

Tarım Sektöründe Bilgi Teknolojileri*

Nevin AYDIN¹

¹ Doç. Dr., Artvin Çoruh Üniversitesi Hopa İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü,
nevin.aydin@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1949-2765

Özet: Günümüzde, Bilgi Teknolojileri tarım sektöründe de uygulama alanı bulmuştur. Günümüzde üretimde insan ve hayvanın yerini bilgi teknolojilerinin almasıdır. Tarım sektörü, Endüstri 1.0, Endüstri 2.0, Endüstri 3.0 ve Endüstri 4.0 uygulamaları kapsamında gittikçe daha verimli ve üretken hale gelmiştir. Endüstri 4.0, Nesnelerin İnterneti, Yapay zeka, otonom robotlar, bulut bilişim sistemleri, büyük veri, siber fiziksel sistemler, üç boyutlu baskı teknolojisi gibi bileşenlerin kapsamıdır. Bunların tarım sektöründe kullanımı ile dijital tarım kavramı oluşmuştur. Covid vaka sayısının artma dönemlerinde göçmen işçilerinin sayısının azalmasıyla, Endüstri 4.0 la tarım tasarımı daha yaygın hale gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Nesnelerin interneti, Dijital tarım

The Place Of Information Technologies In The Agricultural Sector

Abstract: Today, Information Technologies has also found application in the agricultural sector. Today, information technologies replace humans and animals in production. The agricultural sector has become more and more efficient and productive within the scope of Industry 1.0, Industry 2.0, Industry 3.0 and Industry 4.0 applications. Industry 4.0 is the scope of components such as Internet of Things, Artificial intelligence, autonomous robots, cloud computing systems, big data, cyber-physical systems, three-dimensional printing technology. With the use of these in the agricultural sector, the concept of digital agriculture has emerged. With the decrease in the number of migrant workers during the increasing number of Covid cases, agricultural design has become more common with Industry 4.0.

Key Words: Industry 4.0, Internet of Things, Digital agriculture

1. GİRİŞ

Nüfustaki hızlı artış, artan kaynak kısıtlamaları ve iklimdeki hızlı değişiklikler çiftçiler için birkaç engeldir. Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) tahminine göre, 2050 yılına kadar 2,3 milyar insan beslemek için küresel gıda üretiminin yüzde 70 artması bekleniyor. Verimli yönetim, optimize edilmiş tohum ve gübre kullanımı ile birlikte hassas ve sürekli izleme tarım sektörünü başarılı hale getirebilir. Bugün, küçük ölçekli arazilere sahip gelişmekte olan bölgelerdeki çiftçiler, toplam tarımsal üretimin yaklaşık 4/5'ini oluşturmaktadır. Doğru ve gerçek zamanlı bilgiye ulaşırlarsa bilinçli çiftçilik kararları alarak üretimi artırabilirler.

Çiftçiler, büyüyen bir dünya için daha fazla gıda üretmede ilerleme sağlamak için 4.0 teknolojiyi kullanıyor. Bir çiftçinin sadece 19 kişiyi besleyebildiği 1940'a kıyasla, teknolojinin kullanımıyla bugün her çiftçi 155 kişiyi besleyebiliyor. Çiftçiler, motorlu ekipman, hayvanlar için modifiye edilmiş barınaklar ve biyoteknoloji gibi tarımda gelişmeye izin veren teknolojileri kullanır. Daha iyi teknoloji, çiftçilerin daha fazla insanı beslemesine izin verir ve ailelerini beslemek için daha az insanın çiftliklerde çalışmasını gerektirir. Geçmişte çiftçiler tarla işlerini elle veya

atlı aletlerle yapmak zorundaydılar. Bu işin tamamlanması uzun zaman alıyordu. Bu da çiftliklerin daha küçük olduğu anlamına geliyordu. Çünkü çiftçiler küçük araziye işleyebiliyordu. Atlar çok hızlı değillerdi ve hayvan oldukları için yorulurlardı ve yoğun işlerinden kurtulmak için dinlenmeye ihtiyaçları vardı. Bugün çoğu çiftçi, tarla çalışmasına yardımcı olmak için traktör ve diğer motorlu ekipmanları kullanıyor. Traktörler, biçerdöverler, sabanlar vb. atlardan çok daha hızlı hareket eder. Bu nedenle çiftçiler daha kısa sürede daha fazla yiyecek üretebilirler.

Tarım 1600 yılının ortalarında İngiltere'de tarım sektöründe yapılan yenilikler 1. Sanayi Devrimi'nin önünü açmış ve 'Tarım Devrimi' olarak adlandırılmaya başlanmıştır. Bu süreçte tarım arazileri daha iyi yönetilebilmek ve büyük çiftlikler elde edebilmek için toplulaştırılmaya başlanmış, bununla beraber hem verim hemde maliyet açısından olumlu sonuçlar ortaya çıkmıştır.1840'lı yıllarda verimliliği daha da arttırmak için gübre kullanımına geçilmiştir.1870-1914 yılları arasında 2.Sanayi Devrimi yani tarımda mekanikleşme başlamıştır. Tarım 2.0 ortaya çıkmıştır. Tarımda mekanikleşme ile elektrik, seri üretime geçiş, toplu

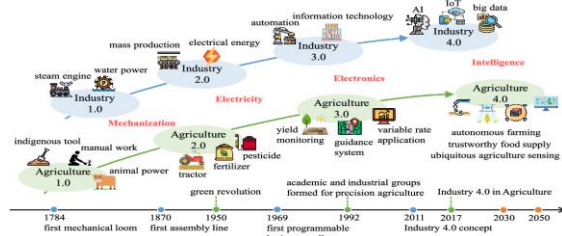
*Bu çalışma ICSHRS 2. Uluslararası Sosyal ve Beşeri Bilimler Kongresi'nde yayınlanmıştır.

