

Türk Tarımında Dijital Teknolojilerin Kullanımı ve Tarım-Gıda Zincirinde Tarım 4.0

Bekir PAKDEMİRLİ¹ Nevzat BİRİŞİK² İhsan ASLAN² Bülent SÖNMEZ² Mustafa GEZİCİ²

¹T.C. Tarım ve Orman Bakanı

²Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü

*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail): mustafa.gezici@tarimorman.gov.tr

Geliş tarihi (Received) : 17.02.2021

Kabul tarihi (Accepted): 19.03.2021

DOI:10.21657/topraksu.898774

Öz

İnsanoğlunun en içgüdüsel ihtiyacı gıdadır. Günümüzde 7 milyardan fazla insan için gıda güvenliğini sağlamak hiç kolay değildir. Birleşmiş Milletler'in tahminlerine göre 2050 yılında Dünya nüfusu 9 milyarı aşacaktır. Bu nedenle tarımsal işlemlerin verimliliğini artırmak için birçok analitik araç kullanarak arazideki değişkenlikleri yönetmek ve birim alandan yüksek verim elde etmek bir gerekliliktir. Dijital teknolojileri kullanarak uluslararası ve yerel pazar taleplerini takip etmek, küresel rekabetçi bir üretime kavuşarak GSYİH'ye önemli ölçüde katkıda bulunulabilir. Tarım sektörü, üretim, gıda güvenliği ve beslenme, değişen iklim koşulları, çevresel bozulma, kara deniz biyoçeşitliliğinin kaybı ve uluslararası tarımsal emtia piyasalarının fiyat dalgalanması ile ilgili sayısız zorlukla karşı karşıya kalsa da, modern teknolojilerin, tarımda kullanımının yaygınlaşması tarımı bilgi odaklı hale getirmiştir. Dolayısıyla tarım sektöründe dijitalleşmeyi yaygınlaştırmak ve desteklemek son derece önemlidir. Bu nedenle, doğru ve ilgili bilginin doğru zamanda (kullanıcı dostu), uygun formatta ve en uygun iletişim aracının kullanılmasıyla sunulması çok önemlidir, böylece iletilen bilgiler, insanların geçim kaynakları üzerinde bir etkiye sahip olacaktır. Bu çalışma ile Tarım ve Gıda sektöründe dijital teknoloji kullanımında mevcut durum, sorunlar ve olası çözüm önerilerin Ar-Ge açısından değerlendirmek amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tarım, Gıda, Dijital teknolojiler, Ar-Ge

Use of Digital Technologies in Turkish Agriculture and Agriculture-Food Chain Agriculture 4.0

Abstract

The most instinctive need of man is food. For more than 7 billion people today, ensuring food safety is not easy. According to United Nations estimates, the world population will exceed 9 billion in 2050. Therefore, it is a necessity to manage variability in the land and obtain high efficiency from the unit area by using many analytical tools to improve the efficiency of agricultural processes. Following international and local market demands using digital technologies can contribute significantly to GDP by getting global competitive production. Despite facing numerous challenges related to the agricultural sector, production, food security and nutrition, changing climatic conditions, environmental degradation, the loss of land and sea biodiversity and the price volatility of international agricultural commodity markets, the increment of modern technologies in agriculture has made agriculture knowledge-oriented. Therefore, it is highly important to promote and support digitalization in the agricultural sector. It is

also very important that accurate and relevant information is presented at the right time (user-friendly), in the appropriate format and with the use of the most appropriate means of communication, so that the dissemination of knowledge and information will have an impact on people's livelihoods. With this study, it is aimed to evaluate the current situation, problems and possible solution proposals in the use of digital technology in the Agriculture and Food sector in terms of R&D.

Keywords: Agriculture, Food, Digital Technologies, R&D

GİRİŞ

İnsanlığın yeryüzündeki varlığı 150 bin yıl olarak tahmin edilmektedir. Evrenin 15 milyar, dünyanın ise 4,5 milyar yaşında olduğu düşünülürken insanlık tarihi, dünya tarihinin içinde 30 binde birlik küçük bir dilime denk geliyor. Yani dünya 82 yaşında bir ihtiyar ise insanlık bir günlük bir bebektir. İnsanoğlu yeryüzünde 150 bin yıllık serüveninin yaklaşık 140 bin yılında yaşam tarzında çok büyük değişim olmadan yaşamıştır. Sayıları en fazla birkaç yüz bin olan az sayıdaki insanlar yeryüzünde konar-göçer bir yaşam sürerken avcılık ve toplayıcılık yolu ile gıda temin ediyordu, bulunduğu yerde gıda biterse, gıda bulabileceği bir başka yere göç ediyordu. Diğer bir ifadeyle bugünkü anlamıyla ne köyler, ne şehirler ne devletler, ne kanunlar ne de sınırlar vardı. Ancak bu rutin ve doğanın kendi döngüsüne uyumlu olan insanlık yaşamı bundan yaklaşık 12 binyıl önce yani M.Ö. 9500 yılında bir daha geriye dönmeyecek şekilde değişmiştir. Yerleşik hayata geçilmesiyle birlikte toprağın üretkenliğinin sunduğu imkânları fark ederek üretime yani tarıma geçmişlerdir. Tarım o günlerde emek yoğunken günümüzde bilgi iletişim teknolojilerinin kullanıldığı bilgi yoğun tarıma geçiş olmuştur. Artan nüfus ile birlikte gıda güvenliğini sağlamak için ülkelerin önemli stratejik alanlarından bir tanesi tarımdır. Günümüzde 7 milyardan fazla insan için gıda güvenliğini sağlamak hiç kolay değildir. Birleşmiş Milletler'in tahminlerine göre 2050 yılında Dünya nüfusu 9 milyarı aşacaktır. Bununla birlikte günümüzde toprak erozyonu, çölleşme ile iklim değişikliği gibi olumsuzluklar nedeniyle birim alandan daha fazla ürün almak önem arz etmektedir. Üretim maliyetini azaltırken verim artışını sağlamanın, tarımı yönetmenin en etkili yolu dijital teknolojileri tarımda kullanmaktır. Gıda, insan beslenmesi ve hayatın devamlılığını sağlamada vazgeçilemezdir. Türkiye'de gıda sektörünün çarpan etkisi ve bağlantıları, diğer alanlarla ilişkileri, istihdam ve döviz kazancı yanında kaynak kullanımı yönüyle ekonomiye ve kırsal gelişmeye katkısı önemlidir. Gıda sektörü, tarımla olan geri bağlantısı ve tüketici ve özelden de dağıtım sektörü, işleme sürecinde teknoloji ile ilgili ileri bağlantılarıyla sürekli gelişme eğilimi göstermektedir.

