

Dördüncü Sanayi Devrimi Ve Tarımdaki Değişimler*

Begümhan TURGUT¹

Nevin AYDIN²

¹ Dr, Rutgers University, Department of Computer Science, bturgut@rutgers.edu, ORCID: 0000-0002-7594-9128

² Doç.Dr., Artvin Çoruh Üniversitesi Hopa İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü,
nevin.aydin@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1949-2765

Özet: Dünyada nüfusun artışı tarımsal gıda sistemini etkileyen küresel mega trendleri ortaya çıkarmaktadır. Biyo ekonomiyi destekleyen tarımsal gıda ekosisteminin dijitalleştirilmesi kavramı ve dijital teknolojiler, veri analizi ve Endüstri 4.0'ın gıda üretimine uygulanması yüksek teknolojiye dönüşerek hassas tarıma izin verir. Verim izleme, zararlı böcekleri teşhis etme, toprak nemini ölçme, hasadı teşhis etme, ürün sağlık durumunun izlenmesi, özellikle Nesnelerin İnterneti (IoT) üretim çiftliklerinde sıcaklık, nem ve güneş ışığı miktarını ölçerek mobil cihazlar üzerinden uzaktan izlemeyi mümkün kılar. Sadece üretimi artırmakla kalmayarak aynı zamanda tarımda değer ve katkıda bulunacaktır. Bu araştırmada, tarım sektöründe teknolojiye dayalı verimlilik, sürdürülebilir büyüme ve buna paralel olarak tarımdaki değişimler ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dördüncü Sanayi Devrimi, Nesnelerin İnterneti (IoT), Akıllı Tarım

Fourth Industrial Revolution And Changes In Agriculture

Abstract: Population growth in the world reveals global megatrends that affect the agri-food system. The concept of digitization of the agri-food ecosystem that supports the bio-economy and the application of digital technologies, data analysis and Industry 4.0 to food production transform into high technology, allowing precision agriculture. Yield monitoring, diagnosing pests, measuring soil moisture, diagnosing harvest, monitoring crop health, especially Internet of Things (IoT) makes it possible to monitor remotely through mobile devices by measuring the amount of temperature, humidity, and sunlight in production farms. It will not only increase production, but also add value and contribution to agriculture. In this research, technology-based productivity in the agricultural sector, sustainable growth and parallel changes in agriculture are discussed.

Key Words: Fourth Industrial Revolution, Internet of Things (IoT), Smart Agriculture

1. GİRİŞ

Yeni teknolojilerin devrimi, küresel akıllı tarım pazarının büyümesini hızlandırması öngörülen önemli bir faktördür. Bölgesel analize göre, Asya-Pasifik akıllı tarım pazar payının tahmin döneminde (2021-2028) %10.10'luk bir CAGR ile büyümesi ve bölgedeki pazarın da 14,396,90 milyon dolar gelir elde etmesi bekleniyor.

Yeni koronavirüs pandemisi diğer birçok sektörü harap etmiş olsa da, akıllı tarım pazarı bu dönemde olumlu bir büyüme yaşadı. Çoğu ülkede, tarım tamamen göçmen işçilere bağlıdır. Sıkı sokağa çıkma kısıtlamaları ve sosyal mesafe düzenlemeleri nedeniyle işçiler yerlerine geri gönderildi. Bu nedenle akıllı tarıma olan talep artmıştır. Hassas tarım, canlı hayvan izleme, seralar vb. gibi akıllı tarım teknikleri, çiftçilerin pandemi döneminde bile sağlıklı ürünler yetiştirmelerine yardımcı olur (Princy, 2021).

Dünyada tarımın gelişmesi sürekli bir gelişme içindedir. İnsansız hava araçları (İHA) ve uydu teknolojilerindeki gelişmelere uyum, tarım

makinelere ve sensörlerin kullanımı, süreçlerin yönetimi ve kablosuz veri aktarımı başlangıç maliyetlerine büyük katkı sağlamaktadır. Tarım 4.0'ın üretkenliği ve gelirleri artırması, maliyetleri ve ekonomik kayıpları azaltması bekleniyor. Tarım 4.0'ın üreticiye büyük ölçüde yardımcı olması bekleniyor. İnsansız hava araçlarının topladığı mobil sensörler ve veri değerlendirmeleri hastalıkların tahmin edilmesine yardımcı olsa da öngörülemez sorunların çözümü için yine de çiftçinin kendi girdisine ihtiyacımız var.

Tarım ürünlerinde artan verim ve düşen maliyetler nedeniyle çiftçiler çeşitli teknolojik ürünleri satın almak zorunda kalmaktadır. Çiftçilerin akıllı tarıma geçişin bir parçası olabilmeleri için mali işlerinin sağlıklı seviyelerde olması önemlidir. Çiftçilerin refahını artırmaya yönelik düzenlemeler ise yakın gelecekte akıllı tarıma geçişin hızlandırılması açısından büyük önem taşıyacaktır. Küçük aile şirketinin refahı, gelişmiş durum analizi ve akıllı sistemlerle planlama yoluyla artmalıdır.