üretim, kimyasal gübre, zararlı böceklerle mücadele eden zirai ilaçlar kullanılmaya başlanmıştır.

1960'lı yıllara gelindiğinde 3.Sanayi Devrimi'ne geçilmiştir. 1960'larda coğrafi bilgi sistemleri (CBS) dahil olmak üzere tarım araçları, akıllı cihazlar kullanılmaya başlamış, dolayısıyla bilgisayar kullanımı ve dijitalleşme ile Yeşil Devrim adını almıştır. Artan gıda talebine karşı gerçekleşen gelişmeler sonucunda üretim maliyeleri, sulama, gübreleme, yeni ürünler, böcek ilaçları gibi faktörler sebebiyle artmıştır. Bunun yanında çevre sorunlarının etkisiyle ekolojik açıdan sürdürülemez tarım gözlemlenmiştir.

1990'lara kadar devam eden bu süreçte üretimde ciddi artışlar yaşanmış ve Tarım 3.0 ile teknoloji bir üst kademeye çıkmıştır. Tarım 3.0 döneminde üreticiler, hassas tarım teknikleri ile çevreyi koruyarak verimi artıran uygulamalar, tarımı yeni bir teknoloji seviyesine taşımıştır. 2010 ve sonrasında ise Tarımda 4.0 ile birlikte bilgi teknolojilerinin tarımın bir parçası haline gelmesiyle "Akıllı Tarım" dönemi başlamış bulunmaktadır. Her sektörde gelişim gösteren teknoloji tarım sektöründe de hızlı bir gelişim göstermeye başlamıştır. Bu gelişmelere örnek olarak; traktörün kullanılması ya da genetiği zararlılara karşı dayanıklı olan ürünlerin ortaya çıkması verilebilir. Tarım sektörü artık dijitalleşme süreci yaşamaya başlamıştır. Nesnelerin İnterneti, karar destek sistemleri ve makineler arası iletişim (CEMA-European Agricultural Machinery, 2017; Brase, 2015). Verilerin şekillendirilmesi ile, hassas tarım dijital tarıma dönüşmüştür. Dijital tarım, akıllı ağlar ve veri yönetim araçları ile birlikte gelişmiş (CEMA-European Agricultural Machinery, 2017). Modern teknoloji ve uygulamalar büyüyen dünya nüfusunun gıda talebini karşılamak için iklim değişikliği, arazi ve diğer doğal kaynakların kısıtlılarına karşı, yeni tarım çalışmaları başlatmış, yeni ürünler, farklı bitki yetiştirme teknikleri geliştirilmiştir.

Şekil 1. Yol Haritası. Kaynak: Sanayi devrimleri ve tarım devrimlerinin kalkınma yol haritası (Aceto vd., 2019).



2. TARIM 4.0

Tarım 4.0 ile, sürdürülebilir ve akıllı endüstriyel tarım gerçek zamanlı olarak elde edilecektir.

Mekansal-zamansal verilerin toplanması, işlenmesi ve analiz edilmesi tarım endüstrisinin gıda üretiminden tüm yönleriyle, tüketiciye dağıtımına kadar ele alınır. Gerçek zamanlı çiftlik yönetimine sahip böyle bir endüstriyel tarım ekosistemi, yüksek derecede otomasyon ve veriye dayalı akıllı karar verme, üretkenliği, tarımsal gıda arzını, gıda güvenliği ve doğal kaynakların kullanımını büyük ölçüde artıracaktır (De Clercq, 2018).

Tarım 4.0 olarak adlandırılan bu dönüşüm ile birlikte, tarım sektöründe yeni bir süreç ortaya çıkmış ve bu kapsamda bilgisayar destekli kontrol sistemleri, çeşitli yazılım ve donanım araçları, dijital sensörlerle donatılmış tarım makineleri ve tarım ekipmanları ile bunların birbiriyle iletişimi, görüntü işleme teknolojileri, coğrafi bilgi sistemleri, insansız hava araçlarının kullanımı gibi akıllı sistemlerin kurulması ve yaygınlaştırılması önem kazanmıştır.

Endüstri 4.0 süreci ile başlayan büyük değişim ve teknolojik gelişmeler artık günlük yaşamımızın bir parçası haline gelen kablosuz iletişim teknolojileri, yapay zekâ, makineler arası iletişim, bulut sistemleri, nesnelerin interneti gibi kavramlarla birlikte mobil cihazların da etkin ve yoğun olarak hayatımıza girmesiyle tarım sektöründe de kendini göstermiş ve bu sürecin tarımsal üretime yansımaları ise verimlilik, etkinlik, hız, sürdürülebilirlik, gıda güvenliği, rekabet gücü olarak şekillenmeye başlamıştır. Tarım 4.0 olarak adlandırılan bu dönüşüm ile birlikte, tarım sektöründe yeni bir süreç tanımlanması gereği ortaya çıkmış ve bu kapsamda bilgisayar destekli kontrol sistemleri, çeşitli yazılım ve donanım araçları, dijital sensörlerle donatılmış tarım makineleri ve alanları ve bunların birbiriyle iletişimi, görüntü işleme teknolojileri gibi akıllı sistemlerin kurulması ve yaygınlaştırılması önem kazanmıştır. Bu sistemlerle, tarımsal üretimin sürdürülebilirliği için önemli olan tüm faktörler üreticilerin bilgisine hızlı ve eş zamanlı sunularak kaynakların etkin kullanımı sağlanmıştır.

