yol haritası yayınlamıştır. MAFF, akıllı tarım teknolojileri ve hizmetleriyle yeni fırsatlar sunmak ve genişletmek için büyük ölçekli 124 pilot tanıtım projesi oluşturmuştur. Aynı zamanda, Japon Ulusal Tarım Kooperatifleri Birliği'nin (JA GROUP) devasa pazar gücü sayesinde Japonya'nın tarıma elverişli olmayan topraklarının ortaya çıkardığı dezavantaj da ortadan kalkmaktadır (ECOS GmbH, N. Temmen , 2021).

3.1.4. İtalya

Son yıllarda İtalya’da tarımda teknoloji kullanımı konusunda ciddi çalışmalar ve politikalar üretmektedir. İtalya, Avrupa Birliği’nin önde gelen tarımsal ürün üreticilerinden biridir. Tarım, ülkenin en önemli ekonomik kaynaklarından biridir ve ülke GSYH’sının %2’sini oluşturmaktadır. Coğrafi koşullarının engebeli arazilerden oluşması tarım için bir dezavantaj oluştursa da nüfusun %4’ü bu alanda istihdam edilmektedir (Depar, 2023).

Kentsel alanlardaki aşırı kalabalıklaşma, iç bölge topraklarının önemini artırmaktadır. İç bölgelerin yeniden canlanması, yaşam kalitesinin artması ve geniş kaynak mirasının (doğa, orman, çevre, peyzaj, tarih, kültür, tarımsal gıda vb.) kullanımının artması anlamına gelmektedir. Ancak iç bölgeler, kırılgan bir alan olarak kabul edilir ve nüfusun azalması, ekonomik ve sosyal çölleşme riskiyle sonuçlanmaktadır. Genç nüfusun ülke dışına göç etmesi ve yaşlanan bir nüfusun geride kalması, iç bölgelerin desteğe ve yardıma daha çok ihtiyaç duymasına sebep olmaktadır. Ek olarak, refah sistemi güçlü bir verimlilik ve muhasebe odaklı yaklaşımdan yoksun kalmıştır. Bu nedenle, iç bölgelerin yenilenmesi için çözümler bulunmalı ve desteklenmelidir (Barbera, 2022) (Locatelli, 2022).

Küresel tarımda yeni trendler ortaya çıktıkça İtalya’da buna uyum sağlamış ve ülke ekonomisinin temel taşlarından biri olan tarımda teknoloji kullanımına gidilmiştir. İtalya tarımda hızla ilerlemekte ve teknolojik gelişmeler ışığında kendi teknikleriyle birleştirerek özgün bir politika meydana getirmiştir. İtalya’daki tarım start-upları genelde daha küçük, kendi kendine yetebilen uluslararası pazarda rekabet edebilecek büyüklüğe ulaşmayan girişimlerdir. Bunun sebebi İtalyan tarımında nesilden nesile aktarılan bir geleneğe sahip olunmasıdır. İtalya, teknolojiyi geleneksel tarzına uyarlayarak, çiftlik faaliyetlerini gerçek zamanlı takip edebileceği ve kaliteden ödün vermeden maliyetlerini azaltacak çözümlere odaklanmaktadır (Smart Eventi, 2023).

Buna karşın, İtalya Uyum Bakanı 2012 yılında Ulusal İç Alanlar Stratejisini (SNAI³⁰) önermiştir. Bu stratejiye göre İtalya hükümetince belirlenen pilot bölgelerde farklı tarımsal girişimler denenmiştir (Interlandi, 2022). Gıda egemenliği, bu bölgelerde yerel üretim sistemlerinin etkin bir şekilde geliştirilmesi için somut ve hedefe yönelik politikaların tanımlanması, uygulanmasında ve burada sunulan tavsiyelere içerik kazandırılmasında önemli bir araç olabilmektedir. Örneğin, "küçük ölçekli tedarik sözleşmeleri" gibi özel tedbirler ve tüm ulusal pilot bölge modellerini teşvik etmeye yönelik politikalar geliştirilmektedir (REA, 2023).

3.1.5. Güney Afrika

Afrika nüfusunun büyük bir yüzdesi tarım veya buna bağlı iş kollarıyla uğraşmaktadır. Bundan dolayı Afrika küresel tarım piyasasında en büyük ve kapsayıcı değer zincirlerinden birine sahip durumdadır. Ortaya çıkan bu değer zinciri, güney bölgelerinde daha belirgindir. Özellikle Güney Afrika tarımda teknoloji kullanımında yaygınlaşma politikası izlemektedir. Güney Afrika'nın teknolojik tarımda önde gelen 12 start-up projesi;

Aerobotics, Livestock Wealth, FarmTrace, Maltento, AgriPredict, Agri Technovation South Africa, Khula, SwiftVee, Inseco, Nile, Nambu Group ve InteliGro Crop Solutions örnek olarak aşağıdaki şekildeki gibi gösterilebilir (AU-Startups, 2023).

³⁰ SNAI (Strategia Nazionale Aree Interne): İç Alanlara İlişkin Ulusal Strateji



Şekil 25. Güney Afrika'da teknolojik tarım alanının faaliyet gösteren 12 start-up

Kaynak: (AU-Startups, 2023)

Güney Afrika son yıllarda tarımda teknoloji kullanımında adından oldukça söz ettirmektedir. Küresel tarım teknolojiye harmanlanırken Afrika ülkeleri bölgesel dağılıma ve altyapı yetersizliği sebebiyle uzun yıllar tarımdaki yenilikleri yakalayamamıştır. Tarımda teknoloji kullanımıyla üretkenlik arttırılırken bilgiyle birlikte dijital çözümlerin kullanılması gerekliliktir. 2015-2020 yılları arasında 18 Afrika ülkesinde tarım teknoloji şirketleri kurulması teşvik edilmiş ve mali desteklerde bulunulmuştur. Bu şirketler; pazar erişimini kolaylaştırmak, sigorta sağlamak, değer zincirini kısaltarak üreticilerin verim ve karlılığını artırmasında öncü olmaktadır. FAO, Afrika'nın 2015'te 200 milyon dolar olan tarım pazar değerinin 2030'da 1 trilyon dolara çıkacağını öngörmektedir. Özellikle Güney Afrika, sektörde teknoloji kullanımında başı çekmektedir. Yeni tarım teknolojisinde yapay zeka (AI) ve büyük verinin entegrasyonu ile ortaya çıkan iş modelleri istihdamda büyük potansiyel yaratmaktadır (Hruby, 2023).

3.1.6. Hindistan

Hindistan hükümet politikası her zaman gıda tahıllarında kendi kendine yeterliliği vurgulamıştır. Ancak bu tarımsal sürdürülebilirlikle tam olarak örtüşmemektedir. 1970'lerde ve 1980'lerde önemli ölçüde artan tarımsal çıktı büyümesi ve işgücü verimliliği 1990'larda düşüşe geçmiştir. Bu büyüme oranları 2000 yılından bu yana daha da kötüleşmiştir: 2000-2001'den 2002-2003'e kadar hem toplam tarımsal üretim hem de gıda tahıl üretimi negatif büyüme oranları kaydetmiştir. Tarımsal üretim ve işgücü verimliliğindeki büyüme oranının düşmesi, gıda güvenliği, geçim kaynakları ve çevre konuları göz önüne alındığında ciddi bir sorun teşkil etmektedir (Government of India , 2002).

Hindistan tarımı, çevresel etkileri en aza indirirken üretimi artırma zorluğuyla karşı karşıyadır. Buna toprak, su ve hava gibi tarımsal verimliliği belirleyen kaynakların kalitesinin korunması ve sürdürülmesi de dahildir. Ürün verimindeki düşüş birçok faktör tarafından belirlenmekle birlikte, kısmen toprak ve su kaynaklarının sömürülmesinin bir sonucu olabilmektedir.

Toprak bozulması Hindistan tarımındaki en büyük kısıtlamalardan biridir. Tarım Bakanlığı'na göre 1980'lerin başında Hindistan'ın coğrafi alanının yaklaşık %53'ü (173.6 milyon hektar) bozulmuş olarak kabul edilmektedir (Government in India, 2001):

Ekili alanın yaklaşık %6'sı su basmasından, yaklaşık %3'ü ise alkali ve asidik topraklardan etkilenmiştir. Ana arazi bozulma süreci, arazi bozulmasının %71'inden fazlasını oluşturan toprak erozyonudur (su ve rüzgar nedeniyle).

Ulusal Uzaktan Algılama Ajansı (NRSA) tarafından toplanan veriler, Hindistan'ın toplam coğrafi alanının %15'inin bozulmuş tarım arazisi olduğunu ortaya koymaktadır. Bu arazinin üçte biri insan faaliyetleri nedeniyle, neredeyse yarısı ise antropojenik ve doğal nedenlerin bir araya gelmesiyle bozulmuştur (NRSA (National Remote Sensing Centre), 2002).

Chadha ve diğerkleri (Chadha, 2004), hem 1980'lerde hem de 1990'larda arazi bozulması ile tahıl verimi arasında önemli bir negatif ilişki bulmuştur.

Su, Hindistan tarımındaki bir diğerk önemli kısıtlamadır. Sulu tarım 1990 yılında ülkenin toplam su tüketiminin %83'ünü oluşturmaktadır (Vyas, 2003).

Yeşil Devrim sırasında tarımsal su tüketimi önemli ölçüde artmış olmasına rağmen, 1970-1971 ve 2000-2001 yılları arasında net sulanan alan 31,1 milyon hektardan 54,68 milyon hektara, yılda birden fazla sulanan alan ise aynı dönemde 7,09 milyon hektardan 20,46 milyon hektara yükselmiştir. Hindistan'da önemli bir sulama kaynağı olan yeraltı suları hızla tükenmektedir. 1984-1985 ve 1998-1999 yılları arasında, yeraltı suyu çıkarımının %85'i aştığı koyu renkli blokların (talukas veya mandals) sayısı, toplam 5700'den fazla blok içinde 253'ten 428'e yükselmiştir (Government of India , 2002). Yeraltı suyunun tükenmesi sorunu Andhra Pradesh, Karnataka, Rajasthan, Madhya Pradesh, Chattisgarh ve Gujarat gibi yağmurla beslenen eyaletlerde gözlemlenmiştir.

Modern teknolojik tarım sistemlerinin benimsenmesi, kimyasal gübre, kimyasal pestisit ve yüksek verimli çeşitler (HYVs) gibi girdilerin kullanımını içermekte ve aynı zamanda su tüketiminin artmasını teşvik etmektedir. 1970 ve 2002 yılları arasında gübre uygulaması beş kattan fazla artarak 17.360.000 tona ulaşmıştır. Hindistan'da gübre uygulamasıyla ilgili temel sorun, besin maddelerinin eşit olmayan dağılımıdır. Pestisit tüketimi 1970-1971'de 24.32 milyon tondan 1999-2000'de 46.2 milyon tona yükselmiş, 1988-1989'da 75.42 milyon ton ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Yüksek verimli tohum çeşitleri, bazı tahıl ürünlerinin tek tip hasat edilmesine yol açarak çiftçilerin ekim esnekliğini azaltmakta ve tarımsal biyoçeşitliliği azaltmaktadır. Hindistan Hükümeti, tarımsal kalkınma için kaynakların yönetilmesi ve korunması ihtiyacını Birinci Beş Yıllık Plan gibi erken bir tarihte kabul etmiş olsa da, alınan önlemler yetersiz kalmıştır. Örneğin, hükümetin çabaları, bozulmuş arazilerin toplam alanının sadece %17.28'ini (173.6 milyon hektar) restore etmiştir (Government in India, 2001).

Hindistan'ın Ulusal Tarım Politikası (NAP) kaynak yönetimi ve korumanın önemini vurgulamaktadır (Government of India, 2000): "Politika, sürdürülebilir tarımsal kalkınmayı sağlamak için ülkenin doğal kaynaklarının, arazi, su ve gen havuzu teknik

olarak sağlam, ekonomik olarak uygulanabilir, çevresel olarak sağlam ve sosyal olarak kabul edilebilir kullanımını amaçlayacaktır". Merkezi hükümet ve eyalet hükümetleri sürdürülebilir tarımsal kalkınmayı teşvik etmek için bir dizi önlem almıştır. NAP, arazi ve toprak kalitesinin iyileştirilmesine, su yönetimi ve korunmasına ve çiftçi toplumunun çevre konularında bilinçlendirilmesine öncelik verileceğini belirtmektedir (GoI 2000).

2002-2007 yıllarını kapsayan Onuncu Beş Yıllık Plan (Government of India , 2002); yağmur suyu hasadı, yeraltı suyunun yeniden doldurulmasına yönelik önlemler ve yeraltı suyu kullanımının kontrolü, su havzalarının geliştirilmesi ve sulak alanların temizlenmesi yoluyla doğal kaynakların akılcı kullanımını vurgulamaktadır. Gübre ve pestisit gibi tarımsal girdilerin kullanımı ile ilgili olarak, Plana göre, azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) dengesiz kullanımı, mikro besin eksikliklerinin artması ve toprak organik karbonunun azalması gibi faktörler, entegre besin ve haşere yönetimine vurgu yapan entegre bir agro-ekolojik yaklaşımla ele alınacaktır. Buna ek olarak, Onuncu Plan belgesi organik tarımı tarımda kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve yönetimi için "öncelikli alan" olarak kabul etmektedir.

Hindistan tarımının gidişatı ve bunlara bağılı olarak ortaya çıkan çevresel sorunlar, gelecekteki tarımsal büyüme ve verimliliğin çevresel sürdürülebilirlikle eş zamanlı gerçekleşmesi gerektiğinin farkına varılmasına yol açmıştır. Özellikle toprak bozulması ve yeraltı sularının tükenmesi, su basması ve aşırı kimyasal girdi kullanımı gibi çevresel sorunlar Hindistan tarımının geleceğini tehdit etmektedir. Bu zorlukların üstesinden gelmek için politikalar, organik tarım da dahil olmak üzere sürdürülebilir tarımın geliştirilmesini vurgulamaktadır. Ancak, bu zorlukların ele alınması farklı politika yaklaşımları ve araçları gerektirecektir. Kaynak yoğun tarımdan sürdürülebilir tarıma, özellikle de organik tarıma geçiş, bilgi ve teknoloji transferinden pazar geliştirmeye kadar çeşitli konuları ele alan bir dizi politika müdahalesini içeren karmaşık bir görevdir. Belki de daha karmaşık olan bir diğer zorluk ise Hindistan tarımının önemli bir bölümünü oluşturan marjinal ve küçük toprak sahibi çiftçilerle ilgilidir. Bu marjinal ve küçük toprak sahibi çiftçiler 'varsayılan' olarak organik kabul edilse de, ciddi kaynak kısıtlamaları modern bir organik tarım anlayışına geçişi engellemektedir (TNAU Agricultural Portal, 2023).

3.2. Türkiye’de Tarım Politikaları

Cumhuriyetin ilk yıllarının sona erdiği 1938'den 1960'lara kadar olan dönemde, İkinci Dünya Savaşı, Türk tarımını ve dolayısıyla tarım politikasını etkileyen en önemli olaylardan biri olmuştur. Türkiye savaşa doğrudan katılmamıştır. Ancak savaş bağlamında çeşitli önlemler almak zorunda kalmıştır. Bu önlemlerin en önemlilerinden biri, yaklaşık 1 milyon kişilik bir orduyu silah altında tutmaktır. Yüzde 80'i tarımla uğraşan 18 milyon nüfuslu bir ülkenin bu büyüklükte bir savaş yükümlülüğüne tabi tutulması, savaş koşullarının tarım sektörü üzerinde önemli bir etkiye sahip olabileceğini göstermektedir. Dönemin en önemli yasası 1940 yılında yürürlüğe giren ve hükümete ekonomiye geniş çaplı müdahale hakkı veren “Milli Koruma Kanunu”dur (Pamuk, 1999).

Bu yasaya göre, üreticiler gerektiğinde zorunlu ücretle çalıştırılabilir ve ekilen her 40 dönüm arazi için bir çift öküz milli savunmaya katkı olarak devlete verilecektir. Savaş yıllarında tarımsal ürün fiyatlarındaki keskin artış nedeniyle 1943 yılında toprak mahsulleri vergisi getirilmiştir (Köymen, 1999). Aynı olarak alınan bu vergiler, Osmanlı döneminin en temel vergisi olan ve özellikle küçük üreticiler üzerinde ağır bir yük oluşturan aşar vergisini geri getirmiştir. Vergilendirmenin yanı sıra tarımsal üreticilere yönelik bir diğer katı politika da üreticilerin ürünlerini TMO'ya satma zorunluluğudur (Pamuk, 1999).

1980'lerde neoliberal politikaların başlaması ve yayılması birçok ülkeyi etkilemiştir. Genel olarak bu sürecin temel belirleyicileri özelleştirme, rekabeti azaltıcı bir unsur olarak görülen işçi ücretlerinin düşürülmesi, sosyal devlet desteğinin azaltılması ve olası krizleri önlemek amacıyla sermayenin dolaşımının önündeki engellerin kaldırılmasına yönelik çabalardır. Hükümetlerin tarım politikalarında 24 Ocak 1980 tarihli programın uygulanmasıyla birlikte önemli değişiklikler olmuştur. Bu dönemde devletin tarıma yönelik "koruyucu-düzenleyici" tavrında bir değişiklik olmuş ve tarımsal üretimin piyasa koşullarına tabi kılınmasına doğru bir yönelim başlamıştır. Dış ticaret korumacılığı önemli ölçüde azaltılmış, üretim sübvansiyonları kaldırılmış, ürünlere verilen fiyat desteği fiilen ortadan kaldırılmış ve uygulama alanı daraltılmıştır. Bu

dönemde, tarımsal piyasaları düzenleyen devlet kurumları, dönemin sonuna doğru daha önce sahip oldukları avantajları tekrar kaybetmiştir. Diğer devlet kurumları gibi bunlar da özelleştirilmiş ve bazılarının tekel gücü sona ermiştir. Öte yandan, yabancı sermayeye kapalı olan tohumculuk tamamen yerli ve yabancı sermayeye açılmış ve kamunun bu alandaki işlevlerine son verilmiştir (Kazgan, 1999).

2000'li yıllarda, Türk tarım politikası üzerinde önemli etkisi olacak bir proje başlatılmıştır. Dünya Bankası ile 2001 yılında yapılan bir anlaşma çerçevesinde Tarım Reformu Uygulama Projesi (TRUP veya ARIP) olarak adlandırılan bu proje, aslında 1999 yılında IMF ile yapılan ekonomik reform kredi anlaşmasının bir parçasıdır. Bu anlaşmanın kapsamında; doğrudan gelir desteği, alternatif ürünler projesi, tarımsal pazarlama kooperatiflerinin yeniden yapılandırılması, proje yönetimi ve teknik destek uygulamaları yer almaktadır (Abay, 2005) (Çakmak, 2004).

2001 yılından itibaren tarım sektöründe geleneksel destek yöntemleri yerine doğrudan gelir desteği (DGD) uygulanmaya başlanmıştır. Geleneksel destek araçları olan fiyat, üretim ve kredi desteklerinin kaldırılması nedeniyle, DGD ödemelerinin toplam destek hacmi içindeki payı artmıştır. DGD'nin toplam destek içindeki payı 2001 yılında yüzde 7,6 iken, 2003 yılında yüzde 81,4 olmuş, sonraki yıllarda azalarak 2009 yılında yüzde 21,7'ye gerilemiş ve 2009 yılında da sonlandırılmıştır (Eştürk, 2014). DGD'nin değiştirilmesini telafi etmek için yeni destek araçları uygulanmıştır. Kredi ve girdi desteği yeniden uygulamaya konulurken, prim desteği ve hayvancılık desteği ağırlıklı olarak uygulanmaya devam etmektedir. Havza destekleme modeli 2010 yılından beri uygulanmaktadır (Olhan, 2012).

TRUP'un temel bileşeni olan DGD ödemeleri, 2009 yılında hükümet tarafından tamamen kaldırılmıştır. 2009 yılından bu yana, kombine doğrudan destek Türkiye'de tarım sektörüne verilen ana destek türü olmuştur. 2009 yılında toplam ödemelerin %87'sini ürün gruplarına göre farklı oranlarda arazi başına mazot ve gübre ödemeleri oluşturmuştur (Köse, 2012).

Daha önce etkili olan geleneksel tarım politikası ve destek sisteminin artık değiştirilmesi gerekmektedir. Uygun mali koşullara rağmen, tarım sektörünün sürekli olarak devlet tarafından desteklenmesi, sektörün gelişmesini ve rekabetçi işletmelerin oluşmasını engellemektedir. Bu koşullar altında üreticiler piyasadaki değişikliklere uyum sağlayamamakta ve dünya piyasalarının fırsatlarından yararlanamamaktadır. Devletin tarımsal kalkınma konusunda tam karar vermesiyle ilgili pasif politika da zararlıdır. Doğrudan destek, etkin bir şekilde uygulanması için gerekli koşullar oluşturulduğu takdirde faydalı olabilir. Özellikle, farklılaştırılmış ödemeler sistemi piyasada fiyat istikrarını sağlayabilirken, ikramiye ve tazminat ödemeleri tarımsal ürünlerin üretim ve kalite sorunlarının çözümüne yardımcı olabilir. Ayrıca doğrudan gelir desteği, sosyal açıdan önemli yapılar olan küçük tarım işletmelerinde asgari bir yaşam standardı sağlamak için kullanılabilir. Genel olarak, destekleme sisteminin yeni ekonomik koşullarda etkili olması ve tarımın ihtiyaçlarını karşılaması için değiştirilmesi gerekmektedir (Şahinöz, 2010).

Türkiye'nin tarım sektörü büyük bir potansiyele sahiptir. Ancak bu potansiyelin yeterince değerlendirilememesi uzun yıllar tartışma konusu olmuştur. Türkiye bir tarım ülkesi olarak bilinmektedir ve son yıllarda tarım ürünleri ithalatı ülke ekonomisi için en önemli harcama kalemlerinden biri haline gelmiştir. Tarım sektörü, ülke ekonomisini etkileyen ana faktörlerden biri durumundadır. Bu durum ülke için ciddi bir ekonomik yük haline gelerek kayıplara neden olurken, bu alanda ortaya çıkan sorunlara çözüm bulmak için Tarım Bakanlığı ve Türkiye'deki tarım politikası konusunda hükümete büyük sorumluluk düşmektedir.

Türkiye'nin tarım politikasının nihai hedefleri; artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılamak, üretimi ve verimliliği artırmak, tarımsal ürünlerde kendine yeterlilik oranını yükseltmek, tarımsal geliri artırmak ve bu gelirin sürdürülebilirliğini sağlamak, tarımsal ürün ihracatını artırmak, kırsal alanları kalkındırmak ve tarımda yeni teknolojilerin kullanılmasını sağlamaktır (Erdoğan, 2020).

Tablo 17. Türkiye'de tarım sektöründeki politika ve önlemleri desteklemek için uygulanan projeler

Projenin Adı	Açıklama	Süresi	Bütçe ve Finansman Kaynağı	Uygulayan Kurum
Sürdürülebilir Arazi Yönetimi & İklim Dostu Tarım	Tarım ve orman arazilerinin kullanım yönetiminin, düşük karbon karbon teknolojileri yaygınlaştırma ve benimsenmesi yoluyla arazi bozulma, iklim değişikliği ve biyoçeşitliliğin korunması çiftliklerin ve ormanların karlılığının artırılması verimlilik kazanımları fayda sağlayan gelişmiş yönetim.	2012-	5750000 USD (GEF-FAO)	Tarım ve Orman Bakanlığı
Orta Asya ve Türkiye'deki kuraklığa eğilimli ve tuzdan etkilenmiş tarımsal üretim alanlarında entegre kaynak yönetimi (CACILM - II)	Bu projede amaç; projeyi uygulayacak ülkelerin ortak deneyimlerini ve uygulamalarını geliştirmek, bu ülkelerin arasında işbirliğini geliştirmek ve iyileştirmek.	2017-2021	GEF-FAO	Tarım ve Orman Bakanlığı

Kaynak: (Yedinci Ulusal Bildirim, 2019)

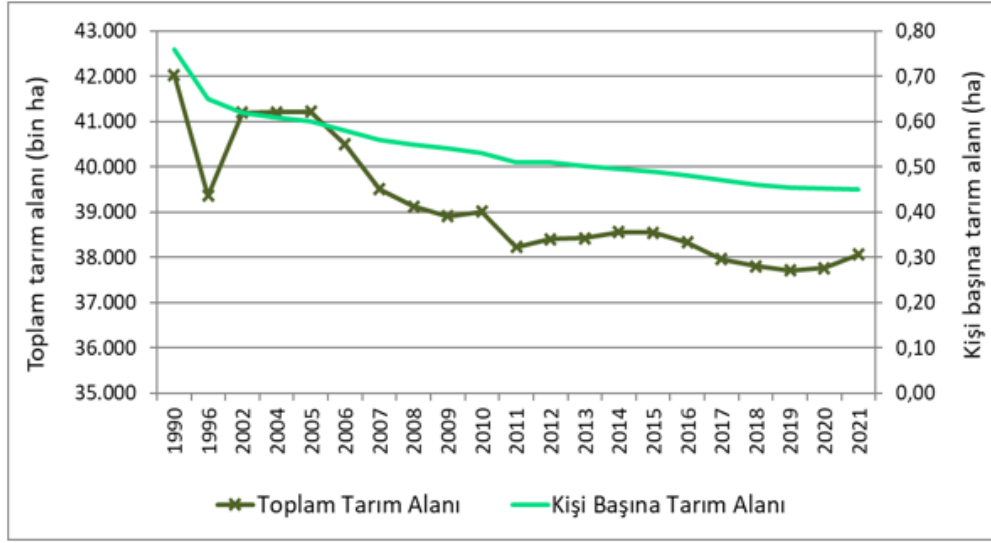
Türkiye'nin Yedinci Ulusal Bildirimi'nde dikkat çekilen ve yukarıdaki şekilde tablolastırılan, tarım sektöründeki politika ve önlemlerin desteklenmesi üzere uygulanan projeler görülmektedir. Bu projelerin adları, faaliyet alanları ve amaçları, süreleri, projeyi uygulayan kurumlar, bütçe ve finansman kaynakları bildirimden alınan verilerle

gösterilmektedir. Buna göre; Türkiye Tarım ve Orman Bakanlığı'nın uygulayıcı kurum rolü dikkat çekmekte, sürdürülebilir tarım ve kuraklıkla mücadele amacıyla çevre dostu uygulamalar için faaliyetlere yer verildiği görülmektedir.

Türkiye'de tarım politikası, piyasa fiyat desteğinin yanı sıra üretim desteği ve üretici kredisi gibi dolaylı önlemler olarak güçlendirilmeye çalışılsa da, bu önlemler ihtiyaçları karşılamakta yetersiz kalmakta ve zaman zaman uygunsuz uygulamalar nedeniyle bu önlemlerden beklenen faydalar gerçekleştirilememektedir. Destekleme alımları kapsamına alınan ürün sayısı zaman içinde değişmiştir. Özellikle son yıllarda bu alımların kapsamı önemli ölçüde sınırlandırılmıştır. Belirtilen "girdi desteği" özellikle kimyasal gübre kullanımını teşvik etmek için sağlanmaktadır. Tarım ilaçları ve veterinerlik ilaçlarının desteklenmesi de Türkiye'deki tarım politikası konuları arasındadır (Erkan, 2000).

Tarım sektörünün düzenlenmesine daha yakından bakıldığında, bunun sadece ulusal politika ile sınırlı olmadığı, aynı zamanda Dünya Bankası, IMF ve Dünya Ticaret Örgütü gibi uluslararası kuruluşların politikalarını da etkilediği görülmektedir. Son 10 yılda IMF gibi kuruluşlarla ekonomi çapında bir anlaşma yapılmamış olmasına rağmen, IMF ile 2005 yılında imzalanan stand-by anlaşması ulusal tarım politikası üzerinde hala olumsuz bir etkiye sahiptir. Bu anlaşma kapsamında birçok ürün için destekleme alımları sonlandırılmıştır. IMF, Dünya Ticaret Örgütü'nün tarımla ilgili anlaşması ve Dünya Bankası ile imzalanan kredi anlaşmaları Türkiye'nin tarım politikasını etkileyen önemli uluslararası anlaşmalardır. Bu anlaşmaların tarım politikası üzerindeki etkisi devam etmektedir (Çelikkaya, 2011).

Devletin köylülere ve çiftçilere tarımsal destek anlamında sağladığı imkanlar çok önemli olmakla birlikte, ekonomik krizlerin etkileri, mazot, gübre, elektrik, su gibi temel giderlerin pahalılığı bu desteğin etkisini sınırlamaktadır. Hükümetin ülke genelinde ileri modern teknolojilerin benimsenmesine öncülük etmesi çok önemlidir. Sonuçta sulu tarımın yanı sıra, teknolojinin tüm potansiyelini kullanan bir tarım, verimliliği ve ticari potansiyeli artıracaktır (Erdoğan, 2020).



Şekil 26. Yıllar itibariyle toplam tarım alanı ve kişi başına tarım alanı

Kaynak: (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023)

Türkiye Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’ndan alınan, TÜİK ve Tarım ve Orman Bakanlığı verileriyle oluşturulan grafikte, 1990 yılında 42.000 bin hektar olan toplam tarım alanlarının (çayır ve meralar dahil) 2021 yılında 38.000 bin hektara gerileyerek azaldığı görülmektedir. Aynı şekilde kişi başına tarım alanları da bu süreçte 0,76 hektardan 0,45 hektara gerilediği kaydedilmektedir.

Tarım sektörü, ülkelerin GSYH'sine, ihracatına ve tarımsal kalkınmasına önemli bir katkı sağlamaktadır. Türkiye’nin, küresel tarım pazarında önemli bir tarımsal ürün üreticisi ve ihracatçısı olduğu bilinmektedir. Ayrıca dünya tarımsal ürün üretiminde en büyük 7. üretici konumundadır (OECD, 2016).

Türkiye'nin 2023 tarım vizyonu, net tarım ürünleri ihracatçısı konumunu geliştirerek dünya pazarında rekabet gücünü artıran, nüfusu için yeterli, kaliteli ve güvenli gıda sağlayan ve dünyanın ilk beş üreticisinden biri olmayı hedefleyen bir ülke olmaktır. Türkiye'nin 2023 yılındaki yüzüncü yılına ilişkin vizyonundaki başlıca hedefler;

- 150 milyar USD tarımsal GSYİH,

- 40 milyar USD üzerinde tarımsal ihracat,
- Sürdürülebilir tarımsal büyüme,
- Nüfusa yeterli, iyi kalitede ve güvenli gıda sağlama,
- Rekabet gücünü artırma,
- Hem kendi bölgesinde hem de dünyada lider konuma gelme,
- 14 milyon hektarlık arazi kazanımı ve toplulaştırma,
- Tüm tarım arazilerinde modern sulama sistemleridir (Ministry of Food Agriculture and Livestock, 2013).

Türkiye Cumhuriyeti hükümetinin tarımsal sanayi kompleksinde çevresel açıdan elverişli bir yatırım ortamı yaratma ve düzenleme önerisiyle, tarımı desteklemek için çeşitli araçlar bulunmaktadır. Tarımsal üretime yapılan mali destek miktarı yıldan yıla sürekli artmaktadır. Aşağıda sürdürülebilir tarımı destekleyen başlıca mali ve düzenleyici araçlar (bunları destekleyen diğer bazı araçlar da dahil olmak üzere) yer almaktadır (Yedinci Ulusal Bildirim, 2019).

Tablo 18. Türkiye'de tarım sektöründe azaltım senaryosuna göre politikalar ve alınan önlemler

Politika veya önlem/azaltım eyleminin adı	Etkilenen amaç/ faaliyet	Etkilenen sera gazları	Enstrüman türü	Uygulamanın Durumu / Başlangıç yılı	Uygulayan Kurum ya da Kuruluşlar
Çevre Amaçlı Tarım Arazilerini Koruma Programı (ÇATAK)	“Minimum Toprak İşleme Tarımı” uygulamalarını alarak toprak yapısının iyileştirilmesi ve karbon emisyonlarının azaltılması, verimli sulama uygulamaları ile enerji ve su tasarrufu	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Düzenleyici, ekonomik, diğer	Uygulanmıştır (2006’dan itibaren)	Tarım ve Orman Bakanlığı
Analize Dayalı Gübre Kullanımının Genişletilmesi	Verimli gübre kullanımı teşvikiyle N ₂ O emisyonlarının azaltılması.	-	Ekonomik	Uygulanmıştır (2007’den itibaren)	Tarım ve Orman Bakanlığı
Çiftçi Kayıt Sistemi	Çiftçi veri tabanı, tarımsal faaliyetler sırasında kullanılan (arazi, hayvan, girdi vb.) varlıklar, verimler, sağlanan finansal destekler vb.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	bilgi, düzenleyici	Uygulanmıştır (2014’dan itibaren)	Tarım ve Orman Bakanlığı

Organik Tarım Kayıt Sistemi (OTBİS)	Organik tarım ürünleri, üreticiler ve arazi kullanımı gibi çeşitli istatistikler hakkında güncel bilgileri tutmak	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	bilgi, düzenleyici	Uygulanmıştır (2005'ten itibaren)	Tarım ve Orman Bakanlığı
İyi Tarım Uygulamaları (İTÜ)	Kapasite geliştirme, belgelendirme ve finansal teşvikler yoluyla iyi tarım ve hayvancılık uygulamalarının teşvik edilmesi.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Ekonomik, bilgi, diğer	Uygulanmıştır (2010'ten itibaren)	Tarım ve Orman Bakanlığı
Kırsal Kalkınma Yatırımlarını Destekleme Programı	Sera gazı emisyonlarının azaltılması, sulama suyunun, enerjinin ve gübrenin verimli kullanılmasının teşvik edilmesi; toprağın kalitesini ve miktarını korumaya yardımcı olmak; kalitenin ve verimliliğin arttırılmasına katkıda bulunmak ve	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Ekonomik, düzenleyici, bilgi, diğer	Uygulanmıştır (2017'den itibaren)	Tarım ve Orman Bakanlığı

	işgücü ihtiyacını azaltmak				
Modern Sulama Sistemleri Teşviki	Finansal destek ve farkındalık artırma yoluyla su ve enerji verimli sulama sistemlerinin teşvik edilmesi	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	ekonomik, dñzenleyici, bilgi, diğer	Uygulanmıştır (2017'den itibaren)	Tarım ve Orman Bakanlığı

Kaynak: (Yedinci Ulusal Bildirim, 2019)

Türkiye’de tarımsal desteklerin en iyi örneklerden biri; agroekoloji koruma programlarını uygulamak üzere tasarlanmış olan Çevre Amaçlı Tarım Arazilerini Koruma Programı'dır (ÇATAK). Bu program ile; toprak ve su kalitesinin iyileştirilmesini, yenilenebilir doğal kaynakların sürdürülebilirliğini, erozyonun önlenmesi ve tarımın olumsuz etkilerinin azaltılması için gerekli tedbirlerin alınmasını, "minimum toprak işleme" uygulamalarının başlatılmasıyla toprak yapısının iyileştirilmesini, yoğun tarımsal faaliyetlerin yapıldığı alanlarda verimli sulama uygulamalarıyla enerji ve su tasarrufu sağlanmasını amaçlamaktadır. Program ayrıca üreticilerin agroekoloji konusundaki farkındalığını artırmayı ve üretim maliyetlerini düşürerek tarımsal gelirlerini artırmayı amaçlamaktadır (Yedinci Ulusal Bildirim, 2019).

