

**TARIM 4.0 İLE SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR GELECEK**  
A SUSTAINABLE FUTURE WITH AGRICULTURE 4.0

**Müge KİRMİKİL**

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü

**Berfu ERTAŞ**

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü

doi: 10.46291/ICONTECHvol4iss1pp1-12

**ÖZET**

Son yıllarda dünya nüfusunda hızlı artış gözlemlenmiştir. Bu artış, insan hayatının idamesi için en önemli yapı taşı olan beslenme sorununu beraberinde getirmekte ve soruna sürdürülebilir bir çözüm arayışı bulma zorunlu hale gelmektedir.

7.7 milyar olan dünya nüfusu 2050 yılında 9.7 milyar kişiye kadar ulaşacağı tahmin edilmekte ve bununla beraber beslenme gereksiniminin giderilmesi için tarımsal üretimin %70 oranda artırılması gerektiği düşünülmektedir. Günümüzde değişim gösteren iklim koşullarında bu tarımsal üretim artışının nasıl elde edileceği ve nasıl daimi olacağına bulunacak çözüm aynı zamanda beslenme sorununu azaltacaktır. Geleneksel tarım yöntemleri artık tam olarak yeterli değildir. Bazı ülkelerde Tarım 4.0 sistemleri ile randıman artırıcı ve maliyetleri düşürücü uygulamalara yoğunluk verilmektedir. Bu uygulama, tarım sektörünün dijital hale geçmesini ifade eder. Bu nedenle üretimde yararlanılan su, gübre, yakıt gibi unsurların daha az olması ve aynı zamanda üretim sonucu ortaya çıkan ürününün daha fazla elde edilmesi bu süreç ile birlikte mümkün olacaktır.

Bu araştırmada, tarım sektöründe daha verimli, daha çevreci, sürdürülebilir büyüme, bilgi, yenilik ve teknolojiye dayalı akıllı büyüme sağlamak amacıyla ülkemizin Tarım 4.0 uygulamalarına geçmesinin gerekliliğinden bahsedilmiştir. Aynı zamanda tarım sektörü ve tarımsal ürün ihracatı bakımından önemli pozisyonda olan Hollanda, Tayvan, İsrail, Japonya, ve Amerika Birleşik Devletleri'nin akıllı tarım uygulama deneyimleri incelenmiş ve Türkiye'nin genel durum çözümlemesi yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Akıllı Tarım, Tarım 4.0, Tarımda Makinalaşma, Sürdürülebilir Tarım

**ABSTRACT**

Rapid increase in world population has been observed in recent years. This increase brings the nutritional problem, which is the most important building block for the maintenance of human life, and it is imperative to find a sustainable solution to the problem.

The world population, which is 7.7 billion, is estimated to reach 9.7 billion people in 2050, and it is thought that agricultural production should be increased by 70% in order to meet the nutritional needs. The solution to find out how to achieve this agricultural production increase





and how it will be permanent in the changing climate conditions today will also reduce the nutritional problem. Traditional farming methods are no longer enough. In some countries, practices are given to increase efficiency and reduce costs with Agricultural 4.0 systems. This practice refers to the digitalization of the agricultural sector. For this reason, it will be possible with the process such as less water, fertilizer, fuel used in production and at the same time to obtain more of the product resulting from production.

In this study, the necessity of our country to adopt Agriculture 4.0 practices in order to achieve more efficient, more environmentally friendly, sustainable growth, smart growth based on knowledge, innovation and technology in the agricultural sector was mentioned. At the same time the agricultural sector and that a significant position in terms of exports of agricultural products Netherlands, Taiwan, Israel, Japan, the United States and examined the UK's smart farming practices and experiences in analyzing the overall situation of Turkey is made.

**Keywords:** Smart Agriculture, Agriculture 4.0, Mechanization in Agriculture, Sustainable Agriculture

## 1. GİRİŞ

Dünya üzerinde yaşamın devam edebilmesi için en temel ihtiyaç beslenmedir. Son yıllarda dünya nüfusunda gözlenen hızlı artış beslenme sorununu beraberinde getirmekte ve bu sorununun azaltılabilmesi için tarımsal üretimin %70 arttırılması gerekmektedir. Ancak mevcut tabloya bakıldığında geleneksel tarım yöntemlerinin yetersizliği nedeniyle tarımsal alanlar giderek azalmaktadır. Aynı zamanda tarımsal üretim kaynaklı çevre kirliliği, ormanların yok edilmesi, aşırı otlama, dengesiz gübre kullanımı, toprak erozyonu gibi sorunları ortaya çıkarmaktadır (Kılavuz ve Erdem 2019).

Tarım sektörünün daha verimli, daha çevreci, sürdürülebilir, bilgi, yenilik ve teknolojiye dayalı akıllı büyüebilmesi için yeni yaklaşımlara ihtiyacı vardır. Bu nedenle her sektörde ihtiyaç duyulan ve kullanılan teknolojinin tarım sektöründe de kullanılması gündeme gelmiştir. Tarımda teknolojinin kullanılması Tarım 4.0 teriminin ortaya çıkmasında etkili olmuştur. Tarım 4.0 sistemleri tarımın dijital hale geçmesini ifade eder.

