

ISSN 1306-0007  
e-ISSN 2651-4230

# TARIM MAKİNALARI BİLİMİ DERGİSİ

Journal of Agricultural Machinery Science



2023

CİLT  
VOLUME

19

SAYI  
NUMBER

3

**Tarım Makinaları Derneği Yayınıdır**  
*Published by Agricultural Machinery Association*

**DERGİMİZİN BU SAYISI, TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ İLE  
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMLERİMİZDEN EMEKLİ OLAN HOCALARIMIZA İTHAFEN  
ÇIKARILMIŞTIR.**

*Alfabetik sırayla*

Prof. Dr. Kamil ALİBAŞ

Prof. Dr. Selçuk ARIN

Prof. Dr. Musa AYIK

Prof. Dr. Erdem AYKAS

Prof. Dr. Hasan BAL

Prof. Dr. Ali BAŞÇETİNÇELİK

Prof. Dr. Halil BÖLÜKOĞLU

Prof. Dr. İbrahim ÇİLİNGİR

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet DARGA

Prof. Dr. Fikret DEMİR

Prof. Dr. Mehmet DİLMAÇ

Prof. Dr. Bilge ERDİLLER

Prof. Dr. Doğan ERDOĞAN

Prof. Dr. Yücel ERKMEN

Prof. Dr. H. Ünal EVCİM

Prof. Dr. Bahri GÖKÇEBAY

Dr. Öğr. Üyesi Ercan GÜLSOYLU

Prof. Dr. Emin GÜZEL

Prof. Dr. Tülay HARZADIN

Prof. Dr. Alim IŞIK

Prof. Dr. Mazhar KARA

Prof. Dr. Ali KASAP

Prof. Dr. Rahmi KESKİN

Prof. Dr. Vahit KİRİŞÇİ

Prof. Dr. Mustafa KONAK

Prof. Dr. Tahsin KUT

Prof. Dr. Rasim OKURSOY

Prof. Dr. İsmet ÖNAL

Prof. Dr. M. Tunç ÖZCAN

Prof. Dr. Aziz ÖZMERZİ

Prof. Dr. Ahmet PEKER

Prof. Dr. Yunus PINAR

Prof. Dr. Numan SUNGUR

Prof. Dr. İ. Kurtuluş TUNCER

Prof. Dr. Rauf UÇUCU

Prof. Dr. M. Ediz ULUSOY

Prof. Dr. Erdoğan UZ

Prof. Dr. M. Özcan ÜLTANIR

Prof. Dr. A. Kadir YAĞCIOĞLU

Prof. Dr. Osman YALDIZ

Prof. Dr. Şinasi YETKİN

Prof. Dr. Yılmaz YILDIZ

Dr. Öğr. Üyesi Gürcan YÜKSEL

Prof. Dr. Yusuf ZEREN

Öğ. Gör. Dr. Muharrem ZEYTİNOĞLU

YIL (YEAR) 2023

CİLT (VOLUME) 19

SAYI (ISSUE) 3

**Sahibi (President)**

**Tarım Makinaları Derneği Adına**  
(On Behalf of Agricultural Machinery Association)

**Can ERTEKİN**

*Akdeniz Üniversitesi, Antalya*

**Editör Kurulu (Editorial Board)**

**Sayı Editörü (Issue Editor)**

İlknur ALİBAŞ

*Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa*

**Editörler (Editors)**

Türkan AKTAŞ

*Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ*

İlknur ALİBAŞ

*Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa*

Recep KÜLCÜ

*Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta*

**Alan Editörleri (Field Editors)**

Zeliha Bereket BARUT

*Çukurova Üniversitesi, Adana*

Heinz BERNHARDT

*Technical University of Munich, Germany*

Sorin-Stefan BIRIS

*Politehnica University of Bucharest, Romania*

H. Kürşat ÇELİK

*Akdeniz Üniversitesi, Antalya*

Osman GÖKDOĞAN

*Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta*

Shoojin JUN

*Hawaii University, USA*

Gülden ÖZGÜNALTAY ERTUĞRUL

*Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir*

Habip KOCABIYIK

*18 Mart Üniversitesi, Çanakkale*

Y. Benal ÖZTEKİN

*Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun*

Bernhard STREIT

*Bern University of Applied Sciences,  
Switzerland*

Shuichi YAMAMOTO

*Yamaguchi University, Japan*

Hüseyin YÜRDEM

*Ege Üniversitesi, İzmir*

Zeynep DUMANOĞLU

*Bingöl Üniversitesi, Bingöl*

**Mizanpaj Editörü (Layout Editor)**

Ahmet SÜSLÜ

### Dergi Hakkında (About Journal)

**Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, Tarım Makinaları Derneği'nin bir yayımıdır.  
Tarım Makinaları Bilimi Dergisi yılda üç sayı olarak yayınlanır.**

(Journal of Agricultural Machinery Science is published three times in a year by  
Agricultural Machinery Association.)

### Yayın Hakları (Copyright Policies)

**Bu derginin yayın hakları Tarım Makinaları Derneği'ne aittir. Derginin hiç bir  
bölümü, yayıncının izni olmaksızın, herhangi bir şekilde çoğaltılamaz.**

(All rights reserved. No part of this publication may be reproduced in any form without the  
prior permission of the publisher.)

### Tarandığı İndeksler (Indexing)



**ROOT  
INDEXING**



**Google  
Scholar**



**Academic  
Journal  
Index**

**ESJI**

**Eurasian  
Scientific  
Journal Index**



**ASOS  
INDEX**



### Tarım Makinaları Derneği (TARMAKDER)

**Yazışma Adresi (Correspondence Address)**

**Dernek Adresi (Association Address)**

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve  
Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Antalya  
ertekin@akdeniz.edu.tr +90 505 257 90 80

1462. Sok. No:33  
Alsancak - İzmir / Türkiye  
<https://www.tarmakder.org.tr>

## İçindekiler (Contents)

Sayfa (Page)

### **Bahçe Bitkileri Yetiştiriciliğinde Kullanılan Dijital Tarım Teknolojileri**

Digital Agriculture Technologies Used in Horticultural Cultivation  
Mehmet Metin ÖZGÜVEN

174-193

### **Yalova Yöresi Elma Bahçelerinde Bazı Zemin Yönetimi Konularının Meyve Kalitesine Etkisi**

The Effect of Some Soil Management Issues on Fruit Quality in Yalova Region Apple Orchards  
Muammer YALÇIN, Adnan DOĞAN, Arzu ŞEN

194-214

### **Adana ve Mersin İllerinin Tarımsal Mekanizasyon Düzeyi, Toprak İşleme ve Ekim Makinaları Projeksiyonu**

Agricultural Mechanization Level, Soil Tillage and Sowing Machinery Projection of Adana and Mersin Provinces  
Esra Nur GÜL, Hamide ERSOY, Ebubekir ALTUNTAŞ

215-233

### **Using Internet of Things for Sustainability in Agriculture in The Pandemic**

Pandemide Tarımda Sürdürülebilirlik için Nesnelerin İnterneti Kullanımı  
Alaattin PARLAKKILIÇ

234-245


### **Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Bazı Yağlık Tarla Bitkilerinin Üretimine İlişkin Karbondioksit Emisyonları**

Carbon Dioxide Emissions Related to the Production of Some Oil Field Crops Grown in the Eastern Mediterranean Region  
Mehmet Emin BİLGİLİ, Hamza KUZU, Ali AYBEK

246-257

## Bahçe Bitkileri Yetiştiriciliğinde Kullanılan Dijital Tarım Teknolojileri

### Digital Agriculture Technologies Used in Horticultural Cultivation

Mehmet Metin Özgüven<sup>1,\*</sup> 

<sup>1</sup> Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye.

\* Corresponding author (Sorumlu Yazar): M.M. Özgüven, e-mail (e-posta): [mmozguven@ankara.edu.tr](mailto:mmozguven@ankara.edu.tr)

#### Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 29.01.2023  
Düzeltilme tarihi : 19.07.2023  
Kabul tarihi : 09.08.2023

#### Anahtar Kelimeler:

Hassas Tarım  
IoT  
İHA  
Yapay Zeka  
Tarım Robotu

#### Atf için:

Özgüven, M. M., (2023). "Bahçe Bitkileri Yetiştiriciliğinde Kullanılan Dijital Tarım Teknolojileri", *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 19(3): 174-193.

#### ÖZET

Tarımsal üretimde bulunan ürün çeşitliliği, yetiştiricilik alanlarının çok çeşitli olması ve yetiştiriciliğin emek yoğun olarak yapılması nedeniyle tarımsal faaliyetler sırasında birçok sorunla karşılaşmaktadır. Tarımsal üretim ve yetiştiricilik sırasında hastalık, zararlı, ekonomik kriz, kuraklık, dolu, sel gibi çok çeşitli zorluk ve belirsizlikle mücadele edilmektedir. Teknolojinin sunduğu teknik imkanlar, birçok tarımsal işlemin kolaylaştırılmasını, mevcut bazı sorunlara alternatif çözümler getirmesini ve özellikle üretim ve uygulamaların doğru ve zamanında yapılmasını sağlamasıyla, tarımsal üretimin etkin, verimli ve kaliteli yapılmasına önemli katkılar sağlamaktadır. Ayrıca dünya nüfusunun artması ve tarımsal alanların azalmasına bağlı olarak artan gıda talebinin karşılanması için teknoloji kullanımı zorunlu hale gelmiştir. Dijital tarım kavramı günlük hayatımıza yakın bir zamanda girmiştir. Dijital tarım, hassas tarım, akıllı tarım ve Tarım 5.0 gibi kavramlar yanlışlıkla birbirleri yerine kullanılabilir. Bunun nedeni, herbir kavramda makine mühendisliği, yazılım mühendisliği, elektronik mühendisliği gibi bir dizi teknik disiplinde uzmanlık gerektiren konuların bulunmasıdır. Dijital tarım kavramı en çok hassas tarım teknolojisi ile karıştırılmaktadır. Hassas tarım uygulamaları denildiğinde ise genelde akla tarla tarımı gelmektedir. Bunun sebebi hassas tarım teknolojilerinde geliştirilen sensör, cihaz, ekipman ve sistemlerin tarla tarımına daha uygun olması ve hassas tarımın tarla tarımında daha yoğun kullanılmasıdır. Bu çalışmada, bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde kullanılan hassas tarım, kamera-sensörler, uzaktan algılama, IoT, İHA, yapay zeka-makine öğrenmesi, tarım robotları, görüntü işleme ve makine görüşü gibi dijital tarım teknolojileri örnek uygulamalarla açıklanmıştır.

