



Tarımda Dijitalleşmenin Zorlukları ve AB İklim Politikasında Dijital Tarım

Bünyamin GÖL^{*,a}, Çiğdem TARHAN^b

^{a,*} Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, İZMİR, TÜRKİYE

^{b,*} Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü - Bölgesel Kalkınma ve İşletme Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi (DEÜ-BİMER), İZMİR, TÜRKİYE

MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 25.06.2024
Kabul: 03.09.2024

Anahtar Kelimeler:

Tarım
Dijitalleşme
İklim Değişikliği
Avrupa Birliği
Uyum

*Sorumlu Yazar

e-posta:
cigdem.tarhan@deu.edu.
tr

ÖZET

Bu çalışmada, tarım sektörünün dijitalleşme sürecinde karşılaştığı zorlukların iklim değişikliği politikaları üzerindeki etkisini araştırmak ve AB'nin bu alandaki politikalarını literatür desteğiyle analiz ederek, tarım sektörünün dijitalleşmesine yönelik politikaların geliştirilmesine ve iklim değişikliğine uyuma katkı sağlamak amaçlanmıştır. Bu kapsamda, AB'nin iklim politikalarına ilişkin strateji belgeleri ve politika yayınları incelenmiş, tarım sektörünün dijitalleşmesine ilişkin politikaların hedefleri, uygulamaları ve sonuçları değerlendirilmiştir. Ayrıca, literatürdeki araştırmalar incelenmiş ve tarım sektörünün dijitalleşme sürecinin iklim değişikliği politikaları üzerindeki etkilerine ilişkin bulgular değerlendirilmiştir. Tarım sektörünün yapısı gereği dijitalleşme sürecinde yaşanan zorluklar, AB'nin yeşil gelecek hedeflerine ulaşmada etkili politikalara öncelik verilmesi gerektiğini göstermektedir. Literatür, tarımsal dijitalleşmenin iklim değişikliği politikalarına olumlu katkı sağlayabileceğini ortaya koymaktadır. AB'nin uzun vadeli bütçe planlamasında iklim ve çevre odaklı yatırımlara ayrılan kaynakların artırılması da bu çabaları destekleyen önemli bir adımdır. AB'nin iklim değişikliğiyle mücadele ve tarımsal sürdürülebilirlik konularında daha ileriye yönelik adımlar atması, teknoloji ve bilgi transferi gibi alanlarda daha fazla iş birliği yapması ve uluslararası ortaklıkları güçlendirmesi hedeflerinin olduğu çalışmada görülmektedir. Bu çalışmada tarımsal dijitalleşmenin hızlanması ve AB'nin iklim politikalarına katkı yapması, tarımsal dijitalleşmenin önündeki zorlukların azaltılması yönünde önerilere yer verilmiştir.

DOI: 10.59940/jismar.1504821

Challenges of Digitalization in Agriculture and Digital Agriculture in EU Climate Policy

ARTICLE INFO

Received: 25.06.2024
Accepted: 03.09.2024

Keywords:

Agriculture
Digitalization
Climate Change
European Union
Harmony

*Corresponding Authors

e-mail:
cigdem.tarhan@deu.edu.
tr

ABSTRACT

In this study, it is aimed to investigate the impact of the challenges faced by the agricultural sector in the digitalisation process on climate change policies and to contribute to the development of policies for the digitalisation of the agricultural sector and adaptation to climate change by analysing the EU's policies in this field with the support of literature. In this context, the strategy documents and policy publications on climate policies published by the EU after 2000 were examined, and the objectives, practices and results of the policies on digitalisation of the agricultural sector were evaluated. In addition, studies in the literature were examined and the findings on the effects of the digitalisation process of the agricultural sector on climate change policies were evaluated. The difficulties experienced in the digitalisation process due to the structure of the agricultural sector show that effective policies should be prioritised in achieving the EU's green future goals. The literature reveals that agricultural digitalisation can make a positive contribution to climate change policies. Increasing the resources allocated to climate and environment-focused investments in the EU's long-term budget planning is an important step supporting these efforts. It is seen in the study that the EU aims to take further steps in combating

climate change and agricultural sustainability, to cooperate more in areas such as technology and knowledge transfer, and to strengthen international partnerships. In this study, recommendations are made to accelerate agricultural digitalisation and contribute to the EU's climate policies and to reduce the challenges to agricultural digitalisation.

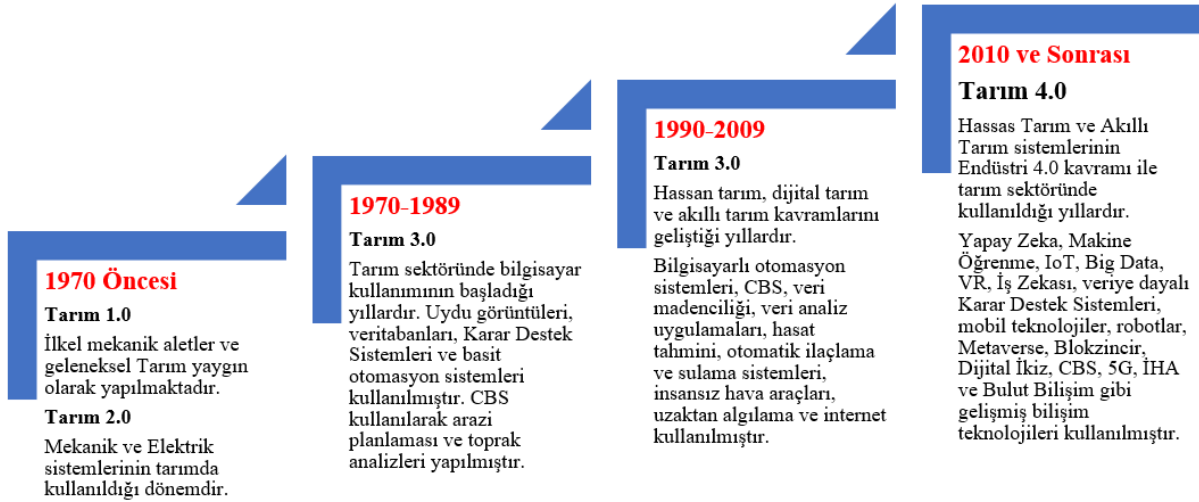
DOI: 10.59940/jismar.1504821

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Tarım, insanların hayatta kalması için gerekli bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretildiği ve işlendiği faaliyetleri ifade etmektedir. Tarımda tarihsel olarak önemli değişimler yaşanmıştır ve günümüzde dijital tarım adı verilen yeni bir döneme girilmiştir.

Tarımdaki ilk büyük değişim, 20. yüzyılın başlarında çiftçilerin mekanik ekipman kullanarak verimliliklerini arttırabildikleri mekanizasyon

devrimiyle gerçekleşmiştir [1]. Ardından gelen ikinci devrim olan yeşil devrim, orta yüzyılda yapılan ıslah çalışmalarıyla yeni ve verimli ürünlerin elde edilmesiyle gerçekleşmiştir ve elektriğin tarımda kullanılması anlamına gelmektedir [2]. 20. yüzyılın sonlarına doğru hassas tarım ve teknolojik gelişmelerle üçüncü tarım devrimi yaşanmış, bilişim teknolojileriyle tarımsal süreçlerin yönetimi ve verimliliği büyük ölçüde artmıştır [3]. Dördüncü devrim ise Dijital tarım devrimidir ve tarım 4.0 olarak adlandırılmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Tarım Sektöründe Bilişim Sistemlerinin Tarihsel Süreçlere Göre Gelişimi
(Development of Information Systems in the Agriculture Sector According to Historical Processes)

Tarım 4.0 ile Tarımsal verilerin kullanılmasıyla çiftçilerin karar verme süreçlerinin veri odaklı ve yönlendirici olması hedeflenmekte, makineler arası iletişim Nesnelerin İnterneti (IoT) öne çıkmaktadır [4]. Tarım 4.0, dronlar, yapay zeka, robotik sistemler, dikey tarım uygulamaları, internet ve güneş enerjisi gibi unsurları içermektedir. Tarım 4.0, dünya nüfusunun artan gıda ihtiyaçlarını karşılama konusundaki zorluklara çözüm oluşturmada, tarım sektörünün daha verimli, sürdürülebilir ve yenilikçi bir yapıya kavuşmasını sağlamaktadır [5].

