



Tarım 4.0 ve Türkiye'de Uygulanabilirliğinin Değerlendirilmesi

Şule ERCAN¹, Ruken ÖZTEP¹, Duran GÜLER¹, Gamze SANER¹

¹Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, İzmir

Makale Künyesi

Araştırma Makalesi /
Research Article

Sorumlu Yazar /
Corresponding Author
Duran GÜLER
duran.guler@ege.edu.tr

Geliş Tarihi / Received:
25.11.2019

Kabul Tarihi / Accepted:
09.12.2019

Tarım Ekonomisi Dergisi
Cilt: 25 Sayı: 2 Sayfa: 259-265
Turkish Journal of
Agricultural Economics
Volume: 25 Issue: 2 Page: 259-265

DOI 10.24181/tarekoder.650762

Özet

Bu çalışmada, Tarım 4.0 teknolojileri incelenerek, bu teknolojilerin Türkiye'de uygulanabilirliği tartışılmıştır. Çalışmanın birincil verilerini Türkiye'de Tarım 4.0 çalışmaları yürütmekte olan üç firmadan elde edilen anket verileri oluşturmaktadır. Ayrıca bu alanda daha önce yapılmış çalışmalardan yararlanılmış olup, bu çalışmalar anket verileriyle birlikte değerlendirilerek SWOT analizi ile Türkiye'de Tarım 4.0'ın uygulanabilirliği ortaya konulmuştur. Elde edilen bulgulara göre günümüzde Tarım 4.0'ın Türkiye'de uygulanabilirliği konusunda; Türkiye'de akıllı tarım teknolojileri sunan kuruluşların bulunması ve bu kuruluşların çalışmalarından olumlu sonuçlar alınması, çiftçilerin akıllı tarıma ilişkin bilgi ve farkındalık sahibi olmaya başlamaları gibi faktörler güçlü yönler olarak; bilgi teknolojileri okuryazarlığı eksikliği, üretici yaş ortalamasının yüksekliği, altyapı çalışmaları ve politikaların yetersizliği, dışa bağımlılık gibi faktörler ise zayıf yönler olarak yorumlanmıştır. Tarım 4.0 teknolojilerinin Türkiye'de uygulanabilir olması için günümüz dünyasının ve modern uygulamaların izlenmesi gerekmektedir. Bu modern uygulamaların kullanımına ilişkin önyargıları kooperatifleşmeyle ve ortak makine kullanımının özendirilmesiyle kırmak mümkün olacaktır. Sadece modern uygulamaların izlenmesi değil, bu uygulamaları kullanabilecek ve yaygınlaştırabilecek yetkin, etkili ve eğitilmiş çiftçilere, ziraat mühendislerine ve teknikerlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Tarım 4.0, Akıllı Tarım, Sürdürülebilirlik, Türkiye

Agriculture 4.0 and the Evaluation of Its Applicability in Turkey

Abstract

The aim of this study is to investigate Agriculture 4.0 technology and the applicability of this technology in Turkey. The primary data for the study consists of survey data conducted by three companies who perform work in Turkey Agriculture 4.0. In addition, this area has been utilized in studies previously conducted these studies in Turkey as SWOT analysis evaluated together with the survey data has demonstrated the applicability of Agriculture 4.0. According to the results obtained the strong sides of smart farming are there are current projects and their positive results. Also, knowledge of the farmers is getting increasing nowadays. On the contrary, factors such as being lack of information technologies literacy, high average age of producers, the lack of infrastructure and policies, and external dependence are interpreted as weaknesses in Agriculture 4.0 on its applicability of Turkey. Agriculture 4.0 technologies in Turkey to be applied in today's world of modern applications need to be monitored. It will be possible to break prejudices regarding the use of these modern applications by co-operation and encouraging the use of common machinery. There is a need for competent, effective and educated farmers, agricultural engineers and technicians who can use and disseminate these applications, not just following modern applications.

Key words: Agriculture 4.0, Smart Agriculture, Sustainability, Turkey

1.GİRİŞ

Gelişen teknoloji hayatın her alanında olduğu gibi, tarım sektöründe de yerini almış ve almaya da hızla devam etmektedir. Artan nüfusa bağlı olarak oluşan talep karşısında tarımsal üretimde gelişme hızını ve verimi artırmak için tarımda teknoloji vazgeçilmez bir araç durumuna gelmiştir. İnternetin ise birçok alanda kullanılması ve aslında “nesnelerin interneti” ifadesi ile yaygınlaşması dördüncü sanayi devrimini oluşturmaya başlamış ve bu devrim Endüstri 4.0 devrimi olarak adlandırılmıştır (Akay, 2018).

Tarım 1.0 şeklinde tanımlanan ilk devrimin yaşandığı zaman aralığının en temeldeki özelliği az oranda verimliliğin ve emeğin baskın olduğu üretim şeklinin hakim olmasıdır. 1950'lerin sonuna doğru, sentetik pestisitler, gübreler ve daha büyük etkiler sağlayan makineler üretim maliyetlerini daha düşük düzeylere getirmiş ve bu sayede “Yeşil Devrim” denilen Tarım 2.0 zaman aralığı ortaya çıkmıştır. Düşük maliyetler ve yeni uygulamalarla birlikte tarımda verimlilik artışı yaşanmıştır. GPS sinyallerinin herkesin kullanımına açılmasıyla 1990'lı yıllarda Tarım 3.0 süreci, günümüzde daha çok “Hassas Tarım” kavramıyla birlikte isimlendirilmiştir. GPS teknolojisi ile birlikte, manuel yönlendirme uygulamaları, hasat makinelerine uygulanan VRA (Variable Rate Application) sistemleriyle özellikle gübreleme sürecinin izlenmesi ve takibinin sağlanması bu dönemde uygulanmış belirgin teknoloji sistemleri olarak ortaya çıkmıştır.