#### Article Info

Received date : 29.01.2023  
Revised date : 19.07.2023  
Accepted date : 09.08.2023

#### Keywords:

Precision Agriculture  
IoT  
UAV  
Artificial Intelligence  
Agricultural Robot

#### How to Cite:

Özgüven, M. M., (2023). "Digital Agriculture Technologies Used in Horticultural Cultivation", *Journal of Agricultural Machinery Science*, 19(3): 174-193.

#### ABSTRACT

Many problems are encountered during agricultural activities due to the variety of products in agricultural production, the wide variety of cultivation areas and the labor-intensive cultivation. Various difficulties and uncertainties such as diseases, pests, economic crisis, drought, hail, flood are struggled during agricultural production and cultivation. Technical possibilities offered by technology enable many agricultural processes to be facilitated, provide alternative solutions to some existing problems and especially by ensuring that production and applications are carried out correctly and on time, it makes significant contributions to the effective, efficient and high quality of agricultural production. In addition, the use of technology has become necessary to meet the increasing food demand due to the increase in the world population and the decrease in agricultural areas. The concept of digital agriculture has recently entered our daily lives. Concepts such as digital agriculture, precision agriculture, smart agriculture and Agriculture 5.0 can be mistakenly used interchangeably. This is because each concept contains topics that require expertise in a range of technical disciplines such as mechanical engineering, software engineering, electronics engineering. The concept of digital agriculture is most often confused with precision agriculture technology. When it comes to precision agriculture practices, field agriculture generally comes to mind. The reason for this is that the sensors, devices, equipment and systems developed in precision agriculture technologies are more suitable for field agriculture and precision agriculture is used more intensively in field agriculture. In this study, digital agriculture technologies such as precision agriculture, camera-sensors, remote sensing, IoT, UAV, artificial intelligence-machine learning, agricultural robots, image processing and machine vision used in horticultural cultivation are explained with sample applications.

## 1. GİRİŞ

Bahçe bitkilerinde meyve, sebze, asma ve süs bitkilerinin ıslahı, yetiştiriciliği ve muhafazası çalışmaları yapılmaktadır. Ülkemizde 2022 yılı TÜİK verilerine göre bahçe bitkileri üretim miktarı yaklaşık 57.9 milyon tondur. Bu üretimin yaklaşık 31.6 milyon tonu sebze, 26.8 milyon tonunu ise meyve oluşturmaktadır. Süs bitkileri üretimi ise 2 milyar adet civarındadır (TÜİK, 2022). Bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde sulama, gübreleme, hastalık-zararlılarla mücadele ve hasat gibi işlemler dijital tarım teknolojilerinin sunduğu otomatik izleme, değerlendirme ve kontrol sistemleri gibi teknik imkan ve uygulama becerilerinin kullanılmasıyla daha kaliteli ve verimli üretim yapılması, minimum girdi kullanımı, daha etkin yönetim kararlar alınması, tarımsal işlemlerin optimize edilmesi, daha rekabetçi bir tarımsal üretimi mümkün hale getirmektedir.

Tarım biliminde, uzmanlık gerektiren çok çalışma alanı bulunmasının yanında tarım içerisinde biyolojik, fiziksel ve kimyasal süreçlerin bulunduğu karmaşık olaylardan oluşmaktadır. Ayrıca tarımsal üretim, kontrol altına alınamayan hava durumu, iklim, toprak özellikleri, hastalık ve zararlılar, çevre kirliliği gibi birçok faktörden olumsuz etkilenebilmektedir. Bu nedenle verimli bir tarımsal üretim için sadece uzmanlık yetmemekte, yetiştirme şartlarının da isteğe uygun olması gerekmektedir. Yetiştiriciliği yapılan bitki ve hayvanın tür ve cinsinin de uygun olması koşuluyla yetiştirme şartları optimum şekilde karşılanırsa en verimli üretim gerçekleşmiş olmaktadır. Optimum şartların sağlanması ise oldukça zor ve masraflı olabilmektedir. Bu nedenle başarılı bir tarımsal işletmecilik için her bir bileşendeki değişimler doğru ve zamanında belirlenmeli, olabilecek etkileşimlerde göz önüne alınarak yapılacak uygulamalara karar verilmelidir (Özgüven, 2023).

Bilginin elde edilmesi, işlenmesi, depolanması, aktarılması ve kullanılması süreçlerini yöneten teknolojik yöntem, model ve araçların, işlem ve hesaplama gücü yüksek, taşınabilir bilgisayarların ve donanımların piyasada kolay bulunabilir olmasıyla saha uygulamalarında kullanımı artmış ve kullanım sırasında elde edilen tecrübeye bağlı olarak da gelişme farklı alanlara da uygulanarak daha da hızlanmıştır (Özgüven vd., 2020). Tarımda mevcut bilgi ve tecrübelerin, bilgi teknolojilerinin sunduğu makine öğrenmesi, derin öğrenme, yapay zeka, modelleme ve simülasyon uygulamaları ile birlikte değerlendirilmesi sonucu gerçek zamanlı ve otomatik çalışan uzman sistemler, otonom traktör veya tarım makinaları ve tarımsal robotik uygulamaların geliştirilmesini sağlamıştır (Özgüven, 2018). Tarihsel olarak tarım; etkinliği, verimi ve karlılığı daha önce ulaşılamaz seviyelere taşıyan bir dizi devrimden geçmiştir. Önümüzdeki on yıl için piyasa tahminleri, tarımın küresel nüfusun ihtiyaçlarını karşılamasını sağlamaya yardımcı olabilecek en yeni geçişin “dijital tarım devrimi” olacağını öne sürmektedir (Trendov vd., 2019).

Dijital tarım uygulamaları, tarım alanlarından elde edilen bilgiler ve verilerin çeşitli sensör, kamera veya sistemlerden gerçek zamanlı olarak toplanması, elde edilen verilerin geliştirilen yazılımlara iletilmesi, verilerin analiz edilmesi, verilerin depolanması ve veriye bağlı işlemlerin yönetilmesi aşamalarından oluşmaktadır. Bu çalışmada, dijital tarım uygulamalarında kullanılan teknolojilerin teknik detayları örnek çalışmalar ile anlatılmaktadır.

## 2. DİJİTAL TARIM TEKNOLOJİLERİ

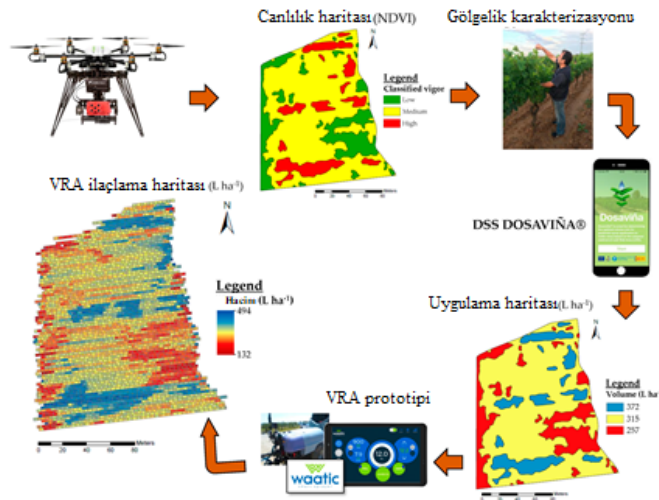
Tarım, geçmişten günümüze kadar her aşamada teknolojiler tarafından dönüştürülmüştür. Sanayi devrimleri, tarım alanında her zaman bir atılım üretmiştir. Hassas tarımın uygulanması, ilk olarak akıllı tarım ve daha sonra dijital tarıma doğru paradigma kayması ile sonuçlanmıştır (Ahmad ve Nabi, 2021). Tarımda dijitalleşme ile sistem genelinde kaynakların yönetimi optimize edilmiş, bireyselleştirilmiş ve

gerçek zamanlı olarak çalışabilmekte ve ayrıntılı izlenebilmektedir. Böylece, artan üretkenlik, maliyet verimliliği ve pazar fırsatları yoluyla ekonomik faydalar, artan iletişim ve kapsayıcılık yoluyla sosyal ve kültürel faydalar ve optimize edilmiş kaynak kullanımı ile iklim değişikliğine uyum yoluyla çevresel faydalar sağlanmaktadır (Trendov vd., 2019). Bu bölümde dijital tarım teknolojileri uygulama örneği ile birlikte maddeler halinde açıklanmaya çalışılmıştır.