Dünyada akıllı tarım ile verimi arttıran uygulamalara yoğunluk verilmektedir. Bu uygulamalar; bitkinin gelişim dönemlerinin sürekli olarak takibini kolaylaştırması, bitkilerin ihtiyacı olan mineralleri ve sulamayı, hangi alanlara ne kadar ve ne tür gübreler verilmesi gerektiğini, hava koşullarını, toprağın durumunu, zararlılarla mücadeleyi, üretimin sürdürülebilirliğini, tahmini hasat zamanını detaylı ve gerçek zamanlı bir şekilde göstererek üreticilerin işlerini kolaylaştırılmakta ve geleneksel yöntemlerde karşılaşılan sorunların en az düzeye indirilmesi ile verimin en üst düzeye çıkarılmasını hedeflemektedir (Kılavuz ve Erdem 2019). Randıman arttırıcı ve maliyet düşürücü Tarım 4.0 uygulamaları ülkeler arası küresel rekabet endeksini de arttırmaktadır. Bu nedenle üretimde yararlanılan su, gübre, yakıt



gibi unsurların daha az olması ve aynı zamanda üretim sonucu ortaya çıkan ürününün daha fazla elde edilmesi bu süreç ile birlikte mümkün olacaktır.

Bu çalışmada ülkemizin Tarım 4.0 uygulamalarına geçmesinin gerekliliğinden bahsedilmiştir. Aynı zamanda tarım sektörü ve tarımsal ürün ihracatı bakımından önemli pozisyonda olan Hollanda, Tayvan, İsrail, Japonya, Amerika Birleşik Devletleri ve İngiltere'nin akıllı tarım uygulama deneyimleri incelenmiş ve Türkiye'nin genel durum çözümlemesi yapılmıştır.

## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

### 2.1. BÜYÜME AÇISINDAN TARIM SEKTÖRÜNÜN ÖNEMİ

Tarım, insanlığın var oluşuyla birlikte ortaya çıkan, yaşamın temel kaynağını oluşturan ve farklı iktisadi, sosyal faaliyet ve uygulama alanlarıyla, toplumun tüm kesimleriyle etkileşim halinde olan bir sektör. Bir başka tanıma göre tarım, bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretilmesi, bunların kalite ve verimlerinin yükseltilmesi, bu ürünlerin uygun koşullarda muhafazası, işlenip değerlendirilmesi ve pazarlanmasını ele alan bilim dalıdır (Anonim 2018).

Tarım, sadece gıda talebini karşılamakla sınırlı kalmayıp aynı zamanda birçok alanda etkisini gösteren, dünyada her toplumun gelişimlerine etki eden, sosyal hayatlarının refah düzeyini yükselten bir sektördür.

Tarımsal üretimin nüfus, işgücü, toplumun beslenmesi, sanayi, GSYİH'ya ve tarımın dış ticarete olan katkısı gibi ülke ekonomisinde önemli katkıları vardır (Uzundumlu 2012)

Tarım sektörünün ekonomiye gerekli düzeyde katkıda bulunabilmesi için, öncelikle sürdürülebilir olması gerekmektedir. Sürdürülebilir bir tarımsal üretim, tüm dünya için hayati öneme sahiptir.

Tarım ve sanayi sektörü arasında kalkınma ve büyüme sürecinde sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Dünya 4. sanayi devrimini hızla benimsemekte ve Endüstri 4.0 uygulamaları hızla artmaktadır. Endüstriyel alanda meydana gelen dijital uygulamalar ile birçok sektörün bunlardan etkilenecek gelişim gösterdiği gözlemlenmiştir. Böylece bilimler arası işbirlikleri gelişim göstermiştir. Bilimler arası işbirliği ile tarım sektöründe de teknolojinin daha fazla kullanılması sağlanmıştır. Bu nedenle günümüzde küresel rekabet endeksi sıralaması önde olan bazı ülkeler geçmişte tarım sektörünün gelişmesine katkıda bulunarak elde ettikleri birikimleriyle dijitalleşme süreçlerini hızlandırmışlardır.

Gelişmekte olan ülkeler; tarım, doğal kaynaklar, ucuz iş gücü gibi konularda karşılaştırmalı olarak üstünlüğe sahipken, gelişmiş ülkeler sanayi ürünleri ve teknoloji konularında üstünlüklere sahiptir. Gelişmiş ülkelerin akıllı tarım uygulamaları ve akıllı tarım sistemlerini kullanarak daha fazla ürünü daha az maliyetle elde etmektedirler. Böylece tarım sektöründe de karşılaştırmalı üstünlük elde etmeye başlamışlardır (Kılavuz ve Erdem 2019).