İklim değişikliğinin öngörülemez olumsuz etkileri nedeniyle, doğal kaynaklarımızı sürdürebilecek

* Bu çalışma Uluslararası Ekoloji, Ekonomi ve Bölgesel Kalkınma Kongresi, 2022 de özet bildiri olarak sunulmuştur.

şekilde tarım sektörüne verilen destek miktarını artırmamız gerekiyor. Çiftçilerin yeni teknolojilerin kullanımına yönelik eğitimleri yaş gruplarına göre düzenlenecektir. Sanayi sektörünü tarım alanlarına yakınlaştırarak aralarındaki ulaşımın daha kolay ve daha az problemlili hale getirilmesi mantıklıdır. Üretimimizin çeşitliliğinden dolayı dünyada tarım sektöründe güçlü bir konuma sahibiz. Hasat sonrası tüm faaliyetler için hızlı bir şekilde akıllı tarıma geçmek de önemlidir. Tarım ürünlerinin internet üzerinden güvenli bir şekilde pazarlanabilmesi ulusal ve uluslararası pazarlarda rekabet gücü açısından önemli olacaktır. Esasen akıllı tarım, değer zincirindeki tüm faaliyetlerde değişiklikler getirecektir.

2. TARIM 4.0

Tarım, her topluluk için hayati bir konudur ve dünyanın en yaygın sorunlarından biridir. Teknoloji, bu önemli endüstrinin ayrılmaz bir parçası olmaya devam ediyor. Endüstri 4.0'ın etkisiyle traktörlerden ekin aletlerine kadar neredeyse tüm tarım makineleri sensörlerle donatılmakta ve tüm üretim süreci boyunca makinelerin birbirleriyle haberleşebilmesi için nesnelere de tarım sektörüne girmektedir. Çiftçiler ve dijital sensörlerle donatılmış alanlar, çiftçilere hangi alanlara ne kadar ve ne tür gübre konulması gerektiğini, gübrelerin nasıl yerleştirilmesi gerektiğini, hava koşullarını, bitkilerin ihtiyaç duyduğu mineralleri ve sulamayı, toprağın durumunu ve tahmini hasadını gösteriyor. Birbirleriyle konuşan ve senkronize çalışan makineler sayesinde iş yükü ve maliyet de azalır. Avrupa'da teknoloji sayesinde zaten verimli olan tarımsal üretim, Endüstri 4.0'ın bir sonucu olan ve bazı büyük şirketlerin Tarım 4.0 olarak adlandırdığı tarım devrimi ile üretim daha da verimli hale gelecek en kaliteli ürünler hızlı ve ucuzca üretilecektir.

Dördüncü Sanayi Devrimi teknolojisi, tarımsal rekabet gücünü artıran mevcut tarım sisteminin yapısal zayıflıklarını ve yoğun tarımın sınırlarının üstesinden gelmek için bir fırsattır. Akıllı tarım teknolojileri sayesinde buluta bağlı insansız hava araçları ile çiftlikler izlenecek. İzleme faaliyetlerinden bazıları, daha fazla sürdürülebilirlik çabaları için kaynakların daha da optimize edilebilmesi için nem ve sıcaklığı içerir.

Tarım 4.0, Endüstri 4.0'a benzer şekilde, tarım operasyonlarının entegre iç ve dış ağlarını temsil eder. Tüm çiftlik sektörleri ve süreçleri için dijital biçimde bilginin mevcut olduğu anlamına gelir; tedarikçiler ve son müşteriler gibi dış ortaklarla iletişim de aynı şekilde elektronik olarak gerçekleştirilir ve veri iletimi, işlenmesi ve analizi büyük ölçüde otomatikleştirilmiştir. İnternet tabanlı

portalların kullanımı, çiftlik içinde ve harici ortaklarla ağ oluşturmanın yanı sıra büyük hacimli verilerin işlenmesini kolaylaştırabilir (CEMA, 2017).

Çiftçiler, üretimi kontrol etme ve ürünlerini ve kaynaklarını gerçek zamanlı olarak analiz etme olanağına sahip olacak. Tarım sektörü, artan verimlilik de dahil olmak üzere Nesnelere İnterneti teknolojisinin kullanımıyla birçok avantaj elde edecektir. Bu teknoloji sayesinde çiftçiler, operasyonları uzaktan çalıştırma ve kontrol etme ve daha iyi hasat için topraktaki ağır metaller gibi malzemeleri bulma becerisine sahip olacak. Ayrıca yeni makine parkurları da önümüzdeki yıllarda verimli tarıma katkı sağlayacaktır. Teknolojik gelişmeler, çiftçiliğin başlıca gereksinimleriyle başa çıkmak için yapılır: Artan tarımsal üretkenlik, çevre koruma, kaynakların makul bir şekilde tahsis edilmesi ve gıda israfının önlenmesi ile sağlanır (Rose et al., 2021). Bu teknolojiler çoğunlukla tarım tedarik zincirini etkileyen çeşitli zorlukların üstesinden gelmeyi amaçlar. Bu nedenle, Tarım 4.0, çiftçilere, meteorolojik istatistikler, toprak koşulları ve arazi kullanımı gibi devasa büyük tarım verilerini analiz etmelerinde, daha yüksek karlar ve daha iyi üretkenlik elde etmek için uygun ve uygulanabilir tavsiyeler almalarında yardımcı olur (Zhai et al., 2020).