## 2.1. Hassas Tarım

Hassas tarım, doğru uygulamayı, doğru yerde, doğru zamanda yapma fikridir. Bu düşünce, tarım kadar eskidir. Ancak 20. yüzyılda tarımın mekanize edilmesi sırasında, üniform tarımsal uygulamalarla büyük tarlaları işlemek için güçlü bir ekonomik baskı söz konusudur. Hassas tarım, bilgi teknolojisini kullanarak değişken oranlı uygulamayı (VRA) otomatikleştirmenin bir yolunu sağlamaktadır (Bongiovanni ve Lowenberg-Deboer, 2004). Hassas tarım uygulamaları çeşitli sensörler ve uzaktan algılama teknolojilerinin kullanılarak verilerin elde edilmesiyle başlamakta ve üretim alanının toprak analizleri ile toprak özelliklerinin belirlenmesiyle devam etmektedir. Önceki üretim sezonlarına ait verim değerleri, gübre ve ilaç uygulama normları, hastalık durumu gibi mevcut tüm bilgiler üretim alanındaki gerçek konumlarıyla ilişkilendirilerek uygulama haritaları oluşturulmaktadır. Daha sonra uygun donanım ve yazılımlar kullanılarak arazide VRA yapılmaktadır. Böylece gereksiz girdi kullanımının önüne geçilmesiyle ekonomik üretim yapılmasına katkı sağlanmakta ve bu girdilerin çevreye zarar vermesi engellenmektedir (Özgüven, 2018).

Campos vd. (2020) tarafından bağlarda değişken oranlı ilaçlama yapabilen yeni bir pülverizatör geliştirilmiş ve çalışma başarısı test edilmiştir (Şekil 1). Çalışmada, ilk olarak bağlarda ilaçlama uygulamalarında kullanılan pestisit miktarının ve hacminin doğru ve güvenli bir şekilde belirlenmesi için yeşil aksam özellikleri belirlenmiş, dört bağ arazisinde tüm büyüme mevsimi boyunca bir İHA'ya yerleştirilmiş multispektral kamera ve DOSAVIÑA karar destek sistemi kullanılarak reçeteli haritalar üretilmiştir. Daha sonra bu haritalar VRA prototipine yüklenmiş ve uygulama süreçleri tamamlandıktan sonra gerçek VRA haritalarının elde edildiği belirtilmiştir. Prototip, %20-40 aralığında kaplama değerleri ile yeterli bir püskürtme dağıtım kalitesine sahip olduğu ve geleneksel uygulama hacimlerine kıyasla külleme üzerinde biyolojik etkinlik açısından benzer sonuçlar sergilediği rapor edilmiştir.



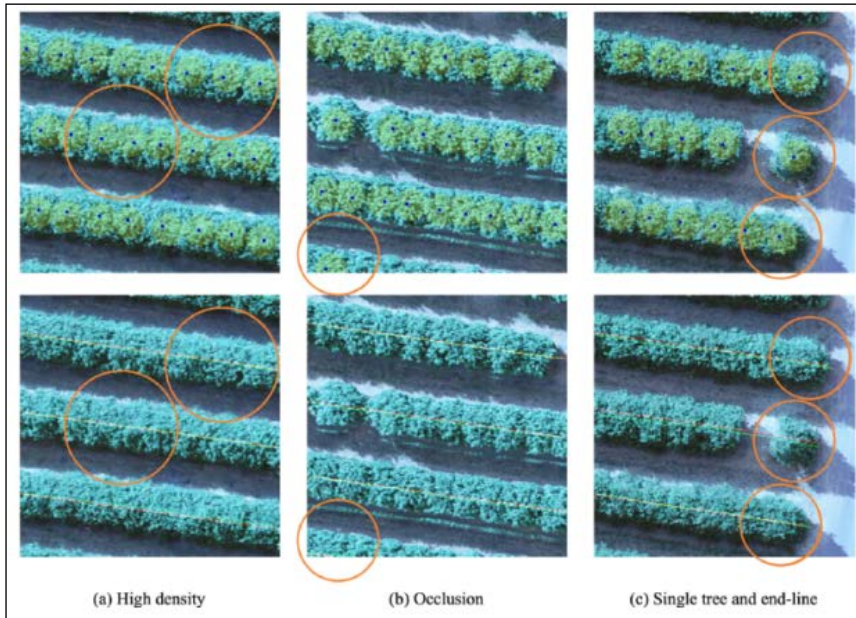
Şekil 1. Bağda değişken oranlı ilaçlama çalışması (Campos vd., 2020)



## 2.2. Kamera ve Sensörler

Tarımsal faaliyetlerde ortomozaik haritaların oluşturulması, NDVI türetilmesi, bitki özellikleri hakkında bilgi edinilmesi, bitki hastalık ve zararlılarının tespit edilmesi, nem tahmininin yapılması, ürün su stresinin izlenmesi, 3 boyutlu modelleme yapılması, arazilerin sınıflandırılması, bitki gelişiminin izlenmesi gibi bilgilerin elde edilmesi için özellikle drone ile çeşitli kamera ve sensörler kullanılabilmektedir (Özgüven vd., 2022). Tarımda yetiştiriciliğin yapıldığı ortam ve çevre şartlarının belirlenmesinde çeşitli sensörler kullanılmaktadır. Örneğin toprak özelliklerinin belirlenmesi için organik madde, pH düzeyi ve bitki besin elementleri, elektriksel iletkenlik, nem içeriği ve toprak sıkışıklığı gibi sensörler kullanılmaktadır. Ayrıca sıcaklık, nem, basınç, rüzgâr hızı, yağış, konum gibi çevre hakkında bilgi elde edilmesi için de çeşitli sensörler kullanılmaktadır.

İHA görüntülerinden bitkiyi tek tek ve plantasyon sıralarını aynı anda çıkarabilen bir mimarinin geliştirilmesi, tarımsal sistemlerin yönetimini desteklemek için önemli bir ihtiyaçtır. Bu amaçla Osco vd. (2021), yüksek yoğunluklu plantasyon konfigürasyonları dikkate alınarak narenciye bahçesindeki ağaçları (Şekil 2) sayarken aynı anda plantasyon sıralarını tespit eden ve konumlandıran bir Evrişimli Sınır Ağına (CNN) dayalı yeni bir derin öğrenme yöntemi geliştirmişlerdir. Sistemin doğru çalıştığının test edilmesi için iki veri kümesinde, farklı konumlarda, farklı ürün türleriyle ve farklı sensörler ve tarihlerdeki farklı bitki yoğunluklarında denendiği, CNN yöntemi sonuçlarının, aynı görev ve veri kümesiyle değerlendirilen diğer derin ağlardan (HRNet, Faster R-CNN ve RetinaNet) elde edilen sonuçlardan daha iyi sonuçlar verdiğini bildirilmiştir. Ayrıca önerilen yöntemin, farklı bitki türlerinden alınan İHA görüntülerinde bitkileri ve bitki sıralarını saymak ve konumlandırmak için kullanılabileceği ve karar verme modellerine uygulanmasıyla tarımsal sistemlerin sürdürülebilir yönetimine katkıda bulunabileceği belirtilmiştir.



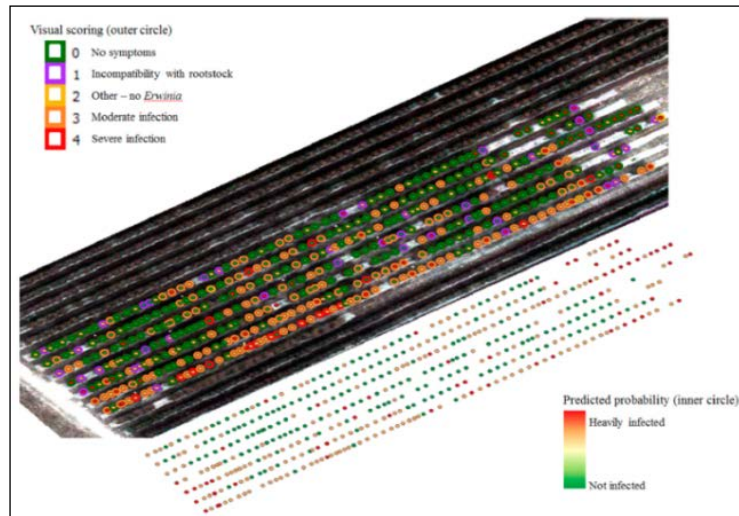
Şekil 2. Narenciye veri kümesindeki bitki ve plantasyon sıraları tespitlerinin örnekleri. Bitki ve plantasyon sıraları algılamaları sırasıyla görüntünün üst ve alt sıralarında gösterilmesi (Osco vd., 2021)

### 2.3. Uzaktan Algılama

Güneş ışınımı elektromanyetik dalgalar halinde yayılmakta ve nesnelere temas ettiğinde, cisimlerin yapısal, kimyasal ve kromatik özelliklerine göre değişen oranda bir kısmı yansıtılmakta, bir kısmı emilmekte, bir kısmı ise iletilmektedir. Böylece her nesne için var olan spektral imzalar ile nesnelere tespit edilebilmektedir. Nesnelere yayılan bu elektromanyetik dalgalar uzaktan algılama sensörleri tarafından ölçülmektedir. Ölçülen yansıma değerleri ile nesnelere çeşitli özellikleri belirlenebilmektedir.

Yaprak renkleri, dokuları, şekilleri ya da yaprakların bitkilere nasıl bağlandığı arasındaki farklar, ne kadar enerjinin yansıtılacağını, emildiğini ya da iletileceğini belirlemektedir (Nowatzki vd., 2004). Ayrıca yakın zamanlarda İHA'lara entegre edilebilen küçük boyutlu ve hafif sensörlerden oluşan çok popüler ve uygun maliyetli bir uzaktan algılama teknolojisi olarak ortaya çıkmıştır (Adão vd., 2017).