Dünden Bugüne Tarım ve Tarım 4.0

Teknoloji hayatımıza su ve buhar gücünün keşfedilmesi ile 1800'lü yıllarda sanayi sektörü ile girmiştir. 20. yüzyılın başlarında ise elektrik enerjisinin üretimi ile üretimde makinelerle geçiş olmuştur. Tarımda da 1.0 dediğimiz süreç aynı zamanda denk gelmektedir. Aşağıda tarımın insanoğlunun yerleşik hayata geçtiği dönemden günümüze kadar geçirmiş olduğu devrimleri görmekteyiz. Bugün yani 21 y.y.'da sahip olduğumuz medeniyetin kurucu unsuru olan "Tarım Devrimlerinin" kısa özetleri ve neden oldukları sosyo-ekonomik sonuçlar aşağıda özetlenmiştir (Birişik 2019).

I. Tarım Devrimi (Bitkilerin ve hayvanların kültüre alınması/*Domestication*)

M.Ö: 9500 ile M.S: 700 Bu dönemde yoğun bir şekilde hayvanların evcilleştirilmesi ve bitkilerin kültüre alınma çalışmaları yapılmıştır. İnsanoğlunun temel besin ve enerji kaynağı olan buğday, çeltik, baklagiller, turunçgiller vb. bitkiler bu dönemde kültüre alınmış, köpek, koyun ve keçi gibi hayvanlar ise yine bu dönemde evcilleştirilmiştir. Bereketli Hilal; birkaç asır sonra Çin'i ortadan ikiye bölerek doğuya doğru ilerleyen Sarı Irmak ile Hindistan'ı kuzeyden güneye doğru bölen İndus Nehri etrafında benzer bir tarım medeniyeti doğmaya başlamıştır. "Man Power (İnsan Gücü)" dönemi, kısacası bu dönemde ne kadar çok kişi iseniz o kadar güçlüsünüzdür.

II. Tarım Devrimi (Tarımsal aletlerin geliştirilmesi/tarımticareti/*Commercialization*)

M.S. 700 ile M.S. 1800 yılları Tarım işçiliğinde at, katır vb. hayvanlar ile demir sabanın kullanımı, sulama amaçlı kuyu ve su kanallarının yapılması, ticaret yoluyla kültüre alınan bitkilerin başka yerlere taşınması, üçlü ve dörtlü rotasyon (ekim nöbetinin) sisteminin kullanılması bu döneme denk gelmektedir. Bu dönemin en önemli itici gücü gelişen ticaret ve buna bağlı olarak yeni bitki ve bilgilerin farklı coğrafyalara taşınmasıdır. "Land Power (Arazi Gücü)" dönemi. Ne kadar çok araziniz-toprağınız varsa o kadar güçlüsünüzdür.

III. Tarım Devrimi (Endüstriyel tarımın başlaması/Intansification)

M.S. 1800-2000 yılları Bu dönemin en belirgin özelliği tohum ıslahına başlanması, sulama imkân ve kabiliyetinin gelişmesi ve üretimde gübre, aşı, tarım ilacı ve makine kullanılmasıdır. Bu yolla tarımsal üretimde; insan sayısına ve arazi varlığına daha az, ancak makine ve girdiye daha çok bağımlı bir sisteme geçilmiştir. Bu süreçte özellikle makine, ilaç ve gübrede geliştirilen teknolojilerin büyük çoğunluğu endüstri devriminin ürünleridir. Bu döneme “Yeşil Devrim” denilebilir. Bu isimlendirme kendi içinde son derece tutarlıdır, çünkü dünyadaki temel gıda üretimi bu süreç içinde yaklaşık 15 kat artmıştır. “Hard Power (Zorun Gücü)” dönemi. Ne kadar çok makinanız ve girdiniz varsa o kadar çok güçlüsünüzdür.

IV. Tarım Devrimi (Biyoloji ve teknolojinin birleşmesi/Digitalization): 21 .yy ve sonrası

Bu dönemde tarımsal üretim; emek yoğun bir süreçten, bilgi yoğun bir sürece, doğal risklere açık bir üretimden, planlama ve kontrollü koşullarda yapılan bir üretime dönüşecektir. Bitki ıslahı, biyoloji ve genetik biliminden daha çok etkilenen, ülkeler kendi arazi varlığı ile sınırlı olmayan bir üretim modeline doğru yönelecek, bazı girdi piyasalarında monopoli riskleri doğabilecektir. Gelecek dönemde tarım sadece bir üretim ve ihtiyaç giderme alanı değil, özellikle biyolojik bilgi ve teknolojilerin üretildiği ve başka sektörlere biyoloji ilminden güç ve know-how aktarılan bir dönem olacaktır. “Bu dönemin adı Smart Power (Akıllı Güç)” olacaktır. Bu dönemin kazananı; çok arazisi, çok insanı, çok makinesi olan değil, ekoloji, biyoloji ve biyoinformatik bilgiye sahip bilgiye ve bilgi üretmeye değer verenler olacaktır.

Tarım devrimi iki temel bileşene dayanmaktadır.

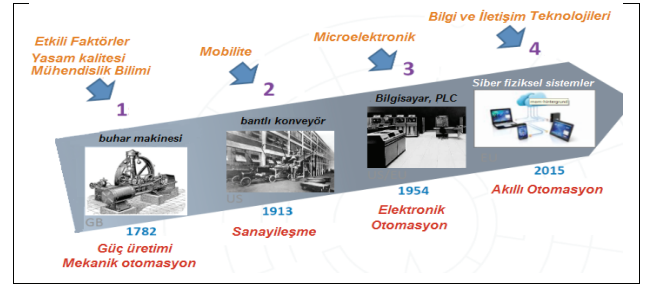
1) Biyoteknoloji: GDO, CRSPR, Hücre kültürü, doku kültürü vb.