2011 yılı sonrasında ilk defa Almanya'da Endüstri 4.0 ismi ile anılan, bilişim teknolojileri ile sanayinin birlikte çalışacağı, üretimin entegre bilgisayar sistemleri ile maksimum verimle uygulanacağı ve yapay zekanın ön plana çıkacağı bir sanayi dönemecine girileceği açıklanmıştır. Endüstri 4.0 ile sanayide yaşanan devrimin benzeri paralel bir süreçte tarım sektöründe yaşanmaya başlanmıştır (Saygılı vd., 2018).

Geleneksel tarımın artan nüfusun ihtiyacını karşılamada yetersiz oluşu, tarımsal üretim kaynaklı çevre kirliliğinin artması, tarımsal sürdürülebilirliği sağlama zorunluluğu ve gıda güvenilirliği gibi nedenler tarımsal üretimde yeni yaklaşımları gerekli kılmiştir. Bu nedenle yükselişte olan akıllı teknolojilerin tarımsal üretimde de kullanılması gündeme gelmiştir.

Akıllı Tarım, tarımsal ürünlerin verimini ve kalitesini artırmak için modern teknolojiyi kullanan bir tarım yönetimi kavramıdır. Özellikle bilgi ve sermaye, akıllı tarım teknolojileri için çok önemlidir. Akıllı tarım, felsefesi doğanın heterojenliğini yöneterek üretim yapmak olan, bilgi tabanlı tarımsal üretimdir (Tekin, 2018).

ABD'de çiftçilerin % 80'i akıllı tarım teknolojilerini kullanıyor iken, Avrupa'da bu oran yaklaşık %24 düzeyindedir. ABD pazarındaki güçlü büyüme, ABD'deki çiftçiler tarafından teknolojilerin benimsenme oranının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Smart-AKIS, 2019).

Dünyada günden güne yaygınlaşan akıllı tarım uygulamaları Türkiye'de de uygulanmaya başlamış, ancak mevcut duruma bakıldığında istenilen ilerlemenin gerisinde kaldığı görülmüştür. Tarımsal üretim potansiyeli yüksek olan Türkiye'de bu potansiyelin doğru şekilde değerlendirilebilmesi için akıllı tarım teknolojilerinden faydalanılması gerekmektedir. Bu nedenle akıllı tarımın Türkiye'de uygulanabilirliği, sürdürülebilirliği ve gelişiminin önündeki engellerin analiz edilmesi gerekmektedir.

Çalışmanın temel amacı daha verimli ve sürdürülebilir bir tarımsal üretim sağlama potansiyeli taşıyan Tarım 4.0 teknolojilerinin Türkiye'de uygulanabilirliğinin incelenmesidir. Ayrıca çalışmada Tarım 4.0'ın uygulanabilirliğinde güçlü ve zayıf yönler, fırsatlar ve tehditler ortaya konulmuştur.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmanın ana materyalini birincil ve ikincil veriler oluşturmaktadır. Birincil veriler Tarım 4.0 alanında faaliyet gösteren firmalarla yapılan anket çalışmasından elde edilirken, ikincil veriler daha önce yapılmış çalışma ve raporlardan elde edilmiştir. Çalışma kapsamına alınan ve anket çalışması yapılan firmalar Tabit Akıllı Tarım Teknolojileri A.Ş., Tarla.io ve DoktorInc.'dir.

Çalışmada, ikincil veriler ve firmalarla yapılan anketler birlikte değerlendirilerek Türkiye'de Tarım 4.0'ın uygulanabilirliğine yönelik SWOT analizi yapılmıştır. SWOT analizi bir organizasyonun iç ve dış çevresinin değerlendirilmesine olanak sağlayan bir analiz tekniğidir. İlk olarak 1970'li yıllarda iş yönetimi amacıyla kullanılmaya başlanan SWOT (güçlü yönler, zayıf yönler, tehditler ve fırsatlar) analizi, ileriki yıllarda farklı uygulama alanları için de bir analiz ve planlama aracı olarak ele alınmıştır (Uçar ve Doğru, 2005).

3. TARIM 4.0 UYGULAMAARAÇLARI

3.1. Büyük Veri

Büyük veri genel olarak kullanılan programların saklama, yönetme ve işleme kapasitesinin ötesindeki veri kümelerini anlatmak için kullanılan bir terimdir. Büyük verinin devasa boyutları ile bundan fayda sağlamak için gereken analizlerin karmaşıklığının birleşmesi, yeni sınıf teknolojilerin ve bunları yönetecek araçların gelişmesine neden olmuştur (Donzia et al., 2018).

3.2. Nesnelerin İnterneti

Günümüzde, yaşamı daha kolaylaştıran yüksek teknolojili uygulamaların varlığını kabul etmek ve kullanmak vazgeçilmezdir. Bu cihazların çoğunun işleyişi otonom olmaları nedeniyle birbirinden bağımsızdır. Hızlı bir şekilde yaygınlaşan nesnelerin interneti teknolojisi (Internet of things- IoT) sayesinde bu ve bunun gibi cihazlar birbiri ile etkileşime girerek akıllı bir haberleşme ekosistemi şeklinde ortaya çıkmaktadır. Diğer bir ifade ile internete bağlı olan nesnelerin, insan ile etkileşime girmeden internet aracılığıyla veri paylaşımı yoluyla gerçekleştirilen sistemler, nesnelerin interneti olarak belirtilmektedir (Oral ve Çakır, 2017). Tarımda IoT kullanımı, gelişmiş dünyaya bağlı yenilikçi sistemler sayesinde fiziksel dünyayı bilgi sisteminin bir parçası durumuna getirerek mevcut araçların işlevselliğini geliştirecektir.