Armut üretim alanlarında ateş yanıklığının kontrol altında tutulması, bahçelerin bu hastalığa karşı düzenli görsel denetimlerine bağlıdır. Ancak, görsel izleme emek yoğun ve zaman alıcıdır. Bu soruna çözüm bulunması amacıyla mevcut saha incelemelerinin İHA'lar üzerinde takılı spektral sensörler ile yapılması, daha geniş alanların kısa sürede izlenmesini mümkün kılmaktadır. Schoofs vd. (2020) çalışmalarında, hiperspektral bir COSI-cam kamera taşıyan bir İHA platformu kullanarak, aşırı derecede enfekte bir armut bahçesini haritalamışlardır. Çalışmada uzmanlar tarafından sağlıklı ve enfekte ağaçların sınıflandırıldığı, incelenen 440 ağaçtan modelleme için eğitim setini oluşturmak üzere mevsim boyunca görünür hastalık semptomları gösteren 24 referans "enfekte" ağaç ve 23 referans "sağlıklı" ağacın seçildiği ve modellemede standartlaştırılmış fark bitki örtüsü indeksi (SDVI) ve ağaç tabanlı sınıflandırma modelinin (TBM) kullanıldığı bildirilmiştir. Araştırmacılar çalışma sonunda, her iki yöntemde de (SDVI ve TBM), 611 nm (RED) ve 784 nm (NIR) dalga boyları, farklı dalga boylarının veya bunların doğrusal kombinasyonlarının ayırt edici performansını değerlendirmek ve karşılaştırmak için kullanılan istatistiksel ölçüsü olan C-indeksi değerlerinin 0.8'in üzerinde ve %85'lik sınıflandırma doğruluğu ile ateş yanıklığı ile ilişkili semptomların tespit edilmesi için uygun bulunduğunu, enfekte olmuş piksellerin sağlıklı piksellere oranının bahçedeki her ağacın enfeksiyon olasılığını temsil etmek için kullanıldığını (Şekil 3), şekildeki kırmızının yüksek, yeşilin düşük enfeksiyon olasılığına karşılık geldiğini bildirmişlerdir.

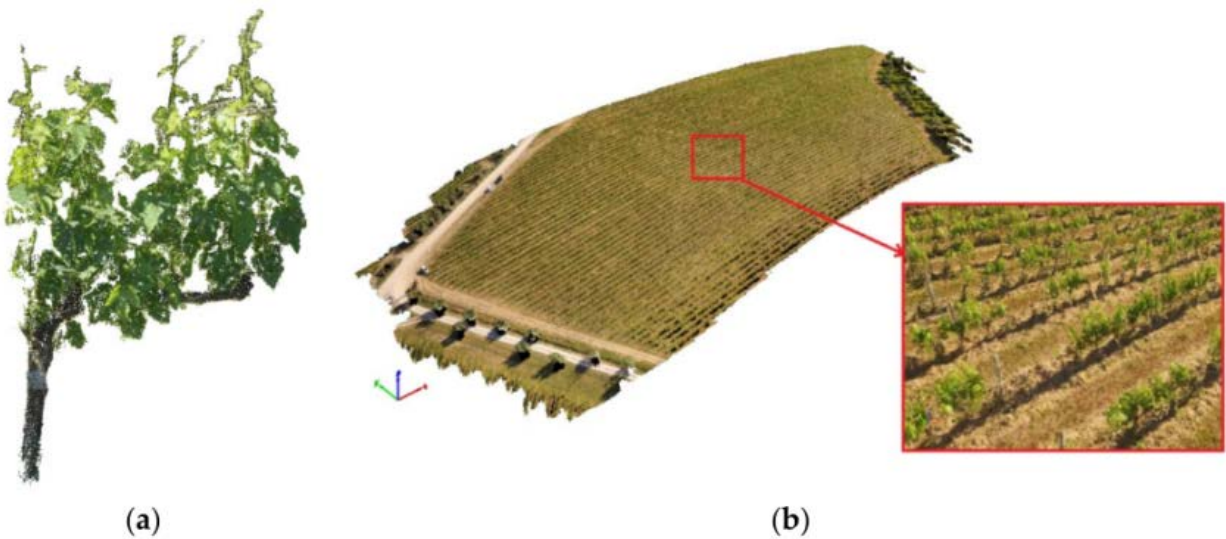


Şekil 3. Her ağaç için, görsel puanlama (dış daire) ile COSI-cam görüntülerinden hesaplanan enfeksiyon olasılığı (Schoofs vd., 2020)

## 2.4. İnsansız Hava Araçları

Drone'ların kullanım kolaylığı ve üzerlerine monte edilen kamera ve sensörlerin yetenekleri nedeniyle, tarımda genellikle tespit, izleme, inceleme, kontrol, değerlendirme, karar verme, sınıflandırma, haritalama, algılama, tahmin, araştırma, yönetim vb. görevlerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Özgüven ve Yanar, 2022). Bitki büyümesi sırasında bitki fizyolojisi, genetiği ve çevresel koşullarının kritik yönlerini incelemek için bitki boyu ölçümleri yapılmaktadır. Bu işlemin manuel ve tekrarlı şekilde yapılması zor ve zaman almaktadır. Bitki boyu yüksekliğinin ölçümü için Hareketten Oluşum Fotogrametri (SfM) teknikleri kullanılarak drone görüntülerinden oluşturulan 3 boyutlu nokta bulutları ile geniş alanlarda kısa sürede ölçümler yapılabilmektedir. Ticari bir ürün olan Pix4D görüntü işleme ve sayısallaştırma yazılımı ile 3 boyutlu renkli nokta bulutu, sayısal yükseklik modeli, sayısal arazi modeli, 3 boyutlu model ve sınıflandırılmış sonuç ürün analizi yapılabilmektedir (Özgüven, 2023).

Pagliai vd. (2022) yaptıkları çalışmada, kalınlık, yükseklik ve hacim gibi kanopi boyutu parametrelerini üç farklı fenolojik aşamanın değerlendirilmesi ve test asmalarının (*Vitis vinifera* L.) 3 boyutlu nokta bulutlarının oluşturulması için Mobil Uygulama (MU), mobil lazer tarayıcı ve İHA gibi farklı dijital araçlar kullanılmıştır. Araştırmacılar, çalışmanın sonuçlarının alan içi değişkenliği ve kanopi boyutu parametrelerini tespit etme açısından tüm araçlar arasında iyi bir korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmada, bağ sıralarının ve asmaların 3 boyutlu nokta bulutunun yeniden yapılandırılması için Pix4Dmapper Pro yazılımı kullanılmıştır (Şekil 4). İHA ve MU 3 boyutlu nokta bulutları, MATLAB'da kodlanmış bir algoritma ile işlenmiştir. x, y ve z eksenlerinin bağ sırası, kanopi genişliği ve dikey eksen ile aynı hizada olduğu bir bağ sırası bölümünün 3 boyutlu nokta bulutu, yerel toprak gradyanını gözönünde bulunduran bir dizi mekansal manipülasyon yoluyla işlenmiştir. Daha sonra kanopi yoğunluğu, yüksekliği ve kalınlığı hesaplanmıştır. Mevcut kod, sayısal tanımlayıcılar olarak en iyi sayısal tanımlayıcıların kullanıldığı bildirilmiştir. Böylece kod, işlenmiş İHA ve MU 3 boyutlu nokta bulutlarını okuyabilmekte ve sonuç olarak kalınlık, yükseklik ve hacim gibi ana kanopi boyutu parametrelerini vermektedir.

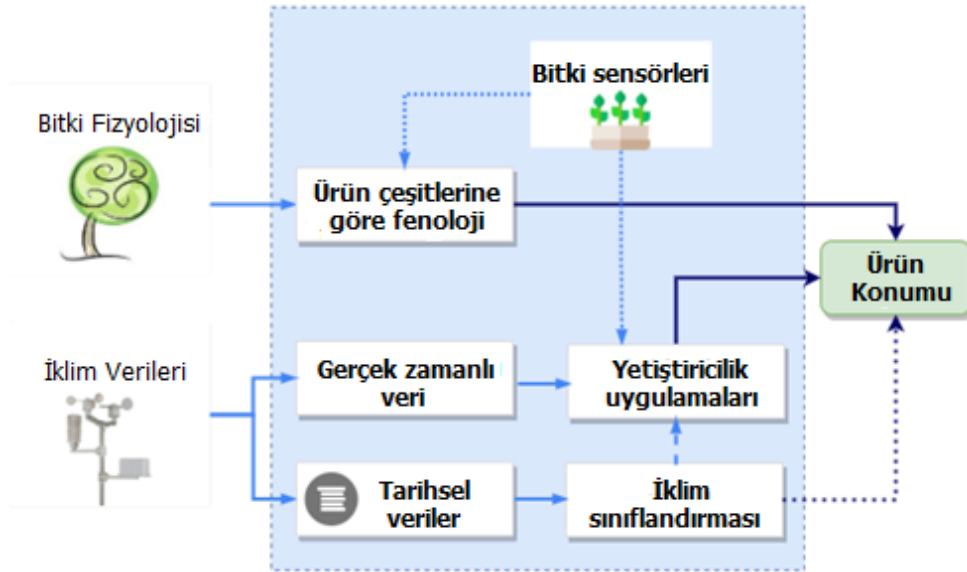


Şekil 4. Bağ sıralarının ve asmaların 3 boyutlu nokta bulutu ile yeniden yapılandırılması. (a) Pix4DMapper ile işlenen ve CloudCompare ile temizlenen MA asma nokta bulutu, (b) Pix4DMapper ile işlenen İHA bağ nokta bulutu (Pagliai vd., 2022)

## 2.5. Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin İnterneti (IoT), benzersiz bir şekilde tanımlanabilen nesnelere bilinen sensörleri, bilgi işlem cihazlarını, algoritmaları ve fiziksel nesnelere entegre eden dağıtılmış bir bilgi ve iletişim teknolojisidir (Khan, 2019). IoT teknolojisinde herhangi bir zamanda, herhangi bir yerde, her nesne, herhangi bir ağ üzerinden birbirine bağlanabilmektedir (Guillemine ve Friess, 2009). IoT'nin nihai hedefi, her alanda her şeyi internete bağlayarak yeni uygulamalar ve hizmetler üretmektir. Milyarlarca IoT cihazının internet üzerinden bağlanacağı ve bulut ve/veya sis bilişim (fog computing) teknikleri ile işlenmesi gereken çok büyük miktarda veri (Büyük Veri) oluşturarak birbirleriyle etkileşime girebilecekleri tahmin edilmektedir (Khan ve Yuce, 2019).