Günümüzde, çiftlik hayvanlarının yetiştirilme biçimleri ve yaşadıkları yer de değişmiştir. Hayvanlarla yapılan araştırmalar sayesinde, bilim adamları hangi tür barınakların hayvanları en rahat hale getirdiğini keşfettiler. Günümüzde süt inekleri genellikle yumuşak yataklar, kum yatakları veya su yatakları sağlayan ahırlarda yaşar. Ayrıca onları özel diyetlerle besleyecek beslenme uzmanları ve dışarısı sıcakken onları serin tutmak için fanlar ve fışkiyeler kullanılmaya başlamıştır. Hayvanları rahat ettirmek önemlidir. Çünkü çiftçiler hayvanlarının sağlıklı olmasını ister, aynı zamanda süt ineklerinin daha fazla süt verimi elde etmesini ister.

Yıllar içinde değişen hayvansal tarım sektörünün yanı sıra bitkisel üretim de gelişmiştir. Tarımda biyoteknoloji, bitkisel ve hayvansal üretimdeki ilerlemeler yoluyla insan yaşam kalitesini iyileştirmek için canlı bir organizmanın manipülasyonudur. Tohum teknolojisi, hem biyoteknoloji hem de genetik mühendisliğinin yardımıyla yıllar içinde değişti. Geçmişte, sert hava koşulları nedeniyle mahsul hasadı yok edildi. Ancak şimdi bilim adamları ilk etapta tohumları değiştirerek mahsul sonuçlarını değiştirebilirler. Her zaman, çiftçiler kaynaklarından en iyi şekilde yararlanmaya çalışıyorlar. Ancak sürekli gelişen teknoloji ile modern çiftçiler sürdürülebilir tarım, koruma, muhafaza gibi çiftçilik uygulamalarına katılabildiler (JR Animal Scientist, n.d.). Fujitsu, Japonya'daki çiftçilerin mahsullerini ve giderlerini daha iyi yönetmelerine yardımcı olmak için ülke genelindeki bir kamera ve sensör ağından (yağış, nem, toprak sıcaklıkları) verileri toplar (Carlson, 2012).

3. AKILLI TARIM

Organik gıdalar, talepleri arzdan daha fazla olduğu için daha pahalıdır. Ayrıca, organik ürünlerin fiyatı sadece üretim maliyetini içermekle kalmaz, aynı zamanda gıda güvenliği, çevre güvenliği vb. diğer bazı faktörleri de hesaba katar. Organik gıdaların küçük miktarlarda hasat sonrası elleçlenmesi, zorunlu ayrıştırma nedeniyle daha yüksek fiyatlara neden olur. Organik ürünler için pazarlama ve tedarik zinciri nispeten verimsizdir ve bu nedenle maliyetler daha yüksektir. Organik tarımın verimliliği artırması biraz zaman alıyor. Ancak organik tarım uygulamaları herhangi bir kirliliğe neden olmadığı veya insan sağlığını tehlikeye atmadığı için konvansiyonel tarıma mükemmel bir alternatiftir. Bir insanın sahip olduğu tek servet sağlık olduğu için, ona bakmamak ona çok pahalıya mal olabilir. Organik tarım, çok az karbon emisyonuna sahiptir ve doğal toprak özelliklerinin geri kazanılmasına yardımcı olur. Toprağa kompost veya haşere kompostu uygulanması, organik madde konsantrasyonu, tamponlama kapasitesi, toprağın katyon değişim kapasitesi vb. gibi toprak özelliklerinin iyileştirilmesine yardımcı olur. Mahsul rotasyonu tekniği sadece toprak verimliliğini korumakla kalmaz, aynı zamanda toprak verimini de azaltır. Hastalık döngüsünü kırarak zararlıların ve hastalıkların görülme sıklığını azaltır. Doğal kaynakların ve biyolojik çeşitliliğin korunması, organik tarımın temel ilkesidir. Organik çiftçiler, faydalı böceklerin popülasyonunu artırmak ve zararlı böcekleri tuzağa düşürmek için doğal yöntemleri kullanırlar.

1. Her çiftlik, optimizasyon ve karlılık için uygun ürün çeşitlerini ve girdi gereksinimlerini belirlemek için analiz edilir.
2. Tüm çiftlik verileri dijital bir platformda merkezi olarak bulunur
3. Girdilerin yalnızca etkilenen bölgede erken tespiti ve uygulanması, maliyet tasarrufu
4. Çiftliklerdeki farklı bölgeleri tespit etmek için uydu görüntülerini kullanır
5. Kaynak kullanımını en üst düzeye çıkarmak ve kayıpları en aza indirmek için güvenilir hava durumu tahminleri
6. Otomasyonu üretkenliği, zaman ve maliyet verimliliğini artırır
7. Dronlar, böcekleri püskürtmek, toprak işlemeyi analiz etmek için kullanılabilir ve mahsul verimini hızlı bir şekilde izler. Ayrıca bir İnternet of Things (IoT) tabanlı sensör, gerçek zamanlı bitki verilerini toplar
8. Tarım verileri bulutta toplanır. Çiftlik çok miktarda zengin ve çeşitli veri üretir. Bu veriler bulutta toplanır. Akıllı traktörlerde, Smart Tractors GPS kontrollü direksiyon ve optimize edilmiş rota planlaması toprak erozyonunu azaltır ve yakıt maliyetlerinden tasarruf sağlar (de Wilde, 2016).