Günümüzde yaklaşık 7.7 milyar olan dünya nüfusu, 2050 yılında 9.7 milyar kişiye kadar ulaşacağı tahmin edilmektedir. Artan nüfusla birlikte ihtiyaçların artması ve tarım arazilerinin sabit kalması tarım arazilerinden maksimum faydalanmayı zorunlu kılmaktadır. Bu artış gıda



talebini daha da arttıracak, beraberinde tarımsal üretimde verim ve kalitenin düşük olması, tarım arazilerinin parçalı ve dağınık yapısı, mülkiyet yapısı, bilinçsizce kullanılan kimyasal gübre ve tarımsal ilaçlar, erozyon gibi sorunları da beraberinde getirmektedir (Kirmikil ve Ayduş, 2018). Bu sorunların yanında, küresel ısınma ve değişen iklim koşulları da gelecekte tarım sektöründe ciddi sıkıntılar doğuracaktır. Bu sıkıntılardan en çok gelişmekte olan ve teknolojik olarak dışa bağımlı ülkeler etkilenecek ve tarımsal ürünlerde de dışa bağımlı olmaya başlayacaklardır. Bu durumda, gıda fiyatları sürekli olarak artış gösterecek ve kur üstünde baskılara neden olarak büyüme problemlerini de beraberinde getirecektir. Bu bağlamda, Tarım 4.0 ve akıllı tarım, tüm ülkelerdeki büyüme için yeni stratejik plan olmaya başlamıştır (Kılavuz ve Erdem 2019).

## 2.2. Tarım 4.0 Uygulama Araçları

Tarım arazilerinin giderek daralması, girdi maliyetlerini azaltarak verimi arttırmak artık kaçınılmazdır. Bunun için en etkili çözüm sorunu algılamak, uygulama hatalarına karşı önleyici, zamanında ve doğru müdahalede bulunmaktır. Bunun için birtakım araçlardan destek alınabilir.

### 2.2.1. Bulut Bilişim / Hesaplama

Bulut bilişim, bir hizmettir. Teknoloji ile toplanan verilerin hayali bir havuzda toplanması, analiz edilmesi, verilerin işlenmesi, depolanması ve gerektiğinde kolayca erişime açılması gibi konular bulut hesaplama yöntemi ile çözülmektedir. Bulut bilişim sayesinde kullanıcıların yetki ve takibi gibi konuların oluşturduğu alt yapı karmaşası ortadan kalkmaktadır (Çetin ve ark. 2013).

### 2.2.2. Nesnelerin İnterneti (IoT)

90'lı yılların başında kahve makinasının uzaktan izlenmesi ile hayatımıza giren bu terim, gün geçtikçe daha çok kullanılmaya başlanmıştır. Fiziksel olarak tanımlanan nesnelerin birbirleriyle veya daha büyük sistemlerle bağlantılı olduğu iletişim ağıdır. İnsanlar araya girmeden internet aracılığıyla gerçekleşen bir iletişim sistemidir. IoT teknolojisi, enerji sistemleri, haberleşme, lojistik, tarım, sağlık, endüstri gibi birçok alanda kullanılır (Bıçakçı 2019; Gökrem ve Bozuklu 2016)

Çiftçiler söz konusu IoT teknolojisi ile arazilerini telefon veya tablet ile uzaktan kontrol edebilmektedir. Bu teknoloji ile tarım arazisine hangi tohumları ekileceğinden, gerekli gübre miktarına, değişen iklim koşullarının takip edilmesine kadar birçok konunun takip edilmesine yarayan sistemlerden oluşur (Ercan ve ark. 2019).

### 2.2.3. Büyük Veri

Günümüzde internet arama motorlarından merak ettiğimiz her alanda bilgiye, online alışverişlere, izlemek istediğimiz dizilere/filmlere, sosyal medya paylaşımlarımıza, arşivlediğimiz fotoğraflarımıza, kaydettiğimiz dosyalara kadar her alanda birçok veri karşımıza çıkar. Tüm bu verilerin anlamlı ve işlenebilir hale dönüşmesini sağlayan



teknolojide büyük veri karşımıza çıkmaktadır. Büyük veri, karar vermemiz gereken durumlarda veya risk yönetmemiz gereken durumlarda işimizi kolaylaştıran bir ağıdır (Duman ve Özsoy 2019).

Tarımda büyük veri uygulamaları örneği olarak; fırsatlar arasında kıyaslama, sensör kullanımı ve hesaplama, öngörücü modelleme ve mahsulün bozulma riskini yönetmek ve canlı hayvan üretiminde yem verimliliğini artırmak için kullanılan sistemler verilebilir. Çiftçilere farklı kaynaklardan gerçek zamanlı toplanan verilerden ipuçları verebilir.

#### 2.2.4. Uydu ve Hava Araçları

Son yıllarda gelişen teknolojiyle beraber uydu ve hava araçları birçok alanda olduğu gibi tarımsal alanda da çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Hava araçları ile gözetleme, keşif, imha gibi askeri amaçlar, taşımacılık, zirai ilaçlama, tarımsal üretimde ürün miktarının tahmini, kamera çekimi, arazilerin verimli kullanımı, yangın söndürme gibi işlemler gerçekleştirilebilir.

#### 2.2.5. Otonom Araçlar ve Robotik Sistemler

Bu sistemler birçok alanda etkin olarak kullanılmaktadır. Tarımsal faaliyetlerde teknolojinin maliyetinin karşılanabilmesi için büyük ölçekli tarım arazileri gereklidir. Uzun ve ark., (2018) yaptıkları çalışmada, otonom biçerdöverlerle ürünlerin saplarının ayırt edilebileceği, otonom traktörler ve tarım makineleri ile arazilerin daha hassas sürülerek hassas tohumlama yapılabileceği, robotlar yardımıyla en verimli noktaya ekim yapabileceğini, arazideki zararlı otlarla mücadelede iş gücü oranı düşürebileceğini ifade etmişlerdir.