İklim değişikliği, tarım sektörünü doğrudan etkileyen önemli bir çevresel sorundur. İklim değişikliğinin etkileri arasında, kuraklık, sel, sıcak hava dalgaları ve aşırı hava olayları yer almaktadır. Bu etkiler, tarımsal üretim miktarını ve kalitesini azaltmakta, gıda güvenliğini tehdit etmekte ve doğal kaynakların sürdürülebilirliğini tehlikeye atmaktadır

[6]. Gıda güvenliğinin yanı sıra, iklim değişikliği, biyoçeşitlilik kaybı ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı gibi çevresel sorunları da doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, tarım sektörü, iklim politikalarını ve çevresel sürdürülebilirliği doğrudan etkilemektedir [7].

Dijitalleşme, tarım sektörünün verimliliğini, sürdürülebilirliğini ve rekabet gücünü artırma potansiyeline sahiptir. Tarımsal dijitalleşme, iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir rol oynamaktadır. Dijital teknolojiler, tarım sektörünün verimliliğini ve sürdürülebilirliğini artırarak, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmasına katkı yapmakta, tarım operasyonlarını daha verimli hale getirmekte, iklim değişikliğiyle mücadeleye ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamaya yardımcı olmaktadır. Avrupa Birliği'nin iklim değişikliği politikaları tarım sektöründe de içine almakta, gıdanın geleceği ile ilgili

hedefleri etkilemektedir. 2050'ye kadar dünya nüfusunun 9 milyarı aşacağı tahmin edilmektedir. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden kurtularak, tarım sektöründe verimliliği artırmak ve birim alandan daha fazla ürün elde etme hedefi AB politikalarında büyük öneme sahiptir. Bu hedeflere ulaşmanın etkili yolu ise dijital teknolojileri tarımda kullanmaktır. Bu teknolojiler, daha az çevresel kaynak kullanarak, iklim değişikliğini etkileyen faktörleri ve üretim maliyetlerini azaltırken verimliliği artırmakta, böylece tarımı daha sürdürülebilir hale getirmektedir [8].

Ursula Von Der Leyen (Avrupa Birliği Komisyon Başkanı), 20 Şubat 2020'de yaptığı açıklamada Avrupa'nın dijital geleceği hakkında önemli konuları dile getirmiştir. Özellikle dijitalleşme ve veri teknolojilerine odaklanmanın gerekliliğini vurgulayan Von Der Leyen, AB'nin iklim hedeflerine ulaşmasında akıllı sistemlerin önemi ve tarımın karbon ayak izinin azaltılmasındaki potansiyelini vurgulamış, dijital teknolojilerin kullanımına 20 milyar Euro'dan fazla yatırım yapılması ve teşvik edilmesi gerektiğini belirtmiştir [9]. Bu açıklamalar, Avrupa'nın dijital dönüşümünde stratejik önem taşıyan konularının başında tarım sektörünün geldiğini göstermektedir.

Tarım sektöründeki teknolojik ilerlemelere rağmen, iklim değişikliği tarımda büyük bir zorluk olarak karşımızda durmaktadır. İklim değişikliğine uyum sağlamak ve talebi karşılamak için önemli yatırımlar ve adaptasyon çabaları gerekmektedir. Özellikle tarım ürünlerinin yetiştirildiği bölgelerin iklim özelliklerinin hızla değişmesi, gelecekte verimli olmayabilecekleri anlamına gelmektedir. Bu bölgelerin gelecekte hangi tarım ürünlerinin üretimine uygun olacağını belirlemek için iklim verilerine dayalı tahminler ve planlamalar yapılmalıdır. İklim verilerinin ileriye dönük tahmin edilmesi ve bölgelerin gelecek yıllar için hangi ürünlerin üretimine uygun olduğunun belirlenmesi, tarım sektörünün iklim değişikliği ile başa çıkmasına ve sürdürülebilir tarımsal üretime katkı yapacaktır [10].

Bu çalışmada, tarım sektörünün dijitalleşme sürecinde karşılaştığı zorlukların iklim değişikliği politikaları üzerindeki etkisini araştırmak ve AB'nin bu alandaki politikalarını literatür desteğiyle analiz ederek, tarım sektörünün dijitalleşmesine yönelik politikaların geliştirilmesine ve iklim değişikliğine uyuma katkı sağlamak amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda, çalışmanın aşağıdaki alt hedefleri belirlenmiştir:

- Tarım sektörünün dijitalleşme sürecinde karşılaştığı zorlukların neler olduğunu belirlemek
- Bu zorlukların iklim değişikliği politikaları üzerindeki potansiyel etkilerini analiz etmek
- AB'nin iklim değişikliği politikalarına ilişkin kaynakları inceleyerek, bu politikaların tarım

sektörünün dijitalleşmesini desteklemedeki rolünü değerlendirmek

- Literatürdeki araştırmalara dayanarak, tarım sektörünün dijitalleşme sürecini desteklemek için AB'nin uygulayabileceği politika önerileri geliştirmek

Bu kapsamda iklim politikalarına ilişkin strateji kitapları ve politika yayınları incelenmiş, tarım sektörünün dijitalleşmesine ilişkin politikaların hedefleri, uygulamaları ve sonuçları değerlendirilmiştir. Ayrıca literatürdeki araştırmalar incelenmiş, tarım sektörünün dijitalleşme sürecinin iklim değişikliği politikaları üzerindeki etkilerine ilişkin bulgular değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, AB'nin tarım sektörünün dijitalleşmesini destekleme politikalarını geliştirmesine katkı sağlaması hedeflenmektedir.

2. TARIMDA DİJİTALLEŞME (DIGITALIZATION IN AGRICULTURE)

Dijital tarım (akıllı tarım, hassas tarım), bilişim sistemlerinin bir araya gelerek oluşturduğu modern bir tarım yaklaşımını ifade eder. Bu teknoloji, coğrafi bilgi sistemleri, küresel konum belirleme sistemleri, uzaktan algılama sistemleri ve veri analizi gibi temel bileşenleri içermektedir [11]. Tarımsal dijitalleşmenin başlıca uygulamaları arasında, coğrafi veriler, görüntüleme teknolojileri, sensörler, akıllı tarım sistemleri, makine öğrenme ve yapay zeka yer almaktadır [12]. Dijital tarım uygulamaları, verimliliğin artırılması ve iklim değişikliğine uyum sağlanması gibi koşullardan dolayı tarım sektöründe öne çıkmaktadır. Dijital tarımın en önemli unsuru tarım 4.0'dır. Tarım 4.0 ile tarım sektöründe yüksek teknoloji kullanımının artacağı ve bu sayede sürdürülebilir üretimde başarıyı teşvik edeceği öngörülmektedir [13]. Endüstri 4.0 sanayi alanında kullanılan bir kavram iken karşılığı olarak Tarım 4.0 tarım alanındaki dijital dönüşüm olarak tanımlanmaktadır [14]. Tarım 4.0 kavramı en basit tanımı tarımın dijitalleşmesidir. Tarım alanında dijital dönüşüm ise akıllı tarım veya hassas tarım olarak değerlendirilmektedir [15].