Akıllı tarım, tarım, hayvancılık ve su ürünleri yetiştiriciliğinden elde edilen ürünlerin ekim, hasat ve dağıtımının optimal yönetimidir. Akıllı tarım, uygun ortamları kontrol etmek için tasarlanmış hassas tarımın bir alt kümesidir. Hassas tarım tekniklerinin pazarın büyümesini daha da ileriye götürmesi bekleniyor. Çin ve Japonya gibi ülkelerde, akıllı telefonların ve nesnelerin internetinin (IoT) , hassas tarım çözümlerinin hızla benimsenmesine yol açmıştır. Akıllı tarım, yazılım mühendisliği ve bilgisayar bilimi ile birlikte gelen bir kavramdır. Bu bilgi işlem öğeleri nesnelere gömülmüştür ve birbirleriyle bağlantılıdır. Tarımda sensörlerin kullanılması nedeniyle akıllı tarım araçlarının kullanımı mümkündür. Bir sensör çevreden fiziksel miktarları ölçen, okunabilen bir sinyale dönüştüren bir elektroteknik cihazdır. Sensörler tarafından okunan ölçümler arasında: sıcaklık, nem, ışık, basınç, gürültü seviyeleri, hız, yön, belirli tipte maddelerin varlığı veya yokluğu bulunmaktadır.

Kablosuz iletişim teknolojileri, yapay zekâ, makinalar arasında iletişim (M2M), bulut sistemleri, nesnelerin interneti (IoT) gibi teknolojilerin hayatımıza girmesiyle mobil cihazların artan kullanımı tarım sektöründe yerini almış, tarımda dijital dönüşümü başlatmıştır. İnsan girmeden makineyle ekilen ve yetiştirilen tarım dünyada ilk mahsulü 2017 yılında vermiştir.

Akıllı tarım uygulamaları sadece büyük geleneksel çiftliklere yönelik değildir. Bununla birlikte, aynı zamanda, küçük alanlarda veya karmaşık morfolojiye sahip aile genişlemeleri gibi çiftçilikteki diğer eğilimlerin yayılması için tutarlı bir itici güç haline gelebilir ve böylece belirli mahsulleri veya özel çeşitlerin veya organik tarımın korunmasını hedefler. Akıllı tarımın ayrıca, daha verimli su kullanımı ve bitki koruma işlemlerinin optimize edilmiş kullanımı yoluyla net çevresel faydaları vardır.

Akıllı tarım, üçüncü bir yeşil devrim olarak adlandırılan tarımda bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) uygulanmasını temsil eder. Üçüncü devrim, hassas tarım, IoT, sensörlerin ve aktüatörlerin kullanımı, coğrafi konumlandırma sistemleri, büyük veriler, insansız hava araçları veya insansız hava araçları, robotlar gibi yetiştirme sürecinde BİT çözümlerinin uygulanması yoluyla tarım sektörünün yönü değiştiriyor. Akıllı tarım, kaynakların en verimli ve hassas kullanımına dayalı olarak sürdürülebilirlik ve tarımsal üretkenlikte bir artış için gerçek bir potansiyel sunar. Amerika Birleşik Devletleri'nde, tarım topluluğunun %20 ila %80'i bu tür bir çözümü kullanıyor. Çiftçi için akıllı tarım, karar destek araçları veya çiftliklerin daha verimli yönetimi yoluyla yüksek katma değer sağlamalıdır. Bu anlamda akıllı tarım, aşağıdakiler gibi birbiriyle bağlantılı üç teknolojik alanla yakından ilişkilidir.

3.1. Hassas Tarım

Hassas Tarım (HT) 1990'larda ortaya çıktı. Daha yüksek tarımsal hasatı elde etmek için daha az kaynak kullanmaktır. Hassas tarım, doğal kaynakların ve üretim süreçlerinin tüm yönlerini içeren çok çeşitli çağrışımlara sahiptir. Doğal kaynak koşulları arasında arazi, bölge, hava ve iklim, doğal afetler vb. bulunur. Üretim süreci üreme, dikim, gübreleme, haşere kontrolü vb. içerir. Günümüzde sensörler yaygın olarak kullanılmaya başlandığından, tarımsal üretim, işletme ve yönetimin tüm süreçlerinde sensörler büyük ölçekte kullanılmaktadır. Sensör verileri daha doğrudur. Toplama süreci daha hızlıdır ve otomatik toplama süreci ayrıca insan hatasını veya beklenmedik sonlandırmayı önler. Hassas tarımı uygulamak için, bu tür verilerin zamanında nasıl elde edileceği ve doğru bir şekilde işleneceği zorluklarla karşı karşıyadır. Her şeyden önce, tarımla ilgili kuruluşlar, tarımsal veri tanımının standardizasyonundan yoksundur. İkincisi, mevcut tarımsal bilgi sistemi genellikle geleneksel tarım hizmeti veya faaliyeti için tasarlanmıştır, bu nedenle büyük veriyi karşılayamaz.