2) Bilişim teknolojileri ve yeni nesil mekanizasyon: Tarım 4.0 bu alana verilen isimdir ve iki ana bileşeni vardır.

a. Dijital tarım: (Digital agriculture): Veri toplama

b. Akıllı tarım-Hassas tarım: (Smart/precision farming): Hassas Tarım uygulamaları

Teknoloji hayatımızda su ve buhar gücünün keşfedilmesi ve 1800'lü yıllarda sanayide kullanılmasıyla girmiştir 20. Yüzyılın başlarında ise elektrik enerjisinin üretimi ile üretim makinelerine



Şekil 1. Sanayi 4.0 ile tarım 4.0 arasındaki teorik bağın açıklanması

geçiş olmuştur. Bu dönemde tarımda makinelerle geçiş olsa da bu dönem emek yoğun bir süreçtir. Daha çok insan gücüne dayalı üretim mevcuttur. 1950'lerin sonlarında İkinci Dünya Savaşı sonrası elektronik otomasyon sağlanmış makineler üretim maliyetini düşürmüş daha çok alan ekilebilmiştir ve verimlilik artışı olan süreç başlamıştır. 1990'lar sonrası GPS kullanımının açılmasıyla Hassas Tarımın uygulandığı süreç başlamıştır. Hassas tarım yöntemleri ile arazinin her bir parseline özgü ya da sürüdeki her bir hayvana özgü takip ve çözümler sunulmakta ve üretim maliyetleri azaltılarak süreç daha etkin bir şekilde yönetilmektedir.

2010'lu yıllarda endüstri 4.0 ile sanayide yaşanan devrime paralel olarak bilgi teknolojileri tarımda kullanıldığı Tarım 4.0 sürecidir. Bu süreç tarım uzmanlarının daha üretken ve verimli olmalarına yardımcı olan çeşitli araç ve teknolojilerle güçlendirildiği bir üretimdir. Emek yoğun süreçten bilgi yoğun sürece geçiş olmuştur.

Sürecin ana argümanları aşağıdaki gibidir.

- Tecrübeye değil; tecrübe + güncel veriye dayalı,
- Popülasyona değil; alana ve bireye dayalı
- Benzerliğe değil; farklılığa dayalıdır.

Tarım 4.0 ana amaçları ise aşağıdaki gibidir.

- Maliyetleri düşürmek ve verimi artırmak
- Alan veya hayvanı en küçük ölçekte yönetmek
- Beklenmeye veya pazara uygun üretim yapmaktır.

Tarım 4.0 sürecinde alandan alınabilecek her türlü veriyi almak, karar destek mekanizması oluşturmak, değişken oranlı girdi kullanmak, kendi karar veren sistemler geliştirmek için bütünleşik çiftlik yönetimi mottosu benimsenmektedir. Çeşitli algoritmalar sayesinde büyük verilerin depolanması ve analiz edilerek tarladan sofraya tüm sürecin takip edilebilmesi, yönlendirilebilmesi ve gelecek projeksiyonlarının yapılabilmesi mümkün olmaktadır.

Mevcut Durum

Tarımın ekonomik kalkınma için oynadığı kritik rol ve gıda güvenliğini sağlamak için bilgi iletişim teknolojileri ile güçlendirilmesi gerekmektedir. Böylece üretken teknoloji odaklı ve küresel olarak rekabetçi tarımsal üretime kavuşulmuş olacaktır. FAO verilerine göre 2050 yılına kadar dünya nüfusunda % 40 (9-10 milyar), gıda talebinde % 60-70, sera gazı salınımı %160, küresel ısınma 4°C, hastalık ve zararlı baskısında artış gerçekleşecekken, bitkisel biyoçeşitlilikte % 36, kişi başına arazi varlığında % 24, tarımda kullanılan suda %24, birim alandaki verimde % 8 azalma olacaktır. Dolayısı ile birim alandan daha fazla ürün almak ve maliyeti optimize etmek çok önemli bir unsurdur.

Tarımsal GSYH değeri yaklaşık 50 milyar dolar ve toplam GSYH içerisindeki payı % 6,4 civarındadır. İstihdam içerisinde tarımın payına baktığımızda ise yaklaşık %20 civarındadır. Türkiye sahip olduğu tarımsal potansiyeli maksimize etmek için tarımda birçok alanda politikalar geliştirmektedir. Dijitalleşme politikası da bunlardan birisidir.

Dünya tarımındaki küresel eğilimler bireysel gereksinimlerin karşılanmasından çok toplumsal gereksinimlerin karşılanmasına yöneliktir. Küresel rekabet geliyor, özellikle Çin ve Hindistan bu değişimde başrol oynuyor olması diğer ülkelerin tarımsal hedeflerine ulaşmada BIT'in potansiyelinden yararlanmayı gerekli kılmaktadır. Ayrıca kırsal nüfus azalıyor olması, tarım yapan nüfus yaşlanması, göçlerin artması, israf ve kayıpların artması, toprak bozumu, iklim değişikliği tarımsal suların kirlenmesi gibi nedenlerle; tarımsal üretimde alışlagelmiş üretim teknikleri ve bunlara ait araçların terk edilerek, çağdaş üretim teknolojilerine geçilmesi ve bunlara uygun araçların kullanılması zorunludur.

Bilgi işleme ve kullanma süreçlerine ilişkin, birçok araç ve gereç hâlihazırda geliştirilmiş olup piyasada mevcuttur. Bazı Tarım 4.0 Uygulamaları aşağıdaki gibidir.