3. AKILLI TARIM

"Akıllı Tarım" veya "Dijital Tarım", tarımda akıllı teknolojinin ortaya çıkışına dayanmaktadır. Akıllı cihazlar, sensörler aktüatörler ve iletişim teknolojilerinden oluşur. Akıllı Tarım, çiftlik faaliyetlerinin yönetiminde çeşitli kaynaklardan (tarihsel, coğrafi ve araçsal) elde edilen verilerin kullanımına odaklanır. Teknolojik olarak gelişmiş olması, esasen akıllı bir sistem olduğu anlamına gelmez. Akıllı sistemler, verileri kaydetme ve anlamlandırma yetenekleriyle kendilerini farklılaştırır. Akıllı tarım, verileri toplamak ve hasat öncesi ve sonrası çiftlikteki tüm operasyonları yönetmek için eyleme geçirilebilir içgörüler sağlamak için donanım (IoT) ve yazılım (Hizmet Olarak Yazılım veya SaaS) kullanır. Veriler düzenli, her zaman erişilebilir ve dünyanın her yerinden izlenebilen finans ve saha operasyonlarının her yönüne ilişkin verilerle doludur. Akıllı Tarımın yeni oyuncularını, geleneksel olarak tarımda aktif olmayan teknoloji şirketleridir. Örneğin, Fujitsu gibi Japon teknoloji firmaları, bulut tabanlı tarım sistemleriyle çiftçilere yardımcı oluyor (TFC, 2014).

Akıllı tarım, Tarım-Gıda 4.0'daki başlıca teknolojik gelişmelerden biri olarak görünmektedir. Su tasarrufu, toprağın korunması, karbon radyasyonunun kontrolü gibi bazı önemli tarım

hedefleriyle ilgilenir (Lipper et al., 2014). Başka bir deyişle, akıllı tarım, sürdürülebilir kalkınmanın sosyal, çevresel ve ekonomik boyutlarının dahil edilmesine yardımcı olur (Ho, 2019).

Akıllı tarım, çiftlik verimliliğini artırmak için nesnelerin interneti (IoT), sensörler, yapay zeka ve robotlar gibi teknolojileri kullanarak tarımsal faaliyetleri yürütmeye yönelik gelişmiş bir prosedürdür. İnsan çabasını azaltmanın ve mevcut kaynakları en iyi şekilde kullanmanın yenilikçi bir yoludur. Akıllı tarımda kullanılan yüksek teknoloji ürünü makineler ve ekipmanlar, mahsul tanıma, sulama yönetimi, iklim izleme, sebzeler ve süt toplama, tarla haritalama, verim izleme ve daha pek çok uygulama gibi geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir. Ayrıca, ileri teknolojilerin uygulanması, özellikle büyük ölçekli üretim için sera ve dikey tarımı içeren organik tarımın kullanımını artırdı.

4. DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ VE TARIMDAKİ DEĞİŞİMLER

Tarım 4.0'ın araçları: robotik, sensörler ve büyük veri analitiği platformları, tam olarak gerçekleştirildiğinde, çiftçilerin girdi uygulamalarında daha hassas olmalarını sağlayacaktır. Tarım 4.0 birçok yönden üretimde yeni devrim yaratıyor. Özellikle yapay zeka, karar destek sistemleri, sensörler ve robotik, çiftçilere yönetimi çok daha ince ölçeklerde uyarlama fırsatı verir. Nihayetinde bu teknolojiler, çiftçilerin tek tek hayvanların veya bitkilerin ihtiyaçlarını gerçek zamanlı olarak yönetmesine izin verebilir. Örneğin, akıllı traktörler tarlada ne olduğunu "bilir", doğru yere doğru tohumu eker ve ona doğru miktarda gübre verir (Ramundo et al., 2016; Wolfert et al., 2017; Gebbers, 2010).

Endüstri 4.0 Siber-Fiziksel Sistemler, Nesnelerin İnterneti ve Hizmetlerin İnternetini içerir. Öğelerden bazıları robotları, sürücüsüz arabaları, insansız hava araçlarını, artırılmış ve sanal gerçekliği vb. içerir. Endüstri 4.0, ürünlerin ve üretim sistemlerinin yönetimi ve organizasyonuna odaklanan Dördüncü Sanayi Devrimi'ni tanımlar. Döngü, kişiselleştirilmiş müşteri isteklerinden ürün geliştirmeye, üretim emrine, dağıtımına kadar başlayabilir ve geri dönüşümle son bulur. Endüstri 4.0 etkileri üç alanda kategorize edilebilir: dikey ve yatay değer zincirlerinin entegrasyonu ve dijitalleştirilmesi, ürün ve hizmetlerin dijitalleştirilmesi, dijital iş modeli, müşteri ilişkileri ve gelişen teknolojinin tarımda uygulanması. Sensörlerden elde edilen veriler yapay zeka ve derin öğrenme ile analiz edilebilmektedir (Gubán, 2017).