Tarımsal küreselleşme ve neoliberal politikaların neden olduğu süreçler, dünya genelinde kırsal kesimde borç, yoksulluk ve işsizlik artışına yol açmaktadır. Bu durum, tarıma dayalı küçük köylülüğün gelir kaynaklarını azaltmakta ve kırdan kente göçü hızlandırmaktadır. Tarımsal alanların piyasalaşması ve değişen ilişkiler, kırsal bölgelerde yaşanan ilişki biçimlerinin yeniden düşünülmesini gerektirmektedir. Bu nedenle, tarım yapıları ve değişen sosyal ilişkilerin ayrıntılı bir analizi önemlidir. Bu analiz, olası sosyal travmaların önlenmesine yardımcı olabilmektedir.

Beklenmedik toplumsal dönüşümler, geçmişte mülksüzleştirilen ve piyasa tarafından terk edilen kitlelerin başına gelenler gibi tarım bölgelerinde büyük sorunlara neden olabilmektedir. Örneğin, Hindistan'da çiftçi intiharlarının artması, bu olasılıkların sadece spekülasyon olmadığını göstermektedir. Tarımın hızla piyasalaştığı diğer ülkelerde de kırsal kesimde yaşayan insanların yaşamları yeni yapısal sorunlara neden olmaktadır. Bu sorunları önceden görebilmek ve analiz edebilmek için kırsal yapıları ve ilişkileri yeniden düşünmek gerekmektedir.

Kırsal alanlara özgü geleneksel dayanışma örüntülerinin piyasalaşma sürecinde hızla çözülmesi, kırsal alanlardaki yeni yapıların anlaşılması için önemlidir. Tarımsal teşviklerin kaldırılması ve devletin piyasadan çekilmesiyle çiftçiler, serbest piyasa ortamında kendi başlarına baş etmek zorunda bırakılmıştır. Bu durum, küçük üreticilerin piyasanın etkilerinden kaçamamasına ve göçe veya büyük toprak sahiplerinin işçisi olarak çalışmak zorunda kalmasına yol açmaktadır. Bu değişiklikler aynı zamanda kırsal alanlardaki yeni hiyerarşik yapıların varlığına işaret etmektedir. Ayrıca, tohumun teknolojik bir ürün haline gelmesi, gübre ve tarım ilaçlarının çeşitlenmesi gibi faktörler de tarımın teknikleşme sürecinin önünü açmıştır.

Bu durumu analiz etmek ve olası etkilerini yönetebilir hale getirmek için saha araştırmaları önemli görülmektedir. Türkiye'deki tarım politikası da diğer ülkelerde olduğu gibi sorunlara işaret etmektedir. Bu politika, mülksüzleştirme, el koyma, borçlandırma gibi süreçlere dayanmaktadır. Bölgedeki ülkeler, tarım ve üretimle bu zor durumdan çıkabilirler. Küresel sermaye ve tekelleşme altında köleleşen zihinler, üretim, toprak ve su ile hayata geçebilirler. Tarımın öneminin farkına vararak, bölge ülkeleri kendi geleceklerini sağlama alabilmektedirler (Harputluoğlu, 2018).

2020 yılında; Birleşmiş Milletler, Türkiye'deki pandemi krizi ve krize verilen yanıtla ilgili olarak 5 temel başlık altında bir güncelleme sunan "Sosyo-Ekonomik Etki Değerlendirmesi COVID-19" raporunu yayınlamıştır. Bu rapora göre güncel durum 5 başlıkta belirtilmektedir:

- Sağlık
- İnsanların korunması

- Ekonomik müdahale ve toparlanma
- Makroekonomik müdahale ve çok taraflı işbirliği
- Sosyal uyum ve toplumsal dayanıklılık

Üçüncü başlık (Ekonomik Müdahale ve Toparlanma) kapsamında tarımda dijital dönüşümün hızlandırılmasının önemi vurgulanmış ve Türkiye'deki gıda güvensizliği krizin neden olduğu sorunlarla bağlantılı risklerden biri olarak tanımlanmaktadır (Demiryurek, 2021).

3.2.1 On Birinci Kalkınma Planı 2019-2023

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı'nın, TBMM'de aldığı 1225 Karar No'lu ve 18.07.2019 karar tarihli On Birinci Kalkınma Planı, "2.2.2.1. Tarım" başlığı altında belirlenen amaçlar;

"Temelde; ekolojik, sosyal ve ekonomik açıdan sürdürülebilir, ülke nüfusunun tam ve dengeli beslenmesini sağlayan ve aynı zamanda uluslararası rekabet gücünü artıran, arz ve talep dengesini dikkate alan, ileri teknolojilere dayalı, altyapı sorunlarını çözen, organize ve yüksek verimli bir üretim yapısına sahip etkin bir tarımsal sanayi kompleksi oluşturmaktır" şeklindedir.

Tarımda hedeflenen politika ve tedbirler ise özetle;

- Tohumdan başlayarak, makro ve mikro düzeyde doğru ve güvenilir veriler sağlanacak, tüm zincir eksiksiz olarak kayıt altına alınacak ve kurumsallaştırılacaktır. Tarım sayımı yapılacaktır. Dijitalleşme, yapay zeka ve veriye dayalı iş modelleri ve bilgi sistemleri geliştirilecek ve toplumun tüm kesimlerinin kullanımına sunulacaktır. Tarımsal girdi ve ürün fiyatlarındaki dalgalanmaların izlenmesi, rekabetin korunması ve piyasa aksaklıklarının giderilmesi için piyasa bilgi ve izleme sistemi kurulacaktır.

- Tarımsal desteklerin etkinliği artırılacaktır. Tarımsal destekleme tedbirlerinin etkisi analiz edilecektir. Tarımsal destekler artırılacak, su kısıtları dikkate alınacak, ürün kalitesi iyileştirilecek, çiftçi maliyetleri ve gelirler arz-talep dengesini merkeze alan dinamik bir yapıya kavuşturulacaktır.
- Tarım arazilerinin korunması sağlanacak, etkin kullanımı ve yönetimi sağlanacaktır. Ülke genelinde toprak potansiyeli, toprakların detaylı araştırılması, haritalanması ve sınıflandırılması yapılacaktır. Toprak bilgi sistemine dayalı tarımsal arazi kullanım planlarının hazırlanması tamamlanacaktır. Tarım arazilerinin tarım dışı amaçlarla kullanımı üzerindeki baskıyı azaltmayı amaçlayan düzenleme son haline getirilecek ve denetimlerin sayısı artırılacaktır. Tarımsal arazi piyasalarının geliştirilmesi, özellikle atıl arazilerin tarımsal üretim için kullanılması için arazi geliştirme gereklidir. Bankacılık sisteminin kurulması için çalışmalar yapılacak, sözleşmeli üretim desteklenecek ve teşvik edilecektir. Küçük aile işletmeleri korunacaktır. Arazi edinimi, özellikle de kiralama konusunda çalışmalar yapılacaktır. Tarım arazilerinin miras yoluyla intikali, satışı, bölünme önlenerek ve mirasçılara miras hakkı tanınacaktır. Arazi edinimi için mali destek sağlanacaktır.
- Sulama alanlarının genişletilmesine yönelik yatırımlara öncelik verilecek, su kalitesi ve miktarı korunacaktır. Suyun korunması ve verimli kullanımına ilişkin araştırmalara devam edilecektir. Planlama dönemi boyunca amaç, 2 milyon hektar alanı sulamaya açmak olacaktır. Bu hedefin 750.000 hektarlık kısmının sulamaya açılması için gerekli bütçe kaynakları tahsis edilmiştir. Kalan alan için Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülen diğer ilgili faaliyetler alternatif yeni iç ve dış finansman yöntemleri geliştirilecek ve ilgili yatırımlar sonuçlandırılacaktır.
- Tarımda suyun verimli kullanılması ve tarımsal kaynaklı su kirliliklerinin önüne geçilecektir. Sulama alanları genişletilecek, bu alanda suyun kalitesi ve miktarının korunması için çalışmalar sürdürülecektir. Sulama alanlarında 2 milyon hektar alanın kullanıma açılması beklenmektedir. 750 bin hektarlık kısmı için gerekli bütçe tahsil edilecek, kalan kısım Tarım ve Orman Bakanlığı liderliğinde iç ve dış finansman yöntemleriyle tamamlanacaktır.

- Bitkisel üretim; mazot ve girdi destekleriyle arttırılacaktır. Yüksek katma değerli ürünlerde markalaşma ve pazarlama faaliyetlerine önem verilecektir. Organik tarım, iyi tarım uygulamaları desteklenecek, seraların modernizasyonu için çalışmalar yapılacaktır.
- Hayvancılık; kaliteli yem üretimi arttırılarak, mera ıslahı sağlanarak, “Sürü Büyütme ve Yenileme Desteği Projesi” ile destekler sağlanacaktır. Küçük aile işletmeleri desteklenecek, barınaklarda modernizasyon, hayvan, alet ve ekipman alımları desteklenecektir.
- Su ürünleri; yeni potansiyel alanları belirlenerek, devlet destekleri ile yeni girişimcilere açılacaktır. Ürün ve marka çeşitliliği yoluyla uluslararası rekabet gücü arttırılacaktır. Kapalı devre üretim sistemlerinin kullanımı ve yaygınlaştırılması daha da teşvik edilecektir.
- Gıda güvenliği denetimleri güçlendirilecek ve hayvan ve bitki zararlılarıyla mücadele hizmetleri iyileştirilecektir. Hayvan refahı da dahil olmak üzere, koordineli bir insan ve hayvan sağlığı politikası, operasyonel odaklı bir koruyucu veterinerlik sistemi aracılığıyla uygulanacaktır. Veteriner Ürünleri Kontrol Merkezinin kurulması, ülkede piyasaya sürülen veteriner ürünlerinin tüm test ve analizlerinin yapılmasını ve uluslararası akreditasyonun sağlanmasını temin edecektir. Veteriner aşılarının ve teşhis kitlerinin üretilmesi için özel sektörle işbirliği içinde bir aşı üretim merkezi kurulacaktır. Bitkisel üretimde pestisitlerin yanlış kullanımına ilişkin kontrol ve eğitim güçlendirilecek, kimyasal kullanıma alternatif biyolojik ve biyoteknolojik mücadele yöntemleri teşvik edilecek ve yaygınlaştırılacaktır. Kontrol hizmetlerinin etkinliğini artırmak için gıda kontrol laboratuvarlarının altyapısı güçlendirilecektir. İklim değişikliği bağlamında istilacı türler ve tarımsal patojenlerle mücadele için eylem planları geliştirilecektir.
- Gıda güvenliğini sağlamak için etkin stok yönetimi sağlanacak, tedarik zincirindeki kayıplar azaltılacak, israf önlenecek, piyasaları düzenleyen kurallar ve kapasiteler geliştirilecektir. Ürünlerin muhafazası ve analizine yönelik destekler arttırılacak ve lisanslı depolama sistemleri teşvik edilecektir. Lojistik altyapısı iyileştirilecek ve

tarımsal ürünler için soğuk zincirler kurulacaktır. Gıda kaybı ve israfının önlenmesi için tüketici bilinci artırılacaktır. Tarımsal ürünlerin e-ticareti için etkin ve güvenli kurallar geliştirilecektir. Tarım ve sanayi arasındaki entegrasyon ve işbirliğini geliştirmek için teşvik edici üretim modelleri tanıtılacaktır. İklim değişikliğine uyum sağlamak için tarımsal üretim modellerini değiştirecek koşullar yaratılacaktır.

- Yerel hayvan ırklarının ve tohumların biyolojik çeşitliliği korunacaktır ve tarımsal üretimde muhafaza edilecektir. Biyoçeşitlilik envanterleri tamamlanacak, kilit türler ve özel alanlar izlenecek, genetik kaynakların ve ilgili geleneksel bilginin faydalarını paylaşacak mekanizmalar kurulacak ve biyoçeşitliliğe dayalı geleneksel bilgi belgelenecek ve araştırma ve geliştirme amacıyla kullanılacaktır. Yeterli sayıda hayvan ve yerli türlerin tohumlarının bulunmasını sağlamak için akredite doğal çiftliklerin kurulmasına yönelik adımlar atılacaktır. Doğal çiftlikler, yerli meyvelerin, tahılların, tıbbi ve aromatik bitkilerin ve yerli hayvan ırklarının tohumlarını çoğaltacak ve sürdürülebilir katma değeri olan ürünlere dönüştürecektir.
- Tarımsal pazarlama dağıtım zincirindeki araçların sayısını azaltacak, tüketicilere makul fiyatlı ürünler sunacak ve üreticiler ile tüketiciler arasında doğrudan bağlantılar kuracak olan sisteme kooperatifler ve üretici birlikleri aktif olarak katılacaktır. Finansmana erişim kolaylaştırılacak ve üreticilerin örgütlenmesini ve faaliyetlerini güçlendirmek için profesyonel yönetim, kontrol ve organizasyon altyapıları geliştirilecektir. Üretici birliklerinin ticari faaliyetlere katılımını kolaylaştıracak düzenlemeler yapılacaktır. Gelişmiş bir kontrol ve yönetim altyapısına sahip dağıtım modelleri kullanılarak, tarımsal ürünlerin piyasaya daha hızlı ve daha erişilebilir bir şekilde arz edilmesini sağlayacak tedbirler alınacaktır.
- Sürdürülebilir orman konusunda; ulusal orman envanteri çalışması tamamlanacak, orman zararlıları ve orman yangınları ile mücadele kapasitesi güçlendirilmektedir. Orman köylülerine özel programlarla destek verilmeye devam edilecek ve ormancılık ürünlerinin kalitesini ve verimliliğini artırmak için profesyonelliği geliştirmeye yönelik eğitim faaliyetleri yürütülecektir. Odun hammadde talebini karşılamak için hızlı büyüyen ağaç türlerinden oluşan endüstriyel plantasyonlar kurulacaktır. Ahşap kullanımı yaygınlaşmakta ve uygun standartlar geliştirilmektedir.

- Tarımsal AR-GE konusunda Araştırma enstitüleri tarafından yürütülen çalışmmalar, bitki ve hayvan ıslahı, biyoteknoloji ve biyolojik çeşitliliğin korunması gibi alanlara öncelik verilerek, kamu, üniversite ve özel sektör arasındaki işbirliği yoluyla desteklenecektir. Bölgesel kalkınma odaklı bir misyon farklılaşması ve uzmanlaşma programı çerçevesinde, Tarım ve Orman Bakanlığı ve özellikle ilgili üniversiteler ile işbirliği içinde, tarımsal üretim ve verimliliği artırmaya yönelik araştırma faaliyetlerine özel önem verilecektir. Başta akıllı tarım teknolojileri olmak üzere yenilikçi ve çevre dostu üretim teknolojileri geliştirilecektir.
- Tarım sigortaları alanında ürün ve risklere göre kapsam genişletilecek ve gelir sigortalarına yönelim devam edecektir. Genç çiftçilerin sosyal güvenlik sistemlerine dahil edilmesine yönelik çalışmalar yapılacaktır.
- Tarımsal eğitim faaliyetlerinin etkinliği geliştirilecek ve teşvik edilecektir. Üretim maliyetlerinin azaltılması (özellikle kadın ve genç çiftçiler için), teknoloji kullanımı, kalite güvencesi ve yayın, sağlıklı üretim ve tarımsal beceriler konularında eğitim verilmesi için akreditasyon programları sunulacaktır. Akademisyen ve araştırmacıların eğitim ve sertifika programlarına katılımı artırılarak araştırma ve geliştirme ile yayın arasındaki bağlantılar güçlendirilecektir. Üretici örgütlerinin eğitim hizmetleri sağlama kapasitesi geliştirilecektir (T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019).

3.2.2. Türkiye’de Akıllı Tarım Teknolojileri

Akıllı tarım teknolojileri ve ilgili alanlardaki araştırmalar son yıllarda ivme kazanmıştır. Bu konuya Tarım ve Orman Bakanlığı'nın yanı sıra özel sektörün ilgisi de her geçen gün artmaktadır. Özellikle bilişim şirketlerine ve bu alandaki Ar-Ge yatırımlarına ilgi günden güne artmaktadır. Bu konuda üniversiteler ulusal ve uluslararası düzeyde ortak çalışmalara başlamıştır. Tarım 4.0 ile ilgili birçok proje ve çalışma sürdürülmektedir. Bu tür çalışmalara örnekler;

TÜBİTAK: TÜBİTAK tarafından, sürdürülebilir hassas tarım uygulamalarının Güneydoğu Anadolu Proje Alanı'nda (GAP) kapsamlı bir şekilde uygulanması temelinde, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı – GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı tarafından finanse edilen bir uygulama yürütülmektedir. Bu uygulama kapsamında; doğru uygulamalarla optimum verime ulaşmak amaçlanmakta ve tarımsal girdilerin (gübre, su, ilaç vb.) doğru yerde, doğru zamanda, doğru oranda kullanılarak hassas tarım uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Proje kapsamında geliştirilen “Hassas Tarım Uygulama Yazılımı” ile uzaktan algılama algoritmaları kullanılarak; değişken oranlı gübreleme, anomali durum tespiti, ürün haritalandırılması, zararlı tespiti, ürün verim tahmini ile hassas tarım çalışmaları yapılmaktadır. Bu analizler; Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki çiftçi ve danışmanların ürün gelişimini takip etmelerine olanak sağlayarak, elde edilen verileri optimum etmek amacıyla “Çiftçi-Tarım Danışmanı Web Arayüzü” ile kullanıma sunulmaktadır (TÜBİTAK, 2023).

AKTAR: TÜBİTAK Uzay Teknolojisi Araştırma Enstitüsü (UZAY) ve Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi ortaklığıyla Haziran 2015'te başlatılan Akıllı Tarım Fizibilite Projesi (AKTAR), İç Anadolu bölgesinde yetiştirilen ürünler için hassas tarım modelleri geliştirerek üretimde doğru bilgi sağlamayı amaçlamaktadır.

Proje, akıllı tarım uygulamalarına yönelik sulama ve gübreleme modelleri geliştirmektedir. İç Anadolu'da yetişen mahsuller için örnek imzalardan oluşan bir kütüphane geliştirilmektedir. Projede; buğday, arpa, mısır, sorgum, pancar, ayçiçeği, nohut, yeşil mercimek, fasulye, yeşillik, erik, elma, vişne ve kiraz gibi ürünlerin analizleri yapılmaktadır. Proje alanı 400 hektardan oluşmaktadır. Projenin çalışma alanı Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Hayman Araştırma ve Uygulama Çiftliği'dir.

Akıllı Tarım Fizibilite Projesi (AKTAR) kapsamında hiperspektral kameralarla donatılmış dronlar kullanılarak görüntüler çekilmektedir. Arazi veri toplama çalışmaları kapsamında; Toprak nemi, spektral imza (1 m mesafeden ve ürün yaprağına dokunularak), yaprak alanı indeksi (YAI/LAI) ve meteorolojik veriler toplanmaktadır. Sulama ve gübreleme için kontrollü alanlar oluşturulmuştur. Toprak etüt haritaları oluşturulmuştur. 2016 yılında, multispektral ve termal görüntüleme kameralarına sahip ikinci bir insansız sistem de yaz ekimi için geniş alanlara konuşlandırılmıştır. Proje

kapsamında Göktürk-2, WorldView-2 ve TerraSAR-X uydu görüntüleri temin edilmiş olup, görüntü analizleri devam etmektedir (Teke, 2016).

DOKTAR: Doktor Tarım ve Hayvancılık Bilgi Sistemleri Araştırma ve Geliştirme A.Ş., 2012 yılında TÜBİTAK desteğiyle Ege Üniversitesi bünyesinde kurulmuştur. Şirket; Nesnelerin İnterneti, Büyük Veri Yönetimi ve Analitik, Uzaktan Algılama, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Görüntü İşleme ve Analiz, Modelleme, Sensör Teknolojisi, Tarımsal Kontrol gibi akıllı tarımın çeşitli alanlarını kullanarak teknolojiler geliştirmektedir. Bu teknolojilerin yanı sıra planlama yazılımları, sera sistemleri, söz konusu teknolojiler kullanılarak elde edilen verilerin işlenmesi ve bu teknolojilere ihtiyaç duyan müşterilere hizmet vermektedirler. Ayrıca şirket uydu, dijital toprak analizi aracılığıyla bitki hastalıklarına müdahale ve bitki sağlığı takibi gibi hizmetler de sunmaktadır (Demiryurek, 2021).

Doktar; paydaşlarına tarımsal tavsiye, üretim optimizasyonu ve pazar analizi sağlamak için kendi dijital ürün ve hizmetlerini kullanan bir tarımsal bilgi şirkettir. Bağlantılı tarım ürünlerimiz ve hizmetlerimiz, yapay zeka modellerinde tarla veya cihazlardan (IoT cihazları), hiper yerel hava durumu tahminlerinden, uydu görüntülerinden, toprak analizinden vb. gelen verilerden yararlanarak karar vermeyi optimize eder ve üretim maliyetlerini en aza indirir. Sundukları hizmetler; 500.000 çiftçiden elde edilen veriler, çiftçi ilişkileri yönetimi uygulamaları ve çok kanallı erişim ile desteklenerek tarım işletmelerinin çiftçilerle ilişki kurmasına, içgörüler elde etmesine ve ürün ve hizmetlerini buna göre dağıtmasına yardımcı olmaktadır (DOKTAR, 2023).

Türk Tarımının Küresel Entegrasyonu: Tarım 4.0: Bu proje, Ege Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi ve İzmir Ticaret Borsası ortaklığında başlatılmıştır (Ege Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, 2019).

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği: 1983 yılında kurulan çiftlik; arazi, işgücü, bitkisel ve hayvansal üretimiyle fakülte çiftlikleri arasında döner sermayeye en çok katkı sağlayan çiftliktir. Bu çiftlikte gerçekleştirilen proje kapsamında toplam tarım yapılabilen arazi 3.100 dekar olup; bu alanın 2500 dekarı sulanabilir, kalan 600 dekarında ise kuru tarım yapılmaktadır (Ankara

Üniversitesi, 2023). Bu projenin 400 hektarlık bir bölümünde 16 tarımsal ürüne ilişkin uzaktan algılama sistemleri kullanılarak uygulamalar yapılmaktadır. Bu uygulamalar ile; verimlilik haritası çıkarma, sulama, gübreleme, hastalık ve zararlı tespiti gibi analizlerin yapılması hedeflenmektedir (Demiryurek, 2021).

FarmLabs.io: ODTÜ Teknokent'te kurulan FarmLabs tarımsal üretimde yapay zeka destekli uygulama kullanımında 10 yıllık tecrübeye sahiptir. Tarımsal üretimde ekimden hasata kadar olan tüm üretim döngüsünde kullandıkları yazılım, donanım ve danışmanlık hizmetleriyle üreticinin ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Uydudan alınan görüntülerin analiziyle bitki gelişimlerini takip ederek çiftçilere karar destek mekanizması sağlamaktadır. Bu sayede, girdi optimizasyonu önerileri oluşturulmakta, çiftçilere raporlar ve haritalar sunulmaktadır (FarmLabs.io, 2023).

TABİT: Tabit, Türkiye'de 2004 yılında kurulmuş bir sosyal girişimdir. Türkiye'nin ilk Sosyal Tarım Platformu ve Tarımsal Haber Ajansı ile birlikte kurulmuştur. Temel amacı, kırsal alanlarda yaşayan ve tarımsal üretim yapan insanlara bilgi ve destek sağlamaktır. Tabit, teknoloji tabanlı eğitim, sosyal sorumluluk projeleri ve tarım teknolojileri gibi çeşitli iş modelleri aracılığıyla çiftçilerin verimliliğini ve kârlılığını artırmayı amaçlamaktadır. Tabit şu anda Türkiye'de yaklaşık 1,6 milyon çiftçiye hizmet vermekte ve uluslararası şirketlerle işbirliği yapmaktadır. Ayrıca; Mısır, Hindistan, Gana, Tanzanya, Kenya ve Yeni Zelanda gibi ülkelerde uyguladığı iş modelleriyle toplam 7 milyon çiftçiye ulaşmıştır. Tabit'in ekibi Orta Doğu, Afrika ve Türki Cumhuriyetler gibi zorlu tarımsal ve sosyal coğrafyalarda yatırım yapma konusunda uzmanlaşmıştır. Hükümetlere, uluslararası şirketlere ve kurumlara danışmanlık hizmetleri sunmaktadır. Tabit Projeleri, 2018 yılında Dünya Ekonomik Forumu tarafından, kuruluşun eğitim, araştırma ve geliştirme ve inovasyona odaklanmasının bir sonucu olan uluslararası başarıları nedeniyle "Dünyanın En İyi Sosyal Girişimi" olarak kabul edilmiştir. Tabit'in faaliyetleri, sürdürülebilir ve verimli tarım uygulamaları yoluyla çiftçilerin geçim kaynaklarını ve gelirlerini iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Yenilikçi teknolojiler ve araştırma ve geliştirme yoluyla çiftçilerin rekabet gücünü artırmakta, kaynakları verimli bir şekilde yönetmekte ve tarımsal üretimde kalite ve verimlilik standartlarını yükseltmektedir. Şirket, üreticilere ileri düzeyde eğitim, tavsiye ve teknolojik destek sağlayarak tarım sektöründe her zaman

yenilik yapan ve çevresel sürdürülebilirliği sağlayan bir kuruluş olmaya çalışmaktadır (TABİT, 2023).

MoveOn.ai: MOVE ON, sürdürülebilir tarım için yapay zeka tabanlı teknolojiler geliştiren, "elleri klavyede, ayakları tarlada" çiftçiler ve mühendisler tarafından kurulmuş bir tarımsal teknoloji girişimidir. Bilişim, yazılım ve elektronik alanlarındaki uzmanlıklarıyla tarıma uyarlayan bir ekip olarak, otonom tarım için gelişmiş tarla içi cihazlar ve bulut tarım platformu ile yenilikçi teknolojileriyle hizmet vermektedir. Bulut tarım platformuyla desteklenen Türkiye'nin ilk ve tek traktörler için yapay zekalı otonom sürüş kitleri geliştiren bir ekiple, tarımın sürdürülebilir dijitalleşmesi için çalışmaya devam etmektedir (MoveOn.ai, 2023).

Turkcell Filiz: Kullanıcının tarlası hakkında anlık veri sağlayan bir hava ve toprak istasyonu ile birlikte kullanılan bir mobil uygulama olan Filiz, çiftçilerin mahsul verimini artırmak için hava ve toprak koşullarına göre sulama ve ilaçlama kararları almalarına yardımcı olmaktadır. Toprağa yerleştirilen bir cihaz ile, Akıllı Tarım tarifi ve tarımsal bilgilere anında erişim sağlayan bir mobil uygulamadan oluşmaktadır. Dünyadaki su kaynaklarının %70'inin tarımda kullanıldığı düşünüldüğünde Filiz, özellikle sulamada %10 tasarruf fırsatı sunmaktadır. Turkcell'in Filiz tarım cihazı, alanında tek milli ve yerli ürün olmasıyla da dikkat çekmektedir. Filiz; mahsul hastalığı, şiddetli yağmur ve don olaylarında erken uyarı vererek kullanıcıları olası zararlardan korumayı vaat etmektedir. Kullanıcılara tarlalarıyla ilgili en güncel verilere anında ulaşma kolaylığı sunan Filiz, 60 farklı bitkiye ait mahsul bilgisini içermektedir. Bu sayede bitkilere zarar verebilecek mantar hastalıklarından haberdar olmak ve ilaçlama için en uygun zamanı planlamak mümkün hale gelmektedir. Bir tarlanın su ihtiyacı cep telefonundan anlık olarak öğrenilebilirken, uzman agronomistler uygulama üzerinden yazılı, sözlü ya da fotoğraflı olarak soruları yanıtlayabilmekte ve yardım alınabilmektedir. Filiz'in temel özellikleri; hava ve toprak sıcaklığının saatlik ölçümü, hava ve toprak neminin saatlik ölçümü, belirli bir tarla ve ürün için sulama önerileri, mantar gibi hastalıkların uyarısı, ilaç püskürtme zamanlama önerileri, zaman agronomist yardımı, yerel meteoroloji tahmini, şiddetli yağmur veya don gibi aşırı hava koşulları için uyarı sistemi gibidir (Turkcell, 2019).

Turkcell Tarım Doktoru: En gelişmiş zirai bilgiler ile en doğru yetiştiricilik yöntemlerine ulaşmayı vaat eden bir uygulamadır. Buna göre; bone olup tarlasını ve yetiştirdiği ürünü kayıt ettiren tüm aboneler, ürünlerinin evre geçişlerini ve bu evrelerde ürünlerin olması gereken fiziksel durumlarını takip edebilecekleri bilgilendirici SMS'ler almaktadır. Turkcell Tarım Doktoru Servisi abonelerine, her bir tarla/ürün kaydı için ayrı yetiştiricilik programları oluşturulmaktadır. Servise üye olup ürün kayıt ettiren abonelere, hasata kadar olan dönemde; ürüne özel yetiştirme programı; belirli tarlalar ve ürünler için gübre programı, ilçe bazında 5 günlük hava tahminleri, bölgesel düzeyde hastalık ve zararlılara karşı erken uyarı, tarımsal destek başvuru hattı, indirimli fiyatlarla toprak ve ürün analizi, tarımsal ürünler, piyasa ve döviz fiyatları hakkında piyasa bilgileri, belirlenen bölgeler ve ürünler için Tarım Bakanlığı'nın teşvik ve destekleri hakkında bilgi sağlamaktadır (Turkcell, 2023).

Vodafone Dijital Tarım Uygulamaları: Vodafone'un dijital tarım uygulamaları sayesinde; anlık nem takibi ve sulama planlaması, hastalıkların erken teşhisi ve erken uyarısı, haşere takibi ve uyarı sistemleri ile iklim koşullarındaki hava koşullarından bağımsız değişimler hakkında bilgilendirme olmak üzere dört aşamadan oluşmaktadır. Mobil laboratuvar aracılığıyla topraktaki nitrat, potasyum, amonyum ve sülfat içeriğinin anlık ölçümünün yanı sıra pH-EC³¹ değerlerinin ve gübre tankı doluluğunun izlenmesi gibi ek hizmetler de sağlanmaktadır (Demiryurek, 2021). Vodafone'un sağladığı tarıma yönelik dijital çözüm, sensörler ve modüller kullanarak kurulduğu belirli alandaki hava ve toprak verilerini analiz ederek optimum zamanlama konusunda tavsiyelerde bulunmakta ve erken uyarı sistemi sayesinde ürün kayıplarını en aza indirmektedir. Sunduğu hizmetler arasında; hava durumu verilerinin ölçümü, sulama zamanlamasına ilişkin tavsiyeler, gübre uygulaması, haşere ve hastalıklara karşı erken uyarı yer almaktadır. Bunun yanı sıra; sanal istasyon çözümleri, ek çözümler ile zenginleştirilmiş veriler, zengin spektral örnekleme ile jeofiziksel değişkenlerin takip edilebildiği uydu çözümleri sunmaktadır (Vodafone, 2023).

³¹ **pH-EC:** Hidroponikte pH ve EC değeri en önemli şeylerdir. Her bitkinin kendine özgü bir pH ve EC değeri vardır ve gelişmesi için ideal aralıkta olmaları gerekir. Bu değerleri test şeritleri veya dijital ölçüm cihazıyla ölçülebilmektedir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: METOD, ANALİZ VE DEĞERLENDİRME

4.1. Metodoloji

Yapılan araştırma sonucunda fenomenolojik yaklaşımı takiben araştırma sorularına; önermeler aracılığıyla cevap aranmaktadır. Araştırma soruları şu şekilde sıralanmaktadır:

- Akıllı tarım teknolojileriyle birlikte sürdürülebilir gıda üretiminin çevre ve ekolojik düzene etkileri nelerdir?
- Akıllı tarım teknolojileriyle birlikte doğal yaşamı koruyarak gıda güvenliği sağlanabilir mi?
- Tarım teknolojilerinin uygulanması küresel ısınmaya nasıl etki etmektedir?
- Agrotekin kullanımı su ve sürdürülebilirliği nasıl etkilemektedir?

Araştırma sorularına cevap aramak için kullanılan önermeler, aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır:

A0 ve A1 önermeleri, ve bağlantılı önermeler; A01, A02, A03, A1, A11 ve A12 olmak üzere aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır.

- **A0:** Akıllı tarım teknolojileriyle birlikte dünyanın çevresini ve ekolojisini bozmadan, artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılayabilecek, sürdürülebilir tarımla birlikte, gıdanın nasıl üretilbileceği sorusuna cevap bulunamaz.

- **A01:** Hem gıda güvenliğini sağlayarak hem de tarım alanlarını ve doğal yaşamı koruyarak sürdürülebilir bir şekilde tarım yapılamaz.
- **A02:** Tarımda gelişen teknolojilerin benimsenmesi, küresel ısınmanın üstesinden gelmek için yeterli değildir.
- **A03:** Tarım teknolojilerinin kullanılması; su kıtlığına karşı önemli bir tasarruf tedbiri değildir.
- **A1:** Akıllı Tarım Teknolojileriyle birlikte dünyanın çevresini ve ekolojisini bozmadan, artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılayabilecek, sürdürülebilir tarımla birlikte, gıdanın nasıl üretilebileceği sorusuna cevap bulunabilir.
- **A11:** Hem gıda güvenliğini sağlayarak hem de tarım alanlarını ve doğal yaşamı koruyarak sürdürülebilir bir şekilde tarım yapılabilir.
- **A12:** Tarımda gelişen teknolojilerin benimsenmesi, küresel ısınmanın önlenmesinde önemli bir etkidir.
- **A13:** Tarım teknolojilerinin kullanılması; su kıtlığına karşı önemli bir tasarruf tedbiridir.

4.1.1. Akıllı Tarım Teknolojileri SWOT Analizi

Tarımda teknoloji kullanımının SWOT analizi aşağıda incelenmektedir. SWOT analizi kısaca bir konunun güçlü (S), zayıf (W), fırsatlar (O) ve tehditleri (T) kategorize etmek için kullanılmaktadır.

Tarımda teknoloji kullanımının **güçlü** yönleri;

- Daha yüksek verimlilik; ekim, hasat, ilaçlama, gübreleme ve depolama gibi süreçlerin etkin kullanılarak daha fazla ürün elde edilmesi.
- Maliyetlerin düşürülmesi; işçilik, enerji ve girdi maliyetlerini azaltarak, karlılığın artması.