1. *Drone teknolojisi*
2. *Tarım robotları*
3. *Sulama otomasyonları*
4. *Değişken oranlı gübreleme sistemleri*
5. *Otomatik hayvan sağım-besleme sistemleri*
6. *Sera iklimlendirme otomasyonları*
7. *Zararlılar için tahmin ve erken uyarı sistemleri*
8. *Akıllı çiftlik uygulamaları*

Bitkisel üretimde akıllı makinalarla değişken oranlı uygulamalar gerek toprak işlemede gerekse ekim, gübreleme, ilaçlama ve sulama da yapılmaktadır. Özellikle son yıllarda robot teknolojisinin tarımsal alanlarda kullanımının artmasıyla birlikte, değişken oranlı tarımsal uygulamalar konusu öne çıkmaktadır.

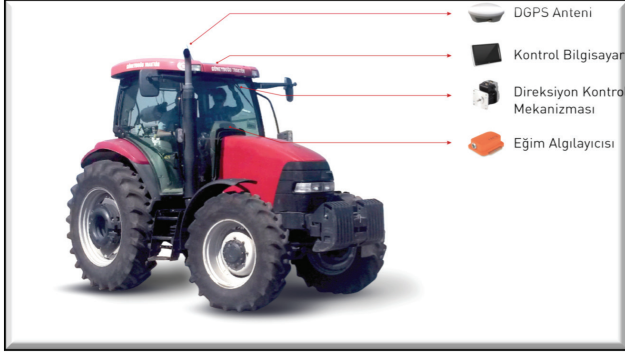
Tarımsal işlemlerde, insan işgücü yerine, konuşlandırılmış robotlar prototip çalışmaları gerek özel sektör gerekse akademik saha da devam eden ve üzerinde yapılan Ar-Ge çalışmalarının hızla arttığı yarı/tam otonom araçlardır. Bu araçlar özellikle meyve ve sebze hasadında etkin bir şekilde kullanılabilir. Üzerlerinde kamera ve GPS donanımları mevcuttur. Hasadı otomatik olarak yapan işleyici organlar sahiptir.

Hayvancılık sektörünün ise rekabet gücünü koruyabilmesi ya da artırabilmesi için hayvan başına üretim ve aynı zamanda üretimde verimliliğin artırılması gerekmektedir (Aksoy 2003). İnovasyon sosyal ve ekonomik gelişmeyi sağlayabilecek en önemli araçlardan biridir. Tarımda inovasyon bahsi geçen süreçler ile birlikte etkin üretimi sağlayarak büyüme ve kalkınmayı hızlandırıcı ve bir etkiye sahiptir. Verimliliğin artırılmasında en önemli unsur ileri teknolojinin tüm çiftçiler için ulaşılabilir olmasıdır. Bu teknolojiler çiftlik başına daha fazla hayvanların yönetilmesine olanak sağlarken hayvanlarla bireysel olarak ilgilenmeyi destekler ve refah düzeyini artırır.

Akıllı Tarım Teknolojileri küçük ve orta ölçekli çiftçiler ve tarımsal işletmeler tarafından kullanılabilir ve erişilebilir olup sürdürülebilir üretimin temel dayanak noktası ise Ar-Ge'dir. Akıllı Tarım Teknolojilerine yönelik yürütülen çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

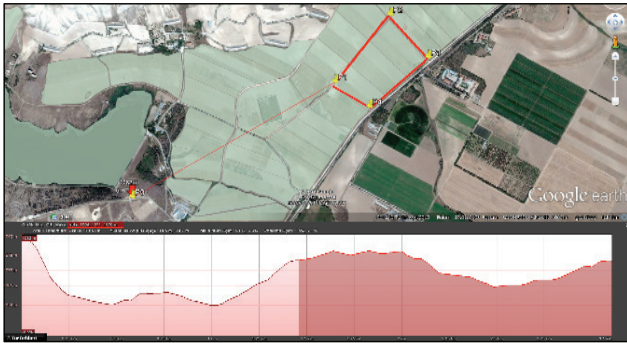
- **Traktörlerde Otomatik Dümenleme Sistemi** ile hava şartlarından etkilenmeden (gece bile), hiç aralık bırakmadan ya da üst üste bindirmeden daha hızlı ama hassas işleme, hep aynı yoldan gidildiği için daha az toprak sıkışması, neredeyse sifira inmiş operatör yorgunluğu, sıfır hata riski ve operatör memnuniyeti, sonraki işlerde (hasat vs) kolaylık ve yakıt, ilaç, tohum, gübre ve işçilikten tasarruf mümkün olmaktadır. %12'ye varan oranlarda yakıt tasarrufu, Gece çalışma imkanı, Üst üste ekim, ilaç ve gübre uygulamasını engeller ya da ekilmemiş, ilaçlanmamış ya da gübrenmemiş yer bırakmaz. 2015 yılında yayınlanan bir makaleye göre Çin'in Heilongjiang bölgesinde en popüler hassas tarım teknolojisi Otomatik Dümenlemedir. (Kaynak: TAGEM/15/ AR-GE /78 proje kodu ile GAP Tarımsal

Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Müdürlüğü ve ASELSAN ortaklığı ile Kamu Özel Sektör Ar-Ge projesi başlatılmış olup, 2017 yılında proje sonuçlanmıştır.)



Şekil 2. TAGEM ve ASELSAN ortaklığı ile geliştirilen Yerli OTAK

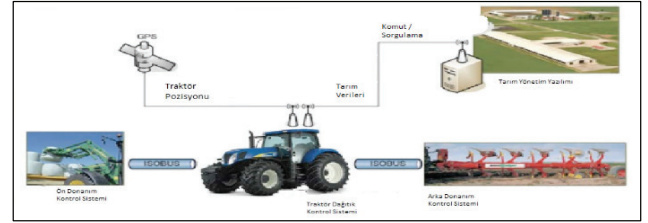
• **İnsansız Hava Aracı ile Görüntü İşleme Temelli Hassas Tarım Uygulamaları** Projesi ASELSAN'ın ARI-1 Döner Kanatlı İnsansız Uçan Sistemi ile toprak, kuraklık, gübre durumu, hasat tahmini, rekolte hesabı ve farklı ürünler için bir kütüphane oluşturulmasına yönelik altyapı kurulacaktır. Altyapı kurulduktan sonra, tarım sigortalarına yönelik hasar tespit çalışmalarında da kullanım imkânları doğabilecektir. (Kaynak: TAGEM/15/AR-GE/77 proje kodu ile Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Müdürlüğü ve ASELSAN ortaklığı ile Kamu Özel Sektör Ar-Ge projesi başlatılmış olup, 2017 yılında proje sonuçlanmıştır.)