5. BÜYÜK VERİ

Büyük veri, çok büyük (yüksek hacimli), hızlı (yüksek hız) veya karmaşık (yüksek çeşitlilik) ve geleneksel yöntemlerle depolanması, işlenmesi ve analiz edilmesi pratik olarak imkansız hale gelen çok değişkenli akışlar ve kalitede ortaya çıkan bilgi koleksiyonlarını ifade eder (Lee, 2017). Büyük veri kullanılarak bir tarımsal hizmet platformu aracılığıyla ekime ilişkin çevresel verilerin toplanması da mümkündür. Ayrıca, hayvancılıkla büyük veri ve yapay zeka da kullanılmaktadır.

Büyük Veri Teknolojileri: makineler, çevrelerindeki verileri ölçen ve makinelerin davranışları için kullanılan her türlü sensörle donatılmıştır. Bu, nispeten basit geri bildirim mekanizmalarından (örneğin, sıcaklığı düzenleyen bir termostat) derin öğrenme algoritmalarına (örneğin, doğru ürün koruma stratejisini uygulamaya) kadar değişir. Hava durumu veya pazar verileri veya diğer çiftliklerle kıyaslama testleri gibi diğer harici Büyük Veri kaynaklarıyla birleştirilerek yararlanır. Büyük Veri'nin birleştirici bir tanımını vermek zordur. Ancak genellikle geleneksel veri işleme uygulamalarının yetersiz olduğu büyük veya karmaşık veri kümeleri için bir terimdir (BigData, 2016). Büyük veri, çeşitli, karmaşık ve çok büyük ölçekli veri kümelerinden içgörülerini ortaya çıkarmak için yeni entegrasyon biçimlerine sahip bir dizi teknik ve teknoloji gerektirir (Hashem et al., 2015). Büyük Veri, değere dönüştürülmesi için belirli bir teknoloji ve analitik yöntemler gerektiren yüksek hacim, hız ve çeşitlilik ile karakterize edilen bilgi varlıklarını temsil eder (De Mauro et al., 2016). Verilerin bulunabilir, erişilebilir, birlikte çalışabilir ve yeniden kullanılabilir olması gerektiği anlamına gelen FAIR ilkesini sağlayarak, Büyük Verinin daha operasyonel boyutunu vurgular (DataFAIRport, 2014).

Akıllı makineler ve sensörler arazi miktarı ve kapsam olarak büyüdükçe, çiftçilik süreçleri giderek daha fazla veriye dayalı hale gelecektir. Akıllı Tarım, Nesnelerin İnterneti ve Bulut Bilişimdeki gelişmelerin sonucu olarak adlandırılır (Sundmaeker et al., 2016). Hassas Tarım sadece tarla içi değişkenliği hesaba katarken, Akıllı Tarım yönetim görevlerini temel olarak sadece lokasyonda değil, aynı zamanda gerçek zamanlı olaylar tarafından tetiklenen bağlam ve durum farkındalığı ile geliştirilmiş veriler üzerinden değerlendirir (Wolfert et al., 2014).

Büyük Veri tekniklerinin ve yöntemlerinin tarıma uygulanmasının, teknoloji yığınının uygulanması, yatırım ve tarım-gıda sektöründe ek değerlerin gerçekleştirilmesi için büyük bir fırsat olarak değerlendirilmesi yönünde önemli bir eğilim

olmuştur (Noyes, 2014, Sun et al., 2013 & Yang, 2014). Tarımdaki büyük veri, tüm tedarik zincirinin verimliliğini artırmada ve gıda güvenliği endişelerini hafifletmede önemli bir rol oynar (Chen et al., 2014, Esmeijer et al., 2015; Gilpin, 2015).

Büyük Veri yönetiminin en büyük zorluklarından biri muhtemelen mahremiyet ve güvenliğin nasıl sağlanacağıdır (Lesser, 2014; Orts ve Spigonardo, 2014; Sonka, 2014; Van 't Spijker, 2014).

Büyük Veri, çiftçiliğin gelecekteki sonuçlarına (tahmini verim modeli, tahmine dayalı yem alım modeli vb.) ilişkin tahmine dayalı içgörüler sağlamak, gerçek zamanlı operasyonel kararları yönlendirmek ve daha hızlı, yenilikçi eylem ve oyunun kurallarını değiştiren iş için iş süreçlerini yeniden icat etmektir (Devlin, 2012).

Büyük veri analitiği, gizli modeller, analoglar, müşteri seçimleri ve kuruluşların kesin iş kararları almalarına yardımcı olabilecek pazar eğilimleri gibi bilgileri ifşa etmek için verileri analiz eden karmaşık bir süreçtir. Büyük veri analitiği, üretim, işleme, strateji ve pazarlama sırasında önemli bir rol oynar. Çiftçilere hassas tarıma yönelik uygun rehberlik sağlar (Wolfert et al., 2017). Büyük Veri teknolojilerini Tarımsal Gıda ile entegre etmek, çiftçilere, başta kurumsal risk ve finansal risk olmak üzere tarımsal risklerin daha iyi yönetimi için doğru risk değerlendirmesinde yardımcı olur (Komarek et al., 2020). Ayrıca gıda güvenliği, dengesizlik arzı ve gıda kaybı ve israfı ile ilgili sorunların ele alınmasına yardımcı olur.