López-Morales vd. (2021) çalışmalarında, iklim değişikliği nedeniyle, tarım işletmeciliğinin sorunlarından birinin sert çekirdekli meyve ağaçlarının döngüsünün ilerlemesi veya bozulması olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca iklim verileri ve biyoiklim göstergelerine dayalı olarak belirli bir alanın belirli çekirdekli meyve ağaçlarının dikilmesi için minimum iklim gereksinimlerini karşılayıp karşılamadığının araştırılması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu amaçla bir IoT platformu kullanılarak bir pilot çalışma gerçekleştirmişlerdir (Şekil 5). Çalışma, hava koşullarına, diğer tarım yıllarına ait deneyimlere, tarla defterlerine ve bitki sensörlerine dayalı olarak bir alanda çeşit seçiminde karar vermeye yardımcı olan bir sistemdir. Çalışmada, çevreye daha iyi uyum sağlayan sert çekirdekli meyve çeşitlerinin geliştirilmesi don riski için önceden tahmin senaryoları simüle edilmiştir.

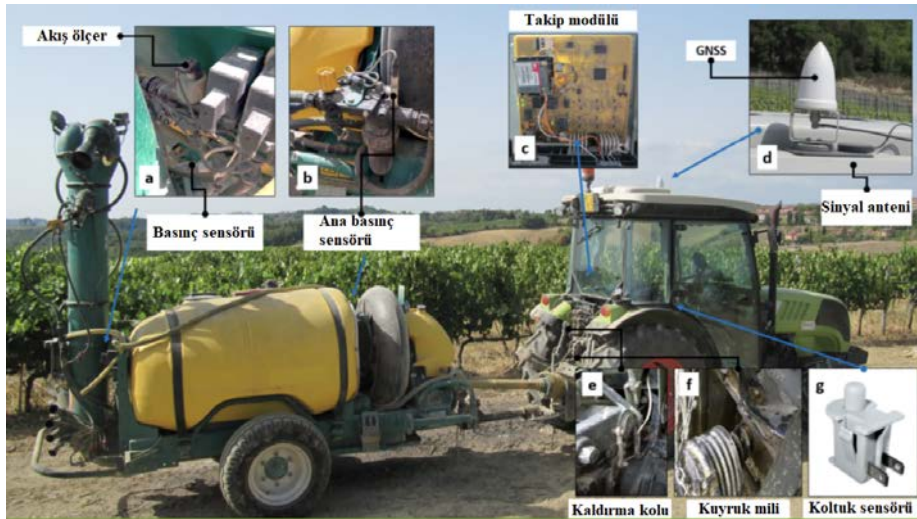


Şekil 5. Geliştirilen yöntemin akış şeması (López-Morales vd. 2021)

Telemetri, uzakta bulunan çeşitli ortamlardaki bilgilerin algılanması ve ölçülmesi, ardından bu bilgilerin merkezi veya ana konuma iletilmesi olarak tanımlanmaktadır. Telemetri uzak sahadaki bir işlemi izlemek ve kontrol etmek için kullanılmaktadır. Uzak sahada, bir sensör veya sensörler tipik olarak veri kaynağıdır. Sensörün/sensörlerin çıkışı, küçük bir bilgisayar cihazı veya RTU (Uzak Terminal Birimi) tarafından dijital verilere dönüştürülmektedir. RTU, dijital verileri hava üzerinden iletebilen bir analog sinyale dönüştüren bir modem cihazına arabirimdir. Radyo vericisi daha sonra sinyali ana radyo alıcısına iletir ve süreç tersine döner. Modem, alınan analog sinyali alır ve veri kurtarma ekipmanı tarafından işlenebilecek dijital bir forma geri dönüştürmektedir. Tipik bir

uygulamada, ana bilgisayar, uzak saha(lar)dan veri istemektedir. Baz istasyonu, uzak birime verilerini göndermesini söyleyen bir istek iletmektedir. Baz istasyonu alma moduna döner ve uzak sahadan iletimi beklemektedir. Uzaktan kumanda verilerini gönderdikten sonra, baz istasyonundan gelecek talimatları bekleyen alma moduna geri dönmektedir. Baz istasyonu uzak saha bilgilerini aldığı anda, o sahaya ek talimatlar gönderebilir veya bir sonraki uzak sahadan veri talep etmeye devam edebilmektedir. Bu yoklama işlemi, sistemdeki tüm uzaktan kumandalar verilerini gönderene kadar devam etmektedir (Kumar, 2004).

Sarri vd. (2017) yaptıkları çalışmada, üzüm üreticilerinin ilaçlama operasyonlarının performansını gerçek zamanlı olarak izlemeleri ve faydalı veriler elde etmeleri için Şekil 6'da görülen prototip telemetri sistemini geliştirmişlerdir. Prototip telemetri sistemi, veri toplama için bir izleme modülü, uzaktan izleme ve veri depolama için bir sunucu, veri iletimi için bir GSM/GPRS/GPS modülü ve pülverizatörün lokalizasyonu için bir GNSS'den oluşmaktadır. Elde edilebilen veriler enlem, boylam, pülverizatörün ilerleme hızı, üç nokta askı sisteminin durumu, PTO, püskürtme borusunun çalışma tarafı (sol ve sağ), operatörün varlığı, santrifüj pompadaki ve püskürtme borusundaki basınç değerleri ve akış hızıdır. Araştırmacılar tarafından geliştirilen bu telemetri sistemi, tüm bileşenlerin düzgün çalışıp çalışmadığının değerlendirilmesi için farklı üzüm bağlarında test edilmiştir. Çalışma sonunda araştırmacılar, telemetri sisteminin sensörleri tarafından ölçülen püskürtme basıncının ve akış hızının, pülverizatörün düzenlenmesi için tanımlanan teorik değerlere benzer olduğunu ve sağlanan ilerleme hızından türetilen bir sayı olan uygulama hızının tahmini değerinin de teorik değere benzer olduğunu ve bunun da telemetri sistemi tarafından kaydedilen ilerleme hızının doğru olduğunu gösterildiğini bildirmişlerdir.



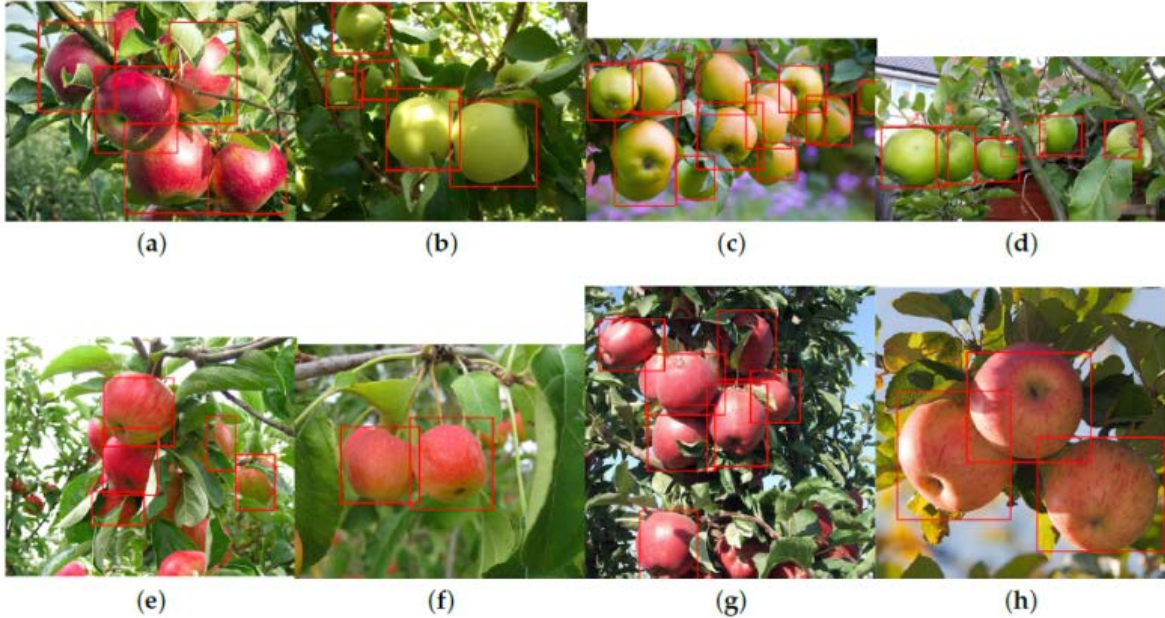
Şekil 6. Prototip telemetri sistem mimarisini. a) ve b) pülverizatör üzerindeki sensörler, c) yerleşik izleme modülü, d) traktör çatısına yerleştirilen haberleşme cihazları, e), f) ve g) sürüş durumunu izlemek için traktöre monte edilmiş sensörler (Sarri vd., 2017).