Hassas Tarım, Küresel Konum Belirleme (GPS), Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), uzaktan algılama,

verim izleme ve değişken oranlı uygulama teknolojilerinin bir arada kullanıldığı, daha az girdi miktarı ile daha fazla verimlilik elde etmeye yönelik akıllı tarımsal uygulamalar bütünü ifade etmektedir. Girdilerin maliyet etkin kullanımına dayalı olarak çevresel etkileri azaltan ekonomik verimi artırmak için mekansal ve zamansal değişkenlerin yönetimidir. Girdileri optimize etmek ve kaynakları korumak için entegre çiftlik yönetimine yönelik karar destek araçlarını (DAT) içerir; bu, coğrafi konumlandırma sistemleri, Dünya gözlem sistemleri ve dronlar aracılığıyla elde edilen hava görüntülerinin kullanımıyla kolaylaştırılır. Bu aynı zamanda Sentinel uyduları tarafından sunulan ve üretim, arazi tipolojisi, organik madde içeriği, toprak nemi ve nitrojen seviyeleri ve diğerleri ile ilgili farklı mekansal değişkenlere sahip haritaların geliştirilmesine izin veren görüntüleri de içerir.

3.2. Beslenme Kalitesi

Bazı gıdaların beslenme eksikliklerine karşı, sağlık için faydalı besinler sağlama ve belirli hastalıkların başlamasını önleme yeteneğine sahip olmasıdır. Organik üretimde, konvansiyonel tarımda kullanılan gübre ve bitki sağlığı ürünlerinin %90'ını oluşturan sentetik kimyasallar kullanılmamaktadır. Organik ürünler, depolamada geleneksel ürünlere göre daha düşük kalite kayıplarına maruz kalmaktadır. Organik tarım, geleneksel tarıma göre tipik olarak fosil kaynaklardan yaklaşık %60 daha az enerji tüketir. Organik tarım, biyolojik çeşitliliği ve agroekosistemlerde farklı seviyelerin varlığını teşvik eder. Biyoçeşitliliği artırmaya yönelik uygulamalar (ürün birlikleri, rotasyonlar, ürün çeşitlendirmesi) yaygındır. Bu uygulamalar, hastalıklar ve zararlılar gibi devam eden monokültürlerle ilişkili sorunları önler. Organik tarımda, haşere ve hastalık kontrolü için izin verilen tek maddeler doğal kökenlidir, bu nedenle çevremizdeki pestisit kalıntılarının varlığını sınırlar. Organik tarım, birçok uygulaması arasında yeniden kullanım ve geri dönüşümü önemli bir değer olarak gördüğünden, doğal kaynak yönetimi alanında daha sürdürülebilir bir tarım türüdür. Organik tarım, tarıma göre daha düşük çevresel etki yaratır.

4. GELENEKSEL TARIM

Geleneksel tarımda, kimyasal gübre kullanımı ile verimlilik daha hızlı ve daha kısa sürede artmaktadır. Çiftçiler için avantajdır. Ancak gübre ve pestisit üretiminde kullanılan toksik elementler nihayetinde meyvenin kendisinde birikir ve tüketicide ciddi rahatsızlıklara yol açabilir. Ayrıca, bu kimyasallar toprak ve hava üzerinde kalıcı bir etki yarattıklarından çevreye de büyük zarar verir.

1. Bölge genelinde ekin ekimi için genellikle bilimsel olmayan aynı uygulamalar dizisi tarla genelinde gübre ve pestisitlerin yanlış uygulanması
2. Tüm saha ve finans verilerinin ayrı ayrı manuel bakımı, hatalara ve veri kaybına neden olur
3. Coğrafi etiketleme ve bölge algılama mümkün değildir
4. Hava durumunu tahmin etmek için güvenilir yöntemler yoktur
5. Çiftçiler tarafından basit araçların kullanılması süreci zahmetli ve zaman alıcı hale getirir

5. GELENEKSEL VE AKILLI TARIM ARASINDAKİ FARKLAR

Sürdürülebilir tarım, geleneksel tarım sistemlerine kıyasla, gübreler ve herbisitler gibi satın alınan kimyasal bazlı girdilerin kullanımının önemli ölçüde azaltıldığı tarım sistemleri ile temsil edilmektedir. Bununla birlikte, giderek daha fazla sayıda çiftçinin geleneksel tarım sistemlerinin olumsuz çevresel ve sosyal sonuçları konusunda daha iyi bir farkındalığa sahip gibi görünmesine rağmen, bunun sürdürülebilir uygulamaların benimsenmesine doğru büyük bir değişime dönüşmediğine dair artan bir endişe vardır.

Robotiklerin tarımda ve diğer akıllı tarım tekniklerinde uygulanması, geleneksel tarım stratejilerine göre çeşitli faydalar sağlar. Bunlardan bazıları, üretim süreçleri üzerinde artan kontrolün uygulanmasını içerir, bu da maliyet yönetimini geliştirir ve atık oluşumunu azaltır. Buna ek olarak, akıllı tarım, tarımda yeni teknolojinin uygulanması yoluyla, mahsul büyümesi ve hayvan sağlığındaki anormalliklerin izlenmesini kolaylaştırıyor.