Büyük Veri, bir çekme-itme mekanizması aracılığıyla, kapsamı ve organizasyonu değiştiriyor. Gıda güvenliği ve güvenliği, sürdürülebilirlik ve bunun sonucunda verimlilik artışı gibi küresel konular Büyük Veri uygulamaları ile ele alınmaya çalışılmaktadır. Bu sorunlar, Büyük Veri uygulamalarının kapsamının tek başına çiftçiliğin çok ötesine geçmesini, ancak tüm tedarik zincirini kapsamasını sağlamaktadır. Tarımdaki büyük veri uygulamaları, teknoloji ve analitiğin bir birleşimidir. Bilim adamlarının ve çiftçilerin daha iyi ve daha bilinçli kararlar almasına yardımcı olmak için yeni verilerin toplanmasını, derlenmesini ve zamanında işlenmesini gerektirir. Büyük miktarlarda çiftlik verisi üreten akıllı makineler ve sensörler sayesinde, çiftçilik süreçlerin de daha fazla veri etkin ve veri odaklı hale geliyor. Geleneksel araçların yerini, sıcaklık düzenlemesi için termostatlar veya bitki koruma stratejilerinin uygulanması için algoritmalar gibi davranışlarını kontrol etmek için ortamlarından veri toplayabilen sensör donanımlı makineler alıyor. Hava durumu verileri, piyasa verileri veya diğer çiftliklerdeki standartlar gibi harici büyük veri

kaynaklarıyla birleştirilen teknoloji, akıllı çiftçiliğin hızlı gelişimine katkıda bulunuyor.

Sürdürülebilirlik, küresel gıda güvenliği, güvenlik ve iyileştirilmiş verimlilik, tarımda büyük veri uygulamalarının ele aldığı kritik konulardan bazılarıdır.

Birincil veri kaynakları, sensörler ve robotlar tarafından yapılan işlemleri, görüntüleri ve videoları içerir. Ancak, bu veri repertuarının tüm potansiyelini ortaya çıkarmak verimli analitikte yatar. Risk yönetimi, sensör dağıtımı, tahmine dayalı modelleme ve kıyaslama ile ilgili uygulamaların geliştirilmesi, büyük veri sayesinde mümkün olmuştur.

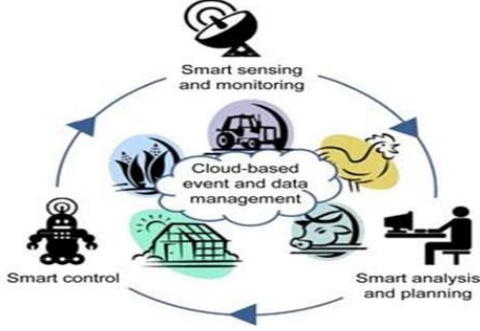
6. BULUT BİLİŞİM

Bulut bilişim, paylaşılan yazılım ve donanım bilgilerinin isteğe bağlı olarak bilgisayarlara ve diğer ekipmanlara iletilmesini sağlayan, internete dayalı bir tür bilgi işlem yöntemidir. Son kullanıcıların "bulut" un temellerini bilmesine veya bununla ilgili profesyonel bilgiye sahip olmasına veya doğrudan kontrol etmesine gerek yoktur. Bilmeleri gereken tek şey, gerçekte ne tür bir kaynağa ihtiyaç duydukları ve internet üzerinden ilgili hizmeti nasıl alacaklarıdır. Bulut bilişim, interneti kullanarak dinamik, genişletilebilir ve çoğu zaman sanallaştırılmış kaynaklar sağlamayı içeren internete dayalı BT hizmeti eklemenin, kullanmanın ve değiştirmenin yeni bir yolunu tanımlar. Bulut bilişim beş özelliğe sahiptir: isteğe bağlı hizmet, internet erişimi, kaynak yoklama, hızlı esneklik ve hesaplanabilirlik (CEMA, 2017).

Şekil 1. de, çiftlik yönetimi ve operasyonlarının, gerçek zamanlı verilere erişim, gerçek zamanlı tahminler ve fiziksel öğelerin izlenmesi ve daha fazla otomasyon ve çiftliğin otonom işletiminde IoT gelişmeleri ile birlikte büyük ölçüde değişmesi beklenebilir.

Bulut tabanlı etkinlik ve veri yönetimi ile geliştirilmiş Akıllı Tarımın siber-fiziksel yönetim döngüsü böyle bir sistemde, çiftçilere yönelik riski en aza indirmek için saha verileri ve hava durumu verileri birleştirilerek akıllı kararlar alınabilir (Wolfert et al., 2014).

Şekil 1. Bulut tabanlı etkinlik ve veri yönetimi ile geliştirilmiş Akıllı Tarımın siber-fiziksel yönetim döngüsü (Wolfert et al., 2014).