Nesnelerin interneti teknolojisinin kullanıldığı akıllı tarım sayesinde, çiftçinin tarımsal işleri kolaylaşmakta aynı zamanda yürütülen politika ile üretilen ürünlerde verim ve kalite değerleri artmaktadır. Akıllı tarım uygulamaları sayesinde çiftçiler, tablet ya da telefon kullanarak uzaktan tarlalarını kontrol edebilmekte, sulama, nem ve ısı gibi birçok işlemi mobil uygulamalar ile izleyebilmektedirler.

Akıllı tarımda toprak, nem, ışık, hava sıcaklığı, CO₂, güneş enerjisi sensörü ve diğerleri gibi geniş bir yelpazede kullanılan sensörler bulunmaktadır. Akıllı tarım sensörleri tarafından sürekli toplanan veriler (hava koşulları, toprak kalitesi, ürünün fenolojik durumu ve hayvan sağlığı) işletmenin durumunu, personel performansını, ekipman verimliliğini vb. izlemek için kullanılabilir. Sensörler ayrıca bağlı biçerdöverleri ve sulama ekipmanlarını uzaktan yönetip, kontrol edebilmektedir.

Bu araçlar çiftçilerin hangi tohumların ekileceğini, kullanılması gereken gübre miktarını, hasat için daha iyi zamanın yanı sıra beklenen ürün çıktılarını bilmelerini sağlamaktadır. İklim koşullarının izlenmesine yönelik en popüler akıllı tarım araçları ise, çeşitli akıllı tarım sensörlerini birleştiren hava istasyonlarıdır.

3.3. Bulut Bilişim

Bulut Bilişim, bilişim aygıtları arasında ortak veri paylaşımı ve kullanılan bu verinin bilgiye dönüştürülmesini sağlayan hizmet olarak ifade edilmektedir (Mell et al., 2011). Bulut Bilişim bir ürün değil bir hizmetin ortak adıdır. Bir diğer deyişle bulut bilişim, kullanıcıların buldukları konularında herhangi bir işlem, yazılım, veri erişimi veya servis altyapısına sahip olmadan tüm bu hizmetlere bir bilişim servisi aracılığı ile kolayca erişip kullanabilmelerini sağlayan bilişim servisedir (Çetin vd., 2013).

3.4. Uydu ve Hava Araçları

Günümüzde uydu ve hava araçları tarımsal faaliyetlerde çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Özellikle, hava araçlarının üzerine yerleştirilen pasif optik sensörler yardımıyla ürün miktarının tahmini ve arazinin verimli kullanımı sağlanabilmektedir. Uydudan alınan tarla görüntüleri üzerinde görüntü işleme yöntemleri kullanılarak tarlalardaki problemler belirlenerek üreticilerin problemlerine odaklanmaları gerçekleştirilmektedir. Böylece akıllı sulama ve gübreleme ile en iyi verim elde edilebilmektedir. Tarlada bölgesel veya genel ürün ekim alanının rekoltesi belirlenerek ürünlerin hasat zamanlarının tahmini de yapılabilmektedir. Akıllı tarım uygulamaları sayesinde tarlanın bulunduğu bölgedeki havaya ve toprağa ilişkin nem oranı ve sıcaklık ölçümleri gerçek zamanlı olarak GSM bağlantısı ile makine öğrenmesi algoritmalarına girdi oluşturmakta ve nesnelerin interneti uygulamaları üzerinde yorumlanmaktadır (Tamura et al., 2018).

3.5. İnsansız Hava Aracı (Drone)

Küresel Hava Trafik Yönetimi Operasyonel Konsepti (The Global Air Traffic Management Operational Concept) Doc. 9854 uyarınca insansız hava aracı (İHA) Şikago Konvansiyonu'nun 8. maddesinde düzenlenmiş olan ve içerisinde pilotu bulunmayan araçlar olarak tanımlanmaktadır. İHA'ların tarım alanında kullanımı akıllı tarımda kullanılacak verilerin alt yapısını oluşturacak uzaktan algılama ve bitki izleme tekniklerine dayalı bitkilerde hastalık ve zararlı tespiti, su stresi tespiti, verim/olgunluk kestirimi, yabancı ot flora tespiti, su kaynakları kontrolü ve işçilerin gözetlenmesi amacıyla yapılan pasif uygulamalardır (Türkseven vd., 2016). İHA'ların ekimden pestisit uygulamalarına ve sulamaya kadar, tarımda maliyetleri düşüren ve verimliliği artıran çeşitli kullanımları söz konusudur. ABD'de tarımsal üretimde drone ekim sistemlerinin ürün ekim maliyetlerini % 85 oranında düşürdüğü belirlenmiştir (Fit Small Business, 2019).