Şekil 2. Tarımda Dijitalleşme
(Digitalisation in Agriculture)

Dijital teknolojiler, tarım alanlarının verimliliğini izlemeye, bitki hastalıklarını tespit etmeye ve su kullanımını optimize etmeye yardımcı olmaktadır [16]. Sensörler, tarım arazilerinde ve bitkilerde çeşitli verileri ölçmek için kullanılmaktadır. Bu veriler, toprak nemi, hava sıcaklığı, hava nemi ve bitki büyümesi gibi bilgileri içermektedir. Sensörler, tarım operasyonlarını daha verimli hale getirilmesi ve iklim değişikliğiyle mücadelede kullanılabilir [17]. Akıllı tarım sistemleri, tarım operasyonlarını otomatikleştirmek için sensörler, makine öğrenimi, yapay zeka ve diğer dijital teknolojileri kullanmaktadır. Bu sistemler, sulama, gübreleme ve ilaçlama gibi uygulamaları optimize etmektedir [18]. Makine öğrenme ve yapay zeka, tarımsal verilerinden anlamlı bilgi çıkarmak ve tarım işletmelerine analizler vermek için kullanılmaktadır [19]. Bu veriler, tarımsal üretim, iklim değişikliği ve doğal kaynaklar hakkında bilgi sağlamak, makine öğrenme ve yapay zeka teknolojileri ile yapılan veri analizleri, tarım sektörünü daha verimli ve sürdürülebilir hale getirmek için kullanılmaktadır [20]. Blok zinciri teknolojisi, tarım ve gıda tedarik zincirlerine verimlilik, şeffaflık, ürün izlenebilirliği, güvenlik, denetlenebilirlik ve müşteri memnuniyeti gibi faydalar sağlamaktadır. Bu teknoloji sayesinde tüm süreçlerin izlenebilir olması, ürünlerin kaynağının doğrulanabilir olması ve verimlilik artışı gibi avantajlar elde edilmektedir. Bu durum, üreticilerin ve tüketicilerin memnuniyetini artırmakta ve sektörde daha güvenilir bir ortam oluşturmaktadır [21].

Dijital tarım teknolojileri, tarım sektöründe veri analizi ve teknoloji kullanımıyla işletmelerin karar mekanizmalarını etkilemektedir. Bu teknolojiler sayesinde doğal kaynakların korunması, enerji

tüketiminin azaltılması, CO2 salınımının azalması ve iklim değişikliğiyle mücadele gibi çeşitli olumlu etkiler görülmektedir [22]. Tarım sektöründe dijital teknolojilerin kullanımı, verimliliği artıracak, kaynakların daha iyi yönetilmesine ve sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlayacaktır [23]. Dijital teknolojiler sayesinde çiftçilerin arazide değerlendirmeleriyle ortaya çıkabilecek yeni durumlar da erken tespit edilip çözüme kavuşturulabilmektedir. Bu sayede tarım sektörü daha sürdürülebilir ve verimli hale gelmektedir [24]. Bilişim sistemlerinin tarımda kullanımı ile verimliliğin artırılması, kaynak israfının ve üretim kaynaklı çevresel kirliliğin optimum seviyeye indirilmesi sağlanmaktadır.

3. TARIMSAL DİJİTALLEŞMENİN

ZORLUKLARI (CHALLENGES OF AGRICULTURAL DIGITALIZATION)

Tarım sektörünün kendine özgü zorlukları, dijitalleşmenin önündeki en önemli engellerden biridir. Tarımsal dijitalleşmenin önündeki başlıca zorluklar arasında kırsal alanlarda altyapı eksikliği, dijital okuryazarlık düzeyinin düşüklüğü ve yüksek maliyetler yer almaktadır [25].

Dijital dönüşüm yolculuğuna adım atmak için öncelikli olarak dijital altyapının oluşturulması gerekmektedir. İşletmeye uygun dijital çözümleri belirleyip altyapıyı oluşturulması, çalışanların dijital teknolojilere uyum sağlaması için eğitimler verilmesi yeni teknolojilerin anlaşılmasına ve etkin bir şekilde kullanılmasına katkı sağlayacak, tarımsal faaliyetleri geliştirecektir [26]. Çalışanların dijital yetkinliklerini artırmak için eğitim programları düzenlemek, dönüşüm sürecinizi başarıyla tamamlanmasını sağlayacaktır.

Tarım sektöründe dijital dönüşüm, büyük miktarda verinin toplanması ve işlenmesi anlamına gelmektedir [27]. Verilerin toplanması ve güvenliğinin sağlanması önemli zorluklardan birisidir. Hassas tarım verilerinin korunması için güçlü şifreleme yöntemleri ve yetkilendirme sistemleri kullanılması, güncel güvenlik protokollerine uygun bir şekilde hareket edilmesi ve siber tehditlere karşı önlem alınması gerekmektedir [28].

Karar verici konumdaki üreticilerin yaş ortalaması 50-55 dolaylarındadır ve yaş - eğitim durumu açısından teknoloji kullanımına yatkınlığın düşük olması ve teknolojik dönüşümden kaçınması tarım sektöründe dijitalleşmenin önündeki en önemli engel olarak görülmektedir [29]. Akıllı teknolojileri uygulamak için sabit bir internet bağlantısına ihtiyaç vardır fakat tarım yapılan alanların çoğunda mevcut değildir [30]. Tarım alanında kullanılan teknolojik ekipman ve yazılım teknolojilerinin standardizasyonunu ve birbiri ile uyumu,

ekipmanların birlikte çalışabilirliği için önemlidir [31]. Dijital araçlarda yaşanan teknik problemlerinin çözümünde çiftçilerin kendi bilgileri ile müdahale edemeyecek olmaları da dijitalleşmeye karşı bir direnç oluşturmaktadır [32]. Aynı teknolojiler farklı ölçeklerde küçük çiftçiler ve büyük şirketler tarafından kullanılabilirliğinde, ölçeklenebilir çözümler, üretimin daha kolay ve daha hızlı genişletilmesine imkan sağlamaktadır [33]. Tarımsal dijital teknolojilerin, geleneksel teknolojilere göre daha maliyetli olması çiftçilerin teknolojiye erişimini zorlaştırmaktadır [34]. Tarım arazilerinin büyük ölçekli olması akıllı tarım sistemlerine ve dijital teknolojilere erişimi kolaylaştırmaktadır [35].

Tarımsal dijitalleşme, iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir faktördür. Dijital teknolojiler, tarım sektörünün verimliliğini ve sürdürülebilirliğini

artırarak, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmaya yardımcı olmaktadır [36]. Tarımsal dijitalleşmenin iklim değişikliğiyle mücadelede daha etkili bir şekilde kullanılabilmesi için, tarım sektörünün dijitalleşme sürecinde karşılaştığı zorlukların aşılması gerekmektedir [37]. Tarım sektörünün dijitalleşme sürecinde karşılaştığı zorlukların aşılması için, hükümetler ve özel sektör tarafından ortaklaşa çalışılarak, kırsal alanlarda altyapının geliştirilmesi, dijital okuryazarlık düzeyinin yükseltilmesi, dijital teknolojilerin maliyetinin düşürülmesi gerekmektedir [38]. Tarım sektörü iklim değişikliğiyle mücadelenin sürdürülebilir hale gelmesi, dijital dönüşümün hızlanması için bilişim sistemlerinden üretimin her alanında faydalanması gerekmektedir [39]. Aşağıdaki tabloda zorluklar, zorlukların detayları ve çözüm stratejileri önerilmiştir.