Bulut bilişim; hava durumu, sulama uygulamaları, bitki besin gereksinimleri ve diğer bazı tarım teknikleri gibi verileri içeren bilgi havuzlarını bir araya getirmeyi mümkün kılmıştır. Bulut tabanlı uygulamalar, çiftçilere üretimlerini piyasa talebine göre nasıl ayarlayacakları ve verimlerini ve karlılıklarını nasıl artıracakları konusunda rehberlik edebilir. Günümüzde, bir çiftçi çiftliği ve beraberindeki tüm faaliyetleri mikro düzeyde yönetebilir. Ekinleri ekmeden önce, ilgili değişkenleri ayarlayarak sonuçları tahmin etmek mümkün olabilir (Shruti, 2022).

7. NESNELERİN İNTERNETİ (IoT)

Tarlada ve hayvancılıkta IoT sensörleri Nesnelerin İnterneti (IoT) sensörleri, hayvanların sağlığını, refahını ve toplam verimi artırmak için üretken kapasitelerini izlemenin yanı sıra canlı hayvanların sürekli izlenmesine yardımcı olur (Germani et al., 2019). Sistem ayrıca balıkçılık süreçlerini ve balıkçıları da izleyip kaydedebilecektir (Tzounis et al., 2017). Ayrıca tarlalardaki IoT sensörleri, bitkinin ihtiyaç duyduğu kesin su miktarını sağlayarak sulamanın optimizasyonuna yardımcı olur (Sabri et al., 2011).

Nesnelerin İnterneti'nin gelişmesiyle birlikte, tarımın çeşitli bileşenleri ve tedarik zinciri kablosuz olarak birbirine bağlanarak gerçek zamanlı olarak erişilebilir veriler üretiliyor. Sensörler, belirli programları çalıştırmak ve uzaktan kumandayı gerçekleştirmek için internete bağlanır. Merkezi bilgisayar, Bulut Bilişime ve IoT'ye Dayalı Akıllı Tarım, makine, ekipman ve personelin internete dayalı konsantre yönetimini ve kontrolünü gerçekleştirebilir. İnsan toplumu ile fiziksel dünya arasındaki entegrasyon ve uyum için faydalıdır. Bilgisayar ve internetten sonra bilgi endüstrisi gelişiminin üçüncü dalgası olarak kabul edilir. Başlıca IoT teknolojileri arasında radyo frekansı tanımlama teknolojisi, sensör teknolojisi, sensör ağı teknolojisi ve ağlar arası iletişim yer alır; bunların

tümü, IoT endüstriyel zincirinin dört bağlantısına, yani tanımlama, algılama, işleme ve bilgi dağıtımına dahil olmuştur (TongKe, 2017).

Akıllı tarım ise çoğunlukla IoT çözümlerinin tarımda uygulanmasını ifade etmek için kullanılıyor. Çiftçiler, çevresel ve makine ölçümlerini toplamak için IoT sensörlerini kullanarak bilinçli kararlar verebilir ve hayvancılıktan mahsul çiftçiliğine kadar çalışmalarının hemen her yönünü iyileştirebilir. Örneğin, mahsullerin durumunu izlemek için akıllı tarım sensörlerini kullanarak çiftçiler, optimum verimliliğe ulaşmak için tam olarak ne kadar pestisit ve gübre kullanmaları gerektiğini tanımlayabilirler.

8. SONUÇ

Tarım devrimi olarak adlandırılan Tarım 4.0, merkezinde bilim ve teknoloji olan yeşil bir devrim olarak bilinir. Tarım 4.0, teknolojiyi sadece yenilik adına değil, aynı zamanda tüketicilerin gerçek ihtiyaçlarını iyileştirmek, ele almak ve değer zincirini yeniden yapılandırmak için kullanır.

Akıllı tarım sensörleri tarafından toplanan tonlarca veri, örneğin; hava koşulları, toprak kalitesi, mahsulün büyüme ilerlemesi, personel performansını, ekipman verimliliğini vb. izlemek için kullanılabilir. Üretim üzerindeki artan kontrol sayesinde maliyet yönetimi ve atık azaltma sağlanabilir.

Tarımda, bulut bilişim ve büyük verinin bir araya gelmesi, çiftçilerin iyi kararlar almak için yeterli veri noktasına sahip olmasını sağladı. Geleceğin taleplerini karşılama konusunda tarım üzerinde baskı oluşturan dört ana gelişmeyi ele alıyor: Demografi, Doğal kaynakların kıtlığı, iklim değişikliği ve Gıda israfı.

Sensörler, cihazlar, makineler ve bilgi teknolojisi gibi teknolojideki gelişmeler nedeniyle çiftliklerin ve tarımsal operasyonların çok farklı şekilde yürütülmesi gerektiğini belirtiyor. Geleceğin tarımı robotlar, sıcaklık ve nem sensörleri, havadan görüntüler ve GPS teknolojisi gibi gelişmiş teknolojileri kullanacaktır. Bu gelişmiş cihazlar ve hassas tarım ve robotik sistemler, çiftliklerin daha karlı, verimli, güvenli ve çevre dostu olmasını sağlayacaktır.