3.6. Otonom Araçlar ve Robotik Sistemler

Otonom ve robot teknolojileri birçok alanda etkin kullanıldığı gibi tarımsal faaliyetlerde de başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Bu teknolojilerin maliyetlerinin karşılanabilmesi için büyük ölçekte tarım arazilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Tarlada ürünleri ve saplarını ayırt eden otonom biçerdöverler, tarlaları hassas bir şekilde süren ve tohumlayan otonom traktörler ve tarım makineleri bu alana örnek olarak verilebilir (Uzun vd., 2018). Çiftçi robotlar ekim yapılacak olan tarlanın her bir alanını analiz edip tohumu en verimli noktaya ekilebilmektedir. Ayrıca tarlada bulunan zararlı otları belirleyip tarım ilacı uygulayarak temizleyen robot sayesinde zararlı otlara yönelik yapılacak ilaçlama oranı ve insan emeği önemli oranda düşürülmektedir (Uzun vd., 2018).

3.7. Makine Görme Sistemleri

Endüstriyel makine görme sistemleri, birçok alanda kullanılmaktadır. Makine görme, donanım ve yazılım kombinasyonunun, görüntülerin yakalanması ve işlenmesine dayanan işlevlerinin yürütülmesinde aygıtlara operasyonel rehberlik sağladığı tüm endüstriyel ve endüstriyel olmayan uygulamaları kapsamaktadır. Endüstriyel makine görmesi düşük maliyet, kabul edilebilir doğruluk, yüksek sağlamlık, yüksek güvenilirlik, yüksek mekanik ve sıcaklık stabilitesi anlamına gelmektedir. Makine görme sistemleri çok hızlı bir şekilde büyük miktarda veri elde edebilme ve işleyebilme yeteneğine sahiptir. Tarım alanının da ürünlerin büyüklüklerine, renklerine, sağlamlıklarına ve diğer birçok kategoriye göre sınıflandırılması işlemlerinde kullanılmaktadır (Uzun vd., 2018).

4. TARIM 4.0 UYGULAMALARI

Dünyada akıllı tarımın küresel pazar boyutunun, 2017'de yaklaşık 9.58 milyar ABD doları iken, 2022'ye kadar 23.14 milyar ABD dolarına çıkması beklenmektedir (Statista, 2019.) Özellikle AB ülkeleri akıllı tarımın uygulanmasını ve geliştirilmesini çok çeşitli politikalarla (Ortak Tarım Politikası bölgesel politika; çevre politikası; gıda güvenliği politikası; rekabet politikası ve AB'nin yenilik politikası ile) desteklemektedir. Akıllı tarım teknolojilerinin mevcut gelişimi Horizon 2020 araştırma politikası ve OTP'nin Kırsal kalkınma politikası ile finanse edilmektedir. Bununla beraber AB'de akıllı tarımın uygulanması, AB ve ilgili üye devletler tarafından ortak olarak finanse edilen yerel, bölgesel ve ulusal bölgesel kalkınma programları ile finanse edilmektedir (European Commission, 2019).

4.1. Arazi Sınıflandırması

Arazide ekili ürünün bilinmesi, gerçekleştirilecek hassas tarım uygulaması için gereklidir. Birden fazla görüntü ile yapılan sınıflandırma daha yüksek başarıya sahip olabilmektedir. Birden fazla sensör hiperspektral ve termal; elektro optik ve termal veya elektro optik ve SAR gibi nesnelerin/bitkilerin farklı özelliklerini taşıdıkları için daha yüksek sınıflandırma doğruluğu sunabilmektedirler (Teke vd., 2016).

4.2. Verim Haritalama

Doğru ve zamanlı rekolte tahminleri tarımsal sanayinin hemen hemen bütün paydaşları için kritik bir konudur. Bu tahminler yerel ve küresel çapta ekonomik, stratejik ve finansal kararların alınmasında üreticilerden siyasi yönetimlere kadar uzun bir zincire önemli girdiler sağlamaktadır. Günümüzde uzaktan algılama konusunda önde gelen bazı ülkelerin, bazı stratejik tarım ürünleri için küresel çapta rekolte tahmini ve izlemesi yaptığı bilinmektedir (Teke vd., 2016).

4.3. Sulama

Akıllı sulama, çiftçilerin su tüketimini önemli ölçüde azaltmasına yardımcı olur ve böylece tarımı çevre konusunda daha bilinçli duruma getirir. Sulamaya yönelik akıllı tarım teknolojileri, arazinin yapısı ve toprak tipine dayandırılmaktadır. Buna bağlı olarak sulama haritalarının hazırlanmasının ardından, akıllı sulama makineleri ile ihtiyaç oranlarında sulama uygulaması yapılmaktadır. Benzer biçimde, gelişim durumuna ilişkin sensörler aracılığıyla veya toprak neminin izlendiği sistemlerle de akıllı sulama uygulamaları yapılmaktadır. Bu uygulamalar sayesinde önemli düzeyde su tasarrufu sağlanabilmektedir (Türker vd. 2015). Diğer bir uygulama da sulama ve aydınlatma sistemlerini uzaktan yönetmeyi sağlayan akıllı yağmurlama denetleyicisi olabilmektedir. Akıllı yağmurlama sistemleri otomatik sulamayı etkinleştirmektedir.

4.4. Gübreleme

Akıllı tarımda gübreleme işleminin gerçekleştirilmesi için, harita sistemleri tabanlı uygulamalar kullanılmaktadır. Bu uygulamalar, toprakta bulunan elementlerin GPS verileri kullanılarak elde edilmesi ve yine GPS sinyalleri kullanılarak akıllı tarım makinelerinin toprağı işlemesi şeklinde gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de de bu teknoloji üniversite, sanayi ve özel sektör girişimi ile geliştirilmiştir (Türker vd., 2015).