#### 2.2.6. Makine Görme Sistemleri

Birçok sektörde makine görme sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemler görüntülerin yakalanması, işlenmesi, yürütülmesi gibi uygulamaları kapsamaktadır. Düşük maliyetli yüksek güvenilirlikli sistemlerdir. Hızlı bir şekilde veri elde etme ve işleyebilme özelliğine sahiptir. (Ercan ve ark. 2019; Uzun ve ark. 2018)

### 2.3. Tarım Sektöründe Dijital Dönüşüm Süreci

Dünyada her sektörde olduğu gibi teknolojiye de çok büyük rekabet söz konusudur. Özellikle AB ülkeleri IoT teknolojilere ve akıllı sistemlere yoğun ilgi göstermektedir. Böylece ülkeler arasında tarımda olduğu gibi dijital dönüşüm yarışları başlamıştır. Arazi sınıflandırması, sulama sistemleri, gübreleme, hasat, seracılık, bitkisel ve hayvansal uygulamalar, rekolte tahminleri, tabansuyu haritalama gibi tarımsal faaliyetlerde tarım 4.0 uygulamalarında yararlanılmakta, sürdürülebilir bir gelecek hedeflenmektedir (Ercan ve ark. 2019).

Akıllı tarımın bulunduğu nokta bir anda gelişen bir dönüşüm değildir. Endüstri 4.0 devriminin geçirdiği aşamalar gibi Tarım 4.0'ında aşamaları vardır. Bu aşamalar;

- Geleneksel Tarım –İnsan ve Hayvan Gücü

- Tarım 1.0- Su ve Buhar Gücü- Mekanizasyon Gücü
- Tarım 2.0- Seri Üretim Elektrik- Traktör Üretimi İçsel Tarım
- Tarım 3.0-Bilgisayar Ve Otomasyon-Sera Ve Sulama Otomasyonu
- Tarım 4.0-Bilgi Ve İletişim Teknolojileri-Akıllı 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 hem de 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. Tarımda mekanikleşme ile elektrik, seri üretime geçiş, toplu üretim, kimyasal gübre, zararlılarla mücadele eden zirai ilaçlar kullanılmaya başlanmıştır. 1960’lı yıllara gelindiğinde 3. Sanayi Devrimi’ne geçilmiştir. Bu aşama 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. 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.

## 2.4. Dünya’da Tarım 4.0 Uygulamaları

### 2.4.1. Hollanda

Hollandalı çiftçiler, yüksek verimli sulama sistemleri, tohumda ileri teknolojileri, yenilebilir enerji sistemleri, robotlar ve otomasyon sistemleri, büyük veri analizleri ve çiftliklerinde akıllı yazılımlar kullanarak dijital tarım dönüşümünde oldukça büyük başarı elde etmişlerdir. 2019 verilerine göre Küresel Rekabetçilik Endeksi sıralamasında Hollanda 4.sırada yer almaktadır. Yüz ölçümü ve nüfus bakımından birçok ülkenin gerisindedir. Ancak buna rağmen her yıl tarım ürünleri ihracatını biraz daha attırmaktadır. Hollanda, Avrupa Birliği tarım ihracat hacminin %77’sini, dünya meyve ticaretinin %6’sı, dünya sebze ticaretinin %16’sı, 8.1 milyar Euro ile lale ihracatında 1.sıradadır (Saygılı ve ark. 2018). Hollanda İstatistik Kurumu ve Wageningen Üniversitesi Ekonomik Araştırma Merkezi'nin verilerine göre Hollanda 2019 yılında 94,5 milyar Euro’luk tarım ürünleri ihracatı gerçekleştirdi (Anonim 2019).

Hollanda’nın dijital tarımdaki bu başarısı, sürdürülebilir ve teknoloji içerikli tarım politikaları benimsemesinden dolayıdır. Hollanda hükümeti, tarımda uzun vadeli ve randıman artırıcı uygulamalar için 1.4 milyar Euro değerinde uydu verileri satın almış, elde ettikleri verilerle

üreticilere ekin gelişimi, toprak, atmosfer gibi konularda bilgileri çevrimiçi olarak anlatmışlardır. Bu veriler sayesinde üreticiler ürünlerini daha kolay ve daha hızlı olarak yakından izleyerek verim artışına ve sürdürülebilir tarıma ulaşmışlardır (Saygılı ve ark. 2018).

#### 2.4.2. Tayvan

Tayvan'ın nüfusu 27 milyon ve sahip olduğu alan 36.193 km<sup>2</sup> dir. Ekonomisinin en önemli payı, tarımdır. Yaklaşık %25 'lik alan ekili alandır.1960'lı yıllardan beri tarım sektöründe gerçekleşen yeniliklere, tarımda makinalaşmaya, dijital tarım sistemlerine gereken önemi vermiştir. Akıllı tarım uygulamaları ve tarımda teknolojik cihazları ile dünyada adını duyurmuştur. Ülke; kapalı tarım, led sektörü, IoT teknolojileri, damla sulama sistemleri, hassas tarım uygulamaları, güneş panelleri, dikey çiftlikler, dronlar, robotlar ve otomasyon sistemleri gibi Tarım 4.0'da kullanılan tüm bileşenlerin önemli bir üreticisi konumundadır. Ayrıca Asya ve Çin pazarlarına girmek isteyen tarım firmaları için de Tayvan oldukça önemli bir ülkedir. Mühendislik alt yapısı ile akıllı tarımda gereken tüm diğer faktörler için de kalifiye işgücü sağlayabilmektedir (Kılavuz ve Erdem 2019).