- Çevre, su ve sürdürülebilirliğe olumlu etki: daha bilinçli su ve gübre kullanımını sağlayarak, su kaynaklarının ve toprağın korunması.
- Daha yüksek verimlilik
- Daha yüksek kaliteli tarımsal ürün
- Daha yüksek karlılık
- Planlı üretimle gıda israfını önlemek
- Küresel ısınmaya karşı yeni tedbirler
- Maliyet kontrolü ve azaltımı (örn. Personel maliyetleri)
- Optimize edilmiş hasat, tarla kontrolü
- Kalitede standardizasyon
- Pazara erişim kolaylığı
- Çevre koruması
- Su kaynaklarının etkin kullanımı
- Daha hızlı ve bilinçli üretim
- Gıda güvenliği

Zayıf yönleri;

- Yatırım Maliyeti ve Teknolojik Maliyetler: İlk kuruluştaki KOBİler için yüksek maliyet gerektirebilir.
- Kullanım Zorluğu: Teknik cihazların kullanımı, konvansiyonel cihazlardan daha fazla eğitime ihtiyacı olabilir.
- Teknolojik maliyetler
- Altyapı eksiklikleri
- Bilgisizlik ve üreticilerin yeterli teknolojik eğitiminin olmaması

- Çiftçilikle uğraşan nüfusun yaşlı olması
- Geleneksel tekniklerden vazgeçememe, önyargı, güven eksikliği
- Yeterli ve tam kapasite devlet desteği olmayışı, teknolojide dışa bağımlılık
- Yetersiz uzman desteği
- Deneyim eksikliği

Fırsatlar;

- Çoğalan Dünya nüfusu: Tarım teknolojileri, artan gıda talebini, artan verimle karşılamada yeni imkanlar tanımaktadır.
- İklim Değişikliği: İklim değişikliğiyle mücadelede etkili olabilir.
- Sürekli Gelişim: Tarım teknolojileri, dinamik olarak gelişmektedir. Bu durum daha verimli, sürdürülebilir ve kârlılık demektir.
- Çevreyi ve doğayı koruma
- Gıda güvenliği
- İklim değişikliğiyle mücadele
- Gıda israfını önleme
- Yeni istihdam alanları

Tehditler;

- Teknolojik Değişimin Maliyeti: Dinamik olarak değişip, gelişen tarım teknolojilerinin yatırım maliyeti
- Teknolojik değişimin hızı
- Siber güvenlik riskleri

- Global Rekabetin Artması: Artan teknoloji daha rekabetçi bir ortama zorlayabilir.
- Yeni sistem oluşumu
- Dijitalleşmenin mecburiyete dönüşmesi
- Toplum üzerinde oluşacak güvensizlik, bilgisizlik
- Devlet politikalarının yeterli olmaması
- Nitelikli işgücü eksikliği
- Doğal çevre faktörleri ve iklim değişikliği

Akıllı tarım teknolojilerinin SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) analizini yapmak, bu teknolojilerin güçlü ve zayıf yönlerini, fırsatlarını ve tehditlerini anlamak açısından önemlidir. Özetle; güçlü yönleri (Strengths); akıllı tarım teknolojileri tarım alanında verimliliği artırarak daha fazla ürün elde edilmesini sağlamaktadır. Su, gübre gibi kaynakların daha verimli kullanılması, maliyet tasarrufu sağlamaktadır. Toplanan veriler, çiftçilere daha bilinçli kararlar alabilme imkanı sunmaktadır. Doğru kaynak kullanımı ile çevreye olan etkiler azalmaktadır.

Zayıf Yönler (Weaknesses); başlangıçta teknolojiye geçiş ve kurulum maliyetleri yüksek olabilmektedir. Eğitim ve teknik bilgi eksikliği vardır. Kullanıcıların bu teknolojileri etkin kullanabilmesi için eğitime ihtiyaç vardır. Bazı bölgelerde teknolojiye erişim sınırlı olabilir.

Fırsatlar (Opportunities); ekolojik ayak izini azaltarak sürdürülebilir tarım uygulamalarına katkı sağlamaktadır. Yeni teknolojiler, yeni pazarlara ve iş modellerine yol açabilmektedir. Devlet Desteği ve teşvikler sağlanmaktadır. Hükümetlerin çevre dostu ve verimli tarım uygulamalarını desteklemesi çok önemlidir.

Tehditler (Threats); sürekli gelişen teknoloji, sürekli yatırım ve güncelleme gerektirir. Tarımsal veri toplama ve işlemede siber güvenlik sorunları ortaya çıkabilmektedir. İklim değişikliği ve doğal afetler, teknolojinin etkinliğini etkileyebilmektedir. Bu analiz, akıllı tarım teknolojilerinin mevcut durumunu ve gelecekteki potansiyelini kapsamlı bir şekilde anlamak için önemlidir.

4.1.2. Analiz (Derinlemesine Görüşme)

Bu çalışmadaki sorunların ele alınmasında gerçek kişilerle derinlemesine yöntemi kullanılarak bir takım sorular yöneltilmiştir (Uslu, 2023). Alanlarında uzman altı kişiden oluşan gruba altı farklı soru yöneltilmiştir. Belirlenen altı kişi ile yüz yüze, internet ortamında görüntülü toplantı şeklinde, telefonla ve mail yoluyla olmak üzere farklı çeşitlerle görüşülmüştür. Bu sayede altı kişiden altışar cevap alınarak 36 adet analiz oluşturulmuş, yazar tarafından alınan veriler belirtilmiş ve yorumlanmıştır. Altı kişi 3 farklı sektörden seçilmiştir. Bu sektörler; akademi, özel şirket ve otoriteler olmaktadır. Kişilerin profilleri; akademisten, girişimci ve bilir kişilerdir. Kişilere yöneltilen sorular PESTLE Analizi baz alınarak hazırlanmıştır (Öz, 2020). Ele alınan konuya istinaden yöneltilen sorular “Türkiye’deki teknolojik tarım” üzerine PESTLE analizindeki; politik, ekonomik, sosyolojik, teknoloik, çevresel, hukuki etkilerdir.

4.1.2.1. Şirketler

İlk kişiye sorulan sorular ve cevaplar aşağıdaki gibidir.

1. Bir “girişimci” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, **“politik”** etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Türkiye’de teknolojik tarım politikaları, siyasi istikrar ve devlet desteğiyle bu tür teknolojilerin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bir tarımsal pazarlama ve sosyal girişimcilik uzmanı olarak görüyorum ki, Türkiye’nin tarım politikalarında dijitalleşmeye yönelik politik desteğin artırılması, özellikle kırsal kesimdeki çiftçilere büyük faydalar sağlayabilir. Politik karar vericiler, tarım teknolojilerinin yaygınlaştırılması için etkin stratejiler geliştirmeli ve bu teknolojilerin çiftçilere ulaşmasını kolaylaştırmalıdır.

2. Bir “girişimci” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, **“ekonomik”** etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Akıllı tarım teknolojilerinin kullanımı, maliyet tasarrufu sağlamak ve ürün verimliliğini artırmaktadır. Hassas tarım ve akıllı tarım uygulamaları, üretim sürecinde ekonomik verimliliği artırmıştır. İlerleyen zamanlarda, tarım sektörünün global rekabet gücünü artırmak için teknolojik yeniliklere daha fazla yatırım yapılması önemlidir. Teknoloji tabanlı tarım politikalarının ekonomik etkilerine bakıldığında, bu teknolojilerin küçük ölçekli çiftçilerin gelirlerini ve üretim kapasitelerini artırma potansiyeline sahip olduğunu gözlemliyorum. Dijital pazarlama araçları ve online platformlar, tarım ürünlerinin daha geniş pazarlara ulaşmasını sağlayarak ekonomik büyümeye katkıda bulunabilir. Gelecekte, bu teknolojilerin yaygınlaştırılması ve tarım sektöründe dijital dönüşümün teşvik edilmesi, Türkiye ekonomisi için büyük önem taşıyacaktır.

3. Bir “girişimci” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “**sosyolojik**” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Teknolojiye dayalı tarım politikaları, çiftçilere yeni teknolojileri benimseme ve kullanma konusunda farkındalık ve bilgi sağlamıştır. Teknolojiye dayalı tarım politikalarının sosyolojik etkileri kapsamında, bu yeniliklerin kırsal kesimde toplumsal yapılarla ve yaşam koşullarına olumlu etkileri olduğunu görebiliyorum. Dijital tarım araçlarının yaygınlaştırılması, kırsal kesimde yaşayan çiftçiler için eğitim ve bilgi erişimi imkanlarını artırabilir. Ayrıca, genç nesillerin tarım sektörüne olan ilgisini ve katılımını teşvik ederek, kırsal kesimdeki sosyal dinamikleri güçlendirebilir.

4. Bir “girişimci” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “**teknolojik**” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Bir girişimci olarak, teknolojiye dayalı tarım politikalarının Türkiye'nin tarımsal potansiyelini daha da geliştirmesine katkı sağlayacağına inanıyorum. Bu politikalar, tarımda yenilikçiliğin ve girişimciliğin önünü açarak, yeni iş fırsatları yaratacaktır.

Teknolojiye dayalı tarım politikalarından yararlanmak isteyen girişimciler için aşağıdaki hususlara dikkat etmelerini tavsiye ederim:

- Tarımsal teknolojilere ilişkin gelişmeleri yakından takip edilmedi,
- Bu teknolojileri çiftçilerin ihtiyaçlarına uygun şekilde uyarlanmalı,
- Tarımsal danışmanlık hizmetleri olarak, teknolojinin kullanımında uzmanlaşılmalıdır.

Bu hususlara dikkat eden girişimcilerin, teknolojiye dayalı tarım sektöründe başarılı olma şansları daha yüksek olacaktır.

5. Bir “girişimci” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “**evresel**” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Akıllı tarım teknolojileri, su ve enerji kullanımını optimize ederek, tarımın çevresel ayak izini azaltabilmektedir. Teknoloji, tarımsal biyoçeşitliliği koruma ve sürdürülebilir tarım uygulamalarını destekleme potansiyeline sahiptir. Bu tür teknolojilere daha fazla odaklanması gerekmektedir. Çevresel sürdürülebilirlik açısından, teknoloji tabanlı tarım politikaları su ve enerji kullanımını optimize ederek, çevre üzerindeki etkileri azaltmada önemli rol oynamaktadır. Gelecekte, bu teknolojilerin daha da geliştirilmesi ve çevre dostu tarım uygulamalarına entegre edilmesi, hem çiftçiler için hem de genel olarak doğal kaynakların korunması için hayati önem taşımaktadır.

6. Bir “girişimci” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, **“hukuki”** etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Türkiye’de dijital tarım uygulamalarının yasal altyapısının oluşturulması, tarım sektörünün düzenlenmesi ve desteklenmesi için önemli bir adım olmuştur. Dijital tarım teknolojilerinin kullanımı ve veri güvenliği ile ilgili yasal düzenlemelerin güncellenmesi ve güçlendirilmesi gerekmektedir. Hukuki alanda, bu teknolojilerin sorumlu kullanımını ve etik standartları güvence altına alacak düzenlemelerin geliştirilmesi gerektiğini düşünüyorum. Gelecekte, veri güvenliği, fikri mülkiyet hakları ve çiftçilerin teknolojiye erişimi konusunda daha kapsamlı yasal düzenlemelere ihtiyaç duyulacaktır.

İkinci kişiye sorulan sorular ve cevaplar aşağıdaki gibidir.

1. Bir “girişimci” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, **“politik”** etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Bir girişimci ve teknoloji uzmanı olarak, tarım teknolojilerinin politik etkilerinin, bu yenilikçi teknolojilere yönelik hükümet politikaları ve desteklerinin tarım sektörünün dönüşümü üzerinde büyük etkisi olduğunu düşünüyorum. Politik karar vericilerin, tarım

teknolojilerini teşvik eden stratejiler geliştirmesi ve bu alanda yapılan yenilikleri desteklemesi, sektörün modernizasyonu için hayati önem taşımaktadır. Politik kararlar, bu alandaki yeniliklerin ve gelişmelerin temelini oluşturur. İlerleyen dönemlerde, devletin tarım teknolojilerine yönelik daha stratejik ve kapsamlı destekler sağlaması ve bu teknolojilerin yaygınlaştırılması için politikalar geliştirmesi beklenmektedir.

2. Bir “girişimci” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, **“ekonomik”** etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Teknolojiye dayalı tarım uygulamaları, verimliliği artırarak tarım sektörünün ekonomik performansını iyileştirebilir. Bu, hem yerel hem de ulusal ekonomi için önemlidir. Yüksek teknoloji ürünleri ve otomasyon sistemleri, işgücü maliyetlerini azaltabilir ve tarım ürünlerinin kalitesini ve miktarını artırabilir. Ayrıca, verimlilik artışı ekonomik büyümeyi desteklemektedir. Bilgisayar Mühendisliği ve teknoloji alanındaki uzmanlığımı dikkate alarak, tarım teknolojilerinin ekonomik etkilerinin, verimlilik artışı ve maliyet düşüşleri ile Türkiye'nin tarım sektörünün küresel rekabet gücünü artırdığını söyleyebilirim. Dijital tarım araçları ve yenilikçi teknolojiler, çiftçilerin gelirlerini artırma ve tarım ürünlerinin pazarlanmasını kolaylaştırma potansiyeline sahiptir.

3. Bir “girişimci” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, **“sosyolojik”** etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Çiftçilerin teknoloji kullanımını teşvik etmek ve tarımsal toplulukları bilgilendirmek için sürekli eğitim ve bilgilendirme programlarına ihtiyaç vardır. Teknoloji ve yazılım alanında bir girişimci olarak, tarım teknolojilerinin sosyolojik etkilerinin, özellikle kırsal kesimde yaşam kalitesinin iyileştirilmesi ve genç nüfusun tarım sektörüne olan ilgisinin artırılması yönünde olduğunu düşünüyorum. Dijital tarım araçlarının geniş çapta kullanımı, kırsal toplulukların bilgi ve teknolojiye erişimini artıracaktır. Bu da toplumsal değişim ve gelişime önemli katkılar sağlayabilir.

4. Bir “girişimci” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, **“teknolojik”** etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Türkiye’de tarım teknolojilerinin uygulanması, özellikle IoT, yapay zeka, sensör füzyonu gibi ileri teknolojilerin tarımda kullanımıyla verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından önemli gelişmeler getirmiştir. Gelecekte, bu teknolojilerin daha yaygın kullanılması beklenmektedir. Yapay zeka ve bilgisayar alanlarındaki deneyimlerime dayanarak, tarım teknolojilerinin teknolojik etkileri arasında, veri analitiği ve otomatikleştirilmiş sistemlerin tarımda kullanılmasının verimlilik ve etkinlik açısından büyük önem taşıdığını görüyorum. Bu teknolojiler, tarım uygulamalarını daha hassas ve bilgiye dayalı hale getirerek, tarım sektöründe önemli bir dönüşüm sağlamaktadır.

5. Bir “girişimci” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, **“evresel”** etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Tarım teknolojilerinin çevresel etkileri konusunda, bu teknolojilerin sürdürülebilir kaynak kullanımı ve vre koruma açısından önemli katkılar sağladığını düşünüyorum. İleride, bu tür teknolojilere daha fazla odaklanması ve vresel sürdürülebilirlik politikalarının geliştirilmesi gerekmektedir. Bir teknoloji girişimcisi olarak, tarım teknolojilerinin vresel etkilerinin, sürdürülebilir kaynak kullanımı ve vre üzerindeki etkiyi azaltma yönünde önemli faydalar sağladığını düşünüyorum. Özellikle, su ve enerji verimliliğini artıran teknolojik yenilikler, tarım sektöründe vresel sürdürülebilirliği desteklemekte ve doğal kaynakların korunmasına katkıda bulunmaktadır.

6. Bir “girişimci” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, **“hukuki”** etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Hukuki olarak, teknolojik tarımın yasal erevesi, bu alanın düzenlenmesi ve desteklenmesi açısından önemlidir. Özellikle veri güvenliği ve özel mülkiyet hakları gibi konularda yasal düzenlemelerin güçlendirilmesi önem taşıtmaktadır. Teknoloji ve girişimcilik alanında edindiğimiz deneyimler şunu gösteriyor ki, tarım teknolojilerinin hukuki erevesi, bu alandaki yeniliklerin sorumlu ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını sağlamak için kritik öneme sahiptir. Hukuki düzenlemeler, veri güvenliği ve fikri mülkiyet haklarının korunmasını da içermelidir.

4.1.2.2. Akademi

İlk kişiye sorulan sorular ve cevaplar aşağıdaki gibidir.

1. Bir “akademisyen” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, **“politik”** etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarına ekonomik perspektiften bakıldığında, tarım teknolojilerinin politik etkileri, bu teknolojilere yönelik hükümet politikalarının ve yatırımlarının tarım sektörünün gelişimini nasıl şekillendirdiğine odaklanır. Özellikle, politik karar vericilerin akıllı tarım teknolojilerine olan desteği, bu alandaki inovasyonun ve sürdürülebilir kalkınmanın anahtarını oluşturmaktadır. Bu bağlamda, tarım teknolojilerinin politik desteklerle nasıl entegre edildiği, ekonomik büyüme ve kırsal kalkınma açısından önemli bir gösterge niteliği taşıtmaktadır. Gelecekte, tarım teknolojilerinin daha sürdürülebilir ve verimli tarım uygulamalarına yol aması için politik düzeyde daha fazla destek sağlanmalıdır.

2. Bir “akademisyen” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “**ekonomik**” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Teknolojiye dayalı tarım politikalarının ekonomik etkileri, verimliliğin artması ve işletme maliyetlerinin düşmesi şeklinde görülmektedir. Önümüzdeki dönemlerde, bu teknolojilerin daha geniş ölçekte uygulanması, tarım ürünlerinin kalitesini ve miktarını artırarak ekonomiye daha fazla katkı sağlayabilir. Bunun için, teknolojik yatırımların ve eğitim programlarının finansmanı önem taşımaktadır. Ekonomik açıdan, tarım teknolojileri üretim verimliliğini ve kalitesini artırarak Türkiye'nin tarım sektörünü güçlendirmekte büyük rol oynar. Bu teknolojik ilerlemeler, maliyetleri düşürerek ve üretim kapasitesini artırarak hem çiftçilerin gelir seviyesini yükseltmekte hem de ulusal ekonomiye katkıda bulunmaktadır. Gelecekte, bu teknolojilerin geniş çapta benimsenmesi, tarımın ekonomik sürdürülebilirliğini ve küresel rekabet gücünü artırabilir.

3. Bir “akademisyen” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “**sosyolojik**” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Teknolojiye dayalı tarım politikaları sosyolojik olarak incelendiğinde, kırsal topluluklar üzerinde derin bir etkiye sahiptir. Bu yenilikler, çiftçilerin ve kırsal kesimde yaşayan toplulukların yaşam standartlarını iyileştirmektedir. Özellikle genç nesiller için tarım sektörünün çekiciliğini artırarak, kırsal kesimde sosyal ve ekonomik fırsatları genişletmektedir. Bu gelişmeler, tarım sektörünün sosyal yönlerini de dönüştürmekte ve kırsal kalkınmaya katkıda bulunmaktadır. Bilişim teknolojileri ve yazılım alanındaki deneyimlerimden yola çıkarak, tarım teknolojilerinin sosyolojik etkilerinin, özellikle kırsal kesimdeki toplumsal yapıları ve yaşam kalitesini iyileştirmede önemli rol oynadığını düşünüyorum. Dijital tarım araçlarının yaygınlaştırılması, kırsal kesimde eğitim ve bilgi erişimini artırabilir ve genç nesilleri tarım sektörüne daha fazla çekebilir.

4. Bir “akademisyen” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “**teknolojik**” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Türkiye’de uygulanan tarım teknolojileri, özellikle verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından önemli katkılar sağlamıştır. Gelecekte, yapay zeka, robotik ve uzaktan algılama teknolojilerinin daha fazla entegrasyonu ile tarımın daha verimli ve çevre dostu hale gelmesi beklenmektedir. Teknolojik açıdan, tarım teknolojilerinin Türkiye’deki gelişimi, verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından önemli etkilere sahiptir. İleri teknolojilerin, özellikle IoT, yapay zeka ve sensör teknolojilerinin tarımda kullanımı, tarım uygulamalarını daha verimli ve etkin hale getirmektedir. Bu tür yenilikler, tarım sektörünün daha bilgiye dayalı ve verim odaklı hale gelmesine katkı sağlamaktadır.

5. Bir “akademisyen” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “**çevresel**” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Teknolojik gelişmeler, tarımın çevresel etkisini azaltmaya yardımcı olabilir. Örneğin, hassas tarım teknolojileri su ve gübre kullanımını optimize ederek çevresel ayak izini azaltabilir. Gelecekte, sürdürülebilir tarım uygulamalarının yaygınlaşması için bu tür teknolojilere daha fazla yatırım yapılması gerekmektedir. Tarım teknolojilerinin çevresel etkileri, sürdürülebilir kaynak yönetimi ve çevre koruma açısından son derece önemlidir. Özellikle, su ve enerji verimliliğini artıran teknolojik çözümler, kaynak kullanımını optimize ederek çevresel etkiyi azaltmaktadır. Gelecekte, bu tür teknolojilerin daha fazla teşvik edilmesi ve yaygınlaştırılması, çevresel sürdürülebilirliği artırarak doğal kaynakların korunmasına önemli katkılar sağlayabilir.

6. Bir “akademisyen” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “**hukuki**” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Türkiye’de tarım teknolojilerinin gelişimi, mevcut yasal çerçeve içinde desteklenmektedir, ancak bu alanda daha fazla yasal düzenleme yapılması gerekmektedir.

Gelecekte, teknoloji tabanlı tarım uygulamalarını teşvik etmek ve düzenlemek için daha kapsamlı yasal çerçevelerin oluşturulması önem taşımaktadır. Tarım teknolojileri, hukuki alanda özellikle gen mühendisliği ve biyoteknoloji gibi yenilikçi uygulamaların düzenlenmesini gerektiriyor. Bu teknolojilerin etik ve sorumlu kullanımını sağlamak için yasal çerçevelerin güçlendirilmesi ve sürekli güncellenmesi önemlidir. Gelecekte, bu yasal düzenlemelerin, teknolojik yeniliklerle uyumlu hale getirilerek tarım sektörünün sürdürülebilir gelişimini desteklemesi gerekmektedir.

İkinci kişiye sorulan sorular ve cevaplar aşağıdaki gibidir.

1. Bir “akademisyen” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, **“politik”** etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Türkiye'deki akıllı tarım politikaları, hükümetin tarım sektörüne yönelik politik kararları ve destekleriyle şekillenmektedir. Bu destekler, teknolojik gelişmelere yönelik yatırımların ve yenilikçi uygulamaların önünü açmaktadır. İlerleyen dönemlerde, bu politikaların daha da geliştirilerek tarım teknolojilerine yönelik desteklerin artırılması beklenmektedir. Yazılım ve bilişim teknolojileri alanındaki deneyimlerime dayanarak, tarım teknolojilerinin politik etkilerinin, bu teknolojilerin gelişimi ve yaygınlaştırılması için gerekli politik destek ve stratejilerin oluşturulmasını içerdiğini düşünüyorum. Özellikle, bu teknolojilerin etkin kullanımını sağlamak için politik düzeyde daha stratejik planlama ve yatırımların yapılması gerektiğini vurgulamak isterim.

2. Bir “akademisyen” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “**ekonomik**” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Tarım teknolojileri, ekonomik açıdan bakıldığında, Türkiye'nin tarım sektörünün verimliliğini ve sürdürülebilirliğini artırmada önemli bir role sahiptir. Bu teknolojiler, üretim maliyetlerini düşürürken, ürün kalitesini ve çiftçilerin gelir seviyelerini yükseltmektedir. Bu gelişmeler, ulusal ekonomimizin büyümesine ve tarım sektörünün küresel rekabetçiliğine katkıda bulunmaktadır. Bilişim teknolojileri alanındaki uzmanlığım çerçevesinde, tarım teknolojilerinin ekonomik etkileri, özellikle üretim süreçlerinin dijitalleşmesi ve otomasyon yoluyla verimlilik artışı olarak gözlemlenebilir. Bu gelişmeler, üretim maliyetlerini düşürmekte ve ürün kalitesini artırmaktadır. Dolayısıyla tarım sektörünün ekonomik verimliliğini ve rekabet gücünü önemli ölçüde artırabilir.

3. Bir “akademisyen” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “**sosyolojik**” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Tarım teknolojilerinin sosyolojik etkileri, kırsal kesimde yaşam kalitesinin artırılması ve genç nüfusun tarıma olan ilgisinin canlandırılması şeklinde görülmektedir. Dijital tarım araçlarının ve eğitim programlarının yaygınlaştırılması, kırsal kesimdeki toplulukların bilgiye erişimini ve teknoloji kullanımını artırabilir. Gelecekte, bu teknolojilerin sosyal kabulü ve yaygınlaştırılması için eğitim ve bilinçlendirme çalışmalarına ağırlık verilmelidir. Bu gelişmeler, toplumsal yapıyı güçlendirerek, tarım sektörünün sosyal ve kültürel yönlerini dönüştürme potansiyeline sahiptir.

4. Bir “akademisyen” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “**teknolojik**” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Teknolojik yenilikler, tarım sektöründe verimliliği ve sürdürülebilirliği artırma potansiyeline sahiptir. Hassas tarım, yapay zeka, dron teknolojisi ve otomatik sulama

sistemleri gibi yenilikler, su ve gübre kullanımını optimize ederek verimliliği artırabilir. Gelecekte de, yapay zeka, robotik gibi ileri teknolojilerin tarımda daha yaygın kullanılması beklenmektedir. Bilişim ve yazılım teknolojileri konusundaki uzmanlığım ışığında, tarım teknolojilerinin teknolojik etkileri, verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından büyük önem taşımaktadır.

5. Bir “akademisyen” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “**çevresel**” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Tarım teknolojileri, çevre üzerinde olumlu etkilere sahip olabilir. Örneğin, su tasarrufu sağlayan teknolojiler ve sürdürülebilir tarım uygulamaları, çevresel ayak izini azaltmaya yardımcı olmaktadır. İleride, bu tür teknolojilere daha fazla odaklanılması gerekmektedir. Yazılım ve bilişim teknolojileri alanındaki deneyimlerime dayanarak, tarım teknolojilerinin çevresel etkileri, özellikle kaynakların daha verimli kullanılması ve çevre üzerindeki etkinin azaltılması yönünde olumlu etkilere sahiptir. Su ve enerji verimliliğini artıran teknolojik yenilikler, çevre koruma çabalarını desteklemekte ve sürdürülebilir tarım uygulamalarına önemli katkılar sağlamaktadır.

6. Bir “akademisyen” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “**hukuki**” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Teknoloji tabanlı tarım uygulamalarının yasal çerçevesi, bu teknolojilerin etkili ve adil bir şekilde kullanılmasını sağlamak için önemlidir. Bu, hem üreticilerin haklarını korumak hem de tüketicilerin güvenliğini sağlamak açısından kritiktir. Yasa ve yönetmelikler, teknolojik gelişmelerin hızına uyum sağlamak zorundadır. Gelecekte, bu teknolojilerin sorumlu ve etik kullanımını sağlamak için mevcut yasal düzenlemelerin güncellenmesi ve geliştirilmesi gerekmektedir.

4.1.2.3. Otoriteler

İlk kişiye sorulan sorular ve cevaplar aşağıdaki gibidir.

1. Bir “otorite” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, **“politik”** etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Politik istikrar ve devlet desteği, bu tür teknolojilerin gelişiminde kritik öneme sahiptir. İlerleyen dönemlerde, devletin bu alana daha fazla yatırım yapması ve yenilikçi politikalar geliştirmesi beklenmektedir. Bilişim teknolojileri ve mühendislik alanlarındaki deneyimlerime dayanarak, Türkiye’de teknoloji tabanlı tarım politikalarının politik alanda daha stratejik ve etkin bir şekilde ele alınması gerektiğini düşünüyorum. Özellikle, bu teknolojilerin kamu ve yerel yönetimlerde nasıl entegre edilebileceği ve teşvik edileceği konusunda politikaların geliştirilmesi önem taşımaktadır.

2. Bir “otorite” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, **“ekonomik”** etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Benim gözlemlerime göre, tarım teknolojileri dünya ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır. Özellikle verimliliği artırarak ve maliyetleri düşürerek çiftçilerin ekonomik durumunu iyileştirmektedir. Dijitalleşme ve otomasyon sayesinde, tarım ürünleri daha etkili bir şekilde pazarlanabiliyor ve böylece küresel tarım sektörünün rekabet gücü artıyor. Ekonomik açıdan bakıldığında, tarım teknolojilerinin Türkiye'nin tarım sektöründeki verimliliğini artırarak ekonomik büyümeye önemli katkılar sağladığını gözlemliyorum. Gelecekte, bu teknolojilerin daha da geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, ulusal ekonomimiz için hayati öneme sahip olacaktır.

3. Bir “otorite” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “**sosyolojik**” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Teknolojik gelişmeler, kırsal kesimde yaşam tarzını ve geleneksel tarım pratiğini değiştirmiştir. Genç nüfusun teknolojiye daha yatkın olması, geleneksel tarım yöntemlerinden daha modern ve teknolojik yöntemlere geçişi kolaylaştırmaktadır. Ancak, bu durum bazen kuşaklar arası farklılıklar ve uyum sorunları yaratabilir. Sosyolojik açıdan, teknoloji tabanlı tarım, kırsal kesimde yaşam kalitesini ve tarımsal eğitimi önemli ölçüde artırmıştır. İlerleyen dönemlerde, bu teknolojilerin toplumsal entegrasyonu ve genç nüfusun tarıma olan ilgisini artırması hedeflenmelidir.

4. Bir “otorite” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “**teknolojik**” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Türkiye’de akıllı tarım teknolojileri, çeşitli sensörler, uzaktan algılama teknolojileri ve yapay zeka uygulamalarıyla entegre edilmiş durumdadır. Bu teknolojiler, tarımsal üretimi artırma ve çiftçi refahını iyileştirme potansiyeline sahiptir. Örnek olarak dron teknolojisi, tarım sektöründe önemli bir yere sahip ve çeşitli disiplinlerde kullanılmaktadır. İHA’lar, tarımsal arazilerin izlenmesi, hastalık ve zararlı tespiti, tohumlama ve tarla analizleri gibi çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Teknolojik olarak, coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama gibi yenilikler, tarım sektörünün verimliliğini artırmada kilit rol oynamıştır. Gelecekte, bu teknolojilerin daha yaygın kullanılması ve tarım uygulamalarına entegre edilmesi, sektörün gelişimi için kritik önem taşıyacaktır.

5. Bir “otorite” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “**çevresel**” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Çevresel açıdan, teknoloji sayesinde kaynak kullanımı daha verimli hale gelmekte, su ve enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Gelecekte, sürdürülebilir tarım uygulamalarının daha da artması ve çevresel etkilerin azaltılması beklenmektedir.

Çevresel etkiler açısından, teknoloji tabanlı tarım, su ve enerji kullanımının optimize edilmesine katkıda bulunarak çevresel sürdürülebilirliği artırmıştır. İleride, bu alandaki politikaların çevre koruma odaklı olması önem taşımaktadır.

6. Bir “otorite” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, **“hukuki”** etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarının hukuki etkenler açısından etkileri, genellikle tarım teknolojilerinin gelişimini destekleyen yasal çerçevelerin oluşturulması şeklinde olmuştur. Gelecekte, bu teknolojik tarımın daha etkili bir şekilde gelişmesi için veri güvenliği, biyogüvenlik ve çevresel etkiler gibi konularda yasal düzenlemelerin ve destekleyici politikaların daha da geliştirilmesi beklenmektedir. Bu, tarım teknolojilerinin sorumlu bir şekilde gelişimini destekleyecek ve sürdürülebilir tarım uygulamalarını teşvik edecektir. Gelecekte, bu düzenlemelerin güncellenmesi ve geliştirilmesi önem arz etmektedir.

İkinci kişiye sorulan sorular ve cevaplar aşağıdaki gibidir.

1. Bir “otorite” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, **“politik”** etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Türkiye’de tarım politikalarının teknolojik dönüşümünde, bu politikaların tarihsel gelişimi ve uzun vadeli etkileri üzerine daha geniş bir perspektif sunulabilir. Gelecek dönemlerde, politik karar vericilerin teknoloji ve sürdürülebilir tarım uygulamalarını daha fazla desteklemesi ve bu alandaki politikaların daha kapsamlı ve stratejik hale getirilmesi önemlidir. Türkiye’deki tecrübelerimden yola çıkarak, teknolojiye dayalı tarım politikalarının başarısında politik kararlılık ve hükümet desteklerinin kritik olduğunu düşünüyorum. Gelişmiş teknolojilerin tarım sektörüne entegrasyonu, stratejik ve kapsamlı politikalarla desteklenmelidir. Özellikle, yenilikçi tarım teknolojilerinin

araştırma ve geliştirmesi, hükümet tarafından teşvik edilmeli ve bu alanda yapılan yatırımlar, ulusal kalkınma hedeflerine uygun olarak planlanmalıdır.

2. Bir “otorite” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, **“ekonomik”** etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Ekonomik olarak, teknolojik tarım uygulamaları verimliliği ve ürün kalitesini artırarak Türkiye'nin tarım ihracatını artırabilir. Gelecekte, teknolojik yatırımların ekonomik getirisini maksimize etmek için bütünleşik bir yaklaşım benimsenmesi gerekmektedir. Teknolojiye dayalı tarım politikalarının başarısında politik kararlılık ve hükümet desteklerinin kritik olduğunu düşünüyorum. Çalıştığım şirketlerden edindiğim deneyimlerim ışığında, teknoloji tabanlı tarım politikalarının ekonomik etkilerinin, ülkenin genel ekonomik büyümesine katkıda bulunduğunu görebilirim. Özellikle, tarım sektöründe dijitalleşme ve otomasyon, üretim maliyetlerini düşürerek ve verimliliği artırarak ekonomik faydalar sağlamıştır. Gelecekte, bu tür teknolojilerin daha geniş ölçekte kullanılması, Türkiye'nin tarım sektörünü daha rekabetçi ve yenilikçi hale getirebilir. Böylece ulusal ekonomimize önemli katkılar sunabilir.

3. Bir “otorite” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, **“sosyolojik”** etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Sosyolojik açıdan, teknoloji tabanlı tarım, genç nüfusu tarıma çekmekte ve tarımın algısını modernize etmektedir. Kurumsal teknolojiler ve inovasyon alanındaki deneyimlerime dayanarak, teknoloji tabanlı tarım politikalarının sosyal yapılara ve kırsal kalkınmaya olumlu etkileri olduğunu gözlemliyorum. Bu politikalar, kırsal kesimde yaşayan toplulukların yaşam kalitesini yükseltmekte ve genç nesillerin tarıma olan ilgisini artırmaktadır. Gelecekte, teknolojik yeniliklerin daha geniş bir kitleye ulaştırılması, toplumsal eşitliği ve kırsal kesimdeki ekonomik fırsatları artıracaktır.

4. Bir “otorite” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, **“teknolojik”** etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Türkiye’de tarım teknolojilerinin uygulanmasının geleceği, sürekli değişen teknolojik trendlere ve yeniliklere bağlıdır. Bu teknolojiler, tarımsal üretimi artırma ve çiftçi refahını iyileştirme potansiyeline sahiptir. İleri teknolojilerin, özellikle IoT ve yapay zeka gibi alanlardaki uygulamalarının, tarımın verimliliğini ve etkinliğini artıracak potansiyele sahip olduğunu gözlemliyorum. Tecrübelerim, tarım sektöründe teknolojik gelişmelerin önemini vurgulamaktadır. Dijitalleşme, Nesnelerin İnterneti ve veri analizi gibi yenilikçi teknolojilerin tarımda kullanımı, verimliliği artırmakta ve daha akıllı, etkin tarım uygulamalarını mümkün kılmaktadır. Gelecekte, bu teknolojik yeniliklerin daha da entegre edilmesi, tarım sektörünün küresel düzeyde rekabet gücünü artıracaktır.