4.5. Hayvancılık Uygulamaları

Teknoloji dünyasında gerçekleşen son ve trend gelişmelerden yola çıkılarak geliştirilen ve tam anlamıyla otomatize edilmiş "izleme ve kontrol sistemleri" hayvancılığın gelişimine katkıda bulunmuştur. Hayvanların üremesini, hayvan üretimini, hayvanların sağlık ve refahı ile çevreyle olan etkileşimlerini daimi bir şekilde izleyen, farklı modelleme yöntemlerini kullanmak yoluyla doğum veya hastalık gibi önem taşıyan olayları gerçekleşmeden önce tahmin eden, bu bağlamda da gereken önlemlerin alınmasını sağlayan bir hayvancılık yönetim sistemi olarak ortaya çıkmıştır (Türker vd., 2015). Ayrıca son yıllarda süt sığırcılığında robotik, otomatik kontrol ve yapay zeka teknikleri uygulama süreci başlamış, otomasyon uygulamaları ve robotik sağım yöntemleri daha da gelişmiştir. Akıllı tarım tekniklerini kullanarak çiftçiler, tek tek hayvanların ihtiyaçlarını daha iyi izleyebilir ve beslenmelerini buna göre ayarlayabilir, hastalığı önleyebilir ve sürü sağlığını iyileştirebilir duruma gelmişlerdir.

4.6 Seracılık Uygulamaları

Son yıllarda seracılık ve dikey tarım için akıllı tarım teknolojileri uygulanmaya başlamıştır. Sera otomasyonu çevresel verilerin elde edilmesine ek olarak, hava istasyonları verilen parametreleri eşleştirmek için koşulları otomatik olarak ayarlayabilmektedir. Özellikle, sera otomasyon sistemleri de benzer bir prensibi kullanmaktadır. Ayrıca seralarda akıllı led aydınlatma değişen koşullara otomatik olarak uyum sağlamakla birlikte, bir serada ya da depolama alanında her tarafa doğru miktarda ışık gitmesini sağlamaktadır.

Örneğin Hollanda'da seralar için sürdürülebilir bir çevre sağlamak için CO2 düzeyi, nem, LED ışık, tesis sağlığı ve veri analitiklerini izlemek için sensörler kullanılmakta olup, geleneksel şekilde açık alanda elde edilen ortalama verimin on katına yakın miktarda ürün hasat edilebilmektedir. Diğer taraftan akıllı seralarda yetişen ürünler çok daha az suya ve pestisitlere ihtiyaç duyduğundan dolayı bu ürünler daha çevre dostu ürünlerdir. Ayrıca hidroponik teknoloji sayesinde, topraksız akıllı dikey bahçeler oluşturulmakta olup, bitkiler sensör teknolojisi tarafından kontrol edilen ve korunan besleyici çözücüler içinde yetişmektedir.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI

5.1. Türkiye'de Tarım 4.0 Çalışma Örnekleri

Günümüzde üzerinde önemle durulan hassas tarım kavramı yerini, hassas tarımın kendisini de içeren yeni ve trend bir kavram olan akıllı tarıma (SMART Farming) bırakmıştır (Türker vd., 2015). Türkiye'de akıllı ve dijital tarım adı altında yapılan ve halihazırda yapılmakta olan projeler ve akademik çalışmalar bulunmaktadır.

TÜBİTAK ve Ankara Üniversitesi'nin ortaklaşa gerçekleştirmiş olduğu akıllı tarım fizibilite projesinde hassas tarım uygulamalarına ilişkin havadan ve yerden verilerin toplanması ve incelenmesi, işlenmesi ve analizi sağlanmıştır. Proje kapsamında 16 tarımsal ürün için Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde 400 hektarlık alan uygulama dahilinde kullanılmıştır. Bu proje kapsamında uzaktan algılama sistemleri ile verim haritalama, sulama, gübreleme ve hastalık tespiti gibi verilerin ele edilip değerlendirilmesi hedeflenmiştir (Akay, 2018).

Üreticiler, akıllı tarım konusunda; uydu ve uyarı sistemleri ile hava koşullarının tahmini ve zararlılarla mücadele, işçi ve üretim maliyetlerinde azalma, tarımsal girdilerin ve kaynakların verimli kullanılması, teknolojik ekipmanlar sayesinde, ürün miktarı ve verimin artması; doğaya ve insan sağlığına önem veren üretim yönünden bu kavramın içindedirler.

Teknoloji firmaları, akıllı tarım uygulamaları veya tarımda teknolojik uygulamalar; tarımsal üretim aşamalarında dijital teknolojilerin kullanılması, tarladan sofraya olan süreçte otomasyon, dijitalleşme ve senkronizasyonun sağlanarak, maliyetlerin düşürülmesi, verimlilik ve etkinliğin artırılması açısından konunun sahibi durumdadırlar.

Birlikler ve kooperatifler ise, akıllı tarım uygulamalarının üretim aşamasından, hasat ve işleme teknolojileri ile pazarlama sürecine kadar olan her aşamasında, uygun bilgisayar teknolojisi, drone, sensörler vb. gibi bilişim teknolojilerinin kullanılması şeklinde sürece dahil olmuşlardır.

Kamu ve üniversiteler akıllı tarım uygulamaları faaliyetlerini doğanın değişkenliğinin yönetilmesi, tarımsal üretimin planlamadan ürünlerin tüketiciye ulaştırılmasına kadar gerçekleşen sürecin büyük veri analizi sayesinde izlenebilirliği, sensörlerin kullanımı, sürdürülebilirlik, kalite yönetimi, maliyet tahmini, koruyucu tarım ve kaynakların etkin kullanımı konularında yönlendirmişlerdir (Akıllı Tarım Platformu, 2019).