Tarımda iklim değişiklikleri verimsizliğe yol açmaktadır. Tayvan bu soruna çözüm sağlayabilmek için kapalı tarım uygulamasına başvurmuştur. Kapalı tarımda iç mekanda LED sensörlerine gereksinim vardır. Bu sektörde dünyada ikinci büyük ülke Tayvan'dır. Tarımda büyük ölçekli projelerde gerekli olan enerji kaynakları içinde dünyada 1. sırada yer aldığı güneş pilini üretmektedir. Bitkilerin yılın istenilen her zamanında büyüebilmesi için akıllı seralar kullanmaktadır. Bu seralarda güneş ışınlarını taklit eden ancak bitkiye zarar verecek olan kızılötesi ve diğer ışıkları olmadan özel LED ışıkları kullanılmaktadır (Kılavuz ve Erdem 2019). Tayvan rekabet gücü bakımından dijital tarım teknoloji bileşenlerinin üretimi ile önemli bir ilerleme sağlamıştır.

#### 2.4.3. İsrail

İsrail karma bir ekonomik sisteme sahiptir. İsrail, tarımsal işgücünün azlığı, ekilebilir tarım alanlarındaki yüksek tuz oranı, doğal su alanlarının azlığı, ülke konumu ve yüzölçümü (yaklaşık 22.000 km<sup>2</sup>) gibi olumsuz etkilere sahip olsa da, gıda ihtiyacının %95'ini kendi üreterek dijital tarım sektöründe başarılı ülke örnekleri arasında dikkat çekici bir pozisyonundadır. Dünya çapında tarım teknolojisi, ileri teknoloji ürünleri, iletişim ve kimya sektörlerinde önde gelen ülkelerdendir. Tarım sektöründe kurak koşullarda yani toprak ve su kıtlığı altında yüksek teknolojiler kullanmaktadır. Dünyaya damla sulama sistemini tanıtmış, verimsiz alanlarda her türlü tarımsal ürün elde etmiş, tohum üzerinde oynayabilmiş, tarımsal faaliyetlerde kendine yetebilmiş, hasat sonrası dayanaklılık sağlayan işlemler gerçekleştirebilmiş ve daha birçok başarı elde edebilmiş bir ülkedir. İsrail tarımı dezavantajları avantajlara dönüştürmeyi başarmıştır. Bilgi ve teknolojik ilerlemeye dayanan dünyaya kendi varlığını ispatlayan bir konumdadır (David 2017; Kılavuz ve Erdem 2019)

İsrail tüm olumsuzluklara rağmen gıda ihtiyacının %95 ini karşılayabilmektedir. Başarısının temeli tarım endüstrisi, teknolojik araştırmalar ve çiftçiler arasındaki işbirliğidir. Damla



sulama sistemleri için bilgisayar kontrolü, su kaçakları için bilgisayarlı erken uyarı sistemleri, ekin suyu stres kontrolü için termal görüntüleme, biyolojik haşere kontrolü, yeni meyve ve yeni sebze araştırmaları, suyun yeniden kullanımı (%86), tuz giderme tesisleri İsrail'in teknolojik alanda başarılarıdır.

#### **2.4.4. Japonya**

Japonya 2019 verilerine göre Küresel Rekabetçilik Endeksi sıralamasında 6. sırada yer almaktadır. Ülkede tarım sektörü GSYH'nin %1.5'ini kapsamaktadır. Tarımsal faaliyetlerin gerçekleşebileceği araziler topraklarının %11'ini kaplamaktadır. Tarımda çalışan nüfus az, yaş ortalaması yüksek, yüksek vergilere sahip, kırsal alanlarda üretilen ürünlerin ancak büyük şehirlerde ya da uluslararası pazarlarda ihraç edilebilen bir tabloya sahiptir. Ancak Japonya akıllı tarıma yaptığı yatırımlar ile sektöre yeniden ivme kazandırmıştır. Dijital tarım sistemleri ilginin tekrar tarıma yönelmesini sağlamakla beraber verimde ve kalitede artışı da ortaya koymuştur (Saygılı ve ark. 2018).

Japonya, son zamanlarda ülkemizde de oldukça popüler olan topraksız tarım konusunda da başarılı ülkelerden biridir. Robotlar aracılığıyla 8 saniyede bir, meyve toplayarak hasadı hızlandırmışlardır. Bio-çiftlikler oluşturmuşlardır. Bio-çiftliklerde çiftçiler bilgisayarlar ile sıcaklık, ışık ve nemi kontrol edebilmektedirler. Kameralar ve sensörler ile doğru hasat zamanını, toprağın su tutma kapasitesini, sıcaklığı, zararlılara karşı mücadeleyi, gün ışığı süresini belirlemeyi gerçekleştirebilmektedirler. Aynı zamanda lens sistemi ile zararlı güneş ışınlarını engelleyerek üretim gerçekleştirebilmektedir (Saygılı ve ark. 2018).