Tablo 1. Tarımda Dijitalleşmenin Zorlukları ve Çözüm Stratejileri
(Challenges of Digitalisation in Agriculture and Solution Strategies)

Zorluklar	Zorlukların Detayları	Çözüm Stratejileri
Dijital Altyapı Eksikliği	Kırsal alanlarda internet ve teknoloji altyapısının yetersizliği. Sabit internet bağlantısı eksikliği.	Hükümetler ve özel sektör tarafından kırsal alanlarda dijital altyapının geliştirilmesi. Altyapı projeleri için kamu-özel sektör ortaklıklarının teşvik edilmesi.
Dijital Okuryazarlık Düzeyinin Düşüklüğü	Çiftçilerin dijital teknolojilere karşı uyum sağlama güçlüğü. Yaş ve eğitim düzeyine bağlı olarak teknolojik dönüşümden kaçınma.	Çiftçiler için dijital yetkinlikleri artırmaya yönelik eğitim programlarının düzenlenmesi. Yaşlı çiftçiler için özel eğitim programlarının geliştirilmesi.
Yüksek Maliyetler	Tarımsal dijital teknolojilerin yüksek maliyeti. Küçük çiftçilerin bu teknolojilere erişiminde zorluklar.	Teknolojiye erişimi kolaylaştırmak için sübvansiyonlar ve teşvikler. Küçük çiftçilere yönelik ölçeklenebilir ve uygun maliyetli dijital çözümlerin geliştirilmesi.
Veri Güvenliği ve Gizliliği	Büyük miktarda verinin toplanması ve işlenmesi. Hassas tarım verilerinin korunması.	Güçlü şifreleme yöntemleri ve yetkilendirme sistemlerinin kullanılması. Güncel güvenlik protokollerine uyulması ve siber tehditlere karşı önlemler alınması.
Teknik Uyum ve Standardizasyon	Farklı teknolojik ekipmanların birlikte çalışabilirliği. Teknik problemlere çiftçilerin müdahale edememesi.	Tarım teknolojilerinde standardizasyonun teşvik edilmesi. Çiftçilerin teknik sorunlara karşı destek alabilecekleri sistemlerin oluşturulması.
Kültürel ve Sosyal Engeller	Yaşlı çiftçilerin teknolojiye adaptasyonunda zorluklar. Dijital dönüşümün benimsenmesinde direnç.	Dijital dönüşümün faydalarını gösteren örnek çalışmaların paylaşılması. Dijital dönüşüme yönelik pozitif algı yaratmak için bilinçlendirme kampanyaları.
İklim Değişikliği ile Mücadele	İklim değişikliğine karşı tarım sektörünün direncini artırmak için dijitalleşmenin zorlukları.	Dijitalleşmenin iklim değişikliğiyle mücadelede nasıl kullanılacağını araştıran politikaların desteklenmesi. Tarım sektöründe sürdürülebilir uygulamalar için dijital teknolojilerin entegrasyonu.

Literatüre bakıldığında tarımsal dijitalleşmenin iklim değişikliği politikaları olumlu katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Bu çalışmaların yapılması, tarımsal

dijitalleşmenin iklim değişikliğiyle mücadelede daha etkili bir şekilde kullanılmasını sağlayacaktır.

4. AB'NİN TARIM VE DİJİTALLEŞME POLİTİKALARI (AGRICULTURE AND DIGITALIZATION POLICIES OF THE EU)

AB'nin 2030 yılına kadar dijital dönüşümünü şekillendiren Dijital Pusula, dört ana eksene dayanmaktadır [40]:

- AB'nin odaklandığı temel alanlardan biri, vatandaşların ve profesyonellerin dijital becerilere sahip olmasıdır. Bu, toplumun genelinde dijital yetkinliği artırmayı ve dijitalleşmeye uyum sağlamayı amaçlamaktadır.
- AB, güvenli, yüksek performanslı ve sürdürülebilir dijital altyapıların oluşturulmasını dijitalleşmenin temeli olarak görmekte güvenlik, performans ve sürdürülebilirlik açısından önemsemektedir.
- AB, işletmelerin dijital dönüşümüne odaklanmakta, işletmelerin rekabet güçlerini ve verimliliği artıran ve yenilikçi çözümler sunan dijital teknolojileri teşvik etmektedir.
- Kamu hizmetlerinin dijitalleşmesi, vatandaşlar ve işletmeler için daha erişilebilir, verimli ve etkili hale getirilmesini AB'nin önemli hedefleri arasında yer almaktadır.

Bu dört ana eksen, AB'nin dijitalleşme stratejisinin merkezinde yer almakta ve gelecekteki dijital dönüşümün temel önceliklerini ve hedeflerini belirlemektedir.

AB, tarımsal dijitalleşmeyi desteklemek için çeşitli politikalar uygulamakta, tarım sektörünün verimliliğini ve sürdürülebilirliğini artırmayı ve iklim değişikliğiyle mücadelede katkı sağlamayı amaçlamaktadır [41]. Bu kapsamda yönetmelikler oluşturulmuştur.

- Dijital Piyasalar Yönetmeliği (2020): Bu yönetmelik, AB içinde dijital piyasaların düzenlenmesi ve rekabetin sağlanması amacıyla oluşturulmuştur.
- Dijital Hizmetler Yönetmeliği (2020): Dijital hizmet sağlayıcılarının sorumluluklarını ve yükümlülüklerini düzenleyen bir yönetmeliktir. Özellikle çevrimiçi platformlar için önemlidir.
- Veri Yönetişimi Yönetmeliği (2020): Veri yönetimi süreçlerini ve veri güvenliği standartlarını belirleyen bir yönetmeliktir.
- Yapay Zeka Yönetmeliği (2021): Yapay zeka sistemlerinin etik, güvenlik ve sorumluluk gibi konularını düzenleyen bir yönetmeliktir. Yapay zeka teknolojisinin hukuki boyutunu ele alır.
- Veri Yönetmeliği (2022): Veri yönetimiyle ilgili standartları ve prosedürleri belirleyen bir yönetmeliktir. Veri koruma ve gizliliği konularını içerir.

AB'nin dijitalleşme stratejilerine şekil veren belge ve düzenlemeler dijital ekonominin ve teknolojinin hızla gelişen alanlarını düzenlemeyi amaçlamaktadır

[42]. Yapay zeka, nesnelerin interneti ve robotik gibi alanlarda güvenlik ve sorumluluk yansımalarını ele alan raporlar da mevcuttur. Bu raporlar, bu teknolojilerin kullanımıyla ilgili etik ve hukuki konuları tartışmayı amaçlamaktadır [9]. Akıllı tarım uygulamalarının 2030 yılına kadar, tarım sektörünü fazlaca etkileyecek ve Avrupa Birliği'nde tarım alanında sürdürülebilirliğin sağlanmasındaki önemli bir faktör olacaktır [42]. AB üretici işletmelerin akıllı tarım teknolojilerine erişebilmesi, tarımda sürdürülebilirlik için akıllı teknolojileri ve hangi akıllı tarım teknolojilerinin çevreyi korumak için teşvik edileceği konusunda çevre koruma için teşvik edileceği hususlarında önlemler almaktadır [43].

AB'nin tarımsal dijitalleşme politikaları, tarımsal dijitalleşmenin iklim değişikliği politikaları üzerindeki etkilerini artırmaya yöneliktir [44]. Bu politikalar, iklim değişikliğinin etkilerini azaltacak tarımsal uygulamaları teşvik ederek ve tarımsal sera gazı emisyonlarının azaltılması ile iklim değişikliğiyle mücadelede katkı sağlamaktadır.