Şekil 3. Haymana İkizce lokasyonunun multispektral kamera ile alınan buğday tarlası görüntüsü

• **Çiftlik Yönetim Sistemi Geliştirildi:** Çiftlik Yönetim Sistemi, tarımsal döngünün tüm süreçlerine dair veri toplama, izleme, değerlendirme ve karar verme süreçlerini entegre bir şekilde ele alan bilgi sistemidir. Teknoloji kullanımında dünyanın yaşadığı son endüstriyel devrimin yani Endüstri 4.0 sürecinin, tarım teknolojilerine olan yansımaları, tarımsal verimliliği

çok daha üst bir seviyeye çıkarmaktadır. Bu süreçte, traktörler ve bağlı oldukları ekipmanlar, tüm üretim sürecinde birbirleriyle iletişim halinde olacaklardır. TAGEM-ASELSAN işbirliği ile gerçekleştirilen projede tarım araçları üzerindeki uluslararası ISO 11783 Standart ara yüzünde toplanan mesajların, telsiz linki üzerinden uzak mesafeye aktararak haberleşilmesine, toplanan verilerin harita üzerinde işlenmesine, tarihsel olarak görüntülenmesine ve analiz edilmesine imkan sağlayacak yazılım geliştirilmiştir. (Kaynak: TAGEM/15/AR-GE/76 proje kodu ile Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Müdürlüğü ve ASELSAN ortaklığı ile Kamu Özel Sektör Ar-Ge projesi başlatılmış olup, 2017 yılında proje sonuçlanmıştır.)



Şekil 4. OTAK ve İHA'nın koordinasyonunu sağlayan Çiftlik Yönetim Sistemi projesi

• **Ülkesel Hassas Tarım Projesi:** Proje ile gereğinden fazla kimyasalların kullanımı ile oluşacak çevre kirliliği, planlı programlı ve analize dayalı bir girdi kullanımı ile azaltılacaktır. Yüksek maliyetli tarımsal girdilerin çiftçi üzerinde oluşturduğu ekonomik baskılar analize dayalı girdi kullanımı ile engellenecektir. (Kaynak: TAGEM / TSKAD /16/A13/P08/15 ve TAGEM/TSKAD/E/19/A9/P8/1102 proje numaraları ile Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü ve Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından yürütülmektedir.)

• **Merkezi Dane Kaybı İzleme ve Takip Sistemi** Hasatta tahmini dane kaybı yaklaşık 1,77 milyon ton, toplam ekonomik etkisi 2,4 milyar TL'dir. Eylül 2015'te Birleşmiş Milletler tarafından kabul edilen Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) bünyesinde, "2030'a kadar perakende ve tüketici düzeylerinde kişi başına düşen küresel gıda atığının yarıya indirilmesini ve hasat sonrası kayıplar dâhil üretimdeki ve tedarik zincirindeki gıda kayıplarının azaltılması" hedeflenmiştir. Bu proje ile Bulut tabanlı sistemde dane kaybının anlık olarak operatör ünitesinde görüntülenmesi anlık olarak merkezi izleme sistemine iletilmesi hasat aşamasında GSM sinyali olmadığında offline veri depolanması ve internet bağlantısının ilk

kurulduğu anda merkeze verilerin iletilmesi merkezi altyapı üzerinden hasat yapan biçerdöverlerin anlık konumu, işlem/kayıp durumu bilgilerinin mobil ve web tabanlı uygulama altyapıları ile izlenmesi sağlanabilecektir. (Kaynak: TAGEM/17/ Ar-Ge/18 kodu ile Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ile ODTÜ TEKNOKENT-GEOSYS Firması ortaklığı ile Kamu Özel Sektör projeleri kapsamında yürütülmektedir.)



Şekil 5. Dane Kaybı İzleme sisteminin iş akış şeması

• **Örtüaltı Sebze Yetiştiriciliğinde Kullanılmak Üzere Kendi Yürür Pülverizatör Tasarımı:** Örtüaltı üretim yapan çiftçilerimizin büyük bir çoğunluğu gerek tarım ilaçlarının uygulanma yöntemlerinde ve gerekse kullanılması gereken ilaç miktarlarında önemli hatalar yapmaktadırlar. Bu proje kapsamında örtü altı tarımında kullanılmak üzere uzaktan kumanda edilebilen kendi yürür pülverizatörün tasarımı ve imalatı yapılmıştır. (Kaynak: TAGEM-BS-10/10-01/03-01 proje numaraları ile Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü tarafından yürütülmüştür.)



Şekil 6. Yerli örtü altı robotik ilaçlama

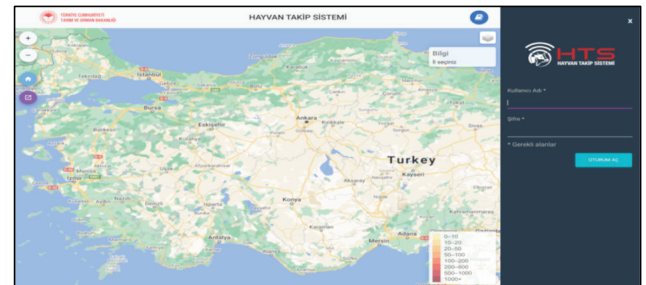
• **Buğdayın Önemli Zararlısı Süneyle Mücadelede Yapay Zeka Kullanılarak Tahmin Uyarı Sistemi:** Bu çalışmada sünenin tüm biyolojik dönemleri ve yaşam döngüsü ile iklim verileri arasındaki ilişki ortaya konulmuş, mücadeleye esas olmak üzere yapay zekâ tekniklerinden yararlanılarak, sürvey ve mücadele zamanını en az hata ile belirleyen bir

tahmin-uyarı sistemi oluşturulmuş, prototip yazılımı yapılarak iki yıl süre ile Aksaray ve Kırşehir illerinde yazılımın güvenilirliği test edilmiştir. (Kaynak: TAGEM-BS-12/12-01/01-03 proje numarası ile Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yürütülmüştür.)