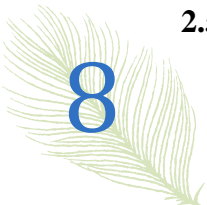
#### **2.4.5. Amerika Birleşik Devletleri**

Amerika Birleşik Devletleri dünyanın en büyük tarım ihracatçısıdır. Bunun temel sebebi teknolojiye ve teknoloji kullanımını öğretmeye yaptığı yatırımlardır. Enstitülülerde üretimde randımanı arttırmayı, su, zirai ilaç ve gübre tasarrufu sağlamayı, maliyetleri düşürmeyi, çevreye verilen zararı azaltmayı ve gıda güvenilirliğini sağlamayı hedeflemekte; fizik, mühendislik, bilgisayar bilimleri, teknoloji gibi konularda da eğitim desteği sağlamaktadır. (Saygılı ve ark. 2018).

Dünya badem üretiminin %80'ini Amerika üretmektedir. Bademin su ihtiyacının fazlalığından dolayı üretim maliyeti oldukça yüksektir. Badem ağaçlarına yerleştirilen sensörler yardımıyla toprak analizleri yapılarak bu sorunun önüne geçilmiştir. Üreticilerin sulama sistemlerine aktarılan ve sulamanın uygun şekilde gerçekleşmesini sağlayan bilgiler bulutta toplanarak % 20 oranında tasarruf elde edildiği görülmüştür. NASA'ya gönderilen gözlem uydusuyla nem miktarı ölçülmüş, her üç günde bir kuraklık, iklim değişikliği ve sel konularında detaylı bilgilere ulaşılmaktadır (Saygılı ve ark. 2018).

Tarım 4.0 uygulamalarında ABD'nin yükselmesi tarımsal makine, ekipman ve yazılım üreten özel şirketlerinin de katkısı vardır.

### **2.5. Türkiye'de Tarım Sektörü Ve Tarım 4.0'ın Önemi**





Türkiye, birçok ülkeye göre çok fazla bitki çeşitliliğine sahiptir. Ancak ülkemizde tarım, günün gereklerine uygun sistemlerle değil de ortalama olarak geçimlik şeklinde yapılmaktadır. 2019 dönemi Küresel Rekabetçilik Endeksi hesaplamalarına göre, Türkiye 141 ülke arasından 2018’de olduğu gibi 61. sırada yerini korumuştur. 2017 yılında GSMH içinde tarım sektörü %19.4’tür. Tarım işletmelerinin küçük aile işletmesi şeklinde olmasından dolayı, randıman düşük, pazar için üretim azdır. Bunun yanında su, gübre, yakıt gibi unsurların maliyetlerinin yüksek olması, gıda fiyatlarını arttırmaktadır (Kılavuz ve Erdem 2019). Tarım arazileri Türkiye’de 28 milyon hektarlık alanı kaplamaktadır. Bu arazilerin 8.5 milyonu sulanabilir olması rağmen 5.7 milyon hektarlık alan sulanabilmektedir (Anonim 2014). Tarımda bilinçsiz su kullanımı, su kaynaklarında yaşanan ciddi sebeptir.

Türkiye’de tarımın beş temel sorunu vardır.

- 1.Çiftçi eğitimi ve uygulamalarının yetersizliği
- 2.Maliyet artırıcı faktörlerin belirlenememesi
- 3.Tarımsal arazilerin dağınık ve parçalı yapısı
- 4.Sulanabilen arazi miktarının azlığı ve mevcut su kaynaklarının yanlış kullanılması
- 5.Tarımsal üretimde verim ve kalitenin düşük olması

Tarımda sürdürülebilir bir gelecek sağlamak için Türkiye’de kapsamlı bir politikaya, tarımda dijitalleşmeye, Ar-Ge ve bilimsel çalışmalara ve hükümet desteğine ihtiyaç bulunmaktadır (Saygılı ve ark. 2018).

### 2.5.1. Türkiye’de Tarım 4.0 Çalışma Örnekleri

Türkiye’de Tarım 4.0 uygulamaları ile ilgili projeler, ar-ge faaliyetleri ve akademik çalışmalar yapılmaktadır.

TÜBİTAK ve Ankara Üniversitesi işbirliği ile akıllı tarım fizibilite projesi gerçekleştirmiştir. Projede, hassas tarım uygulamalarına yönelik hem havadan hem de yerden veriler toplanmış, incelenmiş, işlenmiş ve analizler yapılmıştır. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği’nde 400 hektarlık alanda 16 tarımsal ürün için uygulamalar yapılmıştır. Projenin temel hedefi uzaktan algılama sistemleri kullanılarak verim haritalama, sulama hastalık ve zararlıları tespit etme, gübreleme gibi birçok verinin elde edilmesi ve analizlerinin yapılmasıdır (Kaya 2019; Akay, 2018; Teke ve ark. 2016).