Endüstri 4.0, tarım sektöründe verimlilik ve istihdamda değişiklikler getirdiğinden, dijital dönüşümü hızlandırmak önemlidir. Dünya nüfusunda beklenen artışla birlikte daha fazla gıda üretme ihtiyacı da doğal olarak artacaktır. Bu talebi karşılayabilmek için tarım sektörünün üretimi daha verimli hale getirmenin yollarını bulması gerekmektedir. Endüstri 4.0 ve Nesnelerin İnterneti

teknolojisinin önemli bir rol oynadığı yer burasıdır. Örneğin insansız hava araçları ve sensörler, tarım sektöründe tanınmakta ve tarımcılar bu teknolojilerden faydalanmaktadır. Endüstri 4.0 ve Nesnelerin İnterneti teknolojisinin birleşiminin, çiftçilerin dünyada artan gıda üretimi taleplerini karşılamalarına yardımcı olacağına inanılıyor.

Tarım 4.0' rın gelecek için tarımsal gıda sistemlerinde önemli gelişmeler sağlayacağı görülüyor. Bu teknolojilerin, yalnızca bitki ve hayvanları daha hassas hale getirerek değil, aynı zamanda gen düzenleme gibi yeni teknolojilerle de mahsul ve hayvanlarımızın genetiğini iyileştirmeyi hızlandırması ve maliyetini düşürmesi bekleniyor. Ekinlerimizin ve besi hayvanlarımızın genetiğinin iyileştirilmesi, değişen yerel koşullara adapte edilmiş genotipler geliştirme fırsatı da dahil olmak üzere birçok fayda sağlayacaktır. Ayrıca bu teknolojiler muhtemelen bazı çiftçilere daha az arazi üzerinde daha az çevresel etki ile daha fazla gıda üretme fırsatı sunacak ve buna genellikle sürdürülebilir yoğunlaştırma denir (Garnett et al., 2013). Karmaşık küresel gıda tedarik zincirlerinde çok daha fazla şeffaflık ve izlenebilirlik yaratma potansiyeli sunar (Opara, 2003 & Bakhtiari, 2013).

KAYNAKÇA

- Bakhtiari, A.A. and Hematian, A. (2013). Precision Farming Technology, Opportunities and Difficulty. *International Journal for Science and Emerging Technologies with Latest Trends*, 5(1), pp.1-14.
- BigData. (2016). https://en.wikipedia.org/wiki/Big_data (Erişim tarihi: 18.11.2022)
- CEMA. (2017). Digital Farming: what does it really mean? <https://www.cema-agri.org/position-papers/254-> (Erişim tarihi: 18.11.2022)
- Chen, M., Mao, S., and Liu, Y. (2014). Big Data: a survey. *Mobile networks and applications*, 19(2), pp. 171–209.
- DataFAIRport. (2014). Find access interoperate re-use data. <http://www.datafairport.org/> (Erişim tarihi: 18.11.2022)
- De Mauro, A., Greco, M., and Grimaldi, M. (2016). A formal definition of Big Data based on its essential features. *Library Review*, 65, pp. 122–135.
- Devlin, B. (2012). The Big Data Zoo—Taming the Beasts: The Need for an Integrated Platform for Enterprise Information. Cape Town: 9sight Consulting.
- Esmeijer, J., Bakker, T., Ooms, M., and Kotterink, B. (2015). Data-driven innovation in agriculture: case study for the OECD KBC2-programme. TNO Report, R10154.
- Garnett, T., Appleby, M.C., Balmford, A., Bateman, I.J., Benton, T.G., Bloomer, P., Burlingame, B., Dawkins, M., Dolan, L., Fraser, D. and Herrero, M. (2013). Sustainable intensification in agriculture: premises and policies. *Science*, 341(6141), pp.33-34.
- Gebbers, R. and Adamchuk, V.I. (2010). Precision agriculture and food security. *Science*, 327(5967), pp.828–31.
- Germani, L., Mecarelli, V., Baruffa, G., Rugini, L. and Frescura, F.J.E. (2019). An IoT architecture for continuous livestock monitoring using LoRa LPWAN. *Electronics*, 8(12), pp. 1435.
- Gilpin, L. (2015). How Big Data is going to help feed nine billion people by 2050. Retrieved from TechRepublic: <http://www.techrepublic.com/article/how-big-data-is-going-to-help-feed-9-billion-people-by-2050/> (Erişim tarihi: 18.11.2022)
- Gubán, M., and Kovács, G. (2017). Industry 4.0 Conception. *Acta Technica Corviniensis Bulletin of Engineering*, 10(1), pp. 113.
- Hashem, I.A.T., Yaqoob, I., Anuar, N.B., Mokhtar, S., Gani, A., Khan, S.U. (2015). The rise of “Big Data” on cloud computing: Review and open research issues. *Information systems*, 47, pp. 98–115.
- Ho, T.T. and Shimada, K. (2019). The effects of climate smart agriculture and climate change adaptation on the technical efficiency of rice farming— an empirical study in the Mekong Delta of Vietnam, *Agriculture*, 9(5), pp. 99.
- Komarek, A.M., De Pinto, A. and Smith, V.H. (2020). A review of types of risks in agriculture: what we know and what we need to know. *Agricultural Systems*, 178, 102738.
- Lee, Y.B. (Ed.). (2017). *Convergence of agriculture R&D and 4th Industrial Revolution*. 1st ed. Jeonju, Rep. of Korea: SY Ra; 117.
- Lesser, A. (2014). Big Data and Big Agriculture. *Gigaom Research*, pp. 11. <https://research.gigaom.com/report/big-data-and-big-agriculture/> (Erişim tarihi: 18.11.2022)
- Lipper, L., Thornton, P., Campbell, B.M., Baedeker, T., Braimoh, A., Bwalya, M., Caron, P., Cattaneo, A., Garrity, D. and Henry, K. (2014). Climate-smart agriculture for food security. *Nature Climate Change*, 4(12), pp. 1068-1072.
- Noyes, K. (2014). Big Data Poised to Change the Face of Agriculture. *Fortune Data*. <https://fortune.com/2014/05/30/cropping-up-on-every-farm-big-data-technology/> (Erişim tarihi: 18.11.2022)
- Opara, L.U. (2003). Traceability in agriculture and food supply chain: a review of basic concepts, technological implications, and future prospects. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 1, pp.101-106.
- Orts, E., and Spigonardo, J. (2014). Sustainability in the Age of Big Data. IGEL/Wharton, University of Pennsylvania, Pennsylvania, US, pp. 16.
- Princy, A. J. (2021). Smart Agriculture: Agriculture with a New Perspective. <https://www.researchdive.com/blog/smart-agriculture-agriculture-with-a-new-perspective> (Erişim tarihi: 18.11.2022)
- Ramundo, L., Taisch, M. and Terzi, S. (2016). State of the art of technology in the food sector value chain towards the IoT. 2016 IEEE 2nd International Forum on Research and Technologies for Society and Industry Leveraging a better tomorrow (RTSI), pp. 1–6.
- Rose, D.C., Wheeler, R., Winter, M., Lobley, M. and Chivers, C.-A. (2021). Agriculture 4.0: making it work for people, production, and the planet. *Land Use Policy*, 100, pp. 104933.
- Sabri, N., Aljunid, S.A., Ahmad, R.B., Malik, M.F., Yahya, A., Kamaruddin, R. and Salim, M.S. (2011). Wireless sensor