## 2.6. Yapay Zeka ve Makine Öğrenmesi

Yapay zeka insan zekasının sahip olduğu algılama, öğrenme, geçmiş tecrübe ve düşünme yeteneğinin bilgisayar, makine veya sistemlere kazandırılarak yeni durumlar karşısında karar vermesini sağlaması ve gerekli işlemi yapabilmesidir. Bu karar verme işlemi sırasında insan zekası

tarafından ilgili konunun hangi parametrelerine bakılıp değerlendiriliyorsa, yapay zekaya bu değişkenler öğretilmekte ve karar vermenin sağlanması için de insanın zihinsel fonksiyonlarına benzeyen yorumlar yapabilen bilgisayar modelleri yardımıyla formüller oluşturulmaktadır (Özgülven, 2019). Makine öğrenmesi ise modeller ve özellikler olarak iki önemli matematiksel varlığı içermektedir. Matematiksel bir veri modeli, veri, model ve görev arasındaki ilişkileri formüle etme sürecidir. Bu amaçla kullanılan matematiksel formüller, sayısal nicelikleri birbiriyle ilişkilendirmektedir. Ancak ham veriler genellikle sayısal değildir. Sayısal olan ve olmayan verileri birbirine bağlayan bir parça olarak bu özellikler kullanılmaktadır. Özellikler, eldeki görevle ilgili ham verilerin sayısal bir temsilidir. Modelin eğitim sürecinde yeterli sayıda ve bilgilendirici özellik yoksa, model nihai görevi gerçekleştiremez. Çok fazla özellik varsa veya çoğu alakasız ise, model daha pahalı ve eğitilmesi zor olacaktır. İyi özellikler, sonraki modelleme adımını kolaylaştırmakta ve sonuçta ortaya çıkan model, istenen görevi tamamlama konusunda daha yetenekli hale gelmektedir. Kötü özellikler, aynı performans düzeyini elde etmek için çok daha karmaşık bir model gerektirebilmektedir (Zheng ve Casari, 2018).

Sa vd. (2016) yaptıkları çalışmada, önceden eğitilmiş bir Faster R-CNN kullanarak otonom bir tarımsal robotik platform ile gerçek zamanlı meyve tespiti için meyve algılama sistemi geliştirmişlerdir. Araştırmacılar, modelin minimum sayıda eğitim görüntüsü ile farklı meyve türlerine kolayca uyarlanabilir olduğunu ve RGB ile NIR görüntülerinin erken ve geç füzyonla birleştirildiği yaklaşımlar sunduklarını, çalışma sonucunda Kavun,  $F1=0.848$ ; Çilek,  $F1=0.948$ ; Elma,  $F1=0.938$ ; Avokado,  $F1=0.932$ ; Mango,  $F1=0.942$ ; Portakal,  $F1=0.915$ ; Tatlıbiber,  $F1=0.828$  puanlarının elde edildiği ve bu doğruluğa ek olarak, piksel düzeyinde açıklama yerine sınırlayıcı kutulara açıklama eklemenin daha hızlı gerçekleştirileceğini belirtmişlerdir. Şekil 7'de çalışmada yapılan meyve tespitlerinden örnekler verilmiştir.



Şekil 7. Farklı çeşitlerdeki kırmızı (a,e-h) ve yeşil (b-d) elma tespitinin sekiz örneği (Sa vd., 2016)

## 2.7. Tarım Robotları

Tarım robotları, bitkisel ve hayvansal üretimin birçok uygulamasının gerçekleştirilmesi için geliştirilmiş ve geliştirilmeye devam etmektedir. Tarım robotlarının, tarımsal yetiştirme ve üretim alanlarının yapılandırılmamış olması ile çalışmalarda bulunan karmaşık olaylar, çalışma alanlarının ve uygulamaların çeşitliliği gibi zorluklardan dolayı ticarileşmiş tarım robotu sayısı sınırlı kalmış ve bu alandaki çalışmalar genelde akademik ve araştırma boyutundadır. Ancak öğrenme ve ürün geliştirme süreci devam etmektedir. Yakın bir tarihte bu çalışmaların mutlaka yaygınlaşacağı ve ticari ürüne dönüşme potansiyelinin yüksek olduğu düşünülmektedir (Özgüven, 2023). Bununla birlikte, tarımsal alanlarda bulunan nem, sıcaklık ve aşındırıcı faktörler gibi ortam şartları ile uzak mesafelerde yaşanan iletişim sorunları gibi teknik zorluklar tarım robotları ve akıllı makinelerin uygulanması önündeki engellerden bazılarıdır (Özgüven ve Közkurt, 2021). Ayrıca, tarım robotları tarımsal üretimde verimliliğin ve ürün kalitesinin artırılması, üretim maliyetlerinin ve zahmetli birçok tarımsal işteki insan iş gücünün azaltılması sayesinde çiftçi refahının artırılmasını sağlayacak çok önemli bir araçtır (Özgüven vd., 2016).

Vatavuk vd. (2022) tarafından farklı asma sıra yapılarına adapte olabilen ve gerçek zamanlı uygulamalara uygun bağ ilaçlaması için Model Tahmini Kontrol (MPC) tabanlı bir yaklaşım sunulmuştur. Bu yaklaşımda robotik kol püskürtme memesinin konumunu ve yönünü kontrol ederken, mobil taban bir dizi asma boyunca hareket edebilmektedir. Çalışmada, asma örtüsünü ilaçlarken gereksiz ilaçlamayı en aza indirmek amacıyla asma yeşil aksamı tanımından bir referans çim biçme makinesi desen yörüngesi oluşturulmuştur. MPC algoritması tarafından sağlanan manipülatör araç hızı komutları, görev alanı kontrolü kullanılarak izlenmektedir. Sunulan yaklaşımın değerlendirilmesi için Optitrack kamera sistemi ile donatılmış kapalı bir ortamda bir bağ ilaçlama ve dış değerlendirme senaryosu olmak üzere iki deney yapılmıştır (Şekil 8). Tüm deneylerde kullanılan referans robot yörüngesinin hızı 0,3 m/s'dir.  $T=0.1$  s'lik bir örnekleme periyodu ile 40 adımlık bir tahmin ufku kullanılmıştır. 600 deneme için MPC ve görev alanı kontrol optimizasyon problemlerinin ortalama hesaplama süreleri sırasıyla 3.998 ms ve 0.201 ms'dir. Araştırmacılar bu değerlerin, sunulan yaklaşımın daha büyük tahmin ufkularıyla bile gerçek zamanlı bir senaryoda kullanılmasına izin verdiğini bildirmişlerdir.



Şekil 8. Bağda ilaçlama yapan mobil robot (Vatavuk vd., 2022)

Van Henten vd. (2002) tarafından, serada salatalıkların hasat edilmesi için otonom bir robot geliştirilmiştir. Salatalık hasat robotu bir serada test edilmiş ve insan müdahalesi olmadan %80 başarıyla robotun salatalık alabilme yeteneğine sahip olduğu belirlenmiştir. Ortalama olarak robot bir salatalığı seçmesi için 45 s gerekmektedir. Robotun geliştirildiği Hollanda'da salatalıklar oldukça üniform bir düzene sahip seralarda yetiştirilmektedir. 2 ha'lık bir sera için yoğun sezon boyunca 4 hasat robotu ve bir adet yerleştirme istasyonu gerekmektedir. Bu bilgilere dayanarak hasat robotunun tasarım özellikleri tanımlanmıştır. Temel şart, tek bir hasat işleminin en fazla 10 saniye sürebileceğidir. Standart 2 ha'lık bir serada, ana yola dik her biri yaklaşık 60 m uzunluğunda koridorlar ile seranın merkezi boyunca ana yol bulunmaktadır. Ana yolun her iki tarafında salatalık bitkileri bulunan 100 sıra vardır. Bir koridor, bir yol adı verilen bitki sıraları arasında bulunur. Koridorun her iki yanında iki sıra arasındaki mesafe 0.9 m'dir. Sıradaki salatalık sapları arasındaki mesafe 0,35 m'dir. Toplamda üst üste yaklaşık 180 sap olmaktadır. O zaman yoğunluk 3.6 sap/m<sup>2</sup>'dir. Koridorlarda yerdeki ısıtma boruları, mahsul bakımı ve hasat sırasında nakliye rayları olarak kullanılır. Manuel hasat sırasında meyveler bir arabada sandıkla toplanmaktadır. Dolu kasalar ana yolda boş kasalarla değiştirilmektedir. Hasat edilen salatalıklar daha sonra depolanma alanına taşınır, burada sınıflandırılır, ambalajlanır ve satışa kadar depolanır. Otonom salatalık robotu; otonom araç, manipülatör, robot kol ucu, meyve ve çevrenin algılanması ve 3 boyutlu görüntülenmesi için iki bilgisayar görü sistemi ile hasat sırasında manipülatör için çarpışmadan hareket üreten bir kontrol şemasından oluşmaktadır (Şekil 9). Manipülatörün yedi serbestlik derecesi vardır. Bu hasat görevi için yeterlidir. Robot kol ucu, yumuşak meyveyi kalite kaybı olmadan tutacak şekilde tasarlanmış ve içerisindeki termal kesme cihazı virüslerin sera boyunca yayılmasını engeller.



Şekil 9. Salatalık hasat robotu (Van Henten vd., 2003).

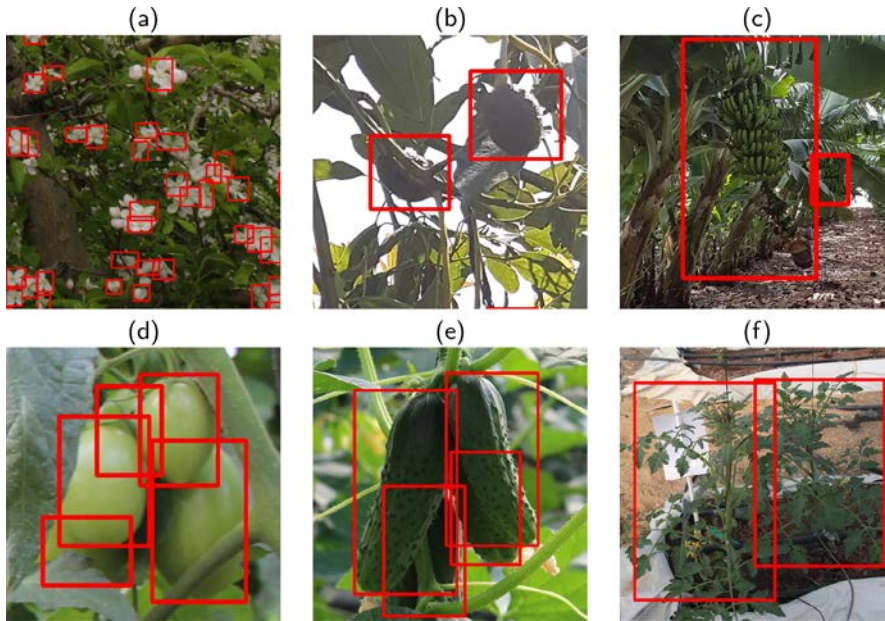
## 2.8. Görüntü İşleme

Görüntü işleme tekniği, bir kamera, tarayıcı veya sensörler ile elde edilen fotoğraf veya video karesindeki görüntüyü kayıttan sonra dijital formata dönüştürmek ve bu dijital verilerden birtakım algoritmalar yardımıyla bazı faydalı bilgiler çıkarmak için kullanılan bir yöntemdir. Bu teknikte görüntüler çeşitli işlemlerle yeniden düzenlenmekte ve sonunda bu işlemlerden anlamlı sonuçlar elde edilmektedir. Bu işlemler sırasında görüntüdeki önemli verileri temsil eden tanımlayıcı parametreler bulunmaktadır. Bu sayede ölçülecek özneliklerin tanımlanması ve ayrılması, görüntü bozukluklarının düzeltilmesi, belirli özneliklerin görünürlüğünün artırılması ve arka planda eşiklenmesi gerçekleştirilmektedir (Özgüven ve Yanar, 2022). Görüntü işleme tekniklerinin tarımsal faaliyetlerde