Üreticiler → Tarım 4.0 uygulamaları ile hava koşullarının tahmini, zararlılarla mücadele gibi birçok konuda işgücünü ve maliyeti artırarak su, gübre, yakıt gibi faktörlerin tasarrufunu sağlamak aynı zamanda çevreye duyarlı insan sağlığına yararlı bir üretim için bu konuya dahildirler.

Teknoloji firmaları →Dijital tarım teknolojileri sürecinde gerekli otomasyon ve akıllı uygulamalar ile randıman arttırmak, ürün kalitesini yükseltmek ve maliyetleri düşürmek için konunun sahibidirler.

Birlikler ve kooperatifler → Dijital tarım uygulamalarının üretimden pazarlamasına kadar olan süreçte bilgisayarlar, dronlar ve sensörler gibi teknolojinin kullanılması için bu konunun içindedirler.

Kamu ve üniversiteler → Tarım 4.0 uygulamaları ile iklim değişikliklerinin yönetilmesi üretimden tüketime kadar geçen süreçte veri analizleri, uzaktan algılayıcı sistemler, sensörler, dronlar gibi birçok faktörün işleyişi aynı zamanda kalitenin ve randımanın artırılması, maliyetlerinin tahmini değerlerinin oluşturulması, çevreye duyarlı tarımın yapılması, kaynakların doğru kullanımının sağlanması ve sürdürülebilir bir tarım oluşturulmasında yönlendirici konumdadır (Ercan ve ark. 2019).

Aydın ilinde kurulan Vodafone Akıllı Köy Projesi, Vodafone Türkiye ve TABİT (Tarımsal Bilişim ve İletişim Teknolojileri) ortaklığında kırsal kalkınmaya destek olma hedefiyle kurulmuş, Türkiye'nin uçtan uca dijital teknolojilerle donatılmış ilk akıllı köyü olma yolunda hızla ilerlemektedir. Bu projenin başlıca amaçları arasında tarımsal üretimdeki verimliliği bilgi ve teknolojiler ile arttırmak, tarımda genç istihdamı arttırmak, teknolojinin diğer köylere de yayılmasını sağlamaktır.

Ege Üniversitesi İİBF ve İzmir Ticaret Borsası ortaklığı ile yürütülen “Türk Tarımının Global Entegrasyonu: Tarım 4.0” projesi de bu alanda yapılan çalışmalardan biridir. Ayrıca Agritech, Turkcell Akıllı Tarım, Farmbot, Doktor vb. yine özel sektör ve üniversite paydaşlarınca yapılan akıllı tarım çalışmalarından bazılarıdır (Kaya 2019).

Tarla.io, Türkiye genelinde beş yıldır hizmet veren, 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 ile ilişkili tüm kurumlar için bilgi servisleri üretmektedir (Ercan ve ark. 2019).

### **3. SONUÇ**

Türkiye yeraltı kaynakları, ürün çeşitliliği, coğrafi konumu gibi özelliklerinden dolayı tarıma çok elverişli bir ülkedir. Ancak ülkemiz, tarım arazilerinde ve tarımsal işletmelerde parçalanma ve küçülmeden dolayı, mülkiyetteki belirsizlik, hisselilik ve gizli hisselilikten dolayı, üretimde düşük verimlilik, işletmelerin rekabet yeteneklerinin zayıf oluşu, işletmelerde sürekliliğin olmayışı, modern insan yaşamı ve hayvancılık üretim tesisleri için yeterli alanın olmayışı, gençlerin köyde yaşamak istememesi, köyleri terk etmesi, geçim sıkıntısı gibi kırsal alanlardaki yapısal sorunları içerisinde barındırmaktadır (Arıcı ve ark. 2017, Kirmikil ve ark. 2017). Kırsal alanın sürdürülebilir biçimde geliştirilmesi ve yeniden düzenlenmesi, köy yerleşik alanlarının yaşanılabilir duruma getirilmesi, tarımsal işletmelerin yeter gelirli bir yapıya kavuşturulması, arazide çalışma koşullarının iyileştirilmesi, işgücü ve üretim maliyetinin düşürülmesi, sonuç olarak köyden kente göçün azaltılması ve gençlerin köyde tutulması yönünde yararlanılabilecek en önemli eleman arazi toplulaştırılmasıdır. Bu nedenle arazi toplulaştırma projelerine hız kazandırılmalıdır.

Ercan ve ark. (2019)' da belirttiği gibi sürdürülebilirliği sağlamak, ekonomiyi güçlendirmek için daha planlı ve daha programlı politikalar yürütmelidir.

Tarım sektöründe yapılan AR-GE çalışmaları arttırılmalı, çiftçilerin internet ve mobil cihazlara erişebilirliği ve kullanımı yaygınlaştırılmalı, ziraat mühendislerinin ve teknisyenlerin yetiştiği üniversitelerin lisans ve önlisans programlarında müfredat dahilinde Tarım 4.0 konusunun öğretilmesi, Türkiye'nin tarım ülkesi olduğunun unutulmaması, devlet-üniversite-özel sektör işbirliği içinde olması, başarılı proje örneklerinin duyulması ve yaygınlaştırılması, küçük ölçekli tarım işletmelerinin de teknolojiye yararlanması, farkındalık yaratma çalışmalarının yapılması, ithal ürün alınmaması için üretim maliyetlerinin düşürülmesine yönelik çalışmaların yapılması, genç nesillere tarım sektörünün stratejik önemi anlatılmalı ve bu alanda iş yapmaları konusunda teşvik verilmesi, üretimde yeniliklere açık olunması gerekmektedir.