Şekil 7. Süne Uyarı Sistemi iş akış şeması

• **Hayvan Takip Sistemi geliştirme çalışmaları başladı.** Dünyada bir ilk olan "Hayvan Takip Sistemi" ile hayvanların canlı olup olmadığı, hangi koordinatlarda bulunduğu gibi bilgilerle her zaman hayvanların tam sayımını sağlayacak ve sanal karantina uygulamaları, el terminaleri ile hayvan sağlığı hizmetlerinde uygulayıcılara kolaylıklar sağlayarak işletme yönetimi basitleştirilecektir. Ayrıca belirli hayvan davranışlarının (kızgınlık, ruminasyon karakteristiğinin, kulak iç yüzey sıcaklığı değişimi değeri) hayvan takip cihazından elde edilecek veriler kullanılarak hayvan takip sistemi yazılımında Ar-Ge kapsamında analiz edilmesi planlanmaktadır. Söz konusu proje da yaygın pilot uygulaması gerçekleştirilecektir. Yaklaşık 20.000 adet büyükbaş hayvan sisteme dahil edilerek izlenecektir. Toplanan veriler makina öğrenmesi ile algoritmalar oluşturulacaktır. (Kaynak: Proje, TAGEM Uluslararası Hayvancılık Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü ve ASELANNET tarafından yürütülmektedir.)



Şekil 8. Elektronik Hayvan Takip Sistemi Arayüzü

Dünya'da 1990'ların başından itibaren bilgi teknolojilerinin gelişimiyle, insana, bitkiye, hayvana ve çevreye duyarlı, üretimde kalite

ve verimlilik faktörlerini ön planda tutan bir değişim süreci geçirilmektedir. Bu değişime ayak uydurmak ve rekabet gücünün artırılmasında kilit bir unsur Ar-Ge çalışmalarıdır. Türkiye'nin en büyük Ar-Ge organizasyonu olan Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Tarım 4.0 konusunda kendi enstitülerinde yapmış olduğu çalışmalara ilaveten özel sektöre de destek vermektedir. Rekabet gücünün artırılabilmesi ise; eğitilmiş ve kaliteli insan kaynağına, doğal kaynakların verimli kullanılmasına ve geliştirilmesine ve teknolojik gelişmelere hızlı bir şekilde uyum sağlamaya bağlıdır. Çeşitliliğin arttığı, rekabetin kızıştığı ve sınırların ortadan kalktığı piyasa koşullarında, sürdürülebilir üretimin temel dayanak noktası Ar-Ge ve inovasyon olarak ortaya çıkıyor. Ar-Ge harcamaları aynı zamanda bir yatırım niteliğindedir ve öyle ki Ar-Ge yatırımları için yapılan harcamalar yapılan harcama miktarından daha fazla bir getiri sağlayacağından ötürü bu harcamalar yapılmaktadır (Ağır ve Utlu, 2011: 269-280). Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü olarak Tarım 4.0 konusunda özel sektöre vermiş olduğumuz destek miktarı 2020 yılına kadar 7 milyon TL olduğu saptanmıştır.

Türkiye'nin Diğer Ülkeler ile Karşılaştırılması

CEMA (Avrupa Tarım Makineleri Birliği) "Tarım 4.0: Tarımın Geleceği" Raporu'nda, Avrupa'da yıllık cirosu 26 milyar avro olan, 450 farklı tarım makinesi üreten 4.500 üretici olduğu ve bu sektörde 135.000 kişinin istihdam edildiği belirtilmektedir. Aynı rapora göre, Avrupa'da satılan yeni tarım ekipmanlarının %70 ile %80'inde hassas tarım teknolojisi bileşeni yer almaktadır. Akıllı tarım uygulamalarının 2030 yılına kadar, tarım sektörünü en fazla etkileyecek olan faktör olacağı ve AB tarımının sürdürülebilirliğinin sağlanmasında itici rol oynayacağı bu raporda vurgulanan bir başka noktadır.

ABD Federal Tarım Departmanı hem üretim için entegre teknolojilere teşvikler vermekte hem de çiftçilere tarımsal teknoloji kullanabilmeleri için çeşitli destek imkanları sunmaktadır. İsrail, tarım teknolojilerinden özellikle sulama sistemleri, biyoteknoloji ve atık suyun yeniden kullanımına yönelik teknolojileri desteklemektedir. Öyle ki, tarım teknolojileri alanında yapılan araştırma geliştirme harcamaları, İsrail'in bütçesinin %17'sini oluşturmaktadır. İsrail tarım sektörünün dönüşümünde, tarım teknolojisi alanındaki yeni teknolojik girişim şirketlerinin

etkisi büyüktür. Japonya Tarım, Ormanlık ve Balıkçılık Bakanlığı'nın yayınladığı Gıda, Tarım ve Kırsal Alanlar Yıllık Raporu'na (2016) göre, girdi maliyetlerinin azaltılmasında en önemli etken olarak tarımsal teknolojiler görülmektedir. Teknolojik gelişmeler sayesinde, Japonya'nın tarım ihracatı %24 artarak 35 milyar dolarlık gelir sağlanmıştır.

AB'deki tarımsal işletmelerin %86'sı 20 hektarın altında bir alana sahip olup Avrupa kırsal ekonomisi ise büyük ölçüde küçük tarımsal işletmelere bağlıdır. Bununla birlikte mevcut durumda çiftçilerinin %25'inden daha azı akıllı tarım teknolojilerine erişim sağlayabilmektedir. 50 ha'dan küçük çiftliklerin büyük çoğunun hassas teknolojilere yeterince erişimi yoktur. 100 ha'dan büyük çiftliklerin büyük çoğunluğunun ise temel akıllı tarım teknolojilerinden en azından birine erişimi vardır*. 100 hektarın altındaki çiftlikler (AB'deki tarım işletmelerinin %97'si) için akıllı tarım teknolojilerinin alımını destekleyecek bir eylem planının olmaması halinde bu çiftliklerin ABD, Kanada ve Yeni Zelanda'daki çiftliklerle rekabet edebilmesinin zorlaşacağına vurgu yapılmıştır. Avrupa'da satılan yeni tarım ekipmanlarının %70 ile %80'inde akıllı tarım teknolojisi bileşeni yer almaktadır. Avrupa'da satılan yeni tarım ekipmanlarının %70 ile %80'inde akıllı tarım teknolojisi bileşeni yer almaktadır.