uygulanmaya başlanması ile hastalık, zararlı ve yabancı ot tespiti, bitki streslerinin belirlenmesi, verim tahmini, ürün gelişiminin takibi, sulama yöntemlerinin modellenmesi, toprak özelliklerinin belirlenmesi gibi birçok konuda çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca bu çalışmaların uygulanması sırasında elde edilen deneyim, makine öğrenmesi, derin öğrenme, yapay zeka, modelleme ve simülasyon uygulamaları ile birlikte değerlendirilmesi sonucu gerçek zamanlı ve otomatik çalışan uzman sistemler, otonom traktör veya tarım makinaları ve tarımsal robotik uygulamalarının geliştirilmesini sağlamıştır (Altaş vd., 2019).

Görsel nesne algılama, otomatik tarımın çeşitli uygulamalarında önemli bir bileşendir. Tarımsal ortamda çeşitli tespit problemleri bulunmaktadır. Bu zorluklar dört grupta incelenebilmektedir. Birincisi, alan görüntüleri yüksek ölçekli varyansa sahip düzinelerce nesne içerebilmektedir. Bitkiler genellikle sıralar halinde büyütüldüklerinden hem yakın hem de uzak nesnelere yakalanmakta ve tek bir görüntüde birçok oktavda nesnelere algılanması gerekmektedir. İkincisi, örneğin elma çiçeklerinde veya domateslerde tipik olan kümelenmiş bir büyüme modeli, birçok nesne için şiddetli oklüziona yol açmaktadır. Üçüncüsü, hedef nesnelere genellikle arka plan yapılarına biraz benzerlik gösteren, ayırt edici ayrıntıların olmadığı basit bir şekile sahiptir. Örneğin, domates ve avokado gibi yuvarlak şekilli nesnelere, yapraklardaki yuvarlak yapraklarla karıştırılabilmektedir. Hıyar gibi sopa benzeri nesnelere, bazı dal ve saplara benzerliği yüksektir. Domates gibi bütün bitkiler ise dışbükey değildir ve iskeletlidir. Son olarak, dış ortam koşullarındaki aydınlatma, şiddetli gölgeler oluşturmada ve çekim saatlerinde değişmemesi gerekmektedir. Bu zorluklardan bazıları Şekil 10'daki örnek görüntülerde gözlemlenebilmektedir (Wosner vd., 2021).



Şekil 10. Tarımsal ortamda tespit güçlükleri: (a) Kırılmış görüntüde düzinelerce elma çiçeği (b) Basit şekilli ve yapraklara yüksek benzerlik gösteren, ayırt edilemeyen nesnelere (avokadolar) (c) Nesne ölçeğinde aşırı farklılık (d), (e) Domates ve salatalıktaki kümelenmiş büyümeden kaynaklanan ciddi tıkanıklıklar (f) Domates bitkileri dışbükey olmayan nesnelere, bu da komşu nesnelere ayırtmayı zorlaştırmaktadır (Wosner vd., 2021)

Millan vd. (2018) yaptıkları çalışmada, görüntü analizi ve Boolean modeli kullanarak üzüm bağlarında verimin tahribatsız, objektif ve otomatik olarak değerlendirilmesi için yeni bir sistem

geliştirmişlerdir (Şekil 11). Araştırmacılar görüntü almada asmanın salkımından veya diğer organlarından kaynaklanan tıkanıklıkların, sonuçların kalitesini düşüren bir etkiye sahip olduğunu, tahmindeki tıkanıklıkların etkisini azaltmak için meyve sayılarının Boolean modeli kullanılarak değerlendirildiğini ve Boolean modelinin küme alanı ve ağırlık arasındaki ilişkiye dayalı daha basit bir tahminci ile karşılaştırıldığında, sonuçları büyük ölçüde iyileştirdiğini metodolojiyi değerlendirmek için küme görüntüleri, manuel olarak elde edilen asma görüntüleri ve hareket halindeyken yakalanan asma görüntüleri olmak üzere üç farklı veri seti üzerinde çalışmalar yapıldığı belirtilmiştir. Çalışma sonunda, kök ortalama kare hatası (RMSE) değeri 20 ve determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) 0.80 ile küme görüntülerindeki üzüm sayısının tahmin edildiği, manuel olarak çekilen asma görüntüleri 310 gram ortalama hata ve  $R^2=0.81$  ile değerlendirildiği ve yapay ışık ve otomatik kamera tetikleme ile çekilen görüntülerde üç asmadan oluşan bölüm başına 610 gram ortalama hataya ve  $R^2=0.78$  ile tahmin edildiği rapor edilmiştir.

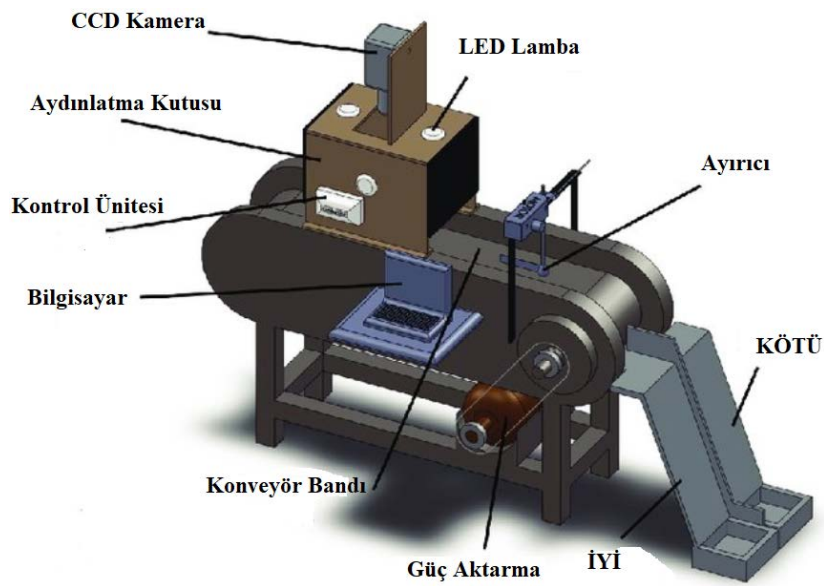


Şekil 11. (a) Hareket halindeyken görüntü yakalama sistemi: otomatik kamera tetikleme, LED aydınlatma ve kolay konum ayarı için yapı, (b) Kontrolsüz aydınlatma koşullarında çekilmiş bir asma görüntüsü, (c) RGB ve HSV temsillerini kullanarak yapılan segmentasyon sonucu (Millan vd., 2018).

## 2.9. Makine Görüsü

Makine görüsü, insan müdahalesi olmadan hızlı bir şekilde çok büyük miktarda veriyi işleme kabiliyetine sahiptir. Böylece bir nesneye ait alınan görüntülere ait sayısal veriler zıtlık geliştirme, netleştirme gibi çeşitli işlemlerle amaca uygun geliştirilen algoritmalarla işlenerek görüntüler tanınmakta ve sisteme bağlı robotik veya diğer cihazlar otomatik olarak kontrol edilmektedir. Tarımsal ürünlerin kalite durumlarının belirlenmesinde makine görüsü sistemlerinin kullanımında karşılaşılan bazı zorluklar bulunmaktadır. Bu zorluklar; tarımsal ürünlerin çok çeşitli ve farklı özellikte olması, düzensiz şekillere sahip olmaları, doğal koşullarda çalışılması durumunda aydınlatmanın kontrol altında tutulamaması, küçük yapıları olmalarından dolayı ürünlerin birbirine temas etmesi, üst üste gelmesi veya arka planda benzer çeşitli nesnelerin bulunmasıdır (Özgüven vd., 2020). Tarımsal ürünlerin piyasa fiyatları ürünün kalitesiyle doğrudan ilişkilidir. Özellikle meyveleri sınıflandırmak için en yaygın yöntem elle sınıflandırmadır. Elle sınıflandırmada yüksek işçilik maliyetleri, işçi yorgunluğu, tutarsızlık ve ortam ışığı yoğunluğundaki değişiklikler, kişisel kalite algısındaki farklılıklar ve eğitimli işçi azlığı gibi çeşitli faktörler olumsuz etkilemektedir. Meyve sınıflandırmasında makine görüsünün tahribatsız olarak kullanılmasıyla sınıflandırma doğru ve kaliteli yapılmakta, işçilik maliyetleri azalmaktadır (Özgüven, 2023).