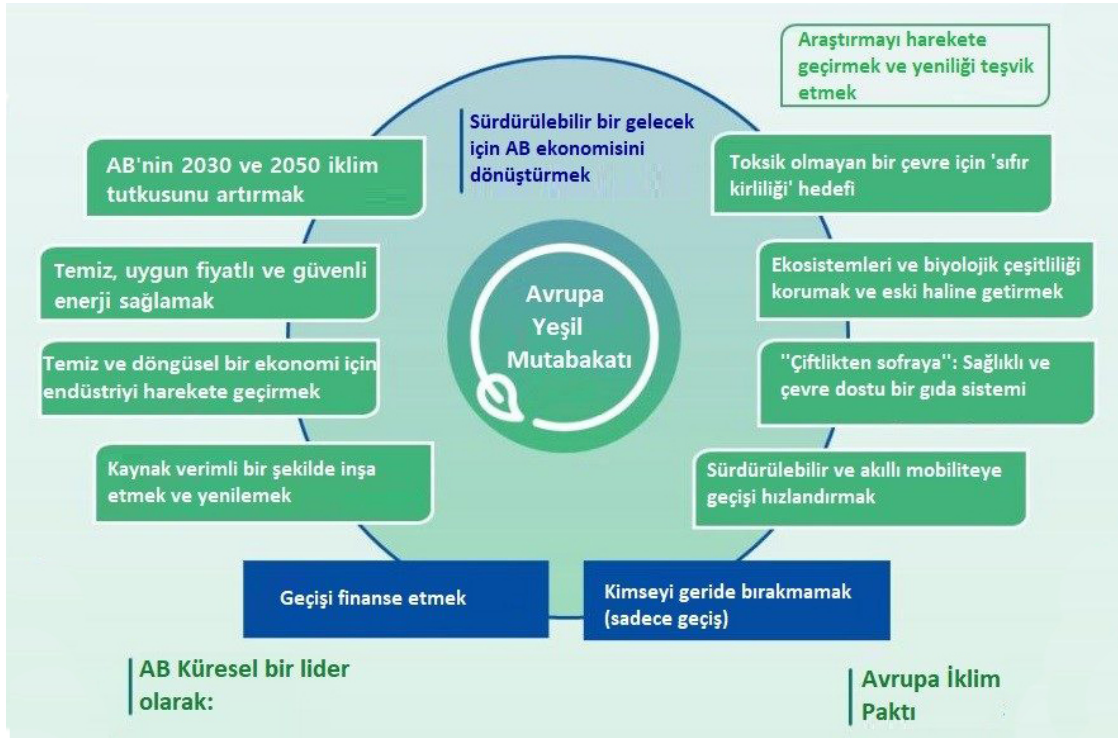
5. AB İKLİM POLİTİKALARINDA DİJİTAL TARIM (DIGITAL AGRICULTURE IN EU CLIMATE POLICIES)

İklim değişikliğinin kesin kanıtları mevcut olup, etkileri küresel ölçekte gözlemlenmektedir. Düşük gelirli veya gelişmekte olan ülkeler bu değişimden daha fazla etkilenmekte ve bu yeni koşullara uyum sağlamak öncelikli bir kalkınma gereksinimi olarak öne çıkmaktadır [45]. Küçük arazi sahibi çiftçiler, bu değişikliklere daha bilinçli bir şekilde yanıt verebilmekle birlikte, finansal durum ve uygun teknoloji eksikliği gibi çeşitli engellerle karşılaşmaktadırlar [46]. İklim değişikliği bilgisi, tarım üretim sistemlerinin sürdürülebilirliğini sağlamak ve çevresel zorluklarla başa çıkma stratejilerini belirlemek açısından stratejik bir öneme sahiptir [47]. Çiftçilerin değişken iklim koşullarına uyum sağlaması, iklim değişikliği ile mücadele ve tarımın sürdürülebilirliğinin sağlanması için bilgi ve teknoloji transferi, eğitim ve finansal destekler sağlanmalıdır [48]. Bu destekler çiftçilerin daha etkin ve dirençli tarım uygulamaları geliştirmesi ve topluluklar genelinde daha sağlam bir dayanıklılık oluşturmasını katkı sağlayacaktır [49].

AB'nin iklim değişikliği konusunda önlem almamasının maliyeti ciddi boyutlardadır. 2020 yılına kadar tahmin edilen maliyet yılda 100 milyar avrodur. Maliyetin 2050 yılına kadar artarak yılda 250 milyar avroya kadar çıkabileceği öngörülmektedir [50]. AB, uluslararası alanda iklim değişikliği konusunda etkin bir rol oynamaktadır. Bu çerçevede, AB ve tüm üyeleri, BM İklim Değişikliği Çerçeve Konvansiyonu ve ozon tabakasının korunmasına yönelik yönerge gibi uluslararası anlaşmalara katılmışlardır [51]. Paris

İklim Konferansı, 2015'te gerçekleşmiş ve "Paris Anlaşması" olarak bilinen uluslararası bir anlaşmanın imzalanmasına yol açmıştır. Bu anlaşma, 195 ülke ve AB tarafından imzalanmış ve iklim değişikliğiyle mücadelede ortak bir taahhüt ortaya oluşturmuştur. Anlaşma, 2020'de yürürlüğe girmiş ve günümüz iklim politikaları ile gelecek yıllar arasında bir köprü işlevi görmektedir [42]. AB ülkelerinin ulusal uyum stratejilerinde, sektörel politikalarla entegre edilmiş tedbirler, tarım, su, ormancılık, insan sağlığı ve biyolojik çeşitlilik gibi alanlarda uygulanmaktadır. Farklı bölgelerin farklı iklim etkileriyle karşı karşıya olması nedeniyle, kuraklık gibi sorunlarla karşılaşacak kırsal bölgelerde su depolama tesislerine

yatırım yapılması, şehirlerde ısı dalgalarına karşı yeşil alanların artırılması gerekmektedir. Küresel ısınma senaryolarının incelenmesi, tarımsal verimlilik, habitatlar ve kuraklık gibi konular üzerinde önemli etkilere işaret edilmektedir. AB'nin 2050 Vizyonu'nda, uyum ve azaltım hedeflerini destekleyen politikaların incelenmesi, iklim değişikliğinin tarım ve orman sistemlerine etkilerinin daha detaylı şekilde değerlendirilmesi, tarım sektöründe mahsul üretiminin iklim değişikliği etkilerine karşı yönetiminin daha planlı bir şekilde izlenmesi gerektiğine yer verilmiştir [52].



Şekil 3. Avrupa Yeşil Mutabakatı
(European Green Deal)

2050'ye kadar dünyanın ilk iklim-nötr bloğu olmak gibi büyük bir hedefi bulunmaktadır. AB'nin bu hedefe ulaşabilmesi için AB bütçesi Avrupa Yeşil Anlaşması'nın finansmanında önemli bir rol oynayacaktır. Ancak, AB bütçesi tek başına bu büyük yatırım ihtiyacını karşılamaya yetmemektedir. Üye Devletler ve özel aktörlerin katkısı da gereklidir. 2021'den 2027'ye kadar yedi yıl sürecek olan uzun vadeli AB bütçesi, iklim ve çevre ile ilgili hedeflere önemli ölçüde yatırım yapmayı planlamaktadır. Komisyon, bütçenin %25'inin iklim eylemlerine ayrılmasını önermiş ve çevre için birden fazla programa yatırım yapılmasını istemiştir. Bu strateji doğrultusunda, 2027 sonrası iklim hedeflerinin

korunacağı varsayıldığında, AB bütçesi Avrupa Yeşil Anlaşma Yatırım Planı için 503 milyar Euro sağlayacaktır. Bu kaynak, iklim ve çevre projeleri için yaklaşık 114 milyar avroluk ek ulusal eş-finansmanı harekete geçirecektir. Bu, AB'nin iklim değişikliği ile mücadelede liderlik rolünü pekiştirmesi ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşması için önemli bir adımdır [53]. Tarladan Sofraya Stratejisi, sürdürülebilir gıda tüketimini teşvik etmeyi ve herkesin bütçesine uygun sağlıklı gıdayı desteklemeyi amaçlayan bir stratejidir. AB'nin çevre standartlarına uymayan ithal gıdalar AB pazarına giremez. Komisyon, tüketicilere sağlıklı ve sürdürülebilir beslenme seçeneklerini tercih etme ve gıda israfını azaltma konusunda yardımcı olacak mekanizmalar

önermektedir. Ayrıca, dijital araçları kullanarak tüketicilere gıdanın kaynağı, besin değerleri ve ekolojik etkileri gibi detaylı bilgileri iletmeyi de hedeflemektedir. Tarladan Sofraya Stratejisi aynı zamanda çiftçilerin tedarik zincirindeki konumlarını geliştirmek için teklifler içermektedir [54].