5. Bir “otorite” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, **“çevresel”** etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Tarım teknolojilerinin çevresel etkilerine baktığımda, özellikle su ve enerji kullanımının daha verimli hale gelmesi ve kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılması konularında büyük ilerlemeler görüyorum. Bu teknolojik yenilikler, tarımın çevresel ayak izini azaltmaya ve doğal kaynakların korunmasına önemli katkılar sağlıyor. Bu teknolojilerin uzun vadeli çevresel etkileri ve iklim değişikliğiyle mücadeledeki rolleri derinlemesine incelenebilir. Tarım sektöründe teknolojik ilerlemelerin çevresel sürdürülebilirliği artırdığını düşünüyorum. Özellikle su ve enerji verimliliği ile ilgili teknolojik yenilikler, kaynak kullanımını optimize ederken çevresel etkiyi de azaltmaktadır. Gelecekte, çevre dostu tarım uygulamalarının ve sürdürülebilir kaynak yönetiminin daha fazla teşvik edilmesi gerekmektedir.

6. Bir “otorite” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “**hukuki**” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Türkiye'deki tarım teknolojilerinin hukuki çerçevesi, mevcut yasal düzenlemeler ve uluslararası standartlar bağlamında değerlendirilebilir. Bu alandaki mevzuatın eksiklikleri, potansiyel gelişmeler ve teknolojik tarımın hukuki altyapısının güçlendirilmesi için gereken stratejiler üzerine daha derinlemesine bir analiz yapılabilir. Bu teknolojilerin etik ve sorumlu kullanımını sağlamak için yasal çerçevelerin güçlendirilmesi ve sürekli güncellenmesi önem taşımaktadır. Gelecekte, bu yasal düzenlemelerin, teknolojik yeniliklerle uyumlu hale getirilerek tarım sektörünün sürdürülebilir gelişimini desteklemesi gerekmektedir.

4.1.2.4. Analiz (Derinlemesine Görüşme) Sonucu ve Değerlendirmesi

Farklı çalışma alanlarında faaliyet gösteren 6 kişiye sorulmuş olan 6 sorudan alınan cevaplardan elde edilen veriler bu kısımda analiz edilmektedir. Yapılan derinlemesine görüşme yönteminde PESTLE Analizi'nden yararlanılmakta olup belirlenen 6 kişiye, akıllı tarım teknolojilerinin; politik, ekonomik, sosyolojik, teknolojik, çevresel ve hukuki durumu ve gelecekte beklenen öngörülerini sorulmuştur. Alınan cevaplar neticesinde yine bu altı başlık altında sonuçlar karşılaştırılmış ve bir sonuca bağlanmıştır.

Altı farklı uzmanın perspektiflerinden elde edilen bilgiler; Türkiye genelinde teknolojiye dayalı tarım politikalarının geniş ve çok yönlü etkilerini ortaya koymaktadır. Bu politikalar, tarım sektörünün modernizasyonu, verimliliği ve sürdürülebilirliğinin artırılması açısından kritik öneme sahiptir.

Politik düzeyde, hükümetlerin ve politik karar vericilerin desteği, bu teknolojilerin gelişimini ve yaygınlaştırılmasını teşvik etmektedir. Türkiye ve dünya çapında teknolojiye dayalı tarım politikalarının geniş çaplı etkileri ve önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Bu politikalar, tarım sektörünün sürdürülebilirliğini, verimliliğini ve yenilikçiliğini artırmakta önemli bir role sahiptir. Politik düzeyde, hükümetlerin ve karar vericilerin tarım teknolojilerine yönelik desteği, sektörün modernizasyonunu ve gelişimini teşvik etmektedir.

Ekonomik açıdan, artan verimlilik ve maliyet düşüşleriyle tarım sektörü, ulusal ve global ekonomide daha rekabetçi bir konuma gelmektedir. Türkiye’de uygulanan tarım politikaları daha çok siyasal hedeflere göre belirlenmekte, her ne kadar orta vadeli planlar gibi beş senelik olanlar üzerinden bir çerçeve çizilmeye çalışıyor olsada malesef politik etkenler tarım üzerinde olumsuz etkilere sebep olmaktadır.

Sosyolojik etkiler bakımından, teknoloji tabanlı tarım, kırsal kesimde yaşam standartlarını iyileştirmekte ve genç nüfusu tarıma çekmektedir.

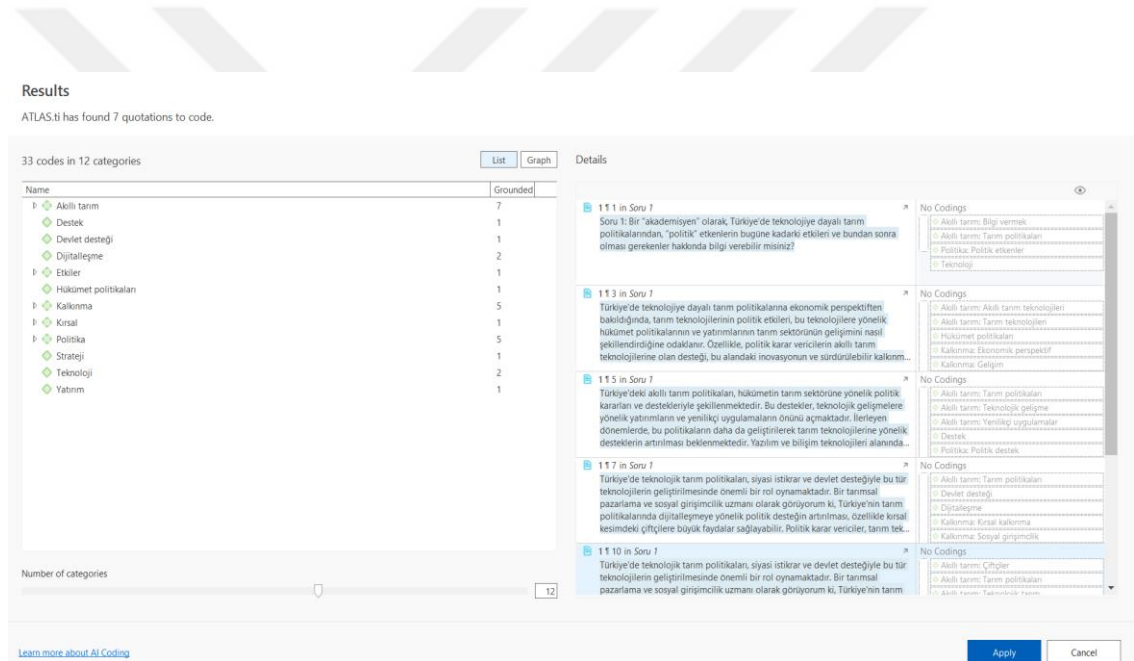
Teknolojik açıdan, IoT, yapay zeka ve sensör teknolojilerinin tarımda kullanılması, sektörün verimliliğini ve çevreye duyarlılığını artırmaktadır.

Çevresel açıdan, sürdürülebilir tarım uygulamaları ve su tasarrufu sağlayan teknolojiler, çevresel ayak izinin azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır.

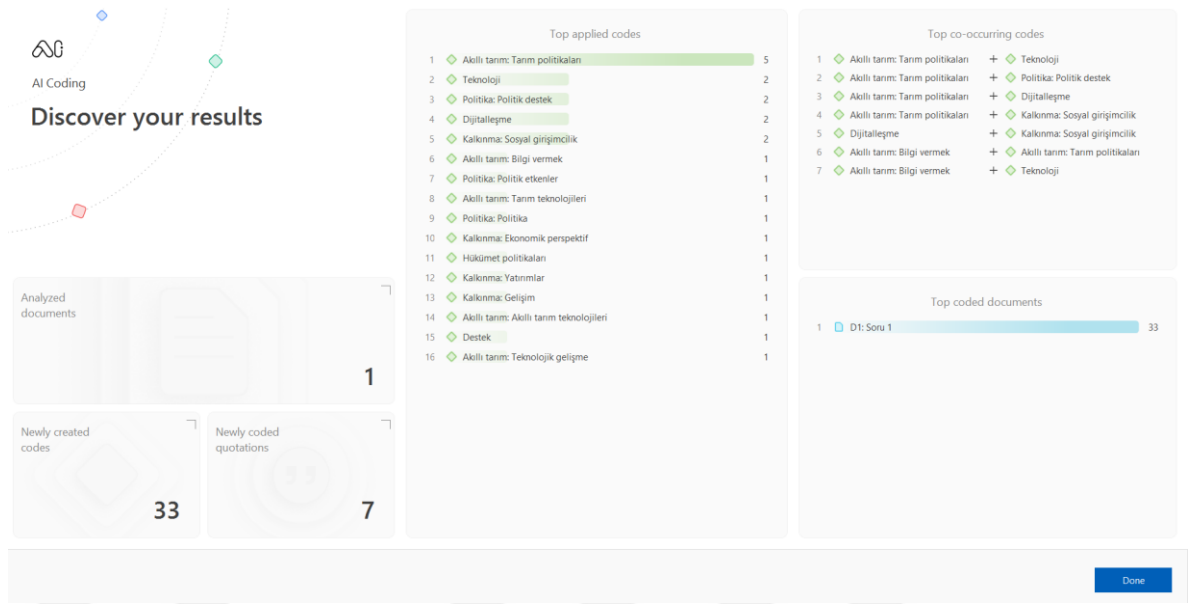
Hukuki düzeyde ise; gen mühendisliği ve biyoteknolojik ürünlerin düzenlenmesi, veri güvenliği ve biyogüvenlik konularında yasal çerçevelerin güçlendirilmesi, tarım teknolojilerinin sorumlu bir şekilde gelişimini desteklemektedir. Yeni gelişen teknolojiler yakından takip edilerek, teknolojik yeniliklerle uyumlu yasal düzenlemeler yapılmalı ve revize edilmelidir. Özellikle veri güvenliği ve fikri mülkiyet haklarının korunması hususunda gerekli hukuki düzenlemeler yapılmalıdır.

Fenomenolojik yaklaşımı takiben derinlemesine görüşme röportajları sonucunda elde edilen cevaplar “Atlas.ti” ile test edilmiş, analizlerine aşağıdaki şekillerde yer verilmektedir. Sorulan her soru ayrı ayrı ele alınmakla beraber, soru başlıklarının altında elde edilen her cevap analiz edilmektedir. Alınan cevaplardan yola çıkarak ortak noktaları tespit edilip, incelenmektedir.

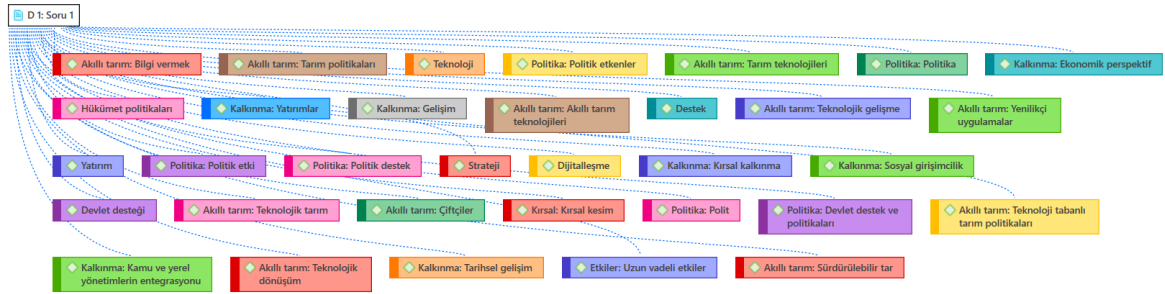
Soru 1: Bir “akademisyen” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “politik” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?



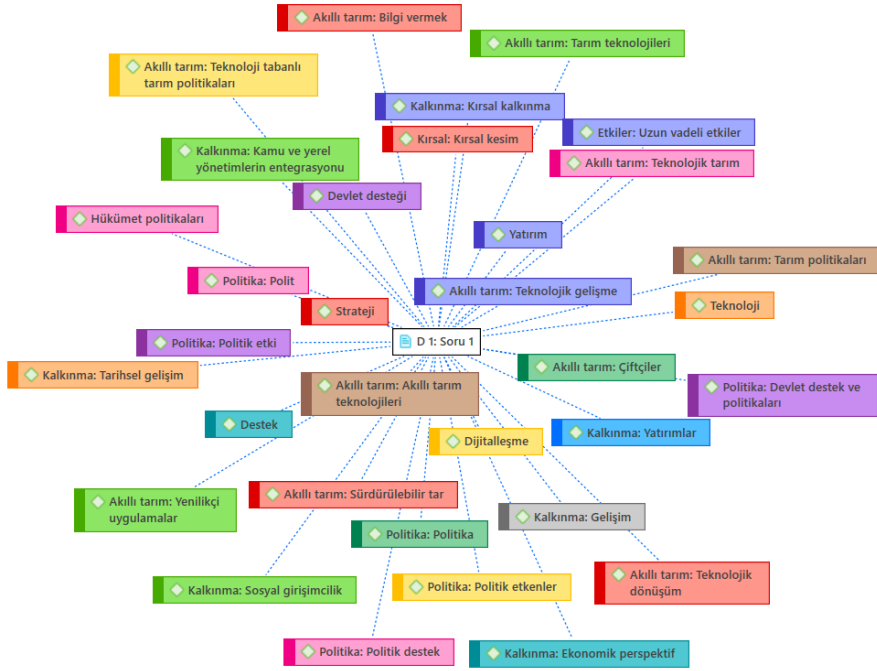
Şekil 27. Atlas.ti ile 1. sorunun analizi



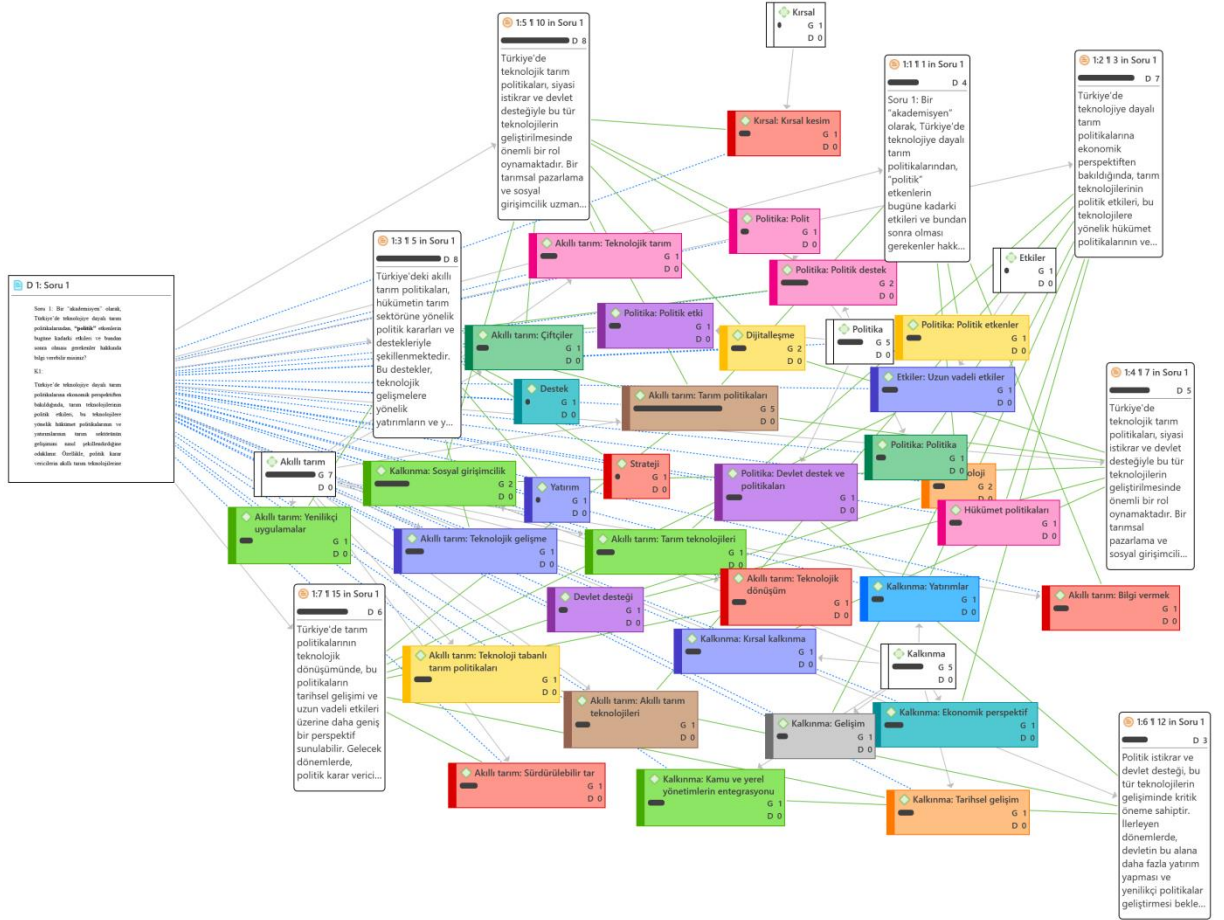
Şekil 28. Atlas.ti ile 1. sorunun analizi



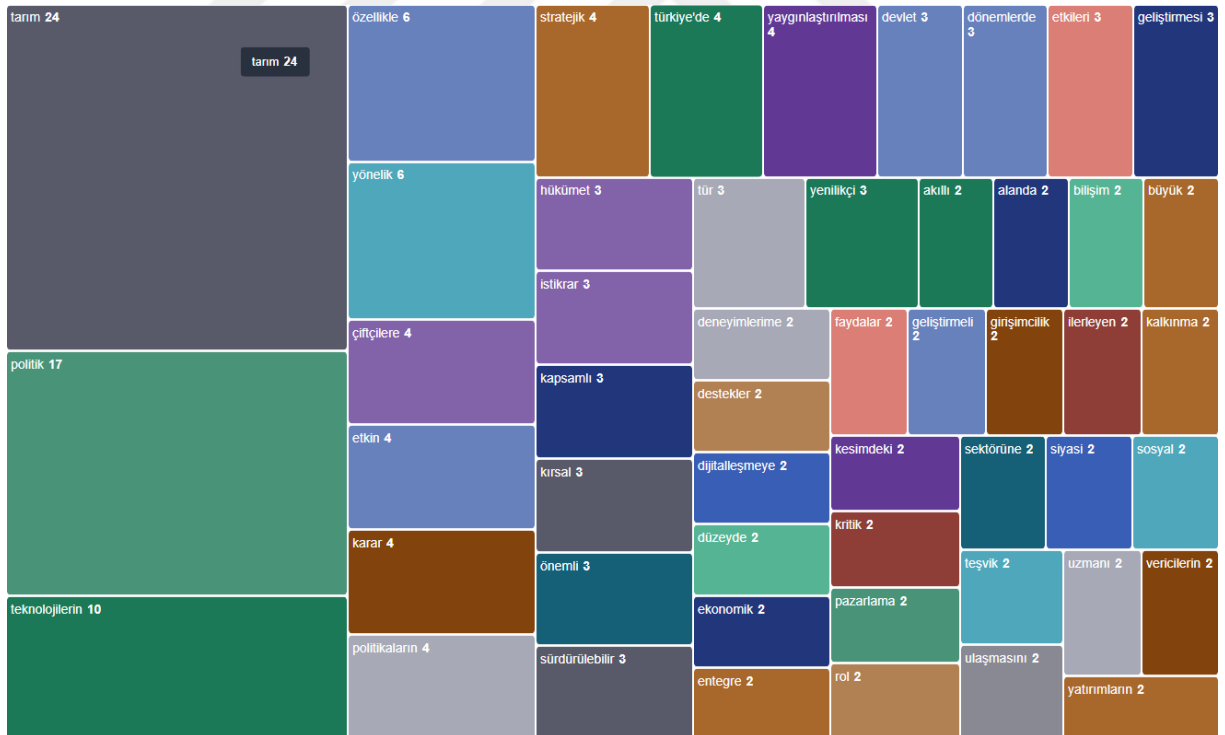
Şekil 29. Atlas.ti ile 1. sorunun analizi



Şekil 30. Atlas.ti ile 1. sorunun analizi

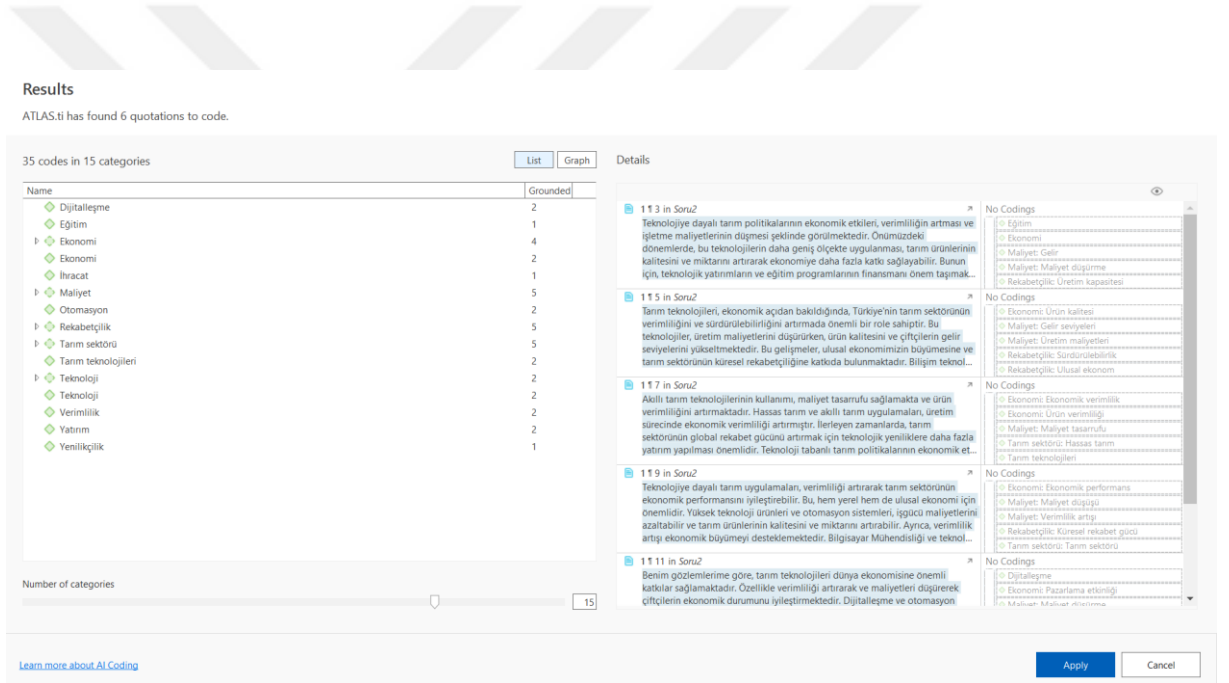


Şekil 31. Atlas.ti ile 1. sorunun analizi



Verilen cevaplar incelendiğinde en çok kullanılan kelimeler; akıllı tarım, teknoloji, politika, tarım teknolojileri, sürdürülebilir tarım, kalkınma, ekonomik perspektif, hükümet politikaları ve yatırımlar olarak şekillenmektedir. Bunun yanı sıra; devlet desteği, strateji, dijitalleşme, politik istikrar, kamu ve yerel yönetimlerin entegrasyonu dikkat çekmektedir.

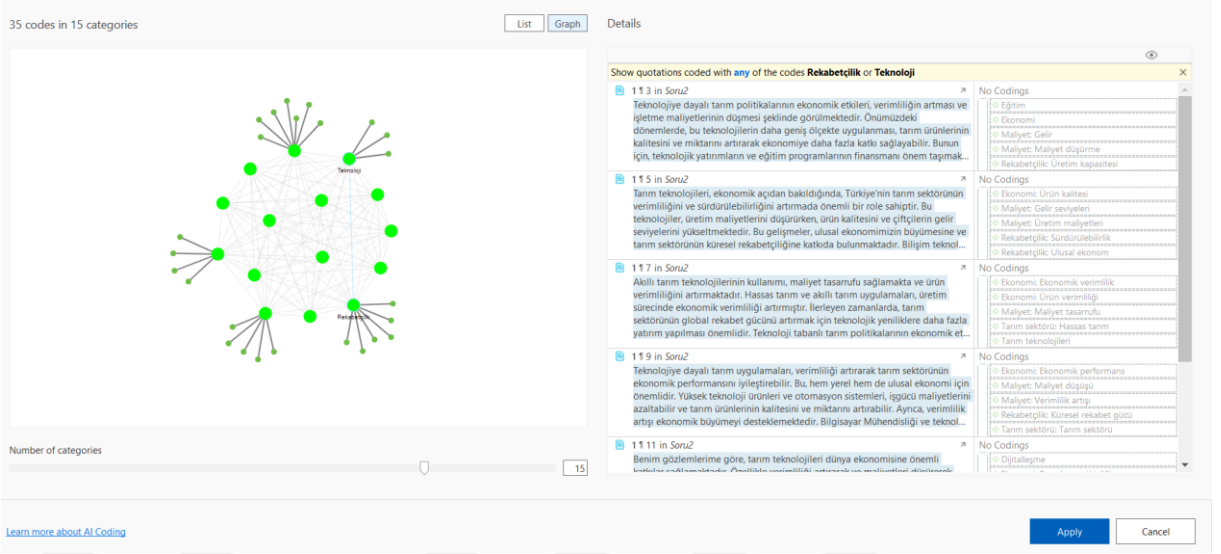
Soru 2: Bir “akademisyen” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “ekonomik” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?



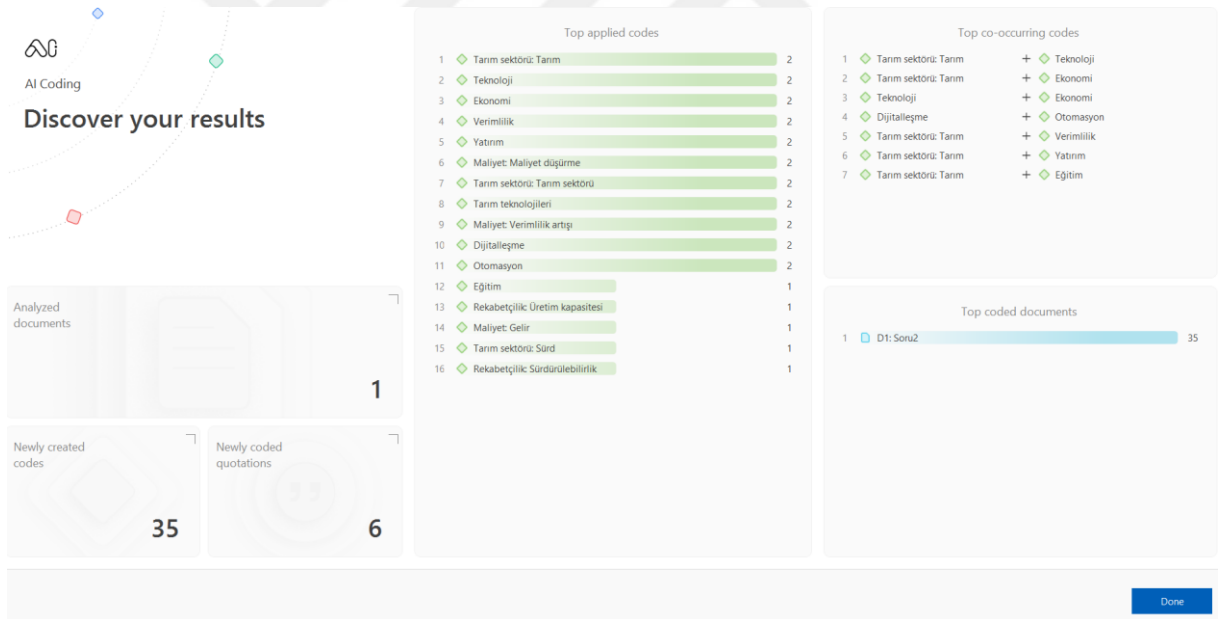
Şekil 35. Atlas.ti ile 2. sorunun analizi

Results

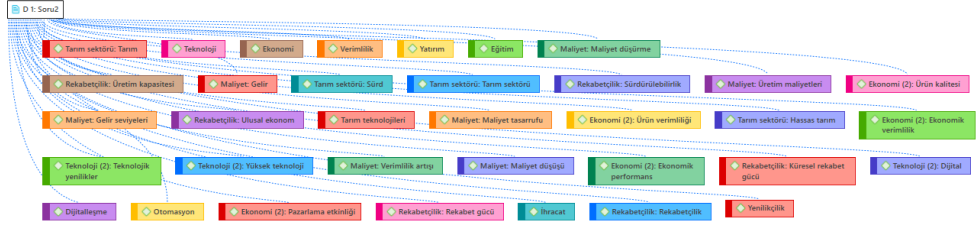
ATLAS.ti has found 6 quotations to code.



Şekil 36. Atlas.ti ile 2. sorunun analizi



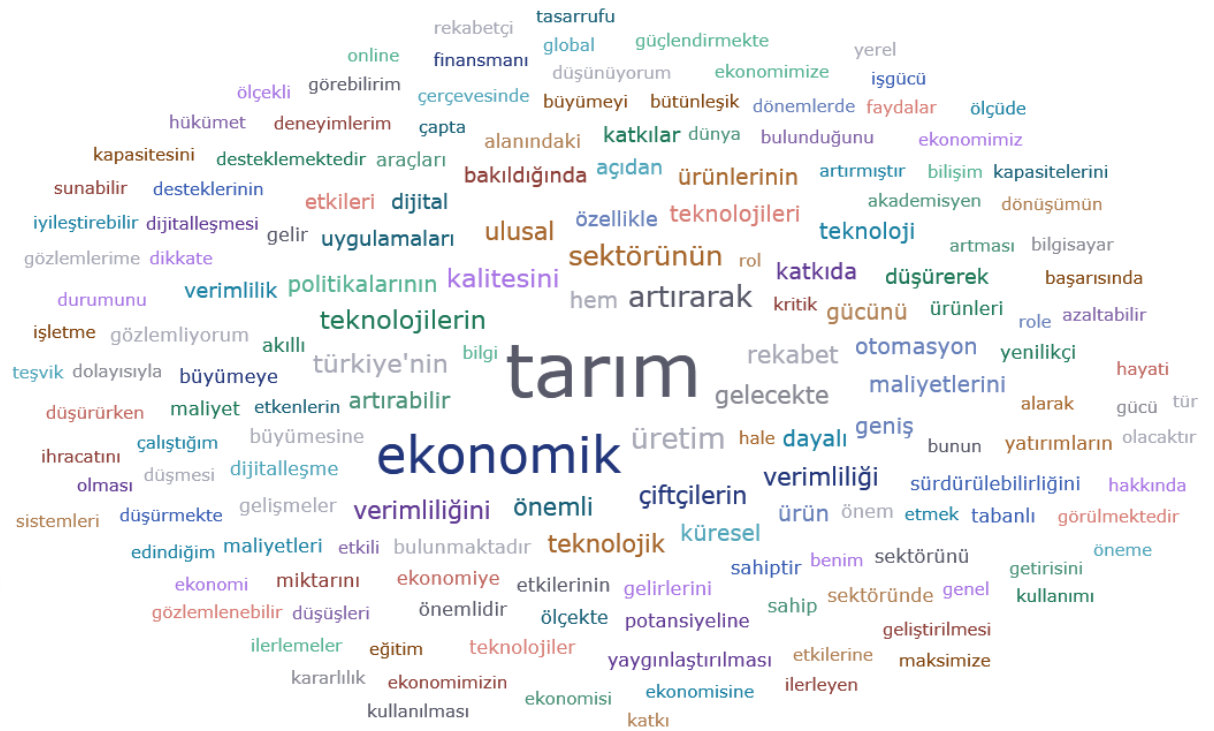
Şekil 37. Atlas.ti ile 2. sorunun analizi

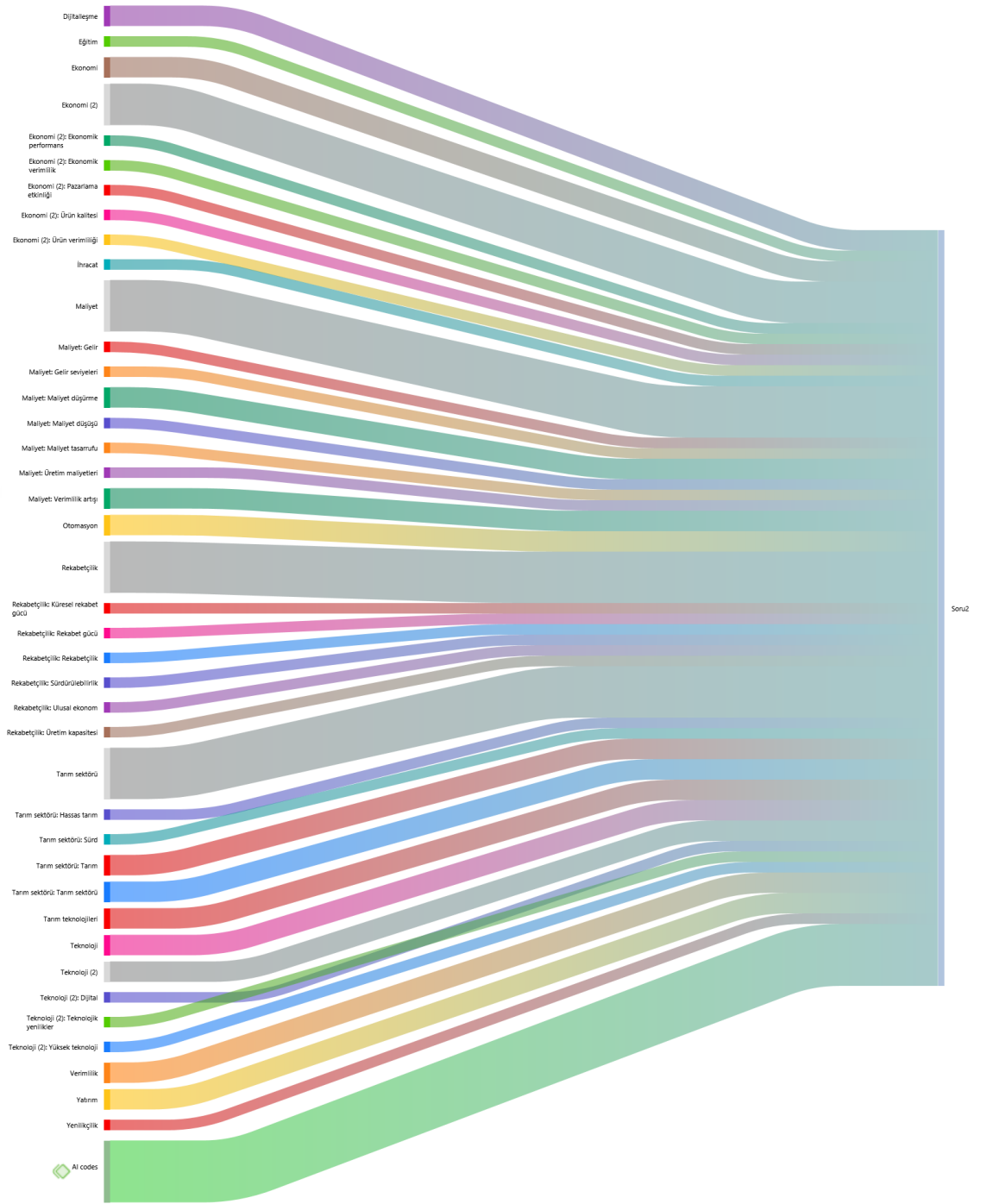


Şekil 38. Atlas.ti ile 2. sorunun analizi



Şekil 39. Atlas.ti ile 2. sorunun analizi

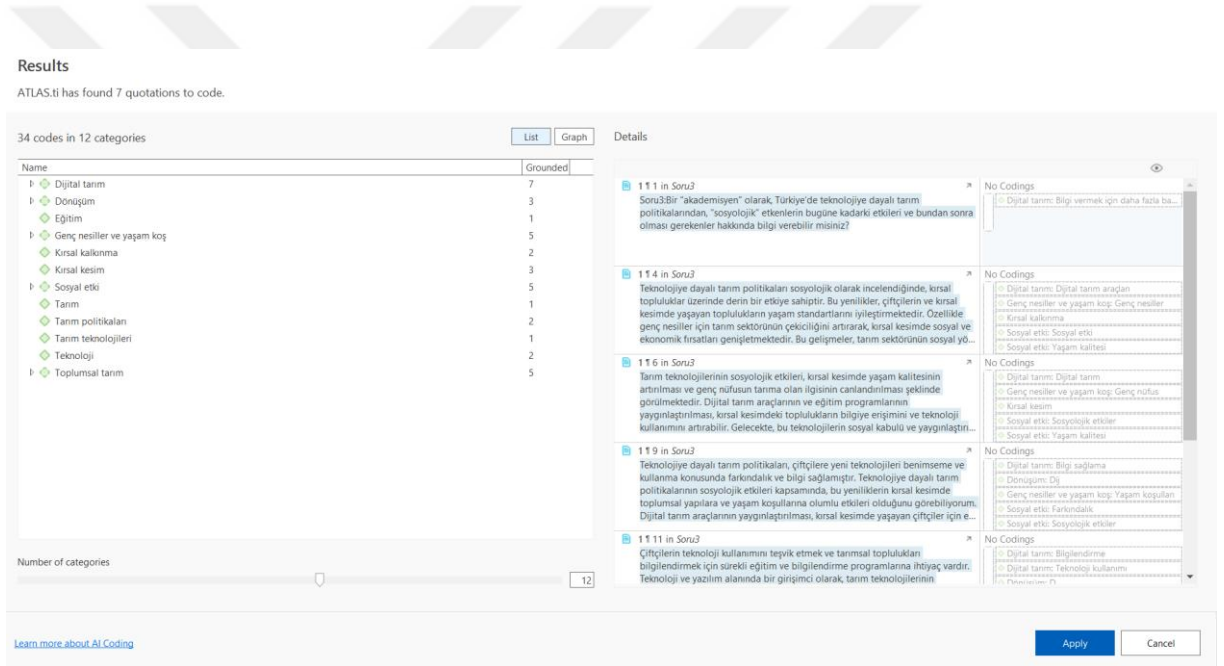




Şekil 43. Atlas.ti ile 2. sorunun analizi

Verilen cevaplar incelendiğinde en çok kullanılan kelimeler; dijitalleşme, eğitim, ekonomi, ihracat, maliyet, otomasyon, rekabet verimlilik, yatırım ve yenilikçilik olarak şekillenmektedir. Bunun yanı sıra; maliyet düşürme, verimlilik artışı, ürün kalitesi, üretim maliyetleri, ürün verimliliği, maliyet tasarrufu, pazarlama etkinliği ve küresel rekabet dikkat çekmektedir.