5.1.1. Tarla.io

Türkiye genelinde beş yıldır hizmet veren, şu anda ürünlerini Avrupa pazarına açmış bulunan ve akıllı tarım alanında faaliyet gösteren bir firmadır. Firma hasat, zirai mücadele, sulama, planlama yazılımları, seracılık sistemleri, insansız araçlar ve dijital mekanizasyon teknolojilerinden faydalanarak, hem bireysel çiftçiler hem de tarım ve tarım ile ilişkili tüm kurumlar için bilgi servisleri üretmektedir. Bu hizmetler sigorta ve finans sektöründe ekonomik kayıpların önüne geçmek ve mevcut müşterilerine katma değer yaratılması için kullanılmaktadır (Tarla.io, 2019).

5.1.2. Tabit Akıllı Tarım Teknolojileri A.Ş.

Şirket Türkiye'de tarımın teknoloji ile buluşması konusunda çalışmalarını ilk başlatan ve bu konuda faaliyetlerine devam eden bir konumdadır. Akıllı tarım teknolojilerinin yaygınlaşması konusunda on beş yıldır faaliyet göstermektedir. Şirketin merkezi İstanbul'da olup, ayrıca Aydın Koçarlı'da şirkete ait 300 dönümlük bir akıllı kampüs (Vodafone Akıllı Köy) de bulunmaktadır. Kampüs için bu bölgenin seçilmesine neden olarak firma yetkilileri tarafından, geliştirilen teknolojilerin uygulanması açısından uygunluk, bitkisel üretimde Türkiye'de üretilen ürünlerin %93'ünün bu bölgede yetiştirilebiliyor oluşu ayrıca hayvancılık konusunda da yeterli oluşu, teknolojiyi kullanacak olan çiftçilerin sosyal yapısının Türkiye ortalamasında oluşu sayesinde tarımsal teknolojilerin geliştirilmesi durumunda nasıl uygulanabileceğinin, hangi dirençlerle karşılaşabileceği gibi durumların rahatça gözlemlenebilmesi gibi etkenler belirtilmektedir.

Firma; hasat, zirai mücadele, sulama, planlama yazılımları, pazarlama bilgi sistemleri, seracılık sistemleri, insansız araçlar ve dijital mekanizasyon teknolojilerini iş ortaklarıyla birlikte geliştirip bu uygulamaların aile çiftçileri düzeyinde nasıl kullanılacağına test etmektedir (Tabit Akıllı Tarım Teknolojileri A.Ş., 2019).

5.1.3. Doktor

Firma İzmir'de kurulmuş olup yedi yıldır faaliyet göstermektedir. Coğrafi ve iklimsel özellikler sayesinde, tarımsal faaliyetin her alanına bölgede yer verilmesi, incir, tütün, pamuk, mısır, buğday gibi ülke için önemli tarım ürünlerinin bölgede yetişmesi, bunların yanı sıra Ziraat Fakülteleri arasında önemli bir yere sahip olan Ege Üniversitesi'nin de bölgede yer alması firma açısından bir avantaj oluşturmuştur.

Firma, coğrafi bilgi sistemleri, uzaktan algılama, görüntü analizi, görüntü işleme, büyük veri yönetimi ve analizi, fenolojik modelleme, sensör, nesnelerin interneti, zirai mücadele teknolojileri, planlama yazılımları, pazarlama bilgi sistemleri, seracılık sistemleri, dijital mekanizasyon teknolojilerinden faydalanarak gerek teknolojiyi üretip, gerekse teknoloji den gelen verileri zirai algoritmalarla aksiyona dönüştürmektedir. Ayrıca tüm bunlar için 7/24 uzman zirai danışmanlık sağlayarak uçtan uca hizmet vermektedir (Doktar, 2019).

5.2. Tarım 4.0' da SWOT Analizi

Bu bölümde, ikincil kaynaklardan elde edilen veriler ve belirtilen firmalarla yapılan yüz yüze görüşmeler doğrultusunda Türkiye'de Tarım 4.0'ın uygulanabilirliğine yönelik SWOT analizi gerçekleştirilmiştir. Buna göre Tarım 4.0'ın uygulanabilirliğinde güçlü ve zayıf yönler, fırsatlar ve tehditler ortaya konulmuştur.

Özellikle Türkiye'de akıllı tarım teknolojileri sunan kuruluşların bulunması ve bazı üreticilerin bu kuruluşlarla bu teknolojilerin geliştirilmesine yönelik işbirliği yapıyor olması Tarım 4.0'ın uygulanabilirliğinde önde gelen güçlü yönlerdir. Ancak bu teknolojilerin Türk tarımında kullanımı açısından zayıf yönlerin giderilebilmesi için uzun yıllara ve tarım politikalarında önemli derecede iyileştirmelere ihtiyaç olduğu söylenebilir. Çünkü bu zayıf yönlerin başında Türkiye'de akıllı teknolojilere yönelik farkındalık eksikliğinin bulunması, üreticilerin yüksek yaş ortalamasına ve düşük eğitim düzeyine bağlı olarak bilgi teknolojileri okuryazarlığı konusunda yetersiz olması ve teknolojik girdilerde dışa bağımlılığın neden olduğu yüksek yatırım maliyeti gelmektedir. Oysa Türkiye'de genç nüfus oranının fazla olması ve 'akıllı telefon' gibi teknolojik cihazların yaygın kullanımı ve bu teknolojilere aşinalık gibi fırsatlar değerlendirildiğinde genç nüfusun tarımda daha fazla yer almasını teşvik edecek politikalarla Tarım 4.0'ın uygulanabilirliği daha mümkün duruma gelebilir. Bununla birlikte Tarım 4.0 teknolojilerinin emek faktörünün önüne geçerek tarımsal işgücünün istihdamına karşı tehdit oluşturabileceği endişesi de yaygındır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Tarım 4.0 Swot Analizi

Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
Türkiye'de akıllı tarım teknolojileri sunan kuruluşların bulunması, Türkiye'de faaliyet gösteren akıllı tarım kuruluşlarıyla işbirliği yapan üreticilerin bulunması, Üreticilerin, faydalandıkları akıllı tarım teknolojilerine dair olumlu geri dönüşlerde bulunmaları, Öncü kuruluşlar tarafından akıllı tarımı yaygınlaştırma adına faaliyetlerin yürütülmesi, Kamu kurumları tarafından da akıllı tarım çalışmalarının yürütülmesi, Son yıllarda akıllı tarım teknolojilerine yönelik sertifika programlarına ilginin artması.	Türkiye'de akıllı teknolojilere yönelik farkındalık eksikliği yaşanması, Ülke nüfusunun bilgi teknolojileri okuryazarlığı konusunda yetersiz olması, Türkiye'de tarım ürünleri üreticisinin yüksek bir yaş ortalamasına sahip oluşu, Tarım işletmeleri çoğunluğunun küçük ölçekli oluşu, Tarım işletmeleri arazi çoğunluğunun parçalı yapıda oluşu, Kırsal alanda teknolojik anlamda altyapı yetersizliği yaşanması, Akıllı tarım alanında devletin izlediği politikaların yetersiz oluşu, Akıllı tarım teknolojilerinin yüksek yatırım maliyetine sahip olması, Teknolojik girdilerde dışa bağımlılık yaşanması.
Fırsatlar	Tehditler
Türkiye'de genç nüfus oranının fazla olması, 'Akıllı telefon' gibi teknolojik cihazların yaygın kullanımı ve bu teknolojilere aşinalık, Tarım ve teknoloji kuruluşları tarafından Ar-Ge ve eğitim alanlarına yatırım yapılması yönünde talep bulunması, Akıllı tarımın gelişimi ve yaygınlaşması için gerekli devlet politikaları yönünde taleplerin bulunması, Akıllı tarımın, teknoloji, sigortacılık gibi daha birçok sektörde yeni istihdam olanakları yaratacak olması.	Akıllı tarımın tarım sektöründe radikal bir değişim yaratacak olması, Yaşanan bu değişime uyum sağlamada güçlükler yaşanması, Sektörler arası entegrasyonda karşılaşılabilecek zorluklar, Devlet tarafından sürecin doğru yönetilememesi, Tarımsal işgücünün istihdam edilmesinde karşılaşılabilecek zorluklar.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Türkiye'nin hâlihazırda ve gelecekte tarımda teknolojiye olan gereksinimi göz ardı edilemez bir gerçektir. Firmalardan alınan bilgilere ve SWOT analizine göre Türkiye'de akıllı tarım teknolojileri sunan kuruluşların bulunması ve bu kuruluşların çalışmalarından olumlu sonuçlar alınması, çiftçinin akıllı tarıma dair bilgi ve farkındalık sahibi olmaya başlaması gibi güçlü yönleri ile ortaya çıkarken; bilgi teknolojileri okuryazarlığı eksikliği, üreticinin yaş ortalamasının yüksek oluşu, altyapı çalışmalarının ve politikaların yetersizliği, dışa bağımlılık gibi faktörler günümüzde Tarım 4.0'ın Türkiye'de uygulanabilirliği üzerine zayıf yönleri olarak yorumlanmıştır.

Geçmişten bugüne çok kez duyulan "Tarım Ülkesi Türkiye" kavramını unutmamak ve unutturmamak için günümüz dünyasının ve modern uygulamaların izlenmesi gerekmektedir. Bu modern uygulamaların kullanımına dair önyargıları kooperatifleşmeyle ve ortak kullanımın özendirilmesiyle kırmak mümkün olacaktır. Sadece modern uygulamaların izlenmesi değil, bu uygulamaları kullanabilecek ve yaygınlaştırabilecek yetkin, etkili ve eğitilmiş çiftçilere, ziraat mühendislerine ve teknikerlere de ihtiyaç duyulmaktadır. Ziraat mühendislerinin ve teknisyenlerin yetiştiği üniversitelerin lisans ve önlisans programlarında müfredat dahilinde akıllı tarımın öğretilmesi; üniversitelerin sürekli eğitim merkezlerinde bu konuya yönelik sertifika programları düzenlenmesi farkındalığı ve bilinç düzeyini artıracaktır.

Türkiye'nin tarıma elverişli bir ülke olması, gerek yeraltı kaynakları gerek toprakların ürün çeşitliliği potansiyeli günümüzde avantaj olarak ortaya çıksa dahi, planlı politikalar ve programlı uygulamalar sağlanmadığı takdirde kaynakların sürdürülebilirliği zorlaşacak ve ekonomik kalkınma güçleşecektir.

Akıllı tarım, tarımın geleceğinin bir anahtarı olarak görülmekte, akıllı tarım veya Tarım 4.0 kavramı, günümüz Türkiye'sinde alışılmamış bir kavram olarak düşünülmektedir. Tarım 4.0'ın yaygınlaştırılması, iyi örneklerin duyurulması ve uygulamaların yayımı konusunda araştırma enstitüleri, bakanlıklar, üniversiteler, kamu kuruluşları ve özel firmalar işbirliği içinde çalışmalıdır. Pilot bölgelerde uygulanmaya başlanarak destekler artırılmalı, uygulamalar çoğalmalı ve başarılı projelerin duyurulması sağlanmalıdır. Yapılacak çalışmaların ardından sürdürülebilirliği sağlanmalı ve izlenmelidir.