Devlet, yeni tarım politikalarıyla karbon salınımlarını azaltmayı ve sağlıklı gıda üretimini teşvik etmelidir. Bu politikalarda organik tarıma geçiş, çevre dostu teknolojilerin desteklenmesi ve yerel pazarların güçlendirilmesi öncelikli olmalıdır. Eğitim, bilinçlendirme ve sürdürülebilir toprak-su yönetimi de bu sürecin önemli parçalarıdır [55]. İnsanlığın artan nüfus oranı, kuraklık ve iklim değişikliği gibi faktörlerle mücadele etmek ve hayatını sürdürebilmesi için tarım kaynaklarını etkili bir şekilde kullanması gerektiği açıktır. Bu kaynakları en etkili şekilde yönetmenin yolu, tarımı dijitalleştirmek ve Nesnelerin İnterneti, görüntü işleme ve büyük veri teknolojilerini entegre etmektir. Bu sayede tarımın dijitalleşmesiyle, tarım alanında verimliliğin artırılması, su ve enerji kullanımının optimize edilmesi, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması ve ürünlerin kalitesinin artırılması mümkün olacaktır [4]. Tarımsal dijitalleşme, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için çeşitli şekillerde kullanılabilir. Coğrafi veri ve görüntüleme teknolojileri ile tarım alanlarının verimliliğinin izlenmesi, çiftçilerin verim düşüklüğüne neden olabilecek sorunları erkenden tespit etmeleri ve önlem almalarını, akıllı tarım sistemleri ile sulama, gübreleme ve ilaçlama gibi uygulamaların optimize edilerek su, ilaç ve gübre kullanımı ve bitki hastalıklarının azaltılması, karar destek sistemleri ile çiftçilerin, sera gazı emisyonlarını azaltmasına yardımcı olacak tarım uygulamalarını seçmeleri doğal kaynakların doğru ve optimum kullanımı sağlanmaktadır.

6. ÇALIŞMANIN BULGULARI (FINDINGS OF THE STUDY)

Tarım sektörünün dijitalleşmesinin iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir rol oynayabileceğini anlaşılmaktadır. Ancak, tarım sektörünün yapısı gereği dijitalleşme sürecinde yaşanan zorluklar, yeşil gelecek hedeflerine ulaşmada etkili politikalara öncelik verilmesi gerektiğini göstermektedir. Tarımsal dijitalleşmenin iklim değişikliği politikaları üzerindeki etkileri olduğu literatürde yapılan araştırmalarla görülmektedir. Literatür, tarımsal dijitalleşmenin iklim değişikliği politikalarına olumlu katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Tarım sektöründe dijitalleşmenin yaygınlaşması önemli faydalar sunmasına rağmen çeşitli zorluklarla karşı karşıyadır. Kırsal alanlarda altyapı eksikliği ve

düşük dijital okuryazarlık seviyeleri, teknolojiye erişim ve kullanımını kısıtlamaktadır [25]. Dijital teknolojilerin yüksek maliyetleri, çiftçilerin bu teknolojilere erişimini zorlaştırmaktadır. Bu zorlukların üstesinden gelmek için altyapı oluşturma, eğitim programları düzenleme ve teknoloji maliyetlerini düşürme gibi adımlar atılmalıdır [34]. Veri güvenliği konusunda da önlemler alınarak hassas tarım verilerinin korunması sağlanmalıdır. Tarımsal dijitalleşme, iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir rol oynamaktadır ancak bu potansiyelin tam anlamıyla kullanılabilmesi için sektördeki zorlukların aşılması gerekmektedir. Bu nedenle, hükümetler ve özel sektör arasında işbirliği yaparak altyapı geliştirme, eğitim programları düzenleme ve teknoloji maliyetlerinin düşürülmesi gibi konularda politikaların oluşturulması ve uygulanması gerekmektedir [56].

İklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkileri giderek daha fazla hissedilmekte, özellikle gelişmekte olan ülkelerde bu etkiler daha belirgin hale gelmektedir [57]. İklim değişikliğiyle mücadelede ve tarımın sürdürülebilirliğini sağlamada bilgi ve teknoloji transferi, eğitim ve finansal destek gibi önlemler gereklidir. Bu önlemler, çiftçilerin daha etkin ve dirençli tarım uygulamaları geliştirmelerini sağlayarak, topluluklar genelinde daha sağlam bir dayanıklılık oluşturulmasına katkı sağlamaktadır [58]. Avrupa Birliği'nin dijitalleşme stratejisi ve tarımsal dijitalleşme politikaları, sektörün dijital dönüşümünü destekleyerek iklim değişikliğiyle mücadelede ve sürdürülebilir tarımın teşvik edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır [41]. AB'nin bu yöndeki çabaları, tarım sektörünün geleceğini daha güvenli ve çevreci bir şekilde şekillendirmeyi hedeflemektedir.

AB'nin 2050 hedefi doğrultusunda, iklim değişikliğine adaptasyon stratejisi önemli bir adımdır. Tarımsal dijital teknolojilerin geliştirilmesi için araştırma ve geliştirmeye yatırım yapmak, bu yatırımlar, tarımsal dijital teknolojilerin daha verimli ve sürdürülebilir hale gelmesini sağlamak, tarımsal dijital teknolojilerin yaygınlaştırılmasını teşvik etmek için çeşitli teşvikler sunmak, çiftçilere tarımsal dijital teknolojileri satın almaları veya kullanmaları için finansal destek sağlamak AB'nin tarımsal dijitalleşme politikaları arasında yer almaktadır [59]. AB'nin iklim değişikliği ve dijital tarım konularında aldığı önlemler ve yatırımların, çevresel sürdürülebilirlik, iklim değişikliğiyle mücadele ve tarım verimliliğinin artırılması gibi alanlarda olumlu etkileri ortaya çıkarmaktadır.

Sonuç

AB'nin iklim değişikliğiyle mücadele konusunda ortaya koyduğu politikalar ve aldığı önlemler hem ulusal hem de uluslararası düzeyde önemli bir çaba ve liderlik örneği sunmaktadır. Paris Anlaşması gibi uluslararası anlaşmalara katılımı ve bu doğrultuda

belirlenen hedeflerin uygulanması, AB'nin çevresel sorunlara karşı sorumluluk bilinciyle hareket ettiğini göstermektedir.

Özellikle tarımsal dijitalleşme konusunda atılan adımların, iklim değişikliğiyle mücadelede ve tarım verimliliğinin artırılmasında büyük bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Coğrafi veri analizi, görüntüleme teknolojileri, akıllı tarım sistemleri ve diğer dijital uygulamaların kullanımı, su kaynaklarının daha verimli kullanılmasını, kimyasal kullanımının azaltılmasını ve tarımın çevresel etkilerinin minimize edilmesini sağlamaktadır.

AB'nin uzun vadeli bütçe planlamasında iklim ve çevre odaklı yatırımlara ayrılan kaynakların artırılması da bu çabaları destekleyen önemli bir adımdır. Ayrıca, Tarladan Sofraya Stratejisi gibi programlarla tüketicilerin çevresel açıdan daha sürdürülebilir ürünleri tercih etmeleri teşvik edilmekte ve tarımsal üretimin çevresel etkileri azaltılmaya çalışılmaktadır.

Gelecek yıllarda AB'nin iklim değişikliğiyle mücadele ve tarımsal sürdürülebilirlik konularında daha ileriye yönelik adımlar atması, teknoloji ve bilgi transferi gibi alanlarda daha fazla iş birliği yapması ve uluslararası ortaklıkları güçlendirmesi beklenmektedir. Bu çabaların devamıyla hem AB içinde hem de küresel ölçekte çevresel sorunların azaltılması ve sürdürülebilir bir geleceğin inşa edilmesi hedeflenmektedir.

Bu çalışmanın bulguları, aşağıdaki politika önerilerini desteklemektedir:

AB, tarımsal dijitalleşmenin önündeki altyapı ve dijital okuryazarlık engellerini ortadan kaldırmak için politikalar geliştirmeye devam etmelidir. Bu politikalar, kırsal alanlarda internet erişimini ve elektrik altyapısını iyileştirmeyi, çiftçilerin dijital okuryazarlık düzeyini artırmayı amaçlamalıdır.

AB, tarımsal dijital teknolojilerin maliyetini düşürmek için politikalar geliştirmeye devam etmelidir. Bu politikalar, tarımsal dijital teknolojilere yönelik teşvikler sağlayabilir veya tarımsal dijital teknolojileri daha uygun fiyatlı hale getirmek için kamu-özel işbirlikleri geliştirebilir.