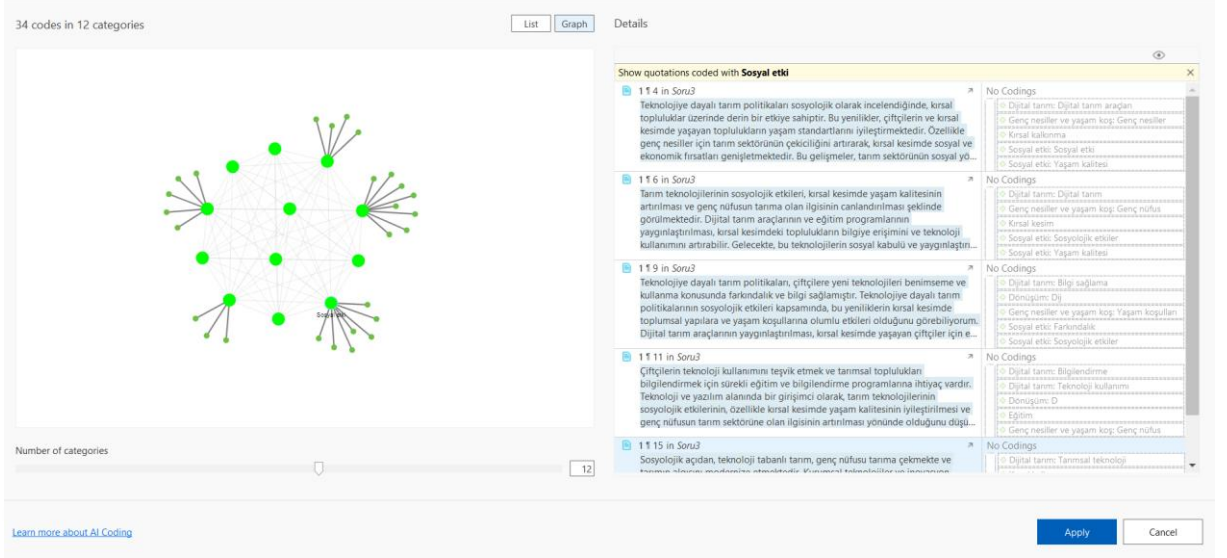
Soru 3: Bir “akademisyen” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “sosyolojik” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?



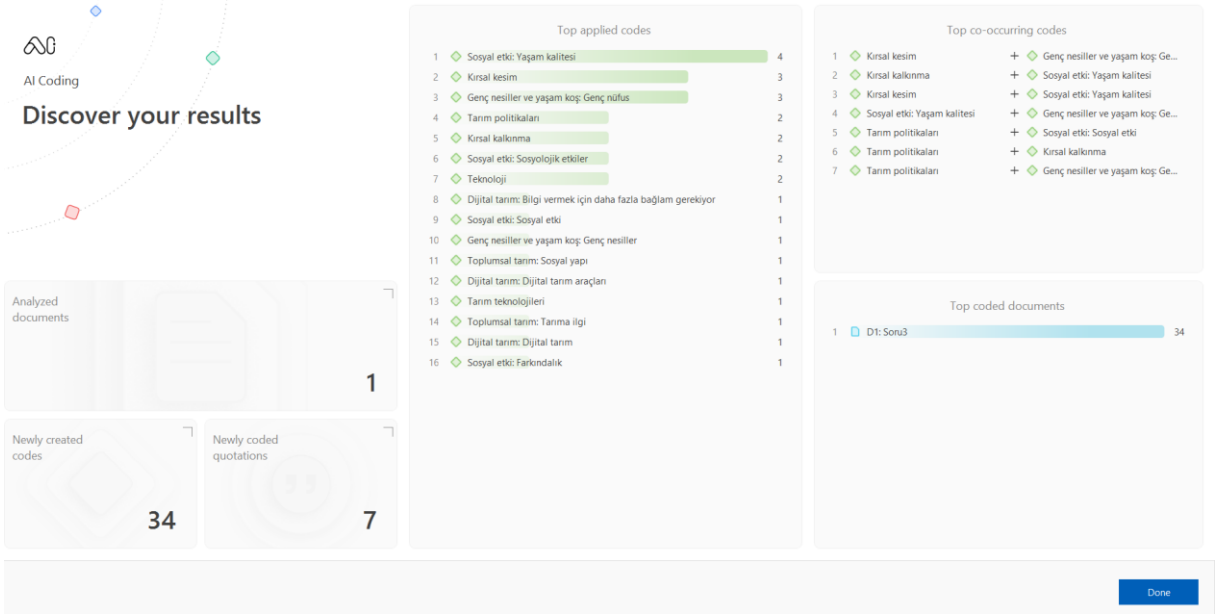
Şekil 44. Atlas.ti ile 3. sorunun analizi

Results

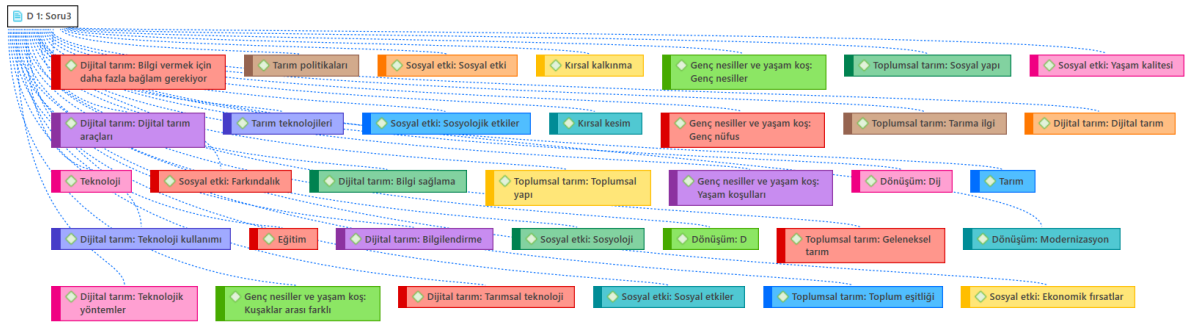
ATLAS.ti has found 7 quotations to code.



Şekil 45. Atlas.ti ile 3. sorunun analizi

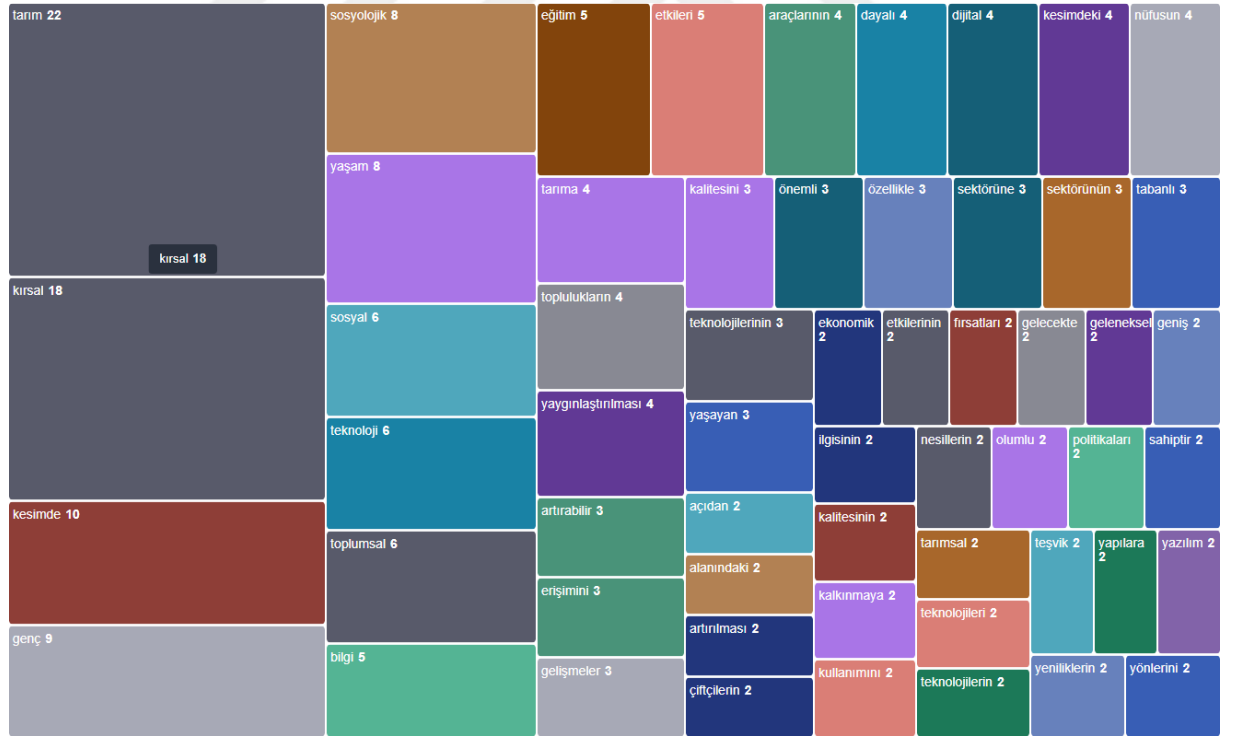


Şekil 46. Atlas.ti ile 3. sorunun analizi

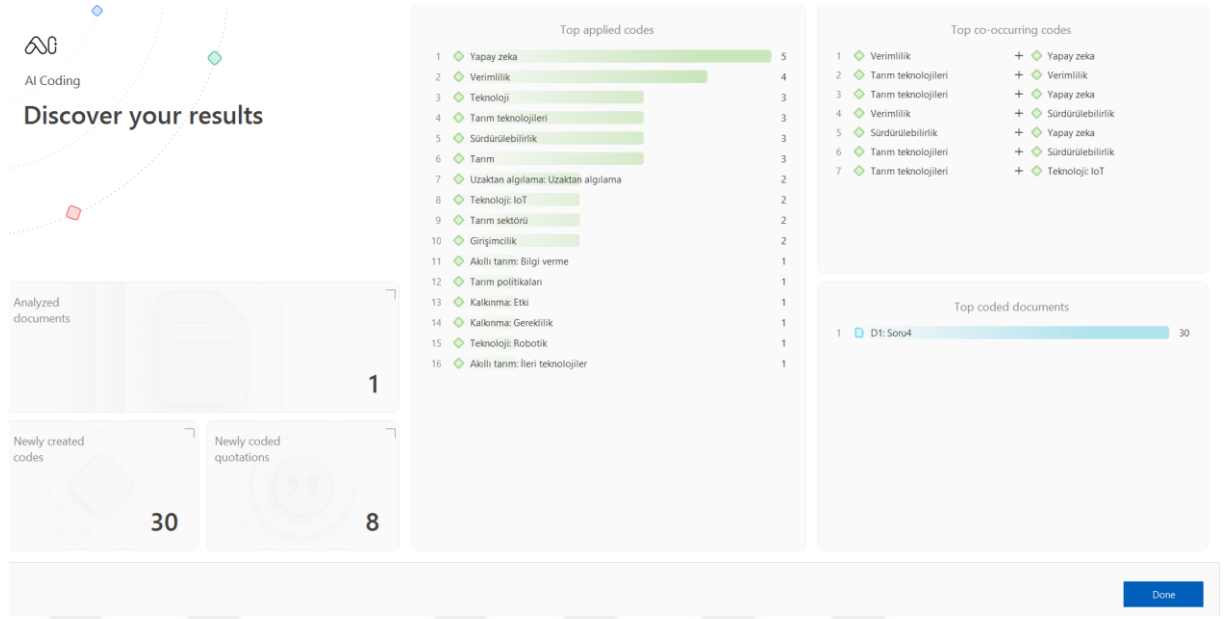




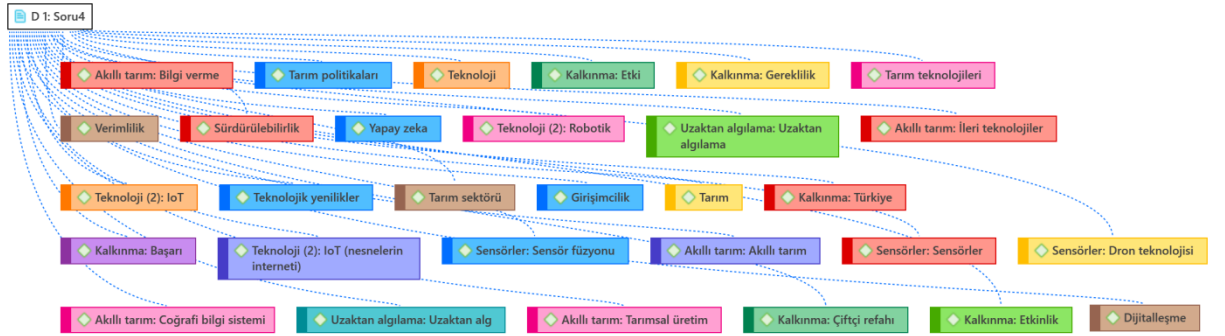
Şekil 49. Atlas.ti ile 3. sorunun analizi



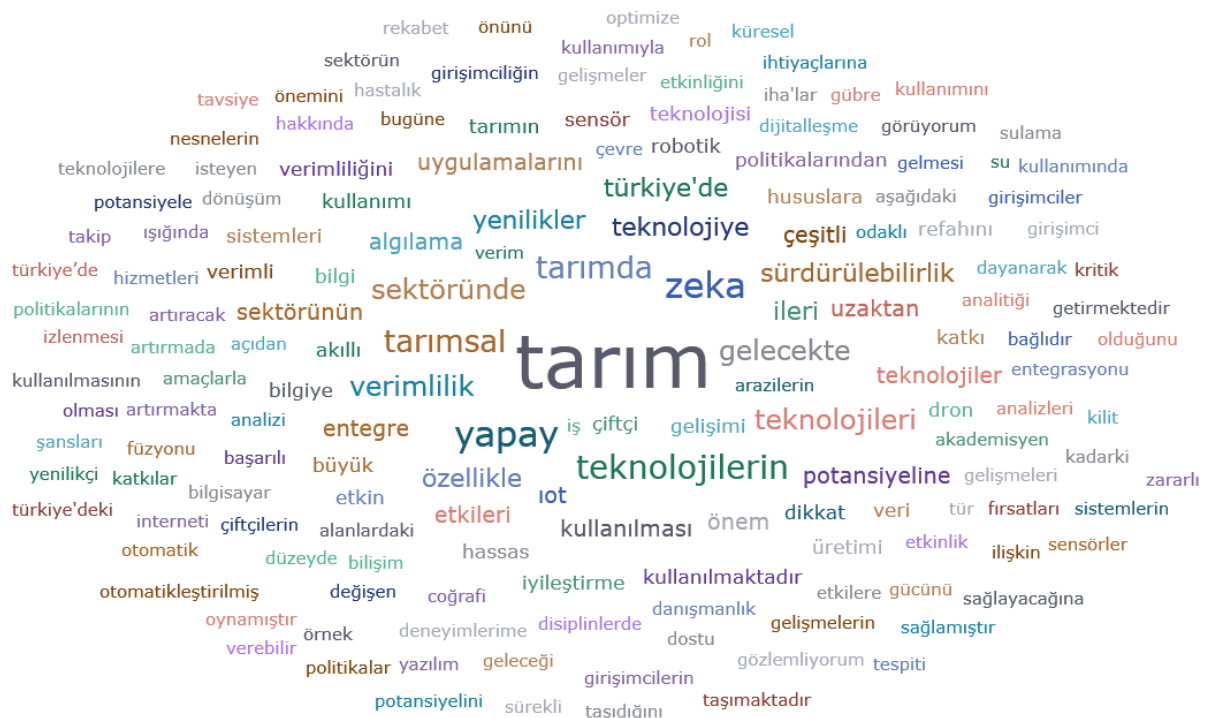
Şekil 50. Atlas.ti ile 3. sorunun analizi

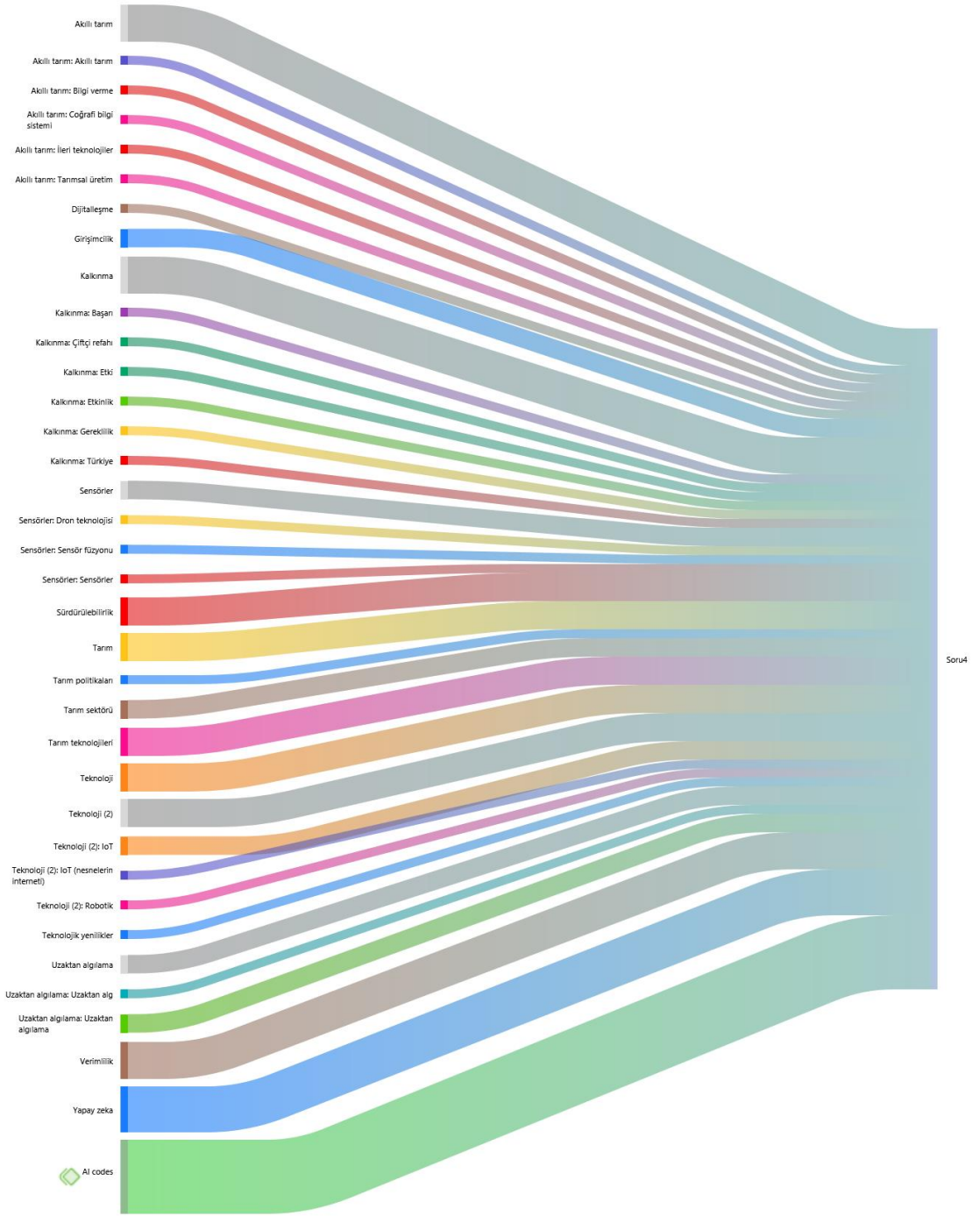


Şekil 53. Atlas.ti ile 4. sorunun analizi



Şekil 54. Atlas.ti ile 4. sorunun analizi





Şekil 58. Atlas.ti ile 4. sorunun analizi

Verilen cevaplar incelendiğinde en çok kullanılan kelimeler; yapay zeka, akıllı tarım, kalkınma, ileri teknolojiler, sürdürülebilirlik, sensörler, dron teknolojisi, IoT ve robotik olarak şekillenmektedir. Bunun yanı sıra; uzaktan algılama, verimlilik ve girişimcilik dikkat çekmektedir.

Soru 5: Bir “akademisyen” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “çevresel” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

Results

ATLAS.ti has found 7 quotations to code.

28 codes in 10 categories

Name	Grounded
Çevre	3
Çevre koruma	7
Enerji ve su verimliliği	5
Katılım	1
Soru sorma	1
Sürdürülebilirlik	6
Tarım	3
Tarım politikaları	1
Tarım teknolojileri	2
Teknoloji	3

Number of categories: 10

[Learn more about AI Coding](#)

Details

1.1.1 in Soru5
Soru5: Bir “akademisyen” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “çevresel” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?

1.1.4 in Soru5
Teknolojik gelişmeler, tarımın çevresel etkisini azaltmaya yardımcı olabilir. Örneğin, hassas tarım teknolojileri su ve gübre kullanımını optimize ederek çevresel ayak izini azaltabilir. Gelecekte, sürdürülebilir tarım uygulamalarının yaygınlaşması için bu tür teknolojilere daha fazla yatırım yapılması gerekmektedir. Tarım teknolojilerinin çevresel etkileri, sürdürülebilir kaynak yön...

1.1.6 in Soru5
Tarım teknolojileri, çevre üzerinde olumlu etkilere sahip olabilir. Örneğin, su tasarrufu sağlayan teknolojiler ve sürdürülebilir tarım uygulamaları, çevresel ayak izini azaltmaya yardımcı olmaktadır. İleride, bu tür teknolojilere daha fazla odaklanılması gerekmektedir. Yazılım ve bilişim teknolojileri alanındaki deneyimlerime dayanarak, tarım teknolojilerinin çevresel etkileri, özellikle kaynak...

1.1.14 in Soru5
Akıllı tarım teknolojileri, su ve enerji kullanımını optimize ederek, tarımın çevresel ayak izini azaltabilmektedir. Teknoloji, tarımsal biyoçeşitliliği koruma ve sürdürülebilir tarım uygulamalarını destekleme potansiyeline sahiptir. Bu tür teknolojilere daha fazla odaklanılması gerekmektedir. Çevresel sürdürülebilirlik açısından, teknoloji tabanlı tarım politikaları su ve enerji kullanımını optimize...

1.1.18 in Soru5
Tarım teknolojilerinin çevresel etkileri konusunda, bu teknolojilerin sürdürülebilir kaynak kullanımı ve çevre koruma açısından önemli katkılar sağladığını düşünüyorum. İleride, bu tür teknolojilere daha fazla odaklanılması ve çevresel

No Codings

Çevre koruma: Çevresel etkiler
Çevre koruma: Çevresel etkiler
Çevre: Teknoloji
Çevre: Türkiye
Enerji ve su verimliliği: Etkiler

No Codings

Çevre koruma: Çevre koruma
Çevre koruma: Doğal kaynak korunması
Çevre koruma: Kaynak yönetimi
Enerji ve su verimliliği: Su ve enerji verimliliği
Sürdürülebilirlik

No Codings

Çevre koruma: Çevre koruma
Çevre: Çevre
Enerji ve su verimliliği: Enerji verimliliği
Enerji ve su verimliliği: Su tasarrufu
Sürdürülebilirlik

No Codings

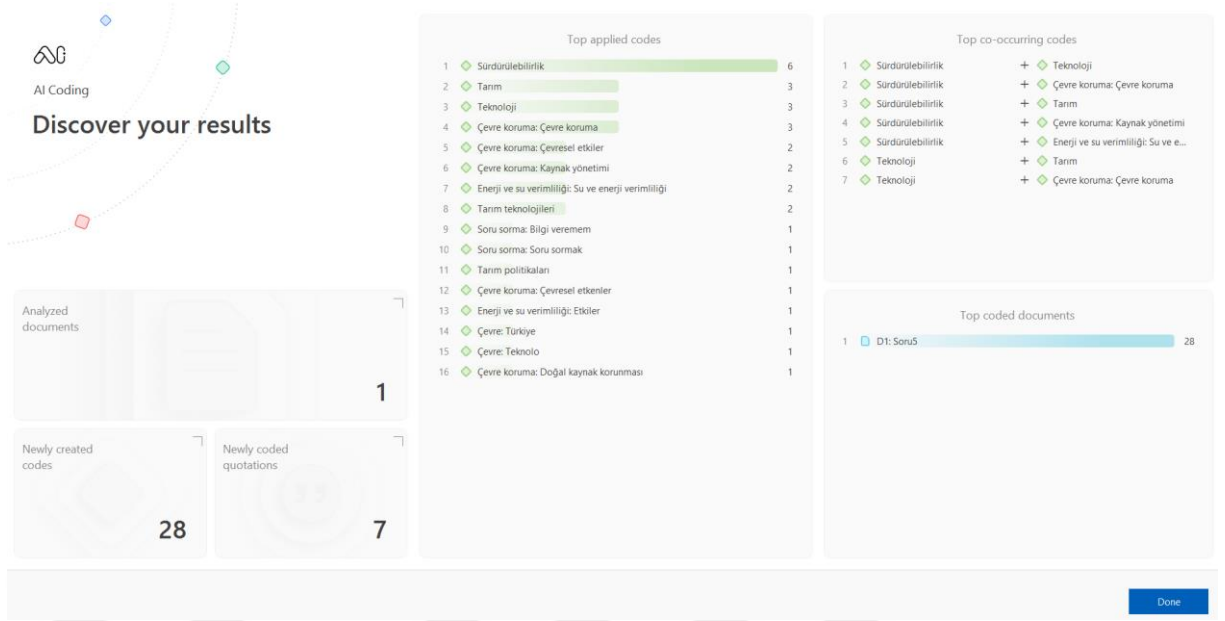
Çevre koruma: Çevre dostu tarım
Çevre koruma: Doğal kaynak korunması
Sürdürülebilirlik
Tarım teknolojileri

No Codings

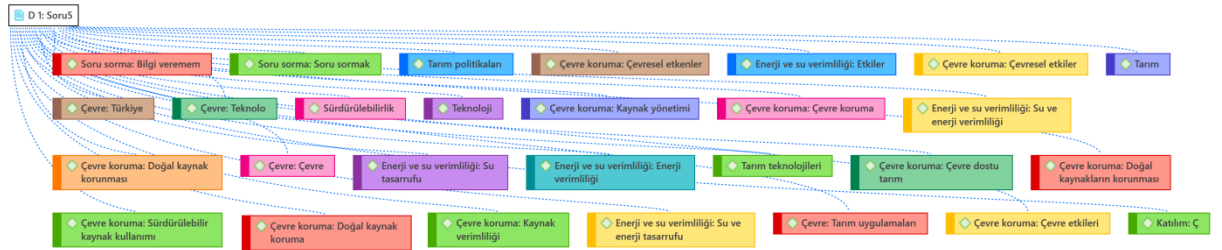
Çevre koruma: Çevre koruma
Çevre koruma: Doğal kaynak korunması
Çevre koruma: Sürdürülebilir tarım

Apply Cancel

Şekil 59. Atlas.ti ile 5. sorunun analizi

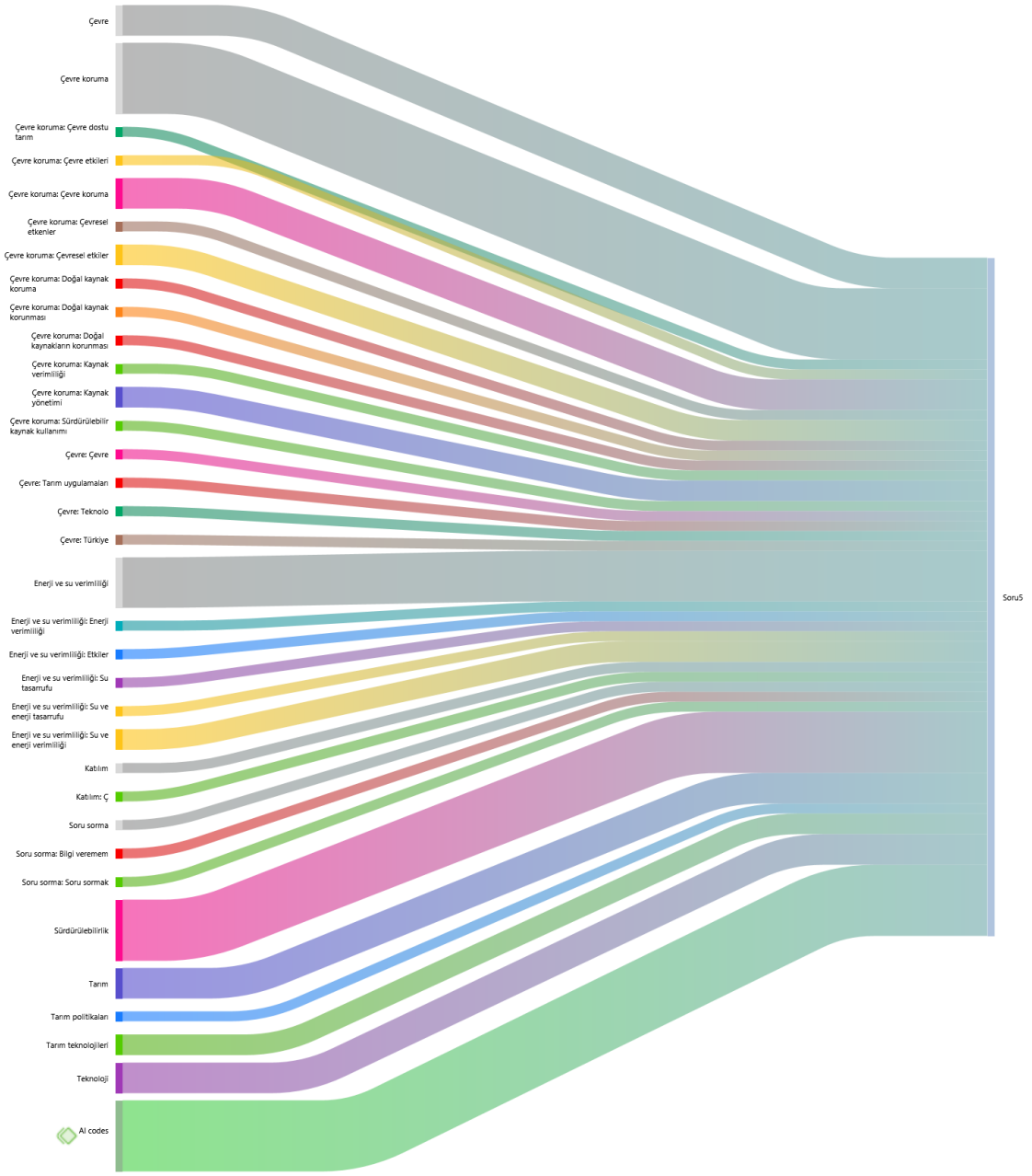


Şekil 60. Atlas.ti ile 5. sorunun analizi



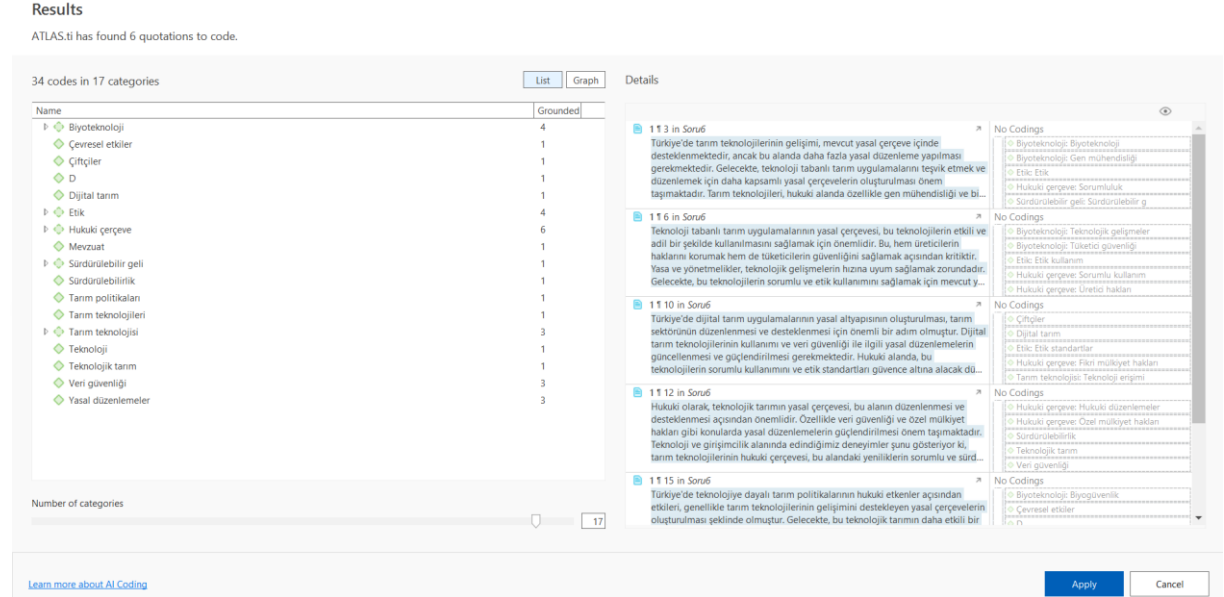
Şekil 61. Atlas.ti ile 5. sorunun analizi



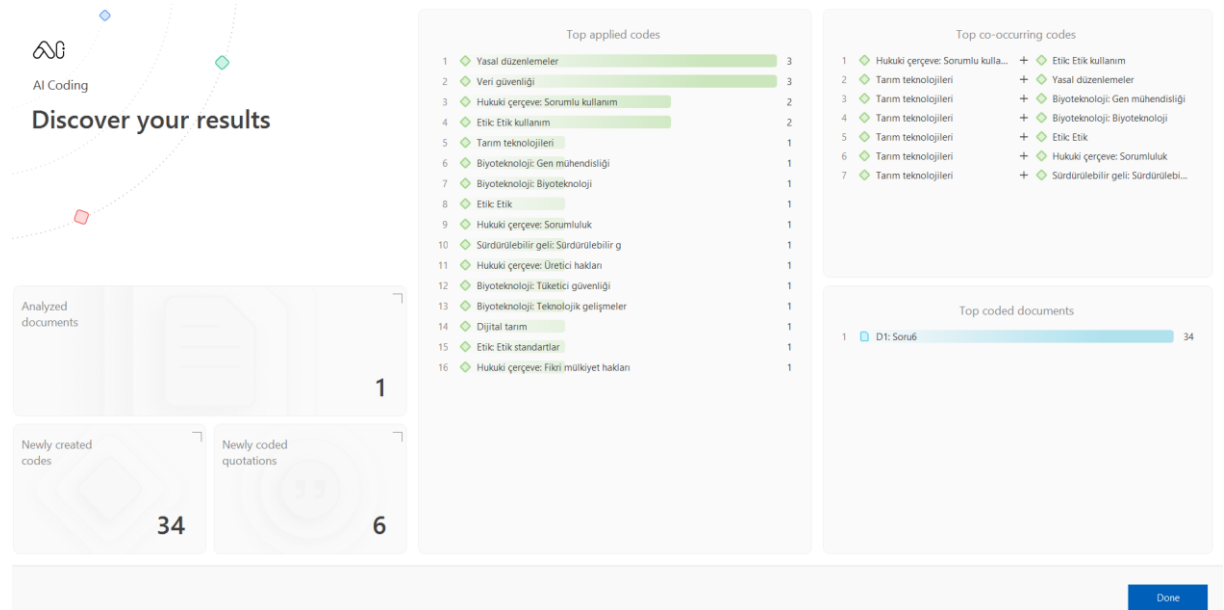


Verilen cevaplar incelendiğinde en çok kullanılan kelimeler; çevre, enerji ve su verimliliği, sürdürülebilirlik, tarım politikaları ve kaynak yönetimi olarak şekillenmektedir. Bunun yanı sıra; tarım uygulamaları, tarım teknolojileri, çevre koruma, kaynak verimliliği, su ve enerji tasarrufu dikkat çekmektedir.