6. BİLGİ YÖNETİM SİSTEMLERİ

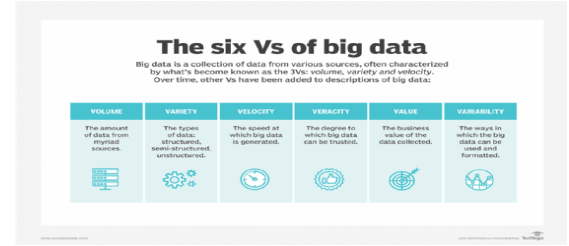
Çiftliklerin operasyonlarını ve işlevlerini yönetmek için gereken her türlü verinin toplanmasını, işlenmesini, depolanmasını ve dağıtılmasını içerir.

6.1. Büyük Veri

Büyük verilerle güçlendirilen hassas tarım, gelecekte tarımsal kalkınmanın yeni bir yönü haline geldi. Bazı ülkeler, tarım alanında büyük verilerin uygulanmasını şiddetle desteklemektedir. 2015 yılında ABD, yazılım ve büyük veri tarımsal uygulama araştırmaları yapmak için 4,6 milyar ABD doları yatırım yaptı. Çin'de hükümet, tarımsal ve kırsal kalkınmada büyük verilerin işlevini ve büyük potansiyelini teşvik etmek için ilgili politikaları da formüle etti. Genellikle geniş "hassas tarım" şemsiyesi altında tanımlanan Tarım 4.0 teknolojileri, çiftçilerin çiftliklerini çok daha küçük ve dolayısıyla

daha kesin, mekansal ve zamansal olarak yönetmelerini sağlamak için robotik, sensörler ve büyük veri analitiği kullanan üretim sistemlerine atıfta (Wolfert, 2017). Büyük veri, radyo algılama, robotik, dronlar, sensör cihazları, Nesnelerin İnterneti (IoT), Blockchain, otomatikleştirilmiş tarım makineleridir.

Şekil 2. Büyük verilerin özellikleri, genellikle bu altı dahil olmak üzere 'v' ile başlayan kelimeler kullanılarak tanımlanır.



Çeşitli teknolojik gelişmeler, Büyük verilerin fırsatlarını yarattı (Sonka, 2015). Çoğu durumda, hesaplama kapasitesi hem hız ve hacim, daha önce mümkün olmayan yeni analizlere izin verir. Büyük hacimli veriler üzerinde analiz yapmak mümkün hale gelmiştir (örneğin hava durumu verileri)

Tarımda, çiftçinin yetiştirdiği ürünler ve tarla koşulları ile ilgili davranışlarını daha iyi anlamak için büyük veriler kullanılır. Toprak nemi, besin maddeleri, ph, sıcaklık ve yağış gibi tarla koşullarının ölçülmesi ve bunu girdi ve çıktı fiyatlarıyla karşılaştırmak, kârları optimize etmek ve geliri artırmak amacıyla çiftçilerin emeği kullanma, girdi satın alma ve üretim uygulamalarını optimize etmede devrim niteliğinde olacaktır. Yapay zeka ile birleştirilmiş büyük veriden elde edilen bu hesaplama sonucu, çiftçilik yapma, mahsulleri hasat etme, hasat edilen mahsulü satma ve hatta kullanma şeklimizi değiştirecektir. 4.0 sanayi devrimi bir veri devrimidir ve geleceğin sahibi, veriye sahip olanlar ve veriyi kullanabilenler olacaktır (Asare-Kyei, n.d.).

6.2. Nesnelerin İnterneti Teknolojisi

Nesnelerin İnterneti teknolojisi, gerçek dünyadaki fiziksel nesneleri dijital dünyaya bağlar. Sensörler, doğal dünyanın özelliklerini ölçer, karakterizasyon bilgisini nicelendirir ve bilgiyi alıcı tarafa gönderir. Örneğin, tarım arazilerine yerleştirilen sensörler, arazinin PH değerini, nemini, yağışını ve sıcaklığını gerçek zamanlı olarak ölçebilir. Bu veri kayıtları sistem kontrolünün anahtarı olabilir. Sensörler tarafından toplanan veriler, tarımsal büyük verilerin

en önemli parçası ve veri madenciliği analizlerinin ana kaynağıdır. Farklı sensör üreticileri, veri tutarsızlıklarına yol açabilecek veri toplama özelliklerini tanımlarken kendi yöntemlerine sahiptir. Tutarsızlığı görmezden gelmek, karar vermede hatalara yol açabilir. Örneğin toplanan yağışlar saat veya gün olarak ölçülebilir ve elde edilen sonuçlar tamamen farklıdır. Hava sıcaklığı sensörü, kayan noktalı sayı formatı olarak kaydedilen Santigrat derece (°C) cinsinden sıcaklığı saatte 10 kez ölçer. Toprak nemi sensörü yüzde olarak kaydeder.

6.3. Tarihsel Veri

Tarımsal üretim faaliyetlerine ilişkin bilgiler, tarihsel verileri oluşturmak için uzun bir süre boyunca birikmiştir. Tarihsel veriler, tarım arazileri, tohumlama, gübreleme, böcek ilacı, hasat, depolama, üreme vb. günlüklerinin yanı sıra endüstri ve kurumlardan gelen istatistikleri içerir. Tarihsel veriler aynı zamanda tarımla ilgili kesişen verileri, bazı bitmemiş tarihsel verileri içerir. Bilgi çağında, tarımsal belge toplamak için birçok seçenek var. İnternet, web sitesinde videolar, sesler, resimler ve metinler sunar. Bazı yetkili tarım web siteleri çok sayıda politika bilgisi, piyasa bilgisi, tarım teknolojisi bilgisi ve tarımsal ekonomik bilgi sağlar.