Bahsedilen ülke örneklerinde olduğu gibi tarımda sürdürülebilir bir gelecek sağlamak dijital tarımla mümkün olmaktadır. Geleneksel tarım yöntemleri günümüzde yetersiz hale gelmiştir. Dünya nüfusunun hızlı artışıyla birlikte gıda ihtiyacını karşılayabilmek için tarım sektörüne daha yenilikçi ve profesyonel yaklaşmak zorunlu hale gelmiştir. Türkiye'de tarım sektöründe ki sorunları giderebilmek için çalışmalar yapmaktadır. Kendi kendine yeten bir ülke olabileceken dışa bağımlı bir ülke konumuna ulaşmıştır. Bunun çözümlenebilmesi için daha kapsamlı çalışmalara, uygulamalara, teknolojilere ihtiyaç vardır.

#### **4. KAYNAKÇA**

Akay, M., 2018. Endüstri 4.0'la Akıllı Tarıma Geçiş, Endüstri 4.0 Perspektifinde Akıllı Tarım (Smart Agriculture in Industry 4.0 Perspective)

Anonim 2014. Tarım Arazilerinin Sürdürülebilir Kullanımı Çalışma Grubu Raporu, Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018), 79s.

Anonim 2018. Sürdürülebilir Tarım İlkeleri İyi Uygulamalar Rehberi, SKD Türkiye, Ömür Matbaacılık, 64S.

Anonim 2019. Statistics Netherlands-CBS, Centraal Bureau voor de Statistiek

Arııcı, İ., Kirmikil, M., Gündoğdu, K.S., Akkaya Aslan, Ş.T. 2017. Toplulaştırmasının Gerekliliği, Yarattığı Fırsatlar, Biyosistem Mühendislerinin Bu Çalışmalardaki Yeri ve Önemi, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi (GBAD) Cilt/ 6, Sayı: Özel Sayı (BSM 2017), 70-74 ISSN: 2146-8168

Bıçakçı, S.N. 2019. Nesnelerin İnterneti, Takvim-i Vekayi, 24-36, ISSN: 2148-0087

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.

David, I.B., (2017). Agriculture in Israel Where R&D Meets Nation Needs ,State of Israel,Ministry of Agriculture & Rural Development, Deputy Director General (Foreign Trade), Sacramento (CA)., May 25, 2017

Duman, B., Özsoy, K. 2019. Endüstri 4.0 Perspektifinde Akıllı Tarım, 4th International Congress On 3d Printing (Additive Manufacturing) Technologies And Digital Industry, 540-555.

Ercan Ş., Öztep, R., Güler, D., Saner G. 2019. Tarım 4.0 ve Türkiye'de Uygulanabilirliğinin Değerlendirilmesi. Tarım Ekonomisi Dergisi, 2019, 25:2, 259-265.

Gökrem, L., Bozuklu, M. 2016. Nesnelerin İnterneti: Yapılan Çalışmalar ve Ülkemizdeki Mevcut Durum, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, Volume , Issue 13, Pages 47 - 68

Kılavuz, E., Erdem, İ. 2019. Dünyada Tarım 4.0 Uygulamaları ve Türk Tarımının Dönüşümü, *Social Sciences*, 14.4: 133-157.

Kaya, M. 2019. Ağrı'nın Kalkınması için Akıllı Tarım (Tarım 4.0) Önerisi, Akademikbakış Dergisi Sayı: 75, 130-156.

Kirmikil, M., Akkaya Aslan, Ş.T., Gündoğdu, K.S., Arıcı, İ. 2017. The Hidden Fragmentation After Land Consolidation in Turkey, *Fresenius Environmental Bulletin*, Volume 26 – No. 10/2017 pages 5882-5890.

Kirmikil, M., Ayduş, D. 2018. Arazi Topplulaştırma Projelerinin Kırsal Alanlarda Yakıt Giderlerine ve Tarımsal Mekanizasyona Etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı:31-42, 2018, ISSN 1304-9984

Saygılı, F., Kaya, A.A., Çalışkan, E.T. ve Kozal, Ö.E., 2018, Türk Tarımının Global Entegrasyonu ve Tarım 4.0, İzmir Tcaret Borsası, Yayın No: 98, İzmir

Teke, M. Deveci H.S., Öztoprak, F., Efendioğlu, M., Küpçü, R. Demirkesen, C, Şimşek,F.F., Bağcı, B., Uysal, E., Türker, U., Yıldırım, E., Bayramın, İ., Kalkan, K., Demirpola C. 2016. Akıllı Tarım Fizibilite Projesi: Hassas Tarım Uygulamaları İçin Havadan Ve Yerden Veri Toplanması, İşlenmesi Ve Analizi, 6. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2016), 5-7 Ekim 2016, Adana

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.

Uzundumlu, A.S. 2012. Tarım Sektörünün Ülke Ekonomisindeki Yeri ve Önemi, *Alinteri* 22(B) – 2012 34-44, ISSN:1307-3311.