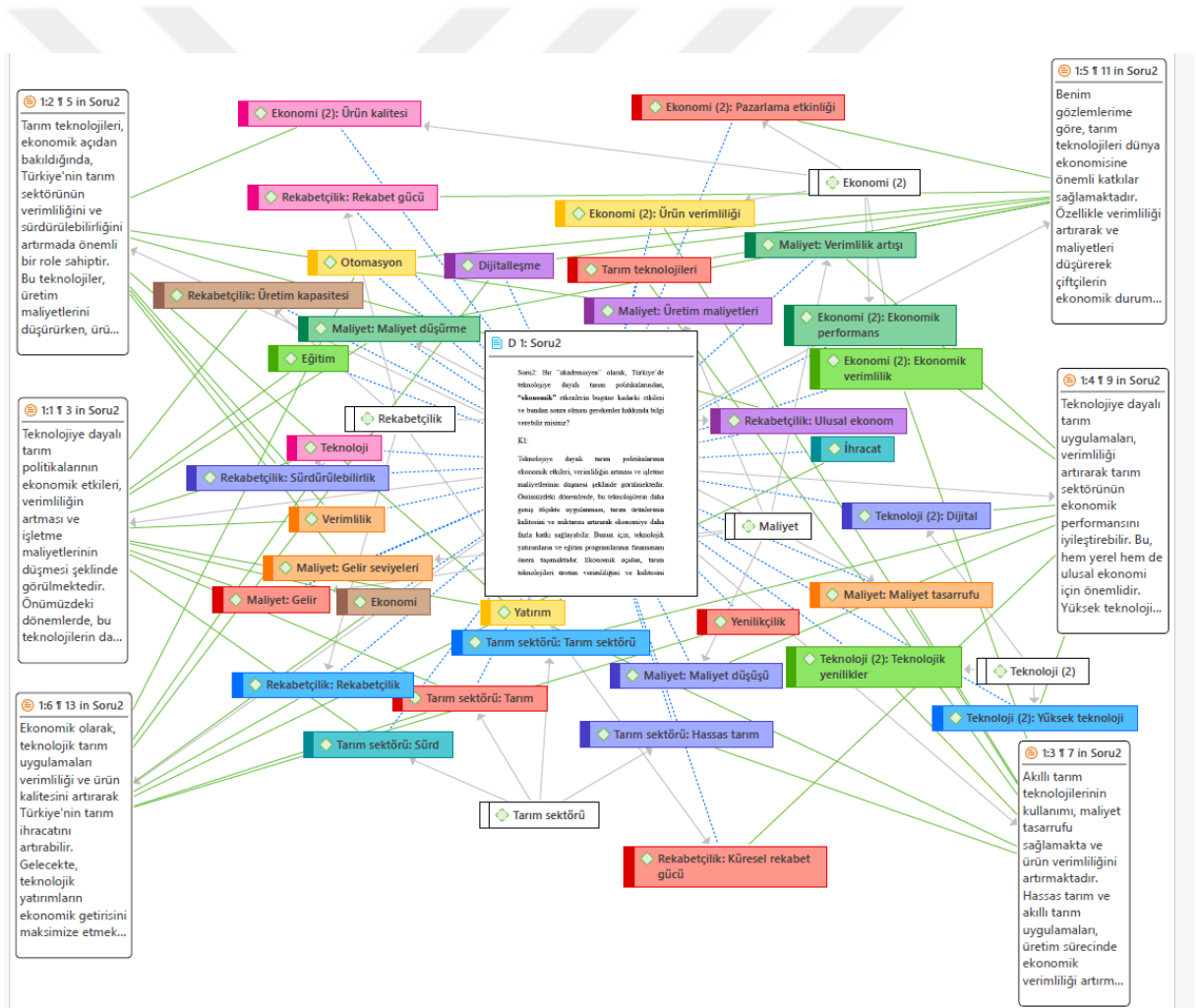
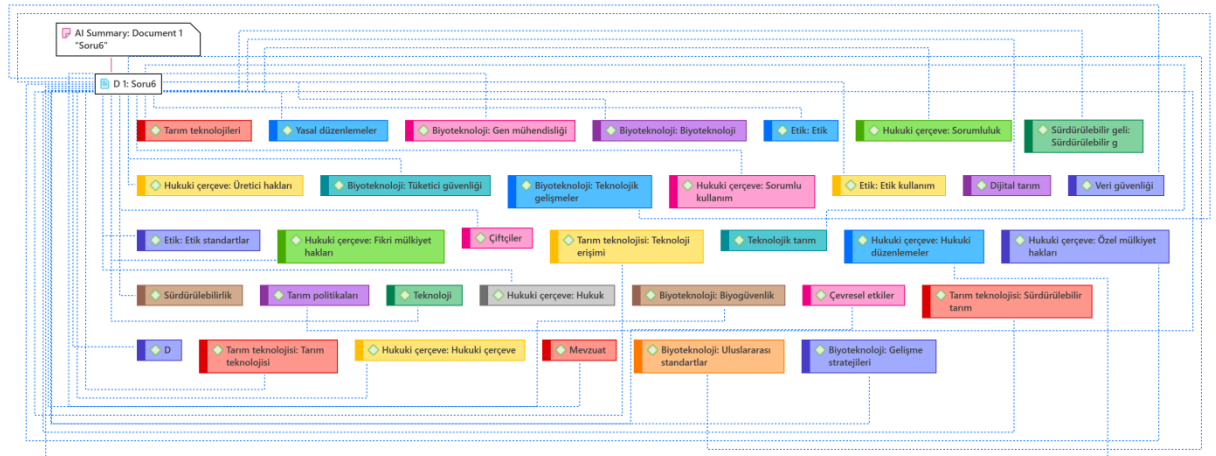
Soru 6: Bir “otorite” olarak, Türkiye’de teknolojiye dayalı tarım politikalarından, “hukuki” etkenlerin bugüne kadarki etkileri ve bundan sonra olması gerekenler hakkında bilgi verebilir misiniz?



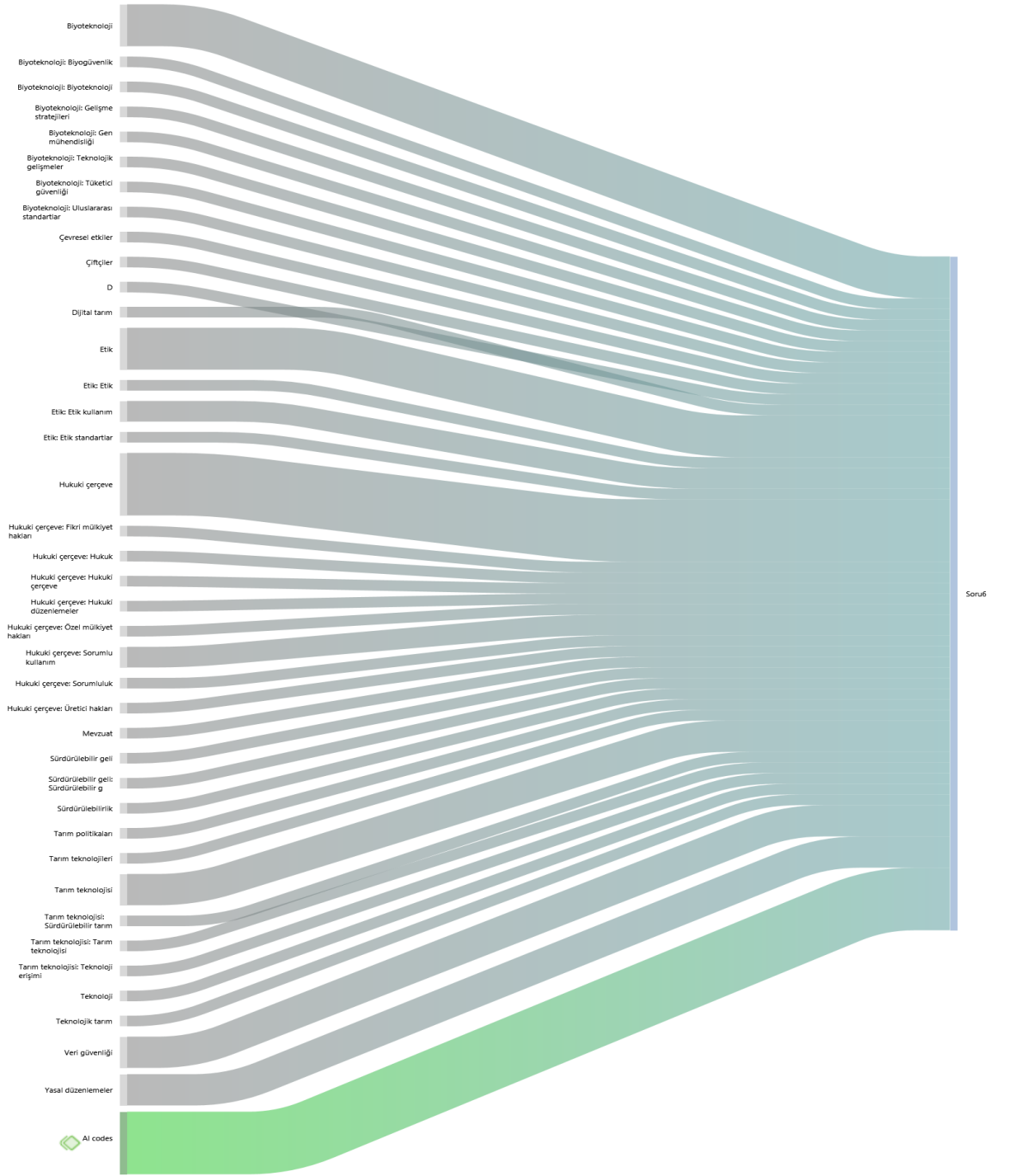
Şekil 66. Atlas.ti ile 5. sorunun analizi



Şekil 67. Atlas.ti ile 5. sorunun analizi







Şekil 72. Atlas.ti ile 5. sorunun analizi

Verilen cevaplar incelendiğinde en çok kullanılan kelimeler; etik, hukuki çerçeve, tarım teknolojileri, biyoteknoloji ve biyogüvenlik olarak şekillenmektedir. Bunun yanı sıra; hukuki çerçeve, sorumluluk, yasal düzenlemeler, veri güvenliği ve mevzuat dikkat çekmektedir.



SONUÇ

Tarımın tarih boyunca süregelen dönüşümü, evrimi ve yörüngesi nedeniyle “dijital tarım”, “akıllı tarım” veya “AgTech” olarak bilinen sektör, mevcut tarım uygulamalarını iyileştirmek için teknolojiden yararlanarak gıda üretim sistemlerinin verimliliğini, üretkenliğini ve sürdürülebilirliğini artırmayı amaçlayan ve hızla büyüyen bir alan haline gelmiştir. Günümüzde akıllı tarım teknolojileri; tarımsal ürün sağlığını ve verim potansiyelini değerlendirebilmek için GPS tabanlı makineler, uydu görüntüleri, robotik, sensörler ve tahmine dayalı analitik gibi veri odaklı teknolojilerle tarım operasyonlarının entegrasyonunu içermektedir. Akıllı tarım teknolojileri, kaynak kullanımını optimize ederek verimi artırmayı hedeflerken diğer yandan su, gübre, işçilik gibi maliyetleri azaltabilmektedir. Gerçek zamanlı izleme ve tahmine dayalı analizlerle karar verme süreçlerini iyileştirerek, ürün verim ve kalitesini artırmaktadır. Akıllı tarım, kaynak kullanımını optimize ederek ve israfı azaltarak iklim değişikliğine karşı mücadelede ve gıda güvenliğini sağlamada kilit bir rol üstlenmektedir.

Tarımın tarih boyunca temelleri ve gelişimleri incelendiğinde 4 başlığa ayrıldığı sıkça görülmektedir. Bunlar sırasıyla; emek yoğun üretim yapılan tarım (Tarım 1.0), çeşitli tarım makinelerinin kullanımı (Tarım 2.0), bilgi teknolojisinin tarıma dahil edilmesiyle yaşanan dönem (Tarım 3.0) ve son olarak içinde bulunduğumuz dönem yani Tarım 4.0 olmak üzere dijital teknolojilerin hızlı gelişimi görülmektedir. Tarım 4.0; nüfus artışı, iklim değişikliği, gıda israfı, kuraklık ve kaynak kıtlığı gibi küresel zorluklarla mücadele edebilmek bakımından önemli bir kavramdır. Öyle ki, FAO’ya göre tarım, 2050 yılına kadar ihtiyaç duyulan gıdanın %70’inden fazlasını sağlamak zorunda kalacaktır. Bu durumda gerek geleneksel yollarla gerekse teknolojiyle entegreli olarak tarıma gereken önemin verilmesi önemlidir.

Tarım 4.0'ın tanımı akıllı tarım, dijital tarım ve hassas tarım gibi diğer kavramlarla yakından bağlantılıdır. Kavram farklı perspektiflerden ve açılardan tanıtılmakta ve açıklanmaktadır. Örneğin, hassas tarımın bir evrimi olarak Endüstri 4.0 ile ilişkilendirilmekte, dijitalleşme ve dijital teknolojilerle ilişkilendirilmekte ve karar destek sistemlerinin devreye sokulmasıyla veri ve karar verme süreçlerini entegre eden yeni tarımsal modellerin oluşturulması için bir fırsat olarak görülmektedir. Akıllı tarım teknolojileri ve Tarım 4.0, tarımın geleceği için hayati bir öneme sahiptir. Bu yaklaşımlarla, artan nüfusun gıda ihtiyaçlarını karşılayabilmek, kaynakların verimliliğini arttırabilmek, sürdürülebilirliğini sağlayabilmek ve çevresel etkileri azaltabilmek için gerekenler sağlanabilecektir.

Tarım 4.0 teknolojileri, akıllı uzmanlaşma ve inovasyon stratejilerinin uygulanması için önemlidir. Bu teknolojiler genetik ve tohum geliştirme, ekim ve hasat, tarımsal ürünlerin işlenmesi ve tüketimi gibi süreçleri ele almaktadır. Temelde Tarım 4.0 teknolojileri arasında sensörler ve robotlar, nesnelerin interneti (IoT), bulut bilişim, veri analitiği ve karar destek sistemleri yer almaktadır. Bu teknolojiler; tarımsal üretimi arttırmak, kaynak kullanımını optimize etmek ve çevresel etkileri azaltmak için kullanılmaktadır.

Tarım 4.0; kaynak kıtlığı, iklim değişikliği ve gıda güvenliği gibi günümüzün küresel zorluklarını ele almak için yeni bir fırsat olarak görülmektedir. Bu bağlamda Tarım 4.0'ın tarımsal gıda sektörünün dönüştürülmesinde ve gelecekteki tarımsal üretim modellerinin şekillendirilmesinde kilit bir rol oynayacağı vurgulanmaktadır.

Tarım 4.0'ın faydaları arasında ekonomik getirinin artması, maliyetlerin düşmesi, atıkların azalması, su ve enerji tasarrufu, çiftçi güvenliği ve tarım sektöründe istihdam yaratılması yer almaktadır. Bununla birlikte, yeni teknolojilerin uygulanmasındaki riskler ve dijital okuryazar olmayan çiftçilerin ayrımcılığa uğraması ve dışlanması gibi dezavantajlar da vardır. Çevresel, sosyal ve ekonomik etkilerin değerlendirilmesi de bir zorluktur.

Özetle, Tarım 4.0 küresel tarım sektörünü dönüştürme ve sürdürülebilir tarımı teşvik etme potansiyeline sahip bir kavramdır. Ancak bu yeni konseptin başarılı bir şekilde geliştirilmesi ve uygulanması için teknik, ekonomik, siyasi, sosyal ve çevresel engellerin aşılması gerekecektir. Bu süreç, hükümetler ve paydaşlar arasında koordinasyon gerektirmektedir. Tarım sektörünün gelecekte dijitalleşme ve sürdürülebilirlik odaklı bir dönüşüm sürecinden geçeceğini ve bu dönüşümün hem fırsatlar hem de zorluklar içerdiği görülmektedir. Bu çalışmanın ilk bölümünden çıkarılan sonuç; tarımsal üretim ve gıda güvenliği üzerinde artan baskılar, teknolojinin tarımda kullanımının önemi ve gelecekteki tarım modellerinin şekillenmesi üzerine yoğunlaşmaktadır.

Akıllı ve teknolojik tarımın geleceği, dünya nüfusunun artışı ve gıda talebiyle doğrudan ilişkilidir. 2050 yılına kadar dünya nüfusunun 10 milyara ulaşması beklenirken, tarımsal üretim de büyük bir genişleme gerektirecektir. Ancak geleneksel tarım uygulamalarının bu artan talebi karşılaması mümkün olmayabilir. Bu nedenle tarım arazilerinin korunması ve teknolojik ilerlemelerin uygulanması gerekmektedir.

IoT, çiftlik ekipmanlarının ve cihazlarının birbirleriyle entegre edilmesi sayesinde sulama ve gübreleme süreçlerini optimize etmeye yardımcı olurken, sensörler de toprak nem seviyeleri, pH değerleri, sulama sistemi yönetimi, kontrolü, bitki büyümesi, hastalık ve zararlı tespiti gibi birçok parametre hakkında bilgi sağlamaktadır.

Akıllı tarım teknolojilerinin avantajları arasında; otomatik hasat, otonom traktörler ve insansız hava araçlarının kullanımıyla işgücü ve maliyet tasarrufu, zararlıların erken tespiti, hava koşulları ve toprak nem seviyelerinin izlenmesiyle verim ve üretim maliyetinin optimize edilmesi, uydular, sensörler ve insansız hava araçları aracılığıyla sürekli veri toplama, otonomi ve mobil tarım makinelerinin kullanımıyla zaman ve işgücü tasarrufu yer almaktadır.

Sonuç olarak, teknoloji tabanlı tarım, çiftçilerin ve özel şirketlerin tarım arazilerini daha iyi anlamalarına ve doğru araçları seçmelerine yardımcı olarak verimliliği ve arazi yönetimini yeni boyutlara taşımaktadır. Yapay zeka ile donatılmış otonom makineler sayesinde ekim işlemleri daha verimli ve daha az kaynakla gerçekleştirilebilmektedir. Bu ilerlemeler sayesinde tarım dirençli kalabilir, gıda güvenliğini sağlayabilir ve geliştirebilir ve ulusal ekonomilere önemli bir katkıda bulunabilir.

IPCC, WMO, UNEP, Avrupa Yeşil Mutabakatı ve UNFCCC gibi kuruluşlar ve anlaşmalar, iklim değişikliği ve çevre koruma konusunda global öneme sahip olup, tarım üzerinde doğrudan ve dolaylı etkileri olan faaliyetler yürütmektedirler.

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), iklim değişikliği konusunda bilimsel bilgi sağlayan ve uyum ve azaltma önlemleri geliştirmek için temel oluşturan bir Birleşmiş Milletler (BM) kuruluşudur. Sıcaklık artışları ve yağış düzenindeki değişikliklerin tarım üzerindeki etkilerini anlamak ve gıda güvenliğini sağlamak için önemli bilgiler sunmaktadır. Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ise hava durumu, iklim ve su kaynakları hakkında bilgi sağlar. Tarım, hava durumu ve iklimden doğrudan etkilendiği için WMO'nun verileri ve tahminleri tarımsal planlama ve risk yönetimi için hayati öneme sahiptir.

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ise çevrenin korunması ve sürdürülebilir kalkınma ile ilgilenmektedir. Tarım, çevresel sürdürülebilirlik ve ekosistem sağlığı ile bağlantılıdır. UNEP'in çevre koruma ve sürdürülebilir kalkınma faaliyetleri, tarımın çevresel ayak izini azaltmayı ve ekosistem dostu tarım uygulamalarını teşvik etmeyi amaçlamaktadır.

Avrupa Yeşil Paketi ise AB'nin çevre ve iklim hedeflerini belirleyen bir politikadır. Tarım sektörünün sera gazı emisyonlarını azaltması, biyoçeşitliliği koruması ve sürdürülebilir bir gıda sistemine doğru ilerlemesi hedeflenmektedir. Bu da tarım politikalarında ve uygulamalarında büyük değişiklikler gerektirebilir.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC), uluslararası işbirliği koordine ederek iklim değişikliğiyle mücadele etmeyi amaçlamaktadır. Tarım, hem iklim değişikliğine katkıda bulunan hem de etkilenen bir sektördür. UNFCCC, tarım sektörünün karbon emisyonlarını azaltma ve iklim değişikliğiyle uyum sağlama stratejilerini desteklemektedir. Bu kuruluşlar ve anlaşmalar, tarım sektörünün iklim değişikliği ve çevrenin korunmasıyla ilgili konularına odaklanarak, tarımda sürdürülebilirlik ve uyum önlemlerinin geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Tarım üzerindeki bu etkilerin anlaşılması ve önlemlerin alınması, küresel gıda güvenliği ve sürdürülebilir kalkınma için kritik öneme sahiptir.

Bu kurumlar ve politikalar, tarım sektörünün sürdürülebilir ve iklim değişikliğine uyumlu bir şekilde gelişmesi için çerçeve ve rehberlik sağlamakta, böylece tarımın hem çevresel etkilerini azaltma hem de iklim değişikliğinin etkilerine karşı dirençli olma yolunda ilerlemesine katkıda bulunmaktadır.

Sonuç olarak, IPCC, WMO, UNEP, Avrupa Yeşil Mutabakatı ve UNFCCC gibi kurumlar ve politikaların tarıma etkileri şu şekilde özetlenebilir; iklim değişikliği ve tarımsal uyum, risk yönetimi ve planlama, çevresel sürdürülebilirlik, sera gazı emisyonlarının azaltılması, küresel işbirliği ve politika geliştirme gibidir. Bu kurumlar ve politikaların etkisi, tarımın iklim değişikliğine uyum sağlama, çevresel sürdürülebilirliği artırma ve gıda güvenliğini koruma yönündeki çabalarını şekillendirir. Bu, tarım sektörünün hem daha çevreci hem de daha dirençli hale gelmesini sağlayarak sürdürülebilir bir gıda sisteminin oluşturulmasına katkıda bulunmaktadır.

Ekonominin etkisiyle Türkiye’de ve dünyanın bazı bölgelerinde son yıllarda tersine göç hareketleri görülmektedir. Şehir hayatındaki pahalılık insanları kırsala dönmeye itmektedir. Türkiye’de tersine ekonomik göç, yani kırsal bölgelere veya daha az gelişmiş şehirlere doğru bir göç hareketi, belirli koşullar altında mümkün olabilmektedir. Bu süreci hızlandırabilecek bazı etmenler; ekonomik teşvikler ve destekler (kırsal kalkınma programları, vergi indirimleri ve subvansiyonlar), altyapı ve erişim (ulaşım ve lojistik, internet ve teknoloji erişimi), eğitim fırsatları (mesleki ve teknik eğitim, tarımsal eğitim ve danışmanlık), sosyal ve kültürel faktörler (yaşam kalitesi ve sosyal hizmetler, topluluk gelişimi ve katılımı), inovasyon ve teknoloji (yenilikçi tarım uygulamaları, yerel girişimcilik), çevresel sürdürülebilirlik (yeşil enerji ve çevre dostu projeler), politik ve yönetsel destek (yerel yönetimlerin rolü) gibidir. Bu etmenlerin etkin bir şekilde uygulanması, Türkiye’de tersine ekonomik göçü teşvik edebilir ve sürdürülebilir kalkınmayı destekleyebilir. Ancak, bu süreç karmaşık ve çok boyutlu olup, uzun vadeli planlama ve koordinasyon gerektirmektedir.

Akıllı tarım, modern teknolojinin tarım sektörüne entegrasyonu ile karakterize edilmekte ve ekonomide giderek önem kazanmaktadır. Bu önemin nedenlerinin başında verimlilik artışı gelmektedir. Artan verim, akıllı tarım işgücü verimliliğini artırır ve daha fazla ürün üretilmesini sağlar. Bu da dünya nüfusunun artan gıda talebinin karşılanmasında önemli bir rol oynayacaktır. Bir diğer neden ise; su, gübre ve enerji gibi kaynakların daha verimli kullanılması maliyetleri azaltmakta ve çevresel sürdürülebilirliği desteklemektedir. Akıllı tarım teknolojileri sayesinde hava durumu, hastalık ve zararlılar gibi tarımsal riskler daha etkin bir şekilde yönetilebilir. Bu da ekonomik riskleri azaltır, öngörülebilirlik ve istikrar sağlar. Pazar dinamiklerine adaptasyon diğer önemli bir nedendir. Tüketici talepleri ve pazar eğilimleri hızla değişmektedir.

Akıllı tarım, üreticilerin bu değişikliklere hızla adapte olmasını ve tüketici beklentilerini karşılamasını sağlamaktadır. İşgücü verimliliğinde, otomasyon ve robotik, işgücü gereksinimlerini azaltarak çalışanların daha vasıflı görevlere odaklanmasını sağlamaktadır. Akıllı tarım teknolojisi izlenebilirliği ve gıda güvenliğini artırarak tüketicilerin daha güvenli ve kaliteli gıda almasını da sağlamaktadır. Akıllı tarım teknolojilerini benimseyen ülkeler ve şirketler küresel pazarda daha rekabetçi olacaktır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, akıllı tarım teknolojileri tarım sektörünün modernleşmesine yardımcı olabilir ve genel ekonomik kalkınmaya katkıda bulunabilir. Ayrıca, sürdürülebilir tarım uygulamaları doğal kaynakların korunmasına ve çevresel etkilerin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Açıklanan tüm bu nedenlerle, akıllı tarım ekonomide giderek daha önemli hale gelmekte ve geleceğin tarım sektörünün temelini oluşturmaktadır. Bu sektördeki yatırım ve inovasyon, hem ekonomik büyümeyi hem de çevresel sürdürülebilirliği desteklemenin bir yoludur.

Küresel bazda akıllı tarım teknolojilerinin uygulamaları incelendiğinde; AB, İran, İtalya, Japonya, Güney Afrika ve Hindistan'da tarımda teknoloji kullanımının mevcut durumunu ve Türkiye ile karşılaştırmalarını yapmanın oldukça kapsamlı bir konu olduğu görülmektedir. Her ülkenin tarımsal teknoloji kullanımı, kendi coğrafi, ekonomik ve sosyal koşullarına göre şekillenmektedir. Genel olarak bakıldığında AB, tarımda teknoloji kullanımında dünya liderlerinden biridir. Hassas tarım, verimli sulama sistemleri, otomatik sürüş teknolojileri, dronlar ve veri analitiği yaygın olarak kullanılmaktadır. Türkiye ile karşılaştırıldığında, özellikle büyük ölçekli tarımsal işletmelerde benzer teknolojileri kullanmakta, ancak AB'nin genel olarak daha ileri bir teknoloji adaptasyonu ve entegrasyonu seviyesine sahip olduğu görülmektedir.

İran incelendiğinde, özellikle su sıkıntısı nedeniyle sulama teknolojilerinde yenilikler yaptığı görülmektedir. Ancak genel olarak tarım teknolojisi kullanımı, daha gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında sınırlıdır. Türkiye, İran'a göre daha çeşitli, özellikle akıllı tarım ve otomasyon teknolojilerinde gelişmiş tarım teknolojileri kullanmaktadır.

İtalya, özellikle kaliteli gıda ürünleri üretiminde teknolojiyi etkin bir şekilde kullanmaktadır. Hassas tarım, robotik sistemler ve sürdürülebilir tarım uygulamaları yaygındır. Türkiye ve İtalya, tarımsal teknolojilerin kullanımında benzer yollar izlemekte, ancak İtalya'nın bazı özel ürünlerde (örneğin şarap ve zeytinyağı) daha ileri teknoloji kullanımına sahip olduğu görülmektedir.

Japonya, tarım teknolojisinde son derece ileri bir ülkedir. Robotik, otomasyon, yapay zeka ve veri analizi tarımda geniş çapta kullanılmaktadır. Japonya'nın teknoloji kullanımı, Türkiye'ye göre daha ileri düzeyde ve yenilikçidir. Özellikle otomasyon ve yapay zeka alanlarında Türkiye'den önde olduğu söylenebilir.

Güney Afrika, bölgesel bir tarım teknolojisi lideri olarak kabul edilmektedir. Sulama, veri analitiği ve ürün yönetim sistemlerinde ileri teknolojiler kullanılmaktadır. Türkiye ve Güney Afrika, tarımsal teknoloji kullanımında benzer seviyelerde olabilir, ancak Güney Afrika'nın bazı alanlarda (örneğin su yönetimi ve veri analitiği) daha ileri teknolojilere sahip olduğu gözlemlenmektedir.

Hindistan, geniş tarımsal alanları ve nüfusu nedeniyle büyük bir tarım sektörüne sahiptir. Ancak, teknoloji kullanımı genellikle sınırlıdır ve büyük bir kısmı geleneksel tarım yöntemlerine dayanmaktadır. Türkiye, Hindistan'a kıyasla daha geniş çaplı ve özellikle akıllı tarım ve veri analizi gibi alanlarda ileri düzeyde tarım teknolojileri kullanmaktadır.

Bu karşılaştırmalarda, Türkiye'nin belirli alanlarda gelişmiş teknolojiler kullandığı, ancak bazı Batı ülkeleri ve Japonya gibi teknolojik olarak daha ileri ülkelerle karşılaştırıldığında hala ilerleme alanları olduğu görülmektedir. Her ülkenin tarımsal teknolojiyi benimseme hızı ve kapasitesi, kendi ekonomik, coğrafi ve sosyal koşullarıyla yakından ilişkilidir.

Küresel ve Türkiye'deki tarım politikalarını karşılaştırmak için bazı temel farklılıkları ve benzerlikler incelendiğinde ilk olarak destekleme politikalarına bakıldığında; birçok ülkenin, tarım sektörünü desteklemek amacıyla tarım ürünlerine sübvansiyonlar veya fiyat garantileri gibi destekleme politikaları uyguladığı görülmektedir. Bunun sonucunda, üreticilerin gelirleri korunmakta ve gıda fiyatlarında dalgalanmaların önüne geçilmeye çalışılmaktadır. Türkiye'de de benzer destekleme politikaları uygulanmaktadır. Tarım sektörü, ülkenin ekonomik istikrarını sağlamada önemli bir rol oynamaktadır. Tarım desteklemeleri, çiftçilere mazot, gübre, tohum gibi girdilere yönelik teşvikler ve fiyat garantileri içerebilmektedir.

Dış ticaret ve ihracat ekseninde tarım politikaları, uluslararası ticaret anlaşmalarına tabidir ve dünya ticaretinin önemli bir parçasıdır. Ülkeler, tarım ürünlerinin dış ticaretini kolaylaştırmak için tarife ve kota gibi ticaret önlemleri uygulayarak. Türkiye, tarım ürünlerinin ihracatında önemli bir oyuncudur. Ülke, tarım ürünleri ihracatını artırmak için uluslararası ticaret anlaşmalarına katılmış ve tarife engellerini azaltmıştır.

Sürdürülebilirlik ve çevre politikaları son yıllarda, sürdürülebilir tarım ve çevre koruma konuları tarım politikalarında daha fazla vurgu almaktadır. Dünya genelinde tarımın çevresel etkileri ve su kaynaklarının korunması daha fazla önemsenmektedir. Türkiye de sürdürülebilir tarım uygulamalarını teşvik etmeye çalışmaktadır. Özellikle su kaynaklarının etkin kullanımı ve erozyon kontrolü gibi çevre politikaları tarım sektöründe önemlidir.

Akıllı tarım teknolojileri, dünya genelinde tarımı dönüştürmektedir. Akıllı tarım uygulamaları, verimliliği artırmakta, kaynakları daha iyi kullanmayı sağlamak ve ürün kalitesini iyileştirmektedir. Türkiye de akıllı tarım teknolojilerine yatırım yapmaktadır. Özellikle sulama sistemlerinin modernizasyonu ve dijital tarım platformları ülkenin tarım sektöründe kullanılmaktadır.