6.4. Mekansal Veri

Tarımsal büyük verinin birçok veri kaynağı arasında konumsal veri özel bir konuma sahiptir. Uydu uzaktan algılama verileri, harita verileri, kaynak etüt verileri, tarımsal imar verileri vb. tümü büyük miktarda mekansal bilgi içerir. Hassas tarımın mevcut fiili gelişiminde, GIS teknolojisinin uygulanması, hassas tarımın geliştirme hedeflerine etkili bir şekilde ulaşabilir. CBS, tarımsal mekansal verilerin düzenlenmesine ve yönetilmesine yardımcı olur. Tarımsal istatistiksel bilgileri ve gerçek zamanlı verileri görsel olarak görüntülemek için bir platform olarak haritaların kullanılması, büyük veri analizinin okunabilirliğini artırmak için önemli bir araçtır.

7. SONUÇ

Tüm tarım sistemlerinde eskiden emek yoğun ve çiftçiler kendi değerlendirmelerine göre küçük işletmelerinin benzersiz özelliklerini farklı şekilde yönetiyordu. Ancak 1940'lardan bu yana, hibrit tohumlar ve nispeten düşük maliyetli gübre ve böcek ilaçları gibi diğer Yeşil Devrim teknolojileriyle birlikte mekanizasyondaki gelişmeler, birçok çiftçiyi emeği sermaye ile değiştirerek çiftlik büyüklüğünü artırmaya yöneltti. Bunun bir sonucu, bireysel çiftliklerin yönetiminin, tüm çiftliğin nispeten tek tip yönetim uygulamalarına sahip tek bir birim olarak ele alındığı bir yönetime dönüşmesiydi (Sonka, 2106). Bu, son derece homojen tarımsal peyzajlar

yaratmanın sonucunu doğurdu ve kırsal Kuzey Amerika'nın biyolojik, mahsul ve sosyal çeşitliliğini azalttı. Çok daha küçük ölçekli yönetime izin veren hassas tarım, teorik olarak bunu değiştirebilir. Bir yandan hassas tarım, çiftçilere bireysel hayvan düzeyinde veya tarla değişkenliği içinde yönetme yeteneği vererek çiftlikte mekan ve zaman boyunca heterojenlikte bir artışa izin veren daha yoğun agro-ekolojik sistemlere geri dönüşe izin vermelidir. Bunun hem biyolojik çeşitliliği hem de ürün çeşitliliğini artırması muhtemeldir. Öte yandan, hassas tarım teknolojileri çok sermaye yoğun olma eğilimindedir, bu nedenle bu teknolojiler sürekli çiftlik konsolidasyonuna ve sosyoekonomik homojenliğe yol açabilir (Wolfert, 2017).

Üreticiler teknoloji, mekanizasyon ve iyileştirilmiş süreçleri operasyonlarına entegre etmeye devam ediyor. Bunlar, çiftliklerin verimlilik yaratmasına, ölçek elde etmesine ve karlılığı en üst düzeye çıkarmasına olanak tanır. Çiftlikler, tohumlama, hasat ve girdi kullanımına artan hassasiyet ve doğruluk getirmek için GPS ve GIS toprak haritalama gibi veriye dayalı teknolojileri kullanıyor. Sera ve hayvancılık sektörlerindeki teknolojiler, bir düğmeye basarak çiftlik otomasyonu dünyasını iletliyor (Statistics Canada, n.d.).

İnternet özellikli nesnelere ve sensörlere, nem seviyesi ve mahsul sağlığı hakkında veri toplamak için herhangi bir yere yerleştirilebilir. Çiftçiler, depolanan verilere tabletleri ve cep telefonları aracılığıyla kolayca erişebilirler. Ayrıca, bu verilere dayanarak gerekli işlemleri yapmak için manuel ve otomatik seçenekler arasında seçim yapabilirler. Örneğin, toprak nem seviyesi düşerse, çiftçi sulamayı başlatmak için sensörleri devreye sokabilir (SFS, 2018).

Tarımsal gıda sisteminin dijitalleştirilmesi, sosyo-ekonomik perspektiften sürdürülebilirliğe ve gıda sistemlerimizin dönüşümüne katkısına kadar teknolojilerin etkisinin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesini gerektirir. Dijitalleşme, tüm gıda arzında toprağın korunduğu, organik maddenin arttığı, çeşitlendirmenin besi hayvanlarını ve ekinleri bir araya getirdiği, çeşitliliğin artırıldığı, besin döngülerinin kapatıldığı ve girdilerin en aza indirildiği bütünsel bir dönüşümü desteklemek için bir dizi araç olarak görülmelidir.