AB, tarımsal dijitalleşmenin etik yönlerini dikkate alan politikalar geliştirmeye devam etmelidir. Bu politikalar, tarımsal dijital teknolojilerin insan sağlığı ve güvenliğine, çevreye ve sosyal adalete zarar vermesini önlemeyi amaçlamalıdır.

Bu politikaların uygulanması, tarım sektörünün dijitalleşme sürecini hızlandırarak, iklim değişikliğiyle mücadelede daha etkili bir şekilde kullanılmasını sağlayabilir.

Kaynakça

[1] İnci, İbrahim. 2022. "Tarihsel süreç içinde Türkiye'de tarımsal makine ve ekipmanların

Modernizasyonu 1948-1960". *MECMUA Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi* 7(13):142-54.

[2] Çilesiz, Yeter, ve Tolga Karaköy. 2022. "Akıllı tarım Teknolojilerinin Tarımsal Üretimde Kullanımı". Ss. 3-26 içinde *Teknolojik Tarım*.

[3] Aydınbaş, Gökçen. 2023. "İktisadi Perspektiften Akıllı Tarım (Tarım 4.0) Üzerine Bir İnceleme". *BİLTÜRK Journal of Economics and Related Studies* 5(2):63-86. doi: 10.47103/bilturk.1218500.

[4] Çakır, Dilek, Mehmet Serhat Odabaş, Gökhan Kayhan, ve Recai Oktaş. 2022. "5G Teknolojilerinin Akıllı Tarım Sistemlerinde Kullanımı ve Geleceği Üzerine Değerlendirme". *Black Sea Journal of Engineering and Science* 5(2):81-86. doi: 10.34248/bsengineering.1051374.

[5] Jones, Charlie, ve Paitoon Pimdee. 2017. "Innovative ideas: Thailand 4.0 and the fourth industrial revolution". *Asian International Journal of Social Sciences* 17(1):4-35. doi: 10.29139/aijss.20170101.

[6] Kara, Kıvılcım Özge, ve Ahmet Burçin Yereli. 2022. "İklim Değişikliğinin Yönetimi ve Tarım Sektörü". *Afet ve Risk Dergisi* 5(1):361-79. doi: 10.35341/afet.1100932.

[7] Mulneh, Melese Genete. 2021. "Impact of climate change on biodiversity and food security: a global perspective—a review article". *Agriculture and Food Security* 10(36):1-25.

[8] Pakdemirli, Bekir, Nevzat Birişik, İhsan Aslan, Bülent Sönmez, ve Mustafa Gezici. 2021. "Türk Tarımında Dijital Teknolojilerin Kullanımı ve Tarım-Gıda Zincirinde Tarım 4.0". *Toprak Su Dergisi* 10(1):78-87. doi: 10.21657/topraksu.898774.

[9] Okcu, Murat, ve Sebiha Düz. 2023. "Dijital Çağ Başlarken: Avrupa Birliği'nin Dijitalleşme Ve Yapay Zekâ Stratejileri". *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 28(2):221-40.

[10] Özer, Burak, Sümevra Kuş, ve Oktay Yıldız. 2022. "Veri Madenciliği Yöntemleri ile Tarımsal Veri Analizi: Bir Akıllı Tarım Sistemi Önerisi". *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* 10(4):1417-29. doi: 10.21923/jesd.1081814.

[11] Atasoy Demirel, Zeynep. 2019. *Türkiye'de Akıllı Tarım Mevcut Durum Raporu*.

[12] Ağızan, Kemalettin, Zeki Bayramoğlu, ve Süheyla Ağızan. 2022. "Akıllı Tarım Teknolojilerinin Tarımsal İşletme Yöneticiliğine Sunduğu Avantajlar".

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology 10(9):1697-1706. doi: 10.24925/turjaf.v10i9.1697-1706.5305.

[13] Arvanitis, Konstantinos G., ve Eleni G. Symeonaki. 2020. "Agriculture 4.0: The Role of Innovative Smart Technologies Towards Sustainable Farm Management". *The Open Agriculture Journal* 14(1):130-35. doi: 10.2174/1874331502014010130.

[14] Erkan Bal, Çisil, ve Hasan Çebi Bal. 2023. "Effects of Industry 4.0 Applications on The Agriculture Sector And Economic Growth". *Third Sector Social Economic Review* 58(3):2553-72. doi: 10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.23.09.2245.

[15] Arıcioglu, M. Atilla, Aylin Yılmaz, ve Nadiye Gülnar. 2020. "4.0 For Agriculture". *European Journal of Business and Management Research* 5(3). doi: 10.24018/ejbmr.2020.5.3.364.

[16] Çakmakçı, Muhammet Fatih, ve Ramazan Çakmakçı. 2023. "Uzaktan Algılama, Yapay Zekâ ve Geleceğin Akıllı Tarım Teknolojisi Trendleri". *European Journal of Science and Technology* 52:234-46. doi: 10.5281/zenodo.10439935.

[17] Steeneken, Peter G., Elias Kaiser, Gerard J. Verbiest, ve Marie Claire ten Veldhuis. 2023. "Sensors in agriculture: towards an Internet of Plants". *Nature Reviews Methods Primers* 3(1).

[18] Soussi, Abdellatif, Enrico Zero, Roberto Sacile, Daniele Trincherio, ve Marco Fossa. 2024. "Smart Sensors and Smart Data for Precision Agriculture: A Review". *Sensors* 24(8).

[19] Giri, Amrita, Dr. Ritu Ravi Saxena, Parmindar Saini, ve Dr. Suman Rawte. 2020. "Role of artificial intelligence in advancement of agriculture". *International Journal of Chemical Studies* 8(2):375-80. doi: 10.22271/chemi.2020.v8.i2f.8796.

[20] Alreshidi, Eissa. 2019. "Smart Sustainable Agriculture (SSA) Solution Underpinned by Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI)". *IJACSA International Journal of Advanced Computer Science and Applications* 10(5).

[21] Menon, Sheetal, ve Karuna Jain. 2024. "Blockchain Technology for Transparency in Agri-Food Supply Chain: Use Cases, Limitations, and Future Directions". *IEEE Transactions on Engineering Management* 71:106-20. doi: 10.1109/TEM.2021.3110903.

[22] Tuğaç, Çiğdem. 2023. "İklim değişikliği ve yapay zekâ: fırsatlar ve sorunlar". *Hitit Sosyal*

Bilimler Dergisi 16(1):74-94. doi: 10.17218/hititsbd.1240744.

[23] Kirmikil, Müge, ve Berfu Ertaş. 2020. "A Tarım 4.0 İle Sürdürülebilir Bir Gelecek". *ICONTECH INTERNATIONAL JOURNAL OF SURVEYS, ENGINEERING, TECHNOLOGY* 4(1):1-12. doi: 10.46291/icontechvol4iss1pp1-12.

[24] Maurel, Véronique Bellon, Ludovic Brossard, Frédéric Garcia, Nathalie Mitton, ve Alexandre Termier. 2022. *Agriculture and Digital Technology: Getting the most out of digital technology to contribute to the transition to sustainable agriculture and food systems.*

[25] Alt, Viktor, Svetlana Isakova, ve Elena Balushkina. 2020. "Digitalization: Problems of its development in modern agricultural production". Ss. 1-7 içinde *E3S Web of Conferences*. C. 210. EDP Sciences.

[26] Lazebnyk, Larysa, ve V. Voitenko. 2021. "Digital technologies in agricultural enterprise management". *FINANCIAL AND CREDIT ACTIVITIES: PROBLEMS OF THEORY AND PRACTICE* 6(41):203-10.

[27] Khanna, Madhu. 2021. "Digital Transformation of the Agricultural Sector: Pathways, Drivers and Policy Implications". *Applied Economic Perspectives and Policy* 43(4):1221-42. doi: 10.1002/aep.13103.