Farklı ülkelerde tarım politikaları farklı ürünleri destekleyebilir. Örneğin, ABD'de mısır ve soya fasulyesi gibi ürünler özellikle desteklenirken, Avrupa'da çiftçilerin çevresel koruma uygulamalarına katkıda bulunmaları teşvik edilir. Türkiye'de buğday, pamuk, şeker pancarı, fındık gibi ürünler genellikle desteklenen ürünler arasındadır.

Sonuç olarak, küresel ve Türkiye'deki tarım politikaları benzerlikler taşısa da, her iki düzeyde de farklılıklar bulunmaktadır. Her ülkenin tarım sektörü, kendi ihtiyaçlarına ve kaynaklarına göre şekillenen politikalarla desteklenmektedir. Bununla birlikte, sürdürülebilirlik, dijital tarım teknolojileri ve uluslararası ticaret gibi küresel konular, her iki düzeyde de önemli bir rol oynamaktadır ve bu konularda işbirliği ve uyum önemlidir.

Türkiye'nin tarım sektöründe teknoloji kullanımı giderek artmakta ve bu alanda ciddi bir gelişme potansiyeli bulunmaktadır. Şu anki durum ve gelecekteki beklentiler şu şekilde özetlenebilir; akıllı tarım uygulamaları kapsamında incelenecek olursa, Türkiye'de tarımsal faaliyetlerde teknoloji kullanımı, özellikle büyük ölçekli işletmelerde yaygındır. Akıllı tarım uygulamaları, veri analizi, uydu ve dron tabanlı izleme gibi yöntemler kullanılarak verimliliği artırmakta ve kaynak kullanımını optimize etmektedir. Sulama teknolojileri alanından bakıldığında; modern sulama teknikleri, su tasarrufunu teşvik eden damla sulama ve yağmurlama sistemleri gibi yöntemlerin kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bu yöntemler, su kullanımını verimli hale getirerek hem maliyetleri düşürmekte hem de çevresel sürdürülebilirliği desteklemektedir. Makineler ve otomasyon kapsamında ise; tarımsal üretimde traktörler, biçerdöverler gibi ağır makinaların yanı sıra, bazı alanlarda otomasyon teknolojileri ve robotik sistemler kullanılmaya başlamıştır.

Türkiye'deki akıllı tarım teknolojilerinin kullanımıyla ilgili gelecek beklentileri; 11. Kalkınma Planı'nda da belirtildiği üzere, akıllı tarım teknolojilerine büyük önem verilmektedir. Bu, veri toplama, analiz etme ve tarımsal faaliyetlerde karar verme süreçlerinde teknolojinin daha fazla kullanılacağı anlamına gelmektedir. Ayrıca, Ar-Ge ve inovasyon çerçevesinde, tarımsal araştırma ve geliştirmeye yapılan yatırımların artırılması, yeni çeşitlerin geliştirilmesi ve tarımsal üretim tekniklerinin iyileştirilmesi beklenmektedir. Bu, hem verimliliği artıracak hem de çevresel etkileri azaltacak

yenilikleri beraberinde getirecektir. Tarım ve sanayi sektörlerinin daha yakın entegrasyonu, özellikle işleme ve paketlenme teknolojilerinde ilerlemeler sağlayacak ve ürünlerin katma değerini artıracaktır. Eğitim ve yayım faaliyetleriyle, tarım sektöründe çalışanların teknoloji kullanımı konusunda eğitilmesi ve bilgilendirilmesi, teknolojiyi daha etkin ve yaygın bir şekilde kullanmalarını sağlayacaktır.

Tüm bu gelişmeler, Türkiye'nin tarım sektörünü daha verimli, sürdürülebilir ve rekabetçi hale getireceği gibi, global tarım pazarında daha etkin bir oyuncu olmasını da destekleyecektir. Yenilikçi teknolojilerin ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının benimsenmesi, uzun vadede sektörün başarısı için kritik önem taşımaktadır.

Türkiye'nin 11. Kalkınma Planı incelendiğinde, akıllı tarım sektörü için bir dizi hedef ve strateji içerdiği dikkat çekmektedir. Planın temel amaçları arasında çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan sürdürülebilir bir tarım sektörü oluşturmak, yeterli ve dengeli beslenmeyi desteklemek, arz ve talebi karşılayan bir üretim yapısı oluşturmak ve uluslararası rekabet gücünü artırmak yer almaktadır. Bu hedefler doğrultusunda tarım sektöründe bazı faaliyetler öngörülmektedir. Bunlardan en önemlileri; veri toplama ve izleme, tohumdan sofraya kadar tüm sürecin kayıt altına alınması ve yıllık izleme ve değerlendirme çalışmalarının kurumsallaştırılmasıdır. Diğerleri; fiyat dalgalanmalarında piyasa izleme, tarımsal girdi ve çıktıların fiyat dalgalanmalarının izlenmesi, rekabetin korunması ve piyasa aksaklıklarının giderilmesi için bir sistem kurulmasıdır.

Tarım arazilerinin korunması, etkin kullanımı ve yönetimi, toprak etüt ve haritalama, atıl arazilerin tarımsal üretim arazisine dönüştürülmesi ve arazi toplulaştırma çalışmaları gibi konulara odaklanması bir diğer önemli faaliyeti oluşturmaktadır. Modern sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması, 2 milyon hektar alanın sulamaya açılması, sürdürülebilir girdilerin desteklenmesi ve bitkisel üretimde çeşitliliğin artırılması, hayvancılık ve su ürünleri yetiştiriciliği, yurt içi damızlık materyal ihtiyacının karşılanması, yumurta üretiminin desteklenmesi, su ürünleri yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması ve ihracat performansının artırılmasına yönelik planlar bulunmaktadır.

Gıda güvenliğinin sağlanması için denetimlerin etkinliğinin artırılması ve kayıp ve israfın nlenmesine yönelik çabaların vurgulanması planlanmaktadır. Kooperatifler ve üretici birliklerinin pazarlamada daha etkin bir rol oynaması ve tarımsal sanayi sektöründe entegrasyon ve işbirliğinin geliştirilmesi, tarımsal araştırmalarda işbirliğinin güçlendirilmesi ve akıllı tarım teknolojilerinin desteklenmesi öngörülmektedir. rn ve risk bazlı tarım sigortasının yaygınlaştırılması ve tarımsal eğitim ve yayım faaliyetlerinin teşvik edilmesi öngörülmektedir. Bu çeşitli hedef ve stratejilerle, Türk tarım sektörünün sürdürülebilir, verimli ve rekabetçi bir yapıya kavuşmasını amaçlamaktadır.

Bu çalışmada yapılan; SWOT, PESTLE analizleri ve derinlemesine görüşme röportajları sonucunda elde edilen verilerle belirlenen araştırma sorularına cevap aramak için kullanılan önermeler başarılı bir şekilde test edilmiştir. Ve A0, A01, A02, A03 nermeler yanlış, A1, A11, A12, A13 önermeleri doğru bulunmuştur. Dolayısıyla, bu doktora tezi boyunca akıllı tarım teknolojilerinin önemi başarıyla tartışılmış ve kanıtlanmıştır.

KAYNAKÇA

- AAD (Advanced Animal Diagnostics). (2023, 10 14). *Information that counts*. Retrieved from <https://www.qscoutlab.com/>
- Abay, C. O. (2005). Türkiye’de tarım politikalarında değişim. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi*. Ankara: TMMOB.
- Ackerman, E. (2015, 11 12). *Bosch's Giant Robot Can Punch Weeds to Death*. Retrieved from <https://spectrum.ieee.org/bosch-deepfield-robotics-weed-control>
- Agriculture Robots at The University of Sydney. (2020, 5 9). *Our Robots*. Retrieved from <https://confluence.acfr.usyd.edu.au/display/AGPub/Our%2BRobots>
- AgroStar. (2023, 10 14). *Leading the Indian AgTech Revolution*. Retrieved from <https://www.corporate.agrostar.in/>
- Akben, İ. A. (2018). Endüstri 4.0 ve Karanlık Üretim: Genel Bir Bakış. *Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, C3, S1, 26-37.
- Akdeniz İhracatçı Birlikleri. (2020, 12 18). *Tarladan Sofraya Stratejisi*. Retrieved from <https://www.akib.org.tr/tr/faaliyetler-avrupa-yesil-mutabakati-biyocesitlilik-stratejisi.html>
- Alexandrats, N. B. (2021). World agriculture towards 2030/2030. *The 2012 revision. Global perspective Studies*. FAO 2012, 12-13.
- Almeida, D. V. (2023). The “Greening” of Empire: The European Green Deal as the EU first agenda. *Political Geography* 105, 102925, 2.
- Alston, J. P. (2014). Agriculture in the Global Economy. *Journal of Economic Perspectives—Volume 28, Number 1*, 121-146.
- Alvarado, E. (2021, 5 3). *237 WAYS DRONE APPLICATIONS REVOLUTIONIZE BUSINESS*. Retrieved from <https://droneii.com/237-ways-drone-applications-revolutionize-business>
- Anderson, C. (2017, 5 24). *How Drones Came to Your Local Farm*. Retrieved from MIT Technology Review: <https://www.technologyreview.com/s/526491/agricultural-drones/>
- Anderson, W. I. (2002). *Management of dryland wheat* 407-432. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Ankara Üniversitesi. (2023, 10 30). *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi*. Retrieved from <http://www.agri.ankara.edu.tr/haymana-arastirma-ve-uygulam-ciftligi/>
- Araujo, A. P. (2021). Characterising the Agriculture 4.0 Landscape - Emerging Trends, Challenges and Opportunities. *Agronomy* 11(4), 667, 6.

- Arı, A. (2006). Türkiye'de Tarımın Ekonimideki Yeri ve Güncel Sorunlar. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimleri Fakültesi, Çalışma ve Toplum Dergisi* (9), 63-64.
- Aronson, R. (2014, 8 19). *Project Details*. Retrieved from <https://hackaday.io/project/2552-farmbot-open-source-cnc-farming/details>
- AT Editor. (2016, 2 10). *Innovation in Africa: what next?* Retrieved from <https://africatimes.com/2016/02/10/innovation-in-africa-what-next/>
- AU-Startups. (2023, 07 18). *AU-Startups Watchlist: 12 Agtech Redefining Agricultural Systems and Food Distribution in Southern Africa*. Retrieved from <https://au-startups.com/2023/07/21/12-agtech-redefining-agricultural-systems-and-food-distribution-in-west-africa-to-watch/>
- Avrupa Birliği Türkiye Delegasyonu. (2023, 3 16). *Avrupa Yeşil Mutabakatı*. Retrieved from https://www.eeas.europa.eu/delegations/t%C3%BCrkiye/avrupa-ye%C5%9Fil-mutabakat%C4%B1_tr
- Aydınbaş, G. (2023). A Study on Smart Agriculture (Agriculture 4.0) from an Economic Perspective. *BİLTÜRK Journal of Economics and Related Studies*, 1-25.
- Barbera, F. C. (2022). Contro i borghi. Il Belpaese che dimentica i paesi. . *Collana Saggine. Donzelli edizioni*.
- Başpınar, S. (2022, 7 25). *Tersine göç giderek artıyor*. Retrieved from Marketing Türkiye: <https://www.marketingturkiye.com.tr/haberler/tersine-goc/>
- Bellon-Maurel, V. N. (2018). Le Big Data en agriculture. *Enjeux Numeriques No:2*, 77-81.
- Belton, P. (2016, 11 25). *In the future, will farming be fully automated?* Retrieved from <https://www.bbc.com/news/business-38089984>
- Beluhova-Uzunova, R. D. (2022). AGRICULTURE 4.0 – CONCEPTS, TECHNOLOGIES AND PROSPECTS. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 97-104.
- Bendig, J. B. (2012). Introducing a low-cost mini-UAV for thermal-and multispectral-imaging. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci*, 39, 345-349.
- Bernard, J. (2018). Africa Farming Problems Aided With Drone Technology. *Drone Addicts*.
- Betts, N. (2016). Introduction to Sustainable Agriculture. *Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs*.
- Bina, O. M. (2017). The futured imagined: Exploring Fiction on a Means of Reflecting on Today's Grand Society Challenges and Tomorrow's Options. *Futures*, 86, 166-184.
- Birnbaum Fox, J. (2009). Indigenous Science. *Cultural Survival Quarterly*. 33 (1) .

- Blakeney, M. (2022). Agricultural Innovation and Sustainable Development. *Sustainability*, vol. 14, 2698.
- Blue Level Technologies. (2023, 10 10). Retrieved from Who We Are: <https://blueleveltechnologies.com/resources/about-us/>
- Boadu, F. (2016). Climate Change. *Agricultural Law and Economics in Sub-Saharan Africa*, 555-571.
- Bocquet-Appel, J.-P. (2011). When the World's Population Took Off: The Springboard of the Neolithic Demographic Transition. *Science*. 333 (6042), 560-561.
- Boshuizen, C. M. (2014). Results from the Planet Labs Flock Constellation. *Proceedings of the AIAA/USA Conference on Small Satellites, Private Endeavors, SSC14-I-1*.
- Bowery.co. (2022, 12 16). *AI in Agriculture: The Future of Sustainable Farming, Artificial intelligence (AI) has been a part of our lives for longer than many of us realize*. Retrieved from <https://bowery.co/artificial-intelligence/>
- Braun, A. T. (2018). Farming in the Era of Industrie 4.0. *Procedia CIRP. Elsevier B.V.*, 72, 979-984.
- Brown, L. R. (2012). World on the Edge. *Earth Policy Institute. Norton. ISBN 978-1-136-54075-2*, 3.
- Buller, H. W. (2017). *Agri-environmental Policy in the European Union, 1st Edition*. London: Routledge Revivals.
- Bulut, E. A. (2017). Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi. *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, 57, 50-72.
- CA (Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture). (2007). *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management In Agriculture*. Colombo, Sri Lanka: Earthscan, London, UK, and International Water Management Institute.
- California Ag Water Stewardship Initiative. (2023, 10 12). *Dry Farming*. Retrieved from http://agwaterstewards.org/practices/dry_farming/
- Carvalho, M. M. (2022). Agrotech - sensing use cases. *ResearchGate*, 1-12.
- CB Inside. (2017, 5 18). *The Ag Tech Market Map: 100+ Startups Powering The Future Of Farming And Agribusiness*. Retrieved from <https://www.cbinsights.com/research/agriculture-tech-market-map-company-list/>
- Chadha, G. S. (2004). *State of the Indian Farmer: A Millenium Study, Vol. 2: Land Resources*. New Delhi: Ministry of Agriculture, Government of India.
- Cheng, E. (2021, 6 28). 'Reverse migration' is picking up in China as workers give up on big cities, *CNBC China Economy*. Retrieved from

<https://www.cnn.com/2021/06/28/reverse-migration-is-picking-up-in-china-as-workers-leave-big-cities.html>

- CIBO. (2023, 10 14). *CIBO Impact*. Retrieved from <https://www.cibotechnologies.com/>
- Cook, S. B. (1998). Precision Agriculture: Opportunities, Benefits and Pitfalls of Site-specific Crop Management in Australia. *Aust. J. Exp. Agr.* 38, 753-763.
- Cousins, D. (2016, 2 24). *Self-driving IbeX robot sprayer helps farmers safely tackle hills*. Retrieved from <https://www.fwi.co.uk/livestock/grassland-management/self-driving-ibex-robot-sprayer-helps-farmers-safely-tackle-hills>
- Craft, A. (2017, 3 1). *Making it rain: Drones could be the future for cloud seeding*. Retrieved from Fox News: <https://www.foxnews.com/tech/making-it-rain-drones-could-be-the-future-for-cloud-seeding>
- Crippa, M. S.-F. (2021). Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nature Food*. 2 (3), 198-209.
- Çağrı Muluk, B. K. (2014). Türkiye'de Suyun Durumu ve Su Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar: Çevresel Perspektif. *İstanbul: Doğa Koruma Merkezi*.
- Çakmak, H. (2004). Structural change and market opening in agriculture: Turkey towards EU accession. *ERC Working Paper in Economics* 4, 14.
- Çelikkaya, F. (2011). Uluslararası Mali Kuruluşların Türkiye'nin Tarım Politikasına Etkileri. *Kayseri: Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enst., Yüksek Lisans Tezi*, 2.
- Çilesiz, Y. K. (2022). Akıllı Tarım Teknolojilerinin Tarımsal Üretimde Kullanımı. In Y. K. Çilesiz, *Teknolojik Tarım* (p. 8). Ankara: Iksad Publications.
- Da Silveira, F. L. (2021). An overview of agriculture 4.0 development: Systematic review of descriptions, technologies, barriers, advantages, and disadvantages. *Computers and Electronics in Agriculture*, 106405, 189.
- Damar, M. K. (2023). Bölgesel Kalkınma için Sürdürülebilir Tarım: Dijitalleşme, Açık Veri ve İş Zekası Teknolojisinin Getirileri. In Ö. G. Aslan, *Sürdürülebilir Kalkınmada Tarımsal Faaliyetlerin Yeri ve Önemi* (p. 222). İstanbul: Efe Akademi Yayınları.
- Damar, M. K. (2023). Bölgesel Kalkınma İçin Sürdürülebilir Tarım: Dijitalleşme, Açık Veri Ve İş Zekası Teknolojisinin Getirileri. In Ö. G. Aslan, *Sürdürülebilir Kalkınmada Tarımsal Faaliyetlerin Yeri ve Önemi* (p. 217). İstanbul: Efe Akademi Yayınları.
- Danga, Y. M. (2015). Strategic tillage in no-till farming systems in Australia's northern grains-growing regions: II. Implications for agronomy, soil and environment. *Soil & Tillage Research* 152, 115-123.
- Daniels, J. (2018, 3 8). *From strawberries to apples, a wave of agriculture robotics may ease the farm labor crunch*. Retrieved from

- <https://www.cnbc.com/2018/03/08/wave-of-agriculture-robotics-holds-potential-to-ease-farm-labor-crunch.html>
- Deloitte. (2016). Focus on the Future of the Food Industry . *Deloitte Expert Interviews; Destination 2025*.
- Deloitte. (2016). *From Agriculture to AgTech: An industry transformed beyond molecules and chemicals*. Issue 8/2016.
- Deloitte. (2020). *Transforming Agriculture through Digital Technologies*. Deloitte and SCiO.
- Demchenko, Y. G. (2013). Addressing big data issues in scientific data infrastructure. *In Proceedings of the 2013 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS), San Diego, CA, USA*, 48-55.
- Demiryurek, K. K. (2021). *Acceleration of Transformation of Digitalization in Agriculture Sector for Ensuring Sustainable Food Security, Ministry of Agriculture and Forestry of the Republic of Türkiye*. COMCEC and MAF.
- Demiryürek, K. (2001). *Organik Tarım ve Ekonomisi*. Giresun: TC Kalkınma Bakanlığı Doğu Karadeniz Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı.
- Depar. (2023, 10 14). *Agri-Tech and Food in Italy*. Retrieved from <https://depar.unescwa.org/agritech-italy>
- Derpsch, R. F. (2010). Res. (submitted). Derpsch, R., Friedrich, T., Kassam, A., Hongwen, L., 2010. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *Int. J. Agric. Biol. Eng.* 3, 1-25.
- Desai, B. (2022). *United Nations Environment Programme (UNEP)*. New Delhi: Volume 32 Issue 1 2021 - Oxford Academic, Yearbook of International Environmental Law.
- Dinesh, H. P. (2016). The potential of agrivoltaic systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews Vol. 54*, 299-308.
- DOKTAR. (2023, 10 30). *Hakkımızda/Dijital dönüşümle tarımda devrim yaratmak*. Retrieved from <https://www.doktar.com/tr/hakkimizda/>
- Dorfman, J. (2009, 12 12). *Fields of automation*. Retrieved from <https://www.economist.com/technology-quarterly/2009/12/12/fields-of-automation>
- Dreves, H. (2022, 08 18). *Growing Plants, Power, and Partnerships Through Agrivoltaics*. Retrieved from Solar and Agriculture Pair Well Together, Thanks to Planning and Cooperation: <https://www.nrel.gov/news/program/2022/growing-plants-power-and-partnerships.html>
- DSİ. (2016). *Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü*. Retrieved from <https://enerji.dsi.gov.tr/>

- Duin, P. H. (2019). Zorlu Gelecekler: Çığır Açan Teknolojiler için Beklentiler. In R. P. Serraj, *Tarım ve Gıdada Yatırım Trendleri 2050* (pp. 352-353). Scala Yayıncılık.
- Eckelkamp, M. (2018, 2 1). *Blue River See & Spray Tech Reduces Herbicide Use By 90%*. Retrieved from <https://www.agweb.com/article/blue-river-see--spray-tech-reduces-herbicide-use-by-90/>
- ECOS GmbH, N. Temmen . (2021). *Smart Farming Technology in Japan and Opportunities for EU Companies*. Tokyo: EU-Japan Center for Industrial Cooperation.
- Edwards, D. (2022, 2 23). *Verdant Robotics launches multi-action agricultural robot for 'superhuman farming'*. Retrieved from <https://roboticsandautomationnews.com/2022/02/23/verdant-robotics-launches-multi-action-agricultural-robot-for-superhuman-farming/49471/>
- EFSA (European Food Safety Authority). (2019). *Food safety in the EU* . Special Eurobarometer Wave EB91.3.
- Ege Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi. (2019). *Türk Tarımının Küresel Entegrasyonu: Tarım 4.0*. İzmir: İzmir Ticaret Borsası.
- Ehrenberg, R. (2018, 10 11). *Eyes in the sky: 5 ways drones will change agriculture*. Retrieved from <https://knowablemagazine.org/article/technology/2018/eyes-sky-5-ways-drones-will-change-agriculture>
- Elf. (2018, 7 11). *What's Your Carbon Footprint?* Retrieved from <https://www.elf.agency/news/2018/9/30/whats-your-carbon-footprint>
- Elijah, O. R. (2018). An overview of internet of things (IoT) and data analytics in agriculture: benefits and challenges. *IEEE Internet of Things Journal*. 5 (5), 3758–3773.
- EOS Data Analytics. (2023, 10 13). *No-Till Farming: Methods & How They Affect Agriculture*. Retrieved from <https://eos.com/blog/no-till-farming/>
- Ercan, Ş. Ö. (2019). Tarım 4.0 ve Türkiye'de Uygulanabilirliğinin Değerlendirilmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, C25, S2 , 259- 265.
- Erden, H. K. (2015). Livestock Monitoring System. *Fourth International Conference on Agro-Geoinformatics* (p. 1). Ankara: Ministry of Food Agriculture and Livestock.
- Erdoğan, M. Ö. (2020). Türkiye'de Tarım Politikaları ve Arayışlar. *İNSAMER*, 1.
- Erkan, O. (2000). Türk Tarımında Uygulanan Politikalar. *Türkiye Ziraat Mühendisliği V.Teknik Kongresi*, (p. 22). Ankara.
- Eştürk, Ö. Ö. (2014). Türkiye’de Tarım Politikaları ve Gıda Güvencesi. *YYÜ TAR BİL DERG (YYU J AGR SCI)* 2014, 24(2), 196.

- EU . (2023, 10 5). *The European Green Deal, Striving to be the first climate-neutral continent*. Retrieved from https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
- EU. (2021, 11 18). *European Union launches a Green Team Europe Initiative in partnership with South East Asia*. Retrieved from https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_6111
- European Commision. (2022, 10 20). *Climate change and environmental degradation*. Retrieved from [knowledge4policy.ec.europa.eu: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/climate-change-environmental-degradation_en](https://knowledge4policy.ec.europa.eu/climate-change-environmental-degradation_en)
- European Parliament. (2020). *The EU 2030 Biodiversity Strategy*. Policy Department for Structural and Cohesion Policies, s.2.
- European Union. (2023, 10 3). *The Common Agricultural Policy: an overview*. Retrieved from eu-cap-network: https://eu-cap-network.ec.europa.eu/common-agricultural-policy-overview_en
- Falk, B. (2013). *The resilient farm and homestead: An innovative permaculture and whole systems design approach*. Chelsea Green.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2017). *Information and Communication Technology (ICT) in Agriculture A Report to the G20 Agricultural Deputies*, ISBN 978-92-5-109979-7 . Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- FAO. (2009). *Global Agriculture towards 2050. How to Feed The World 2050* (p. 1). Rome: Agricultural Development Economics Division Economic and Social Development Department.
- FAO. (2012). *Coping with water scarcity An action framework for agriculture and food security*. Rome: FAO Water Reports - 38.
- FAO. (2020). *FAOSTAT Database: Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Rome: FAO.
- FAO. (2023, 11 7). *Food systems account for more than one third of global greenhouse gas emissions*. Retrieved from <https://www.fao.org/news/story/en/item/1379373/icode/>
- FAO. (2023, 10 3). *Land & Water*. Retrieved from <https://www.fao.org/land-water/water/water-scarcity/en/>
- FAO. (2023, 10 13). *What is Conservation Agriculture?* Retrieved from <http://www.fao.org/ag/ca/1a.html>
- FarmBot. (2023, 10 18). *Farmbot in education*. Retrieved from <https://farm.bot/>
- FarmLabs.io. (2023, 10 30). *Hakkımızda/ FarmLabs/ Mahsüllerinizi Önemsiyoruz*. Retrieved from <https://www.farmlabs.io/about.html>

- Farms.com. (2023, 10 13). *Granular/Description*. Retrieved from <https://www.farms.com/agriculture-apps/technology/granular>
- Farooq, M. R. (2019). Role of IoT Technology in Agriculture: A Systematic Literature Review. *Electronics* 9, 319.
- FAS (Farm Advisory Service). (2023, 10 15). *UAVs in Agriculture, National Advice Hub*. Retrieved from www.fas.scot
- Ferrandez-Pastor, F. G.-C.-H.-P.-M. (2016). Developing ubiquitous sensor network platform using Internet of Things. *Application in precision agriculture. Sensors* 16 (7), 1141.
- Finley, K. (2014, 2 24). *Out in the Open: This Farmbot Makes Growing Food as Easy as Playing Farmville*. Retrieved from <https://www.wired.com/2014/02/farmbot/>
- Fisher, M. (2012). Precision Ag iin the Developing World. *CSA News*, 4-9.
- Foote, W. (2015). To feed the world in 2050, we need to view small-scale farming as a business. *Oxford (UK): Skoll World Forum*.
- FSIN (Food Security Information Network). (2023). The Global Report on Food Crises 2023, In brief. *Global Network Against Food Crises*, 7.
- Future Farming . (2018, 5 11). *Weed/Pest control - ecoRobotix plans spot spraying robot for weed control*. Retrieved from <https://www.futurefarming.com/crop-solutions/weed-pest-control/ecorobotix-plans-spot-spraying-robot-for-weed-control/>
- Future Farming. (2021, 4 30). *Tech in focus - Autonomous seeder and planter projects*. Retrieved from <https://www.futurefarming.com/tech-in-focus/autonomous-seeder-and-planter-projects/>
- Gassner, A. C. (2013). Improving Food Security Through Increasing the Precision of Agricultural Development. In M. B. Oliver, *Presicion Agriculture for Sustainability and Environmental Protection, Chapter: 3* (pp. 35-57). Abingdon, UK: Routledge.
- Goetzberger, A. Z. (1982). On the Coexistence of Solar-Energy Conversion and Plant Cultivation. *International Journal of Solar Energy*. 1 (1) , 55-69.
- Government in India. (2001). *India: Nation Action Programme to Combat Desertification, Volume – I*. New Delhi: Ministry of Environment and Forests.
- Government of India . (2002). *Tenth Five Year Plan 2002-2007, Vol. 2* . New Delhi: Planning Commision .
- Government of India. (2000). *National Agriculture Policy – 2000*. New Delhi: Ministry of Agriculture.
- Gökçe, N. (2022). Küresel Su Stresi ve Ölçüm Yöntemleri . *Bulletin of Economic Theory and Analysis*, 7(1), 189-208.

- Gökkur, S. (2019). Endüstri 4.0 ve Tarım 4.0 ile Sürdürülebilir Gelecek. *Apelasyon Dergisi*, 66.
- Grassi, M. J. (2017, 8 5). *How Blue River's See & Spray Technology Could Change Agriculture Forever*. Retrieved from <https://www.globalagtechinitiative.com/market-watch/how-blue-rivers-see-spray-technology-could-change-agriculture-forever/>
- Grieve, B. D. (2019). The Challenges Posed by Global Broadacre Crops in Delivering Smart Agri-Robotic Solutions: A Fundamental Rethink is Required. *Global Food Security* (23), 116–124.
- Güldal, H. Ö. (2019). Tarım İşletmelerinin Teknolojik İlerlemelerden (Tarım4.0) Yararlanmasında Kooperatiflerin Önemi. 23. *Milletlerarası Türk Kooperatifçilik Kongresi Bildiriler Kitabı* (pp. 359-366). Kiev, Ukrayna: ISBN: 978-975-7604-31-0.
- Gümüş, N. v. (2013). Bir Tersine Göç Örneği : Köprücük Köyü. *Turkish Studies - International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic Volume 8/6*, 233-261.
- Gürlük, S. T. (2008). Dünya Gıda Krizi: Nedenleri ve Etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 22(1), 63-74.
- Hakyemez, C. (2019). Su: Yeni Elmas. *TSKB: Tematik Bakış*, 9.
- Haller, A. (2022). Influence of Agricultural Chains on the Carbon Footprint in the Context of European Green Pact and Crises. *Romanian Academy Branch of Iasi-ICES. Agriculture* 12, 1-2.
- Harper, P. (2003). A Critique of Permaculture: Cleaning out the stables. *Centre for Alternative Technology* , 1-10.
- Harputluoğlu, M. (2018). *Türkiye'nin Tarım Politikası*. Ankara: UGSAM No: 20.
- Harvest Automation. (2023, 10 17). *Learn How Harvest HV-100 Robots Continue to Make a Real Impact in Agriculture!* Retrieved from <https://www.public.harvestai.com/>
- He, X. B. (2017). Recent Development of Unmanned Aerial Vehicle for Plant Protection in East Asia. *Mt. J. Agric. Biol. Eng.*, 10 (3), 18-30.
- Holmgren, D. (2007). Essence of Permaculture. *Permaculture: Principles & Pathways Beyond Sustainability*: 7, 1-12.
- Hruby, A. M. (2023, 10 8). *Unpacking Africa's agtech opportunity*. Retrieved from <https://www.howwemadeitinafrica.com/unpacking-africas-agtech-opportunity/166244/>
- Hu, J. N. (2022). Fault-tolerant cooperative navigation of networked UAV swarms for forest fire monitoring. *Aerospace Science and Technology*, Vol. 123, 107494, 1-12.

- Huang, Y. B. (2021). Akıllı Tarımın Sonraki Dönemine İlerlemek. In R. P. Serraj, *Tarım ve Gıda Yatırım Trendleri 2050* (pp. 312-343). Scala Yayıncılık.
- Huang, Y. H. (2009). Development of a spray system for an unmanned aerial vehicle platform. *Applied Engineering in Agriculture*, 25(6), 803-809.
- İBB - Sosyal Hizmetler Dairesi Başkanlığı. (2023, 9 29). *Anasayfa/Faaliyetlerimiz*. Retrieved from Ayni ve Nakdi Yardımlar, Sosyal Destek Süreci: <https://sosyalhizmetler.ibb.gov.tr/faaliyetlerimiz.aspx#:~:text=Tersine%20G%C3%B6%C3%A7%20Hizmeti%3A%20%20C4%B0stanbul'a,ailelerin%20tersine%20g%C3%B6%C3%A7%20talebi%20kar%C5%9F%C4%B1lanmaktad%C4%B1r.>
- ICARDA. (2017, 26 7). *Tackling The Threat of Rust Disease*. Retrieved from <https://www.icarda.org/media/news/tackling-threat-rust-disease>
- ICARDA. (2023, 11 23). *About us*. Retrieved from <https://www.icarda.org/about-us/mission-vision>
- IMF. (2023, 8 10). *Primary Commodity Prices*. Retrieved from International Monetary Fund: <https://www.imf.org/en/Research/commodity-prices>
- Integrated Food Security Phase Classification (IPC). (2023, 10 1). <https://www.ipcinfo.org/ipcinfo-website/ipc-dashboard/>. Retrieved from About the IPC-CH Dashboard: <https://www.ipcinfo.org/ipcinfo-website/ipc-dashboard/>
- Interlandi, M. F. (2022). Il ruolo dell'università per le aree interne. *La gestione associata dei servizi e delle funzioni comunali nella Val di Comino*.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2023). *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.)]*. Geneva, Switzerland: IPCC.
- IPCC. (2023, 9 26). *About the IPCC* . Retrieved from <https://www.ipcc.ch/about/>
- Iran Ministry of Economy and Financial Affairs. (2023, 10 5). *20 Year National Vision*. Retrieved from <https://irandataportal.syr.edu/20-year-national-vision>
- Islamic Parliament Research Center Of The Islamic Republic Of Iran (FA). (2023). *IRAN: Fifth Five-Year National Development Plan*. Retrieved from <https://policy.asiapacificenergy.org/node/3670>
- İslamoğlu, E. v. (2014). Türkiye'de Tersine Göç ve Tersine Göçü Teşvik Eden Uygulamalar: İstanbul İli Örneği. *Sakarya İktisat Dergisi*, 79-80.
- Isnaeni, N. M. (2022). Patterns of Middle-Class Communities Adaptation to the Village SDGS Program in Bogor Regency. *Temali: Jurnal Pembangunan Sosial*. 5 (2), 173–182.

- Itbaz Editorial Team. (2023, 10 16). *IoT in Iran, The Study of the Internet of Things in Iran*. Retrieved from <https://itbaz.net/7966/iot-in-iran/>
- Jacobson, H. (2001). Climate Policy: International. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 2011-2016.
- Jiang, D. W. (2021). A brief interpretation of drought change from IPCC Sixth Assessment Report. *Trans. Atmos. Sci.* 44., 650–653.
- Jorgensen, R. S. (2007). HortiBot: A System Design of a Robotic Tool Carrier for High-tech Plant Nursing. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Manuscript ATOE 07 006. Vol. IX.*, 1-13.
- Kader, M. S. (2019). Mulching as water-saving technique in dryland agriculture: review article. *Bull Natl Res Cent* 43, 147.
- Kamilaris, A. K.-B. (2017). A review on the practice of big data analysis in agriculture. . *Comput. Electron. Agric.*, 143, 23–37.
- Kamyab, M. (2020, 9 6). *General policies of 7th 5-Year Development Plan discussed*. Retrieved from <https://en.mehrnews.com/photo/163160/General-policies-of-7th-5-Year-Development-Plan-discussed>
- Kart, J. (2018, 11 9). *Burro Helper Robot Increases Employee Productivity By 20-30%*. Retrieved from <https://www.forbes.com/sites/jeffkart/2018/11/09/burro-helper-robot-increases-employee-productivity-by-20-30/?sh=733450e030e1>
- Kassim, M. H. (2016). Applications of WSN in agricultural environment monitoring systems. In *Proceedings of the 2016 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)*, Jeju, Korea, 344-349.
- Kazgan, G. (1999). 1980’lerde Türk Tarımında Yapısal Değişme. *75 Yıldan Köyden Şehirlere, İstanbul: Tarih Vakfı*, 31.
- Kedari, S. L. (2016). Quadcopter-A Smarter Way of Pesticide Spraying. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research*, 2(6).
- Keyder, Ç. (2014). 2000’lerde Devlet ve Tarım. In Z. Y. Ç. Keyder, *Bildiğimiz Tarımın Sonu: Küresel İktidar ve Köylülük* (pp. 191-218). İstanbul: İletişim Yayınları.
- Kirmikil, M. E. (2020). Tarım 4.0 ile Sürdürülebilir Bir Gelecek. *Icontech International Journal of Surveys, Engineering, Technology. ISSN 2717-7270*.
- Klerkx, L. J. (2019). A Review of Social Science on Digital Agriculture, Smart Farming and Agriculture 4.0: New Contributions and a Future Research Agenda. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 90.
- Kobayashi, N. (2021). *Technologies for smart bio-industry and agriculture, Connect Food Supply Chains, Regrow Japan’s agriculture and contribute to the world*. Japan: SIP (Cross-Ministerial Strategic Innovation Promotion Program).