Akıllı tarım kullanımında insan müdahalesi azalır ve üretimin kalitesi ve üretimin kendisi artar. Buluttaki veriler analiz edilerek çiftliğin performansı artırılır. Akıllı tarım, tarımsal verimliliği artırmak için toprak ve ürün yönetimini ve kaynakların daha ekonomik kullanımı ile çevreye verilen zararın en aza indirilmesini sağlayan tekniktir. Akıllı tarım uygulamaları ile geliştirilmiş bilgi ve kontrol

sistemlerinin kullanımıyla kaynak israfının önüne geçmeyi, ürünün brüt getirisini artırmayı ve üretimden kaynaklanan çevresel kirliliği en aza indirmek amaçlanmaktadır. Akıllı tarım teknikleri, toprak işlemeden hasada kadar üretimin hemen her aşamasında kullanılabilir. Tarımdaki dijital dönüşüm bizlere birçok fırsatlar sunmakta, tarımın katma değerinde önemli faydalar getirmektedir. Kablosuz iletişim tekniklerinin oldukça geliştiği günümüzde 5G ile birlikte artık makinaların birbiriyle konuşabildiği yeni bir dönem hayata geçecektir. Tabii ki tarım sektörünün de teknolojik gelişimden etkilenmesi kaçınılmazdır. Örnek olarak karbon salınımının ölçülmesi ve takip edilmesi ile geliştirilen yeni gübre tiplerinin kullanılması sonucu daha az karbon salınımı sağlanabilmektedir. Karbon ölçüm sensörlü basit IoT cihazları ve 5G ağı ile sağlanacak yakınsama, bu ve benzeri ölçümlere ve analizlere imkan verecektir. Son 50 yılda toprak bozulmasının etkisinin tarım verimliliğinde %13'lük bir kayba yol açtığı saptanmıştır. Topraksız tarımın minimum su ve minimum gübre ile sera alanlarında yönetimi sağlanmalı, nem ve ısı ayarları en yüksek verim alacak şekilde yönetilmelidir.

Tarımda IoT, M2M, hassas tarım ve iyi tarım için otonom araç uygulamaları tüm dünyada yoğun ilgi gören bir gelişim alanıdır. Otonom biçerdöverler ile hasat kayıplarının azaltılması, gübreleme ve ilaçlamada ihtiyacı olan yerlere ihtiyacına göre orantılanmış miktarda uygulama yapılması, suyun bitkinin bulunduğu fenolojik evre ve toprağın nem durumuna göre sulama ajandasının optimal kontrolü, hastalıkların koşul tahmin ve oluşum erken teşhisi gibi çalışmalar sayesinde tarımda kayıp azaltıcı ve verim arttırıcı bilişim ve iletişim uygulama örnekleri bulunmaktadır. 2050 yılına kadar tarım alanında yapılacak IoT çalışmalarının gıda üretimini %70 oranında artıracığı öngörülmektedir. Yeni teknolojiler sayesinde, küresel ısınma ve iklim değişikliklerine ek olarak yoğun/hatalı tarım uygulamalarından kaynaklanan çevresel etkiler de azaltılabilecektir.

KAYNAKÇA

- Aceto, G., V. Persico and A. Pescapé (2019). "A Survey on Information and Communication Technologies for Industry 4.0: State-of-the-Art, Taxonomies, Perspectives, and Challenges," in IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 21, no. 4, pp. 3467-3501, Fourthquarter, DOI: 10.1109/COMST.2019.2938259.
- Asare-Kyei, D (n.d.). Big Data: The Future Of Sustainable Agriculture In Ghana. Erişim tarihi: 9 Ekim, 2022, <https://esoko.com/big-data-sustainable-agriculture/>.
- Brase, T. (2015). Precision Agriculture; Delmar Publishers Inc.: Salem, OR, USA, p. 288.
- Carlson, C. (2012). Fujitsu Rolls Out Cloud-based Big Data Platform for Farmers. FierceCIO. Erişim tarihi: 9 Ekim, 2022, <http://www.fiercecio.com/story/fujitsu-rolls-out-cloud-based-big-data-platformfarmers/2012-07-19>.
- CEMA-European Agricultural Machinery (2017). Digital Farming: What Does It Really Mean? And What Is the Vision of Europe's Farm Machinery Industry for Digital Farming? CEMA: Brussels, Belgium, 2017. Erişim tarihi: 9 Ekim, 2022, https://www.cema-agri.org/images/publications/position-papers/CEMA_Digital_Farming_-_Agriculture_4.0__13_02_2017_0.pdf.
- De Clercq, M., A. Vats, and A. Biel (2018). "Agriculture 4.0: The future of farming technology," in Proc. World Government Summit, pp. 11-13.
- de Wilde, S. (2016). "The future of technology in agriculture", STT 81.
- JR Animal Scientist (n.d.). Erişim tarihi: 9 Ekim, 2022, <https://animalsmart.org/animals-the-environment/comparing-agriculture-of-the-past-with-today>, Comparing agriculture of the past with today.
- Sonka, S. (2015). Big Data: From Hype to Agricultural Tool. Farm Policy Journal 12 (1): 1-9.
- Sonka, S. (2016). Big data: fueling the next evolution of agricultural innovation. Journal of Innovation Management, 4(1), pp.114-136.
- Statistics Canada (n.d.). Growing opportunity through innovation in agriculture. Erişim tarihi: 9 Ekim, <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/95-640-x/2016001/article/14816-eng.htm>.
- SFS (2018). Smart Farming Solutions – How IoT transforms Agriculture Sector, Mitesh Patel / 10 May 2018 / IoT, <https://readwrite.com/smart-farming-solutions-how-iot-transforms-agriculture-sector/>
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C. and Bogaardt, M.J. (2017). Big Data in Smart Farming—A review. Agricultural Systems, 153, pp.69-80.