[28].Shojaei, Parisasadat, Elena Vlahu-Gjorgievska, ve Yang Wai Chow. 2024. "Security and Privacy of Technologies in Health Information Systems: A Systematic Literature Review". *Computers* 13(2). doi: 10.3390/computers13020041.

[29] Kocaman-Karoğlu, Aslihan, Kübra Bal-Çetinkaya, ve Ercan Çimşir. 2020. "Toplum 5.0 Sürecinde Türkiye’de Eğitimde Dijital Dönüşüm". *Üniversite Araştırmaları Dergisi* 3(3):147-58. doi: 10.26701/uad.815428.

[30] Dhanaraju, Muthumanickam, Poongodi Chenniappan, Kumaraperumal Ramalingam, Sellaperumal Pazhanivelan, ve Ragunath Kaliaperumal. 2022. "Smart Farming: Internet of Things (IoT)-Based Sustainable Agriculture". *Agriculture (Switzerland)* 12(1745):1-26.

[31] Amiri-Zarandi, Mohammad, Mehdi Hazrati Fard, Samira Yousefinaghani, Mitra Kaviani, ve Rozita Dara. 2022. "A Platform Approach to Smart Farm Information Processing". *Agriculture (Switzerland)* 12(838):1-18.

- [32] Mhlanga, David, ve Emmanuel Ndhlovu. 2023. "Digital Technology Adoption in the Agriculture Sector: Challenges and Complexities in Africa". *Human Behavior and Emerging Technologies* 2023:1-10. doi: 10.1155/2023/6951879.
- [33] Dhillon, Rajveer, ve Qianna Moncur. 2023. "Small-Scale Farming: A Review of Challenges and Potential Opportunities Offered by Technological Advancements". *Sustainability* 15(21):15478. doi: 10.3390/su152115478.
- [34] Sidibé, Amadou, Laura Schmitt Olabisi, Hawa Doumbia, Kadiatou Touré, ve Cris Auguste Niamba. 2021. "Barriers and enablers of the use of digital technologies for sustainable agricultural development and food security: Learning from cases in Mali". *Elementa* 9(1):1-15. doi: 10.1525/elementa.2020.00106.
- [35] Kassam, Amir, Theodor Friedrich, ve Rolf Derpsch. 2022. "State of the global adoption and spread of Conservation Agriculture". *agronomy* 12(769):1-14. doi: 10.19103/as.2021.0088.01.
- [36] Balasundram, Siva K., Redmond R. Shamshiri, Shankarappa Sridhara, ve Nastaran Rizan. 2023. "The Role of Digital Agriculture in Mitigating Climate Change and Ensuring Food Security: An Overview". *Sustainability (Switzerland)* 15(5325):1-23.
- [37] França, Renata de Souza, Fabrício Ziviani, ve Cristiana Fernandes Muijder. 2020. "Agricultural digitalisation and digital transformation: the future of agricultural competitive excellence in the 4.0 Environment". *Brazilian Journal of Development* 6(2):7240-60. doi: 10.34117/bjdv6n2-140.
- [38] Rodino, Steliana, Marian Buțu, Alina Buțu, Cătălin Lazăr, Laurențiu Ciornei, ve Petruța Simona Simion. 2023. "Challenges of digital transformation in agriculture from Romania". *Romanian Agricultural Research* 2023(40):713-21. doi: 10.59665/rar4066.
- [39] Kosior, Katarzyna. 2018. "Digital transformation in the agri-food sector – opportunities and challenges". *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists* XX(2):98-104. doi: 10.5604/01.3001.0011.8122.
- [40] Hunady, Ján, Peter Pisár, Dalia Suša Vugec, ve Mirjana Pejic Bach. 2022. "Digital Transformation in European Union: North is leading, and South is lagging behind". *International Journal of Information Systems and Project Management* 10(4):39-56. doi: 10.12821/ijispm100403.
- [41] Garske, Beatrice, Antonia Bau, ve Felix Ekardt. 2021. "Digitalization and ai in European agriculture: A strategy for achieving climate and biodiversity targets?" *Sustainability (Switzerland)* 13(4652):1-21. doi: 10.3390/su13094652.
- [42] Keskin, M. Hakan, ve Ferhat Köykay. 2020. "The EU Climate Change and Environment Policies on the Way to Paris Agreement". *Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 25:289-314. doi: 10.9775/kausbed.2020.017.
- [43] Türkeş, Murat, ve Gönül Kılıç. 2004. "Avrupa Birliğinin iklim değişikliği Politikaları ve Önlemler". *Çevre, Bilim ve Teknoloji, Teknik Dergi* 2:35-52.
- [44] Altunok, Ebru, ve Ahmet Erhan Altunok. 2013. "AB İklim Değişikliği Politikaları". *Denetim* 12:45-55.
- [45] Santos, Filipe Duarte, Paulo Lopes Ferreira, ve Jiesper Strandsbjerg Tristan Pedersen. 2022. "The Climate Change Challenge: A Review of the Barriers and Solutions to Deliver a Paris Solution". *Climate* 10(75):1-32. doi: 10.3390/cli10050075.
- [46] Glover, Dominic, James Sumberg, Giel Ton, Jens Andersson, ve Lone Badstue. 2019. "Rethinking technological change in smallholder agriculture". *Outlook on Agriculture* 48(3):169-80.
- [47] Malhi, Gurdeep Singh, Manpreet Kaur, ve Prashant Kaushik. 2021. "Impact of climate change on agriculture and its mitigation strategies: A review". *Sustainability (Switzerland)* 13(3):1-21.
- [48] Grigorieva, Elena, Alexandra Livenets, ve Elena Stelmakh. 2023. "Adaptation of Agriculture to Climate Change: A Scoping Review". *Climate* 11(10).
- [49] Darnhofer, Ika, John Fairweather, ve Henrik Moller. 2010. "Assessing a farm's sustainability: Insights from resilience thinking". *International Journal of Agricultural Sustainability* 8(3):186-98. doi: 10.3763/ijas.2010.0480.
- [50] Kuik, Onno, Barbara Buchner, Michaela Catenacci, Alessandra Gorla, Etem Karakaya, ve Richard S. J. Tol. 2008. "Methodological aspects of recent climate change damage cost studies". *IAJ The Integrated Assessment Journal* 8(1):19-40.
- [51] EU Council Regulation. 2000. *Regulation (EC) No 2037/2000 of the European Parliament and of the Council of 29 June 2000 on substances that deplete the ozone layer.*
- [52] Talu, Nuran. 2019. *Avrupa Birliği İklim Politikaları.*

[53] European Commission - Questions and answers. 2020. *The European Green Deal Investment Plan and Just Transition Mechanism explained*.

[54] Ecer, Kübra, ve Oğuz Güner. 2021. "Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Türkiye Ekonomisinin Uyum Politikaları". *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi* 9(2):125-44.

[55] Doğan, Metin. 2022. "İklim değişikliği ile mücadelede tarımsal devlet destekleri: Türkiye örneğinden ampirik bulgular". *Artuklu Kaime Uluslararası İktisadi ve İdari Araştırmalar Dergisi* 5(2):145-67.

[56] Hrustek, Larisa. 2020. "Sustainability driven by agriculture through digital transformation". *Sustainability (Switzerland)* 12(20):1-18. doi: 10.3390/su12208596.

[57] Mendelsohn, Robert. 2008. "The impact of climate change on agriculture in developing countries". *Journal of Natural Resources Policy Research* 1(1):5-19. doi: 10.1080/19390450802495882.

[58] Kyriakopoulos, Grigorios L., Ioannis Sebos, Eleni Triantafyllou, Dimitrios Stamopoulos, ve Petros Dimas. 2023. "Benefits and Synergies in Addressing Climate Change via the Implementation of the Common Agricultural Policy in Greece". *Applied Sciences (Switzerland)* 13(4). doi: 10.3390/app13042216.

[59] Ehlers, Melf Hinrich, Robert Huber, ve Robert Finger. 2021. "Agricultural policy in the era of digitalisation". *Food Policy* 100. doi: 10.1016/j.foodpol.2020.102019.