Tarım ve Makine Sanayi Etkileşimi Raporunda belirtildiği üzere ülkemiz Tarım Makineleri Sektöründe ulaşılan konum dış ticaret verileri üzerinden değerlendirildiğinde, daha ölçülebilir sonuçlara ulaşılmaktadır. Buna göre 2000'lerin başında 20-30 milyon USD seviyesinde ekipman, 30-40 milyon USD seviyesinde traktör ihracatı yapan ve dış ticaret açığı veren Türk Tarım Makineleri Endüstrisi, bugün 1 milyar USD seviyesini aşan ihracatı ile dış ticaret dengesini kurmaya hatta fazlasını vermeye başlamıştır. Bu değişim, ihracat sıralamasından da izlenebilir. 2001 yılında 31. sırada olan ve toplam ihracattan binde 3 pay alan Türkiye, 2019 yılını 16. sırada tamamlamış ve toplamdan aldığı payı binde 15'e yükseltmiştir.

Modern tarımın en önemli göstergesi olan traktör elektrikli olması ile yenilikçi bir yaklaşım kazanmıştır. Almanya'da sektörün öncü bir firması, gerçek çalışma koşullarında 5 saate kadar çalışabilen 50 kW güç çıkışlı bir bataryalı kompakt

bir elektrikli traktörü 2017 yılında deneme amaçlı olarak piyasaya sürmüştür. Elektrikli traktörler konusunda Çin’de, Hindistan’da, İsviçre’de ve Kanada’da çalışmalar mevcuttur. Ticarileşme kısmında Hindistan ve Çin başı çekmektedir.

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2019 yılında başlatılan çalışma kapsamında Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) öncülüğünde bir prototip geliştirilmiştir. 75kW (105 BG) gücündeki tarla sınıfı bu elektrikli traktör, 4 teker tahrikli manevra ve dümenleme kabiliyetine sahiptir. 236 adet prizmatik LiPO4 bataryanın seri olarak bağlanmasıyla 53 kWh batarya kapasitesine ulaşıldığı, batarya şarj sisteminin kablolu şarj fişi (plug-in) bağlantısına uygun bir şekilde tasarlandığı ve şarj için trifaze prize ihtiyaç duymaktadır.

Saha denemeleri Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsünde yapılan elektrikli traktörün, muadili dizel traktörle karşılaştırmalı denemelerinde 4 soklu pulluk ile 30 cm iş derinliğinde çalışma koşulları için 500 saatlik kullanımda elektrikli traktör için yıllık enerji maliyeti 11.992,25 TL ve dizel yakıtlı traktörde yıllık yakıt maliyeti 96.525 TL olarak hesaplanmaktadır. Bu rakamlar sonucunda elektrikli traktör ile dizel traktör arasında yakıt masrafı olarak 8 katlık farkı ortaya koymaktadır.

Denemeler ve hesaplamalar tarımsal mekanizasyonda en çok güç gerektiren toprak işleme işi üzerinden yapılmıştır. Ekim, bakım ve gübreleme işleri dikkate alındığında tüketimler

doğru orantılı şekilde düşecektir. Elektrikli traktör yaklaşık 1,7 kat daha fazla güç oluşturmuş 8 kat daha az yakıt tüketmiştir.

Diğer bir prototip ise 65 BG gücünde elektrikli bahçe traktörüdür. Proje kapsamında özgün şasi tasarlanmış olup dış tasarım ile ilgili tasarımcı ile çalışılmaktadır. 65 BG gücünde elektrikli traktör prototipi atölye aşamasında olup tamamlanmak üzeredir. İşletme maliyetlerinin elektrikli traktör ile birlikte 20’de 1 seviyelerine düşmesi beklenmektedir. (Kaynak: Projeler, TAGEM; Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü, Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü ve TREV firması işbirliği ile yürütülmüştür.)

Makinaların giderek daha kapasiteli ve deyim yerindeyse “akıllı” hale geldiği bir dönemde, FAO- TAGEM İşbirliği ile TCP-Ulusal E-Tarım Stratejisinin Geliştirilmesinin Desteklenmesi Projesi başlatılmıştır. Projenin amacı Türkiye tarımında dijitalleşmenin mevcut durumunun tespit edilmesi, iyi uygulama örneklerinin ortaya konulması ve Ulusal E-Tarım Stratejisinin geliştirilmesidir. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü koordinasyonunda çalışmalara başlanmıştır. Proje Bakanlığımızın tüm uygulayıcı ana hizmet birimlerinden hem teknik düzeyde hem de yönetici düzeyde temsili ile yürütülmektedir. (Kaynak: Projede Ziraat Odaları Merkez Birliği, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, Haberleşme Genel Müdürlüğü, Ankara Üniversitesi projenin ana paydaşlarıdır.)

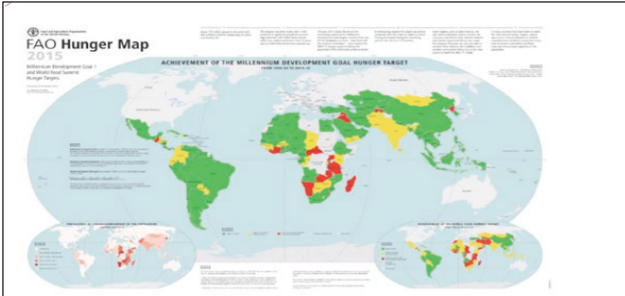


Şekil 9. 105 BG gücünde Yerli Elektrikli Traktör Prototipi (TAGEM)

Tarım 4.0 Gelecek Beklentileri

FAO tarafından hazırlanan "How to Feed the World in 2050" adlı çalışmada, 2017 yılı itibarıyla yaklaşık 7 milyar nüfusa sahip dünyada nüfusun 2050'de yüzde 34 artışla 9,1 milyara ulaşacağı ve dünya nüfusunun beslenmesi sorunu tüm ülkelerin ve uluslararası kuruluşların öncelikli politika alanlarından birisi olacağı belirtilmektedir. FAO bu artışların sağlanması için verim ve ürün alma yoğunluğu artışının yanında ülkelerin tarımsal Ar-Ge alanına yatırımlarını yönlendirmesini ve bu alana politika önceliği vermesini tavsiye etmektedir. Türkiye tarafından FAO çalışmasında belirtilen hususların dikkate alınması ve özellikle tarımsal Ar-Ge ile bahse konu üretim artışlarının sağlanması için gerekli çalışmaların sürdürülmesi önem arz etmektedir.