- Kovacs, I. H. (2018). The role of digitalization in the agricultural 4.0—How to connect the industry 4.0 to agriculture? . *Hung. Agric. Eng.*
- Köse, M. (2012). AGRICULTURAL POLICY REFORMS AND THEIR IMPLICATIONS ON RURAL DEVELOPMENT: TURKEY AND THE EU . *Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi Cilt: 11, No:2*, 82.
- Köymen, O. (1999). Cumhuriyet Döneminde Tarımsal Yapı ve Tarım Politikaları. In O. Baydar ed. *75 Yılda Köylerden Şehirlere. Tarih Vakfı Yayınları*, 1-359.
- Lagomarsino, V. (2019, 9 26). *Hydroponics: The power of water to grow food*. Retrieved from <https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2019/hydroponics-the-power-of-water-to-grow-food/>
- Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. . *Sustainability*; 7 (5), 6389-6398.
- Lassie, S. (2016, 7 13). *The SwagBot is an all-terrain robot that will soon be running the farm*. Retrieved from <https://mashable.com/article/swagbot-agriculture-robot-australia>
- Ledford, H. (2017). Plant biologists welcome their robot overlords. *Nature*. 541 (7638), 445-446.
- Lehman, R. C. (2015). Understanding and enhancing soil biological health: the solution for reversing soil degradation. *Sustainability*; 7, 988-1027.
- Lessing, J. (2018, 8 8). *The AI-powered robotics company revolutionizing indoor farming*. Retrieved from <https://medium.com/root-ai/introducing-root-ai-abe6bf25607b>
- Li, C. W. (2017). Ridge–furrow with plastic film mulching practice improves maize productivity and resource use efficiency under the wheat–maize double–cropping system in dry semi–humid areas. *Field Crops Research Volume 2003*, 201-211.
- Li, X. Z. (2015). Precise positioning with current multi-constellation global navigation satellite systems: GPS, GLONASS, Galileo and BeiDou. *Sci. Rep*, 5 , 8328.
- Liqiang, Z. S. (2011). A Crop Monitoring System Based on Wireless Sensor. *Procedia Environmental Sciences* 11, 558-565.
- Litfin, K. (2000). Advocacy coalitions along the domestic-foreign frontier: Globalization and Canadian climate change policy. *Policy Studies Journal*, 28(1), 236-252.
- Liu, Y. S.-M. (2021). From Industry 4.0 to Agriculture 4.0: Current Status, Enabling Technologies, and Research Challenges. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, S17(6), 4322-4334.
- Llewellyn, R. D. (2012). Extensive use of no-tillage in grain growing regions of Australia. . *Field Crops Res.* 132, 204–212.

- Locatelli, S. L. (2022). *L' Italia lontana. Una politica per le aree interne. Collana Saggine. Donzelli edizioni.*
- Loeve, R. H.-M. (2004). Changes in long-term trends in intersectoral water allocation and crop productivity in Zhanghe and Kaifeng, China. In: R. Barker (Guest Editor). *Paddy and Water Environment*. 2(4).
- Lowenberg-De Boer, J. (2015). The Precision Agriculture Revolution: Making the Modern Farmer. *Foreign Affairs*, 105-112.
- Maggio, A. S. (2018). Global Drivers and Megatrends in Agri-Food Systems. In R. P. Serraj, *Agriculture & Food Systems to 2050: Global Trends, Challenges and Opportunities* (pp. 20-23). World Scientific.
- Malcolm, B. S. (1996). *Agriculture in Australia : an introduction*. Australia: Oxford University Press. ISBN 0-19-553695-9.
- Marshall, B. (2020, 10 20). *A Growing Industry - Farming Robots Market Projected to Reach \$5.7 Billion by 2024*. Retrieved from <https://www.engineering.com/story/a-growing-industry---farming-robots-market-projected-to-reach-57-billion-by-2024>
- Masterson, V. (2022, 5 24). *Vertical farming – is this the future of agriculture?* Retrieved from https://climatechampions.unfccc.int/vertical-farming-is-this-the-future-of-agriculture/?gclid=Cj0KCQjw1aOpBhCOARIsACXYv-dOQ2SJbqxqdd8mwMghMdlrEabIZn9JDTMwF9J6EsXeyaR52JwXsQkaAqkYEALw_wcB
- Matt, S. (2017, 5 31). *Robots Wielding Water Knives Are the Future of Farming*. Retrieved from <https://www.wired.com/2017/05/robots-agriculture/>
- Maurel, V. B. (2022). Getting the most out of digital technology to contribute to the transition to sustainable agriculture and food systems. *Agriculture and Digital Technology*, 1-185.
- Maurel, W. B. (2022). Getting the most out of digital technology to contribute to the transition to sustainable agriculture and food systems. *Agriculture and Digital Technology*, 1-185.
- Mazur, M. (2016, 7 20). *Six Ways Drones Are Revolutionizing Agriculture*. Retrieved from PwC: <https://www.technologyreview.com/2016/07/20/158748/six-ways-drones-are-revolutionizing-agriculture/>
- McBratney, A. W. (2005). Future Directions of Precision Agriculture. *Precis. Agric.*, 6, 7-23.
- McKinsey&Company. (2020). Agriculture's connected future: How technology can yield new growth. *McKinsey Center for Advanced Connectivity and Agriculture Practice*, 1-10.
- Megersa, G. A. (2015). Irrigation System in Israel: A Review. . *Int. 1. Water Res. Environ. Eng.* 7 (3), 29-37.

- Meitzner, R. S. (2021). Agrivoltaics—The Perfect Fit for the Future of Organic Photovoltaics. *Advanced Energy Materials* Volume 11, Issue 1, 1-7.
- Mercy Corps. (2020, 5 8). *The facts: What you need to know about global hunger*. Retrieved from <https://www.mercycorps.org/blog/facts-global-hunger>
- Ministry of Food Agriculture and Livestock. (2013).) *Structural Changes and Reforms in Turkish Agriculture 2003-2016*. Ankara: Republic of Turkey Ministry of Food Agriculture and Livestock Strategy Development Board.
- Ministry of I.T.C (Iran). (2021, 12 25). *Fortyeighth IoT expert critique and Opinion Meeting report*. Retrieved from <https://wa.ict.gov.ir/en/newsagency/24484/>
- Mishra, A. (2023). Smart Urban Farming: Potential and Prospects. *Farm Chronicle Vol. 02* , 7-8.
- Mogili, U. D. (2018). Review on Application of Drone Systems in Precision Agriculture. *Procedia Computer Science* 133, 503-509.
- Mohammadi, M. S. (2021). *Iran Digital economy report 2020*. Iran: Center of Monitoring and Promoting Digital Economy (Saytek) .
- Mollison, B. C. (1991). *Introduction to permaculture*. Tyalgum, Australia: Slay, Reny Mia., Jeeves, Andrew. Australia: Tagari Publications.
- Mondal, P. B. (2009). Adoption of Precision Agriculture Technologies in India and in Some Developing Countries: Scope, Present Status and Strategies. *Pro. Nat. Sci.*, 19 (6), 659-666.
- Moon, M. (2008, 11 28). *AgBot Multi-Function Robot Is Powered by the Sun*. Retrieved from <http://goodcleantech.pcmag.com/future-tech/280063-agbot-multi-function-robot-is-powered-by-the-sun>
- MoveOn.ai. (2023, 10 23). *About us*. Retrieved from <https://moveon.ai/#about-section>
- Mulla, D. (2013). Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps. . *Biosyst. Eng.*, 114, 358–371.
- Mulvaney, K. (2023, 9 12). *What is a carbon footprint—and how to measure yours*. Retrieved from <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/what-is-a-carbon-footprint-how-to-measure-yours>:
<https://www.nationalgeographic.com/environment/article/what-is-a-carbon-footprint-how-to-measure-yours>
- National Geographic. (2023, 11 1). *Sustainable Development Goals*. Retrieved from <https://education.nationalgeographic.org/resource/sustainable-development-goals/>
- Noguchi, N. (2021). *Making Agriculture, Forestry and Fisheries into a Growth Field Using Big Data, IoT, and AI*. Japan: Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP).

- NRSA (National Remote Sensing Centre). (2002). *Wastelands Atlas of India*, Hyderabad: Department of Space.
- O'Grady, M. O. (2017). *Modelling the Smart Farm. Information Processing in Agriculture*. China Agricultural University.
- OECD. (2016). *Agricultural Productivity and Sustainability in Turkey, OECD Food and Agricultural Reviews*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2021). *OECD Economic Outlook. Volume 2021 Issue 2*, 225.
- OECD. (2021, 12 5). *OECD Economic Outlook No:110*. Retrieved from <https://stats.oecd.org/>
- OECD. (2022). *Agricultural Policy Monitoring and Evaluation 2022: Reforming Agricultural Policies for Climate Change Mitigation*. OECD.
- Olhan, E. (2012). Türkiye’de reformlar kapsamında yoksullaşan tarım sektörü . 10. *Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi*. Konya.
- Oorts, K. M. (2007). Determinants of annual fluxes of CO₂ and N₂O in long-term no-tillage and conventional tillage systems in northern France. . *Soil Tillage Res.* 95, 133-148.
- OSU (The Ohio State University). (2018, 3 21). *AG Software Library, Helping you select your ideal Ag GIS Software*. Retrieved from <https://u.osu.edu/agsoftwarelibrary/2018/03/21/agronostico/>
- Ovchynnykova, O. (2022). COVID-19 as a Catalyst of Food Security Crisis. Whether the Existing System of Agriculture Can Remain the Same. *Problems of World Agriculture volume 22(XXXVII), number 4*, 60-61.
- Ozturk, T. C. (2015). Projections of climate change in the Mediterranean Basin by using downscaled global climate model outputs. *International Journal of Climatology*, 35(14), 4276-4292.
- Öz, S. Y. (2020). Teknolojik ve Geleneksel Tarım: Türkiye PESTLE Analizi. In S. O. Öz, *Dijital Gelecekte Mesleklerin ve Sektörlerin Dönüşümü* (pp. 601-621). İstanbul: Hiperyayın.
- Özsoylu, A. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, C21, S1, 41-64.
- Öztürk, M. (2007). İç Göçlerin İstanbul Kent ve Çalışma Hayatına Etkileri. *Amme İdaresi Dergisi*, Cilt 40, Sayı 1, 85-106.
- Pamuk, Ş. (1999). İkinci Dünya Savaşı Yıllarında İaşe Politikası ve Köylülük. In O. Baydar ed. *75 Yılda Köylerden Şehirlere, İstanbul Tarih Vakfı Yayınları*, 60-61.
- Papadopoulos, L. (2022, 10 21). *This new farming robot uses lasers to kill 200,000 weeds per hour*. Retrieved from <https://interestingengineering.com/innovation/farming-robot-lasers-200000-weeds-per-hour>

- Paquette, D. (2019, 2 17). *Farmworker vs Robots*. Retrieved from <https://www.washingtonpost.com/news/national/wp/2019/02/17/feature/inside-the-race-to-replace-farmworkers-with-robots/>
- Parliamentary Budget Office (PBO). (2023). *An Overview of the Common Agricultural Policy (CAP) in Ireland and potential regional and sectoral implications of future reforms*. An Oifig Buiséid Pharlaiminteach Parliamentary Budget Office.
- Pascaris, A. S. (2020). A First Investigation of Agriculture Sector Perspectives on the Opportunities and Barriers for Agrivoltaics. *Agronomy* 2020, 10, 1885, 1-16.
- Payne, J. (2016, 11 4). *RIPPA Demonstrating Autonomous Crop Interaction | ACFR*. Retrieved from <https://robohub.org/rippa-demonstrating-autonomous-crop-interaction-acfr/>
- Pederi, Y. A. (2015). Unmanned Aerial Vehicles and new technological methods of monitoring and crop protection in precision agriculture. In *Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments (APUAVD), 2015 IEEE International Conference*, 298-301.
- Perks, M. D.-H. (2020). Towards harmonisation of image velocimetry techniques for river surface velocity observations. *Earth System Science Data*, 12 (3), 1545–1559.
- Phillips, P. R.-E.-A. (2019). Configuring the new digital landscape in western Canadian agriculture. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences* , 90-91.
- Piquepaille, R. (2008, 11 25). *A fully customizable home robot*. Retrieved from <https://www.zdnet.com/article/a-fully-customizable-home-robot/2008>
- Qin, S. L. (2018). Can plastic mulch save water at night in irrigated croplands? *Journal of Hydrology Volume* 564, 667-681.
- Qin, W. H. (2015). Soil mulching significantly enhances yields and water and nitrogen use efficiencies of maize and wheat: a meta-analysis. *Scientific Reports volume* 5, Article number: 16210.
- Quota. (2020, 12 10) 690 million people are hungry despite the right to food). *690 million people are hungry despite the right to food*. Retrieved from <https://quota.media/820-million-people-go-hungry-despite-universal-human-right-to-food/>
- Rakun, J. (2023, 6 16). *The final results of the Field Robot Event 2023 for all 5 tasks and the overall standings are known!* Retrieved from <https://fieldrobot.nl/event/index.php/2023/06/16/the-final-results-of-the-field-robot-event-2023-for-all-5-tasks-and-the-overall-standings-are-known/>
- Rapela, M. (2019). *Fostering Innovation for Agriculture 4.0*. Springer International Publishing.
- REA. (2023). Proximity economy and local food chains for the regeneration of inner areas. *Italian Review of Agricultural Economics Vol.* 78, n. 1, 3-15.

- Rezník, T. C. (2015). Open Data Model for (Precision) Agriculture Applications and Agricultural Pollution Monitoring. *29th International Conference on Informatics for Environmental Protection (EnviroInfo 2015)* (p. 97). Atlantis Press.
- Rezvani, S. S. (2022). Digital Agriculture in Iran: Use Cases, Opportunities, and Challenges. *Digital Agriculture, Methods and Applications*, DOI: 10.5772/intechopen.103967, 3.
- Rinaldi, M. H. (2014). Decision Support Systems to Manage Irrigation in Agriculture. In D. L. Sparks, *Advances in Agronomy*, Vol. 123 (pp. 229-279). Burlington: Elsevier.
- Ritchie, H. R. (2023, 11 1). *Hunger and Undernourishment*. Retrieved from <https://ourworldindata.org/hunger-and-undernourishment>
- Rockström, J. W. (2016). Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability. *Ambio*. 46 (1), 4-17.
- Rose, D. C. (2019). Agriculture 4.0: broadening responsible innovation in an era of smart farming. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2.
- Saba Power and Water Industries Investment Company (FA). (2023). *IRAN (ISLAMIC REPUBLIC OF): Law on the Sixth Five-Year Economic, Cultural and Social Development Plan for 1396-1400 - Sixth Five-Year Development Plan (2016-2021)*. Retrieved from <https://policy.asiapacificenergy.org/node/3671>
- Saga Robotics. (2023, 10 18). *Thorvald platform*. Retrieved from <https://sagarobotics.com/thorvald-platform/>
- Sardare, M. A. (2013). A review on plant without soil- Hydroponics. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, Vol: 02 Issue: 03 ISSN: 2319-1163, 299-304.
- SAREP (Sustainable Agriculture Research & Education Program). (2023, 10 8). *What is Sustainable Agriculture?* Retrieved from <https://sarep.ucdavis.edu/sustainable-ag>
- Sarker, M. N. (2019). Promoting digital agriculture through big data for sustainable farm management. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 25(4), 1235-1240.
- Sato, A. (2003). *The RMAX Helicopter UAV*. Shizuoka, Japan: Aeronautic Operations, Yamaha Motor Co., Public Report.
- Schaeffer, J. (2014). Real Goods Solar Living Sourcebook. *New Society Publishers*, 292.
- Sektörel Araştırma ve Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı. (2023, 9 29). *Akıllı Tarım*. Retrieved from BTK: <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/arastirma-raporlari/akilli-tarim.pdf>
- Selin, N. E. (2023). *Carbon Footprint, Ecology and Conservation*. Encyclopaedia Britannica.

- Shafiekhani, A. K. (2017). Vinobot and Vinoculer: Two Robotic Platforms for High-Throughput Field Phenotyping. *Sensors* (17) 1, 214.
- Shah, T. (2009). Taming the anarchy: groundwater governance in South Asia. *Resources for the Future*, 310.
- Shenasname. (2023, 6 30). *The final text of the Seventh Development Plan Bill (1402-1406)*. Retrieved from https://www.shenasname.ir/tarh/54887-%d9%85%d8%aa%d9%86-%d9%86%d9%87%d8%a7%db%8c%db%8c-%d9%84%d8%a7%db%8c%d8%ad%d9%87-%d8%a8%d8%b1%d9%86%d8%a7%d9%85%d9%87-%d9%87%d9%81%d8%aa%d9%85%D9%81%D8%B5%D9%84_%DB%B7_%D8%A7%D9%85%D9%86%DB%8C%D8%AA_%D8%BA%D8%B0%D8%A
- Shi, W. C. (2016). Edge computing: Vision and challenges. *IEEE Internet Things J.*, 3, 637-646.
- Shi, X. A. (2019). State of the art Internet of things in protected agriculture. *Sensors* 2019 (19), 1833.
- Shieber, J. (2018, 8 8). *Your vegetables are going to be picked by robots sooner than you think*. Retrieved from <https://techcrunch.com/2018/08/08/your-vegetables-are-going-to-be-picked-by-robots-sooner-than-you-think/>
- Sibanda, M. (2023). Remote sensing hail damage on maize crops in smallholder farms using. *Smart Agricultural Technology* 6, 1.
- Silveira, F. A. (2022). Agriculture 4.0. *Department of Industrial Engineering, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil*, 1.
- Singh, S. V. (2020). Reverse Migration of Labourers amidst COVID-19. *Economic & Political Weekly*, vol IV nos 32 & 33, 25-28.
- SlantRange. (2023, 10 13). *Precision Agriculture's Data Source*. Retrieved from <https://slanrange.com/>
- Smart Eventi. (2023, 10 14). *When Tradition Turns into Innovation: how Italian agritech startups are changing the game*. Retrieved from <https://blog.smarteventi.it/en/agritech-startups-italy.html#idx1>
- Spiertz, H. (2013). Challenges for Crop Production Research in Improving Land Use, Productivity and Sustainability. *Sustainability*, 5, 1632-1644.
- Spoorthi, S. S. (2017). Freyr drone: Pesticide/fertilizers spraying drone-an agricultural approach. *IEEE 2nd International Conference on In Computing and Communications Technologies (ICCCT - 2017)*, 252-255.
- Start Up Energy Transition. (2023, 10 14). *Tevatronic - Autnomous Irrigation Control*. Retrieved from <https://www.startup-energy-transition.com/set100-database/tevatronic/>

- Steinberg, D. (2022, 11 10). *Small Robot Company Tom, Dick, and Harry farm robots*. Retrieved from <https://time.com/collection/best-inventions-2022/6225155/small-robot-company-tom-dick-and-harry/>
- Subirats-Coll, I. K. (2022). AGROVOC: The linked data concept hub for food and agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 105965, 196.
- Sun, H. S. (2012). Determination of water consumption and the water-saving potential of three mulching methods in a jujube orchard. *Eur J Agron.* 43, 87-95.
- Sustainable Development Goals Knowledge Platform. (2023, 10 30). *Food security and nutrition and sustainable agriculture*. Retrieved from <https://sustainabledevelopment.un.org/topics/foodagriculture>
- Swinburn BA, K. V. (2019). The global syndemic of obesity, Undernutrition, and climate change. *The lancet commission report*, 791– 846.
- Sylvester, G. (2019). *E-Agriculture in Action: Blockchain for Agriculture Opportunities and Challenges*. Bangkok: the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), or of the International Telecommunication Union (ITU).
- Şahinöz, A. (2010). Yeni Binyıl'da Yeni Tarım Politikaları. *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi* (19), 348.
- Şekkeli, Z. B. (2018). Endüstri 4.0'ın Etkisiyle Lojistik 4.0. *Journal of Life Economics*, C5, S2, 1-4.
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2019). *100. Yıl Türkiye Planı - On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023)*. Ankara: Yönetim Hizmetleri Genel Müdürlüğü Bilgi ve Belge Yönetimi Dairesi Başkanlığı.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2023, 10 14). *Kişi Başına Tarım Alanı*. Retrieved from <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/kisi-basina-tarim-alani-i-85832#:~:text=T%C3%9C%C4%B0K'in%202021%20y%C4%B1l%C4%B1%20overilerine,%C3%A7ay%C4%B1r%20ve%20mera%20alanlar%C4%B1%20olu%C5%9Fturumakta%C4%B1r.>
- T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. (2017). Tarımsal Ürün İzleme ve Tahmin Bülteni. *Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Bölümü No.2*, 2.
- T.C. Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2023, 10 2). *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi*. Retrieved from <https://iklim.gov.tr/bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-i-33>
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2022). *2022 Yılı Performans Programı*. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2023, 6 8). *Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)*. Retrieved from <https://www.tarimorman.gov.tr:https://www.tarimorman.gov.tr/ABDGM/Belgeler/Uluslararası%C4%B1%20Kurululu%C5%9Flar/IPCC%20TR.pdf>

- T.C. Ticaret Bakanlığı. (2022, 6 2). *AB Çiftlikten Çatala Stratejisi ve AB-Türkiye Tarım İlişkilerine Etkileri Hakkında Webinar*. Retrieved from <https://ticaret.gov.tr/duyurular/ab-ciftlikten-catala-stratejisi-ve-ab-turkiye-tarim-iliskilerine-etkileri-hakkinda-webinar>
- TABİT. (2023, 10 30). *TABİT / TARİHÇE / MİSYON, VİZYON, DEĞERLER*. Retrieved from <https://www.tabit.com.tr/sayfalar-Tarihce>
- Taechatanasat, P. A. (2014). Decision support system data for farmer decision making. *Proceedings of Asian Federation for Information Technology in Agriculture* (pp. 472-486). Perth, W.A.: Australian Society of Information and Communication Technologies in Agriculture.
- Tanumand, M. (2023, 10 16). *Iran's IoT Infrastructure Development is not Astisfactory*. Retrieved from <https://www.ilna.news/fa/tiny/news-685708>
- TBB (Türkiye Bankalar Birliği). (2023). *Türkiye Bankalar Birliği Tarım Sektörü Raporu*. İstanbul: TSKB.
- Tehran Times . (2023, 5 20). *Seventh National Development Plan unveiled*. Retrieved from <https://www.tehrantimes.com/news/484887/Seventh-National-Development-Plan-unveiled>
- Teke, M. Ö. (2016). Akıllı Tarım Fizibilite Projesi: Hassas Tarım Uygulamaları İçin Havadan ve Yerden Veri Toplanması, İşlenmesi ve Analizi. 6. *Uzaktan Algılama - CBS Sempozyumu* (pp. 1-12). Adana: UZAL - CBS 2016.
- The Economist. (2021, 1 28). *How the pandemic reversed old migration patterns in Europe*. Retrieved from <https://www.economist.com/europe/2021/01/28/how-the-pandemic-reversed-old-migration-patterns-in-europe>:
<https://www.economist.com/europe/2021/01/28/how-the-pandemic-reversed-old-migration-patterns-in-europe>
- The European Union. (2023, 10 4). *The common agricultural policy at a glance*. Retrieved from Agriculture and rural development: https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-glance_en
- The University of Sydney. (2018, 8 3). *Digital Farmhand boosts food security in the Pacific*. Retrieved from <https://www.sydney.edu.au/engineering/news-and-events/news/2018/08/03/digital-farmhand-boosts-food-security-in-the-pacific.html>
- The World Bank. (2023, 10 26). *DataBankWorld - Development Indicators*. Retrieved from <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- Thomas, G. T. (2007). No-tillage and conservation farming practices in grain growing areas of Queensland a review of 40 years of development. *Aust. J. Exp. Agric.* 47, 887-898.

- Thompson, S. J. (2010). Improving Flow Response of a Variable-Rate Aerial Application System by Interactive Refinement. *Comput. Electronic. Agric.*, 73, 99-104.
- Tice, B. P. (1991). Unmanned Aerial Vehicles – The Force Multiplier of the 1990s. *Airpower Journal*.
- TNAU Agricultural Portal. (2023, 10 23). *Technologies: Sustainable Agriculture*. Retrieved from https://agritech.tnau.ac.in/sustainable_agri/susagri%20_%20india_policies.html
- Tohumun Hikayesi. (2023, 10 13). *tohumunhikayesi.com*. Retrieved from <https://www.tohumunhikayesi.com/pulluksuz-tarim.html#:~:text=Anasayfa%20%2F%20Yaz%C4%B1lar%20%2F%20Pulluksuz%20Tar%C4%B1m, getirirler%3B%20dolay%C4%B1s%C4%B1yla%20pullu%C4%9Fa%20ihtiya%C3%A7%20yoktur>
- Trendov, N. V. (2019). *Digital Technologies in Agriculture and Rural Areas: Status Report*. Rome, Italy.: Licence: cc by-nc-sa 3.0 igo.
- Triplett Jr., W. D. (2008). No-tillage crop production: a revolution in agriculture!. *Agron. J.* 100, 153-165.
- Turkcell. (2019, 3 21). *Dijital Tarımda Yerli ve Milli Ürün ‘ Filiz ’*. Retrieved from <https://medya.turkcell.com.tr/bulletins/dijital-tarimda-yerli-ve-milli-urun-filiz/>
- Turkcell. (2023, 10 23). *Turkcell Tarım Doktoru*. Retrieved from <https://www.turkcell.com.tr/servisler/turkcell-tarim-doktoru-paketi#detaylibilgi>
- TÜBİTAK. (2022, 5). *Avrupa Yeşil Mutabakatına Uyum / İklim Değişikliği ile Mücadele ve Uyuma Yönelik Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konuları*. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı.
- TÜBİTAK. (2023, 10 30). *Monitoring Agriculture from Space*. Retrieved from <https://uzay.tubitak.gov.tr/en/uydu-uzay/hassas>
- TÜİK. (2023, 6 8). *İç Göç İstatistikleri*. Retrieved from [data.tuik.gov.tr: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Ic-Goc-Istatistikleri-2021-45869](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Ic-Goc-Istatistikleri-2021-45869)
- TÜİK. (2023, 6 12). *İç Göç İstatistikleri, 2021*. Retrieved from <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Ic-Goc-Istatistikleri-2021-45869>
- TÜİK. (2023, 6 5). *Merkezi Dağıtım Sistemi, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları*. Retrieved from <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>
- Tzounis, A. K. (2017). Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. *Biosyst. Eng.*, 164, 31-48.
- UAS. (2023). *Remote Sensing of The Environment Using Unmanned Aerial Systems (UAS)*. Elsevier - Health Science, (S.I.).

- UN (United Nations). (2023, 10 31). *End hunger, achieve food security and improved nutrition and promote sustainable agriculture*. Retrieved from https://sdgs.un.org/goals/goal2#targets_and_indicators
- UNEP. (2023, 9 28). *About the United Nations Environment Programme*. Retrieved from <https://www.unep.org/who-we-are/about-us>: <https://www.unep.org/who-we-are/about-us>
- UNEP. (2023, 9 28). *Environmental, social and sustainability framework*. Retrieved from <https://www.unep.org/about-un-environment/why-does-un-environment-matter/environmental-social-and-economic>: <https://www.unep.org/about-un-environment/why-does-un-environment-matter/environmental-social-and-economic>
- United Nations. (1992). The United Nations Framework Convention on Climate Change. *FCCC/INFORMAL/84 GE.05-62220 (E) 200705*, 1-22.
- United Nations. (2017, 7 6). *Resolution adopted by the General Assembly*. United Nations, A/RES/71/313.
- United Nations. (2023, 11 1). *End Hunger, Achieve Food Security and Improved Nutrition and Promote Sustainable Agriculture*. Retrieved from <https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/Goal-02/>
- United Nations. (2023, 10 1). *History*. Retrieved from <https://sdgs.un.org/goals>
- United Nations. (2023, 11 1). *Sustainable Development Goals kick off with start of new year*. Retrieved from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2015/12/sustainable-development-goals-kick-off-with-start-of-new-year/>
- University of Missouri-Columbia. (2017, 3 28). *Fighting world hunger: Robotics aid in the study of corn and drought tolerance*. Retrieved from <https://phys.org/news/2017-03-world-hunger-robotics-aid-corn.html>
- Ur Rehman, A. A. (2014). A review of wireless sensors and networks' applications in agriculture. *Comput. Stand. Interfaces*, 36, 263-270.
- USDA (U.S. Department of Agriculture) Agricultural Research Service. (2023, 10 13). *Vertical Farming – No Longer A Futuristic Concept*. Retrieved from <https://www.ars.usda.gov/oc/utm/vertical-farming-no-longer-a-futuristic-concept/>
- Uslu, F. D. (2023). Nitel Bir Veri Toplama Tekniği: Derinlemesine Görüşme . *Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi* 40 (1), 289-299.
- Uzun, Y. B. (2018). *Tarımsal ve Kırsal Kalkınmada Yapay Zeka Kullanımı*. Konya: VI. KOP Bölgesel Kalkınma Sempozyumu KOPBKS.
- Van der Hoven, J. (2013). Value Sensitive Design and Responsible innovation. *Responsible innovation: Managing the responsible emergence of science and society*, 75-84.

- Varghese, S. (2018, 11 11). *How small robots may kill the tractor and make farming efficient*. Retrieved from <https://www.wired.co.uk/article/farming-robots-small-robot-company-tractors>
- Verified Market Research. (2018). *Global Agriculture Robots Market Size By Type(Indoor and Outdoor Farming), By Application(Field farming, Dairy farming)*. Geographic Scope and Forecast, Report ID: 3426 | No. of Pages: 202.
- Vodafone. (2023, 10 30). *Iot (Nesnelerin İnterneti)/Dijital Tarım Çözümü*. Retrieved from https://www.vodafone.com.tr/vodafone-business/dijital-tarim-uygulamalari#widget_VodafoneBusiness_ContentImage_11
- Vyas, V. (2003). *India's Agrarian Structure, Economic Policies and Sustainable Development*. New Delhi: Academic Foundation Publishers.
- Wang, M. (2001). Possible Adoption of Precision Agriculture for Developing Countries at the Treshold of the New Millenium. *Comput. Electron. Agric.*, 30, 45-50.
- Wang, Y. W. (2016). Development of Agricultural Informatization in Developed Countries. *Beijing: Ministry of Agriculture, Academy and Planning and Design*.
- Washington State University. (2022, 6 2). *Drones Could Scare Birds Off Farm Fields*. Retrieved from <https://www.mbtmag.com/best-practices/news/22250198/drones-could-scare-birds-off-farm-fields>
- WHO (World Health Organization). (2022, 7 6). *UN Report: Global hunger numbers rose to as many as 828 million in 2021*. Retrieved from <https://www.who.int/news/item/06-07-2022-un-report--global-hunger-numbers-rose-to-as-many-as-828-million-in-2021#:~:text=The%20number%20of%20people%20affected,away%20from%20its%20goal%20of>
- Wikipedia . (2023, 8 17). Retrieved from United Nations Framework Convention on Climate Change: https://en.wikipedia.org/wiki/United_Nations_Framework_Convention_on_Climate_Change#cite_note-Policy-4
- Wikipedia. (2023, 10 15). *Agricultural drone*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Agricultural_drone
- Wikipedia. (2023, 10 12). *Dryland farming*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Dryland_farming
- Wikipedia. (2023, 11 23). *International Center for Agricultural Research in the Dry Areas*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/International_Center_for_Agricultural_Research_in_the_Dry_Areas
- Wikipedia. (2023, 11 1). *Sustainable Development Goal 2; Targets, indicators and progress*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable_Development_Goal_2#cite_note-4

- Wikipedia. (2023, 10 15). *Unmanned aerial vehicle*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle
- Winpenny, J. (1997). *Managing Water Scarcity for Water Security. A discussion paper prepared for the First FAO E-mail Conference on Managing Water Scarcity*.
- Wolfert, S. G. (2017). Big data in smart farming-a review. . *Agric. Syst.*, 153, 69–80.
- World Bank. (2004). *Islamic Republic of Iran An Agricultural Policy Note, Report No. 29428-IR*. Water, Environment, Social and Rural Development Department Middle East and North Africa Region, Document of the World Bank.
- World Bank. (2023, 9 19). *Agriculture and Food*. Retrieved from <https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/overview>
- World Bank. (2023, 9 19). *Understanding Poverty, Topics, Agriculture and Food, Partners*. Retrieved from <https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/overview#4>
- World Bank. (2023, 3 31). *Understanding Poverty, Topics, Agriculture and Food, Results*. Retrieved from <https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/overview#3>
- World Bank. (2023, 10 1). *World Development Indicators Online*. Washington, D.C. Retrieved from Databank, Worldbank: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- World Meteorological Organization (WMO). (2023, 6 8). *What we do*. Retrieved from <https://public.wmo.int: https://public.wmo.int/en/our-mandate/what-we-do>
- Y. Lin, J. R. (2017). Blockchain: the evolutionary next step for ICT e-agriculture. *Environ.*, vol. 4, no. 3, 50.
- Yallappa, D. V. (2017). Development and evaluation of drone mounted sprayer for pesticide applications to crops. *IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)*, 1-7.
- Yang, C. M. (2017). Integration of Aerial Imaging and Variable-Rate Technology for Site-Specific Aerial Herbicide Application. *T.ASABE*, 60 (3), 635-644.
- Yang, X. S. (2021). A Survey on Smart Agriculture: Development Modes, Technologies and Security and Privacy Challenges. *IEEE/CAA J. Aurom. Sinica*, Vol.8 No:2, 273-302.
- Yedinci Ulusal Bildirim. (2019). *Türkiye'nin Yedinci Ulusal Bildirimi*. Ankara: T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- Yerden, A. (2022). Tarımda Kullanılan Mekatronik Teknolojiler. In A. Baloğlu, *Sürdürülebilir Akıllı Tarım Teknolojileri* (pp. 42-45). Ankara: Ekin Basın Yayın Dağıtım.

- Zambon, I. C. (2019). Revolution 4.0: Industry vs. Agriculture in a Future Development for SMEs. *Processes*, 7(1), 36.
- Zhai, Z. M. (2020). Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 170.
- Zhai., e. a. (2020). Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges. *Departamento de Ingeniería Telemática y Electrónica (DTE), Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación (ETSIST), Universidad Politécnica de Madrid (UPM), C/Nikola Tesla, s/n, 28031 Madrid, Spain*, 1.
- Zhang, N. W. (2002). Precision agriculture—A worldwide overview. . *Comput. Electron. Agric.*, 36, 113-132.
- Zhang, X. (2015). The trends, promises and challenges of urbanization in the world. *Habitat International*, 54 part:3, 241-252.
- Zhao, Z. L. (2018). Review IPCC 30 years (1988–2018). *Adv. Clim. Chang. Res.* 14, 540–546.