- actor networks. 2011 IEEE Symposium on Wireless Technology and Applications (ISWTA), IEEE, pp. 90-95.
- Shruti, M. (2022). Top 10 Big Data Applications Examples: Healthcare, Entertainment and More. <https://www.simplilearn.com/tutorials/big-data-tutorial/big-data-applications> (Erişim tarihi: 18.11.2022)
- Sonka, S. (2014). Big Data and the Agsector: more than lots of numbers. *International Food and Agribusiness Management Review*, 17(1030-2016-82967), pp. 1-20.
- Sun, Z., Zheng, F., and Yin, S. (2013). Perspectives of research and application of Big Data on smart agriculture. *Journal of Agricultural Science and Technology (Beijing)*, 15(6), pp. 63–71.
- Sundmaeker, H., Verdouw, C., Wolfert, S., and Freire, L.P. (2016). Internet of food and farm 2020. In *Digitising the Industry- Internet of Things Connecting Physical, Digital and Virtual Worlds*. River Publishers, Gistrup/Delft, pp. 129–151.
- TFC. (2014). Technology Helps Farmers to Cater Climate Changes Effects. *Flare*. <http://www.flare.pk> (Erişim tarihi: 18.11.2022)
- TongKe, F. (2017). Smart Agriculture Based on Cloud Computing and IOT. *Journal of Convergence Information Technology*, 8(2), pp. 210-216. <http://dx.doi.org/10.4156/jcit.vol8.issue2.26> (Erişim tarihi: 18.11.2022)
- Tzounis, A., Katsoulas, N., Bartzanas, T. and Kittas, C. (2017). Internet of things in agriculture, recent advances and future challenges. *Biosystems Engineering*, 164, pp. 31-48.
- Van't Spijker, A. (2014). *The New Oil- Using Innovative Business Models to Turn Data into Profit*. Technics Publications, Basking Ridge.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C. and Bogaardt, M.-J. (2017). Big data in smart farming—a review. *Agricultural Systems*, 153, pp. 69-80.
- Wolfert, S., Goense, D. and Grøn, C.A. (2014). A Future Internet Collaboration Platform for Safe and Healthy Food from Farm to Fork. 2014 annual Global Conference (SR11), IEEE, San Jose, CA, USA, pp. 266–273.
- Yang, C. (2014). Big Data and its potential applications on agricultural production. *Crop, Environment & Bioinformatics*, 11(1), pp. 51–56.
- Zhai, Z., Martinez, J.F., Beltran, V. and Martinez, N.L. (2020). Decision support systems for agriculture 4.0: survey and challenges. *Computers Electronics in Agriculture*, 170, pp. 105256.