Parçalı arazilere sahip olmanın getirdiği dezavantajla birlikte, tarımsal üretimde teknolojinin kullanılması hem girdi maliyetlerini artırmakta hem de uygulamanın realitesini sektöre ugratmaktadır. Bu noktada kooperatiflerden destek alarak, ortak kullanımın yaygınlaşması küçük ölçekli işletmelerin teknolojiye yararlanmasını ve ekonomik avantaj elde etmesini mümkün kılacaktır.

KAYNAKLAR

- Akay, M., 2018, *Endüstri 4.0'la Akıllı Tarıma Geçiş*, https://www.researchgate.net/publication/326550785_ENDUSTRI_40_ILE_AKILLI_TARIMA_GECIS, Erişim Tarihi: 24.01.2019.
- Akıllı Tarım Platformu, 2019, *Türkiye'de Akıllı Tarımın Mevcut Durum Raporu*. <http://www.tarmakbir.org/haberler/atp/atrapor.pdf>, Erişim Tarihi: 18.02.2019.
- Çetin, Ç., Yaman, N., Sabah, L., Ayday, E. ve Ayday, C., 2013, *Bulut Bilişim (Cloud Computing) Teknolojisinin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Uygulama Olanakları, Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VII. Teknik Sempozyumu*, 23-25 Mayıs, Trabzon.
- Devrim, B., 2006, *Strateji Formülasyonu: Swot Analizi, Kurumsal Karne, Kalite Fonksiyon Yayılımı, Sun Tzu'nun İşletme Yönetimi Stratejilerinin Bütünleştirilmesi Üzerine Bir Çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir*.
- Doktar, www.doktar.com, Erişim Tarihi: 22.01.2019.
- Donzia, S.K.Y., Kim, H.K. and Hwang, H.J., 2018, *A Software Model for Precision Agriculture Framework Based on Smart Farming System and Application of IoT Gateway*, *International Conference on Computational Science/Intelligence & Applied Informatics*, Springer, Cham. 49-58 pp.
- European Commission, 2019, https://ec.europa.eu/agriculture/research-innovation_nl, Erişim Tarihi: 19.11.2019.
- Fit Small Business, 2019, <https://fitsmallbusiness.com/farming-statistics/>, Erişim Tarihi: 19.11.2019.
- Oral, O. ve Çakır, M., 2017, *Nesnelerin İnterneti Kavramı ve Örnek Bir Prototipin Oluşturulması*, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Özel Sayı 1*: 172-177.
- Saygılı, F., Kaya, A.A., Çalışkan, E.T. ve Kozal, Ö.E., 2018, *Türk Tarımının Global Entegrasyonu ve Tarım 4.0*, *İzmir Ticaret Borsası, Yayın No: 98, İzmir*.
- Smart-AKIS, 2019, <https://www.smart-akis.com/index.php/network/what-is-smart-farming/>, Erişim Tarihi: 19.11.2019.
- Statista, 2019, <https://www.statista.com/statistics/720062/market-value-smart-agriculture-worldwide/> Erişim Tarihi: 19.11.2019)
- Tabit Akıllı Tarım Teknolojileri A.Ş., 2019, www.tabit.com.tr, Erişim Tarihi: 08.01.2019.
- Tamura, M., Nimura, T. and Naito, K., 2018, *Development of Field Sensor Network System with Infrared Radiation Sensors*, *In International Conference on Intelligent Interactive Multimedia Systems and Services*, Springer, Cham. 74-83 pp.
- Tarla.io, 2019, tarla.io, Erişim Tarihi: 10.01.2019.
- Teke, M., Deveci, H.S., Öztoprak, F., Efendioğlu, M., Küpçü, R., Demirkesen, C. ve Yıldırım, E., 2016, *Akıllı Tarım Fizibilite Projesi: Hassas Tarım Uygulamaları için Havadan ve Yerden Veri Toplanması, İşlenmesi ve Analizi, Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu*, 5-7 Ekim, Adana.
- Tekin, B., 2018, *Tarımsal Üretimin Geleceği: Akıllı Tarım*, *TÜRKTOP Dergisi, Sayı: 26*, S. 26-27.
- Türker, U., Akdemir, B., Topakcı, M., Tekin, B., Aydın, İ. Ü. A., Özoğul, G. ve Evrenosoğlu, M., 2015, *Hassas Tarım Teknolojilerindeki Gelişmeler. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi*, 12-16 Ocak, Ankara.
- Türkseven, S., Kızmaz, M. Z., Tekin, A. B., Urkan, E. ve Serim, A. T., 2016, *Tarımda Dijital Dönüşüm; İnsansız Hava Araçları Kullanımı*, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 12(4): 267-271.
- Uçar, D. ve Doğru, A.Ö., 2005, *CBS Projelerinin Stratejik Planlaması ve SWOT Analizinin Yeri, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 28 Mart - 1 Nisan, Ankara.
- Uzun, Y., Bilban, M. ve Arıkan, H., 2018, *Tarım ve Kırsal Kalkınmada Yapay Zeka Kullanımı, VI. Uluslararası KOP Bölgesel Kalkınma Sempozyumu*, 26-27 Ekim, Konya.
- Vodafone Akıllı Köy, 2019, www.vodafoneakillikoy.com, Erişim Tarihi: 08.01.2019.