FAO genel olarak 2050'de dünya nüfusunun 9 milyar olacağından ve 2050'de gıda ihtiyacında %60 artış daha yüksek olacağından hareketle küresel tarım ve gıda arzının artması gerektiğini ifade etmektedir. FAO yaptığı çalışmaları dünya açlık haritası olarak yayınlamaktadır. Şekil 15'te FAO tarafından hazırlanan 2018 yılı dünya açlık haritası görülmektedir.



Şekil 10. FAO 2015 Dünya Açlık Haritası (Kaynak: FAO)

Haritada kırmızı olan yerler şiddetli ve kronik açlığın yaşandığı sarı olan yerler ise açlık ve yetersiz beslenmenin görüldüğü, yeşil alanlar ise bugün için bir açlık sorunu olmayan, gri boyalı ülkeler ise veri alınamayan veya açlıkla ilgili sorunu olmayan ülkeleri tarif etmektedir. FAO bir ülkedeki açlık durumunu ise 5 seviyede ölçmektedir. İnsanlık geçmişte de, bugünde gıda yetersizliğinden yani açlık veya kıtlıktan dolayı çok kayıp vermiştir, vermeye de devam etmektedir. Biyoloji-teknoloji birlikteliğinin geliştireceği Drone ile ilaçlama, izleme, biyoteknoloji uygulamaları, moleküler ıslah ve kapalı alanlarda yapılacak bilimsel çalışmalar

Hayvancılık sektöründe teknoloji kullanımının artması nedeniyle akıllı tarımın önümüzdeki dönemde sektörde ileri teknoloji mekanizasyonunun kullanılması açısından önemini koruması beklenmektedir. Ayrıca nesnelerin interneti (internet of things) ile bağlantılı sürü yönetimi sistemi, sağlık, besleme ve verimlilik takibi sistemleri gibi birçok sistemin geliştirilerek gelecekte sektörün kullanımına sunulması beklenmektedir.

SONUÇLAR

Türkiye dünyanın en büyük 10 tarımsal ekonomisi arasında yer almakta ve Avrupa'nın en büyük tarımsal üreticisi konumundadır. Öte yandan sahip olduğu tarımsal alan varlığı, görece genç nüfusu, orta doğu, Avrupa, Orta Asya gibi pazarlara yakınlığı düşünüldüğünde önemli bir potansiyele sahiptir. Bilgi ve iletişim teknolojilerini değer zincirinin tüm aşamaları için tarıma entegre ederek sahip olunan bu tarımsal potansiyelden maksimum derecede yararlanabilmektir. Potansiyeli maksimize etmek için tarım sektöründe dijitalleşmeyi yaygınlaştırmak ve desteklemek son derece önemlidir.

Küçük çiftçilerin desteklenmesi ve arazi, teknoloji ve piyasalara eşit erişimlerini destekleyen sürdürülebilir tarım uygulamalarının teşvik edilmesi ile beraber tarımda verimliliği artırmak için altyapı ve teknolojiye yatırım yapılması gerekmektedir. Böylece rekabetçi bir üretim ile gıda güvenliği sağlanabilir.

Çeşitliliğin arttığı, rekabetin kızıştığı ve sınırların ortadan kalktığı piyasa koşullarında, sürdürülebilir üretimin temel dayanak noktası Ar-Ge ve inovasyon olarak ortaya çıkmaktadır.

Özellikle Tarım makineleri endüstrisinde yeterli ölçüde Ar-Ge yapıldığından söz edilmesi mümkün değildir. Çalışmalar daha çok ürün geliştirme olarak tanımlanır. Bakanlığımız sektördeki Ar-Ge açığını ortadan kaldırmak için Tarımsal Mekanizasyon Alt Yapı Geliştirme projesi ile Tarım ve Orman Bakanlığı TAGEM Araştırma Enstitülerinde tarımsal mekanizasyon ve bilişim teknolojileri düzeyinde dünyanın ileri teknolojilerini yakalamak, seviyeyi yükseltmek, edinilen teknolojik bilgiyle yeniden üretebilme ve tasarımıyla yeteneğini kazanmak, tarım makinaları konusunda uzmanlaşmak için faaliyetlerini sürdürmektedir.

KAYNAKLAR

Ağır H. ve Utlu S., 2011. "AR-GE Harcamaları ile Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkileri: OECD Ülkeleri Örneği". Uluslararası 9. Bilgi Ekonomi ve Yönetim Kongresi Bildirileri, 2011, 269-280.

Birişik, N., 2019. Küresel ve Ulusal Ölçekte Tarım ve Gıda Politikaları "Gerçekler, Sorunlar ve Çözüm Önerileri" Memur-Sen Konfederasyonu Tarım-Orman Çalışanları Birliği Sendikası Yayınları, ISBN 978-605-85250-2-3. 303 s.

FAO www.fao.org

<https://www.ietfforall.com/smart-farming-future-of-agriculture>

Anonim 2020 <https://www.oaibftp.com/arge3/tar-mak-etk-rap.pdf>

<https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/S%C3%BCT%20Sekt%C3%B6r%20Politika%20Belgesi%202018-2022.pdf> Aksoy, A. R., Hayvan Islahı Ders Notları, Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Kars 2003.

<https://www.tr.undp.org/content/turkey/tr/home/sustainable-development-goals/goal-2-zero-hunger.html>

https://www.taider.org.tr/images/belgeler/kuresel_rekabet_gucunun_anahtari_arge_ve_inovasyon.pdf.