Arjenaki vd. (2013) yaptıkları çalışmada, domatesleri olgunluk (renk), kusur (renk bozuklukları, büyüme çatlakları, güneş yanığı ve erken yanıklık), şekil (dikdörtgen ve dairesel) ve boyut (küçük ve büyük) olmak üzere 4 kalite kriterine göre online olarak sınıflandırması için bir makine görüsü sistemi geliştirmişlerdir (Şekil 12). Bu çalışmada geliştirilen yazılım, domates şeklini eksantrikliği, domates boyutunu 2 boyutlu görüntü alanı, domates olgunluğunu ortalama rengi ve domates kusuru dolgunluk parametresi ile değerlendirilmiştir. Bir CCD kamera, bir mikro denetleyici, sensörler ve bir bilgisayardan oluşan sistemin bantlı konveyör hızı, domates aralığı ve ışık yoğunluğu koşullarına göre test edilmesi için makine görüsü ile donatılmış deneysel bir ayırma sistemi kurulduğu, optimum çalışma koşulları belirlendikten sonra, ayırma makinesi kullanılarak domates örnekleri şekil, renk, boyut ve kusurlarına göre ayrıldığı, kusur tespiti, şekil ve boyut algoritması ve genel sistem doğruluğunun sırasıyla %84,4, %90,9, %94,5 ve %90,61 olduğu bildirilmiştir.



Şekil 12. Domateslerin kalitelere göre ayıran bir makine görü sistemi (Arjenaki vd., 2013).

### 3. TARTIŞMA

Teknolojide sürekli ve hızlı gelişmeler yaşanmakta ve gün geçtikçe yeni teknik, yöntem, model, makine, donanım, sensör ve cihazların ortaya çıkması ve fiyat olarak alınabilir düzeyde olmasıyla kolay ulaşılabilir olmasını sağlamış ve dijital teknolojilerin yaygınlaşmasına katkı sağlamıştır. Çok yakın bir gelecekte 5G teknolojisinin de devreye girmesiyle tüm kırsal alanlarda internet olacak ve önemli tarımsal uygulamaların önünün açılması sağlanacaktır. Bu nedenle tarımsal verimliliği ve çiftçi gelirlerini artıracak, emek yoğun olarak yapılan işleri kolaylaştıracak çalışmalar desteklenmelidir. Dijital tarım uygulamaları, akıllı sensörler, dronlar, robotlar, otonom araçlar, uzaktan algılama, nesnelerin interneti, değişken oranlı uygulama, yapay zeka, makine öğrenmesi, görüntü işleme ve makine görüsü gibi gelişmiş teknolojilerle bahçe bitkileri yetiştiriciliği uygulamalarını daha etkili hale getirebilir. Günümüz şartlarında dijital tarım uygulamalarının bir veya birkaçını kullanabilmek teknik ve ekonomik imkanlar ile kalifiye insan gücü ile doğrudan ilişkilidir. İmkanlar dahilinde çiftçi veya işletmeler fayda sağlayan dijital tarım uygulamalarından bazılarını kullanmayı deneyebilir. Kullanıp kullanılmayı belirleyici unsur mutlaka uygulama sonucunda ekonomik ve çevresel fayda sağlanıp sağlanmadığının veya fayda seviyesine (az, çok veya hiç) bakılmalıdır.

#### 4. SONUÇ

Bahçe bitkileri yetiştiriciliği tarımsal katma değer içerisinde önemli bir paya sahiptir. Meyve ve sebze talebi dünya nüfusunun artmasına bağlı olarak sürekli artmaktadır. Artan talebin karşılanması amacıyla kurulan büyük bahçe ve seraların kurulum sayısında önemli artışlar bulunmakta ve bu alanda önemli yatırımlar yapılmaktadır. Dijital tarım uygulamalarının bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde kullanılması ile tarımsal işlemlerin iyileştirilmesi ve işletme verimliliğinin en üst düzeye çıkarılması sağlanmaktadır. Dijital tarım uygulamalarının sağladığı faydalar, bu alandaki durum tespiti veya yaşanan sıkıntılarla birlikte maddeler halinde sıralanmıştır.

- ✓ Dünya nüfusunun artmasına bağlı olarak artan gıda talebinin karşılanması için tarımsal üretimin etkin, verimli ve kaliteli yapılması zorunluluğunu gerekli kılmıştır. Dijital tarım uygulamaları, tarımsal faaliyetlerden elde edilen bilgileri ve verileri gerçek zamanlı olarak toplanmasını sağlamakta, elde edilen verilerin çiftçiler, üreticiler ve tarım işletme yöneticileri tarafından tüm faaliyetler anlık takip edilebilmekte ve gerekli kararlar anında alınabilmektedir. Bu nedenle tarımda teknoloji kullanılmasıyla daha kaliteli, daha rekabetçi, daha verimli ve sürdürülebilir üretim için daha etkin yönetim kararları alınmasına katkı sağlamaktadır.
- ✓ Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin neden olduğu kuraklık, dolu, sel, hortum vb. doğa olayları tarımsal faaliyetleri daha da zorlaştırmaktadır. Dijital tarım teknolojilerinin özellikle sulamada kullanılması ile kuraklığın etkisinin azalmasına, su kullanımının iyileştirilmesine ve işletme üretkenliğinin en üst düzeye çıkarılmasına yardımcı olmaktadır.
- ✓ İklim ve hava koşullarına bağlı olarak üretim sırasında belirsizlikler bulunmakta ve bu belirsizlikler tarım ürünlerinin dönemsel fiyat istikrarsızlarına sebep olmaktadır. İklim istasyonları ve erken uyarı sistemlerinin kullanılması belirsizliklerin giderilmesi ve olabilecek olumsuzluklara karşı gerekli tedbirlerin alınmasına yardımcı olabilmektedir.
- ✓ Rekoltenin bilinmemesi ürün fiyatının belirlenmesinde sorunlar oluşturabilmekte ve üretici gelirlerinde kayıplar olabilmektedir. Rekoltenin uzaktan algılama, görüntü işleme ve yapay zeka teknikleri ile ürün fiyatlarına ilişkin öngörülebilir ve belirli olması konusunda fayda sağlayabilir.
- ✓ Meyve ve sebze yetiştiriciliğinde birim alandan elde edilen verim dolayısıyla gelir, diğer tarım ürünlerine göre daha yüksektir. Ancak ürünlerimizin ihracat değerleri istenen seviyelerde değildir. İhracat gelirlerinin ve miktarlarının arttırılabilmesi için dış pazarlarda talep edilen ürünlerin üretiminin teşvik edilmesi, ürün kalitesinin yüksek olması ve hasat sonrası depolama, taşıma, pazar bulma gibi konularda IoT, iyi tarım uygulamaları, hal kayıt sistemi ve dijital pazar imkanlarının kullanılması fayda sağlayabilir. Tarımda üretici ve işletmeler, tedarikçiler, devlet kurumları, kooperatifler, satıcılar, servis gibi tarım ve gıda sektörü arasındaki etkin iş birlikleri tarımsal ürünlerden daha fazla gelir elde edilmesine katkı sağlayabilir.
- ✓ Tarımsal üretimde üretici gelirlerinin düşük olması ve tarım ile uğraşan genç nüfusun köylerden kentlere göç etmesi sonucu, köydeki yaşlı nüfusun artmakta ve işçi sıkıntısı yaşanması nedeniyle istenen tarımsal üretimin yapılamamasına neden olmaktadır. Bu nedenle çiftçiliğe teşvik edilmesi, kırsal kalkınmanın sağlanması, tarımsal üretim, üretici gelirlerinin artırılması ve pazarlama koşullarının iyileştirilmesi için teknoloji kullanımı fayda sağlayabilir.
- ✓ Üreticiyi en zorlayan konulardan biri döviz kuruna bağlı olan akaryakıt, gübre, tohum ve ilaç gibi girdi maliyetlerinin çok yüksek olmasıdır. Gübre bitkisel üretim artışı için kullanımı

zorunludur. Aynı şekilde bitkilerin hastalık, zararlılar ve yabancı otlara karşı korunması amacıyla pestisit uygulanmakta ve artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacının sağlanabilmesi için pestisit kullanımı da zorunludur. Değişken oranlı uygulamalar ile gereksiz gübre ve ilaç kullanımının önlenmesi engellenmektedir. Aynı zamanda bu uygulamalar çevre kirliliğinin önlenmesine katkı sağlamaktadır.

- ✓ Hastalık ve zararlılar tarımsal üretimde büyük verim ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bitkilerde ve yapraklarda hastalık ve zararlı tespiti için görüntü işleme ve makine öğrenmesi kullanımı hızlı, pratik ve insan kaynaklı yanılma payını azaltacak çözümler sunmaktadır.
- ✓ İlaçlama zorlukları bulunan meyve ağaçlarında drone ile ilaçlama, hastalık ve zararlılarla mücadelenin etkin yapılmasına katkı sağlamaktadır.
- ✓ Bilinçsiz ve kontrolsüz kimyasal ilaçlarla mücadele, zararlı organizmalarda duyarlılık azalışına yol açmakta, pestisitlerin etkisiz hale gelmelerine neden olmakta, çevre kirliliği oluşturmakta, gıdaları zehirli kalıntıları ile bulaştırmakta ve tarım ürünü ihracatında sorunlar ortaya çıkarmaktadır. The Rapid Alert System for Food and Feed Annual Report (RASFF), 2020 yılı verilerine göre Türkiye'den Avrupa Birliği'ne ihraç edilen meyve ve sebzelerde tehlikeli düzeydeki pestisit kalıntı bildirim sayısı 190'dır. Özellikle Türkiye'den Bulgaristan'a giden meyve ve sebzelerdeki pestisit uygunsuzlukları konusundaki bildirimlerde ciddi artış bulunmaktadır. Değişken oranlı ilaçlama uygulamaları ile pestisitler gerektiği yerde, gerektiği kadar ve uygun teknikler ile kullanılması sağlanmaktadır.
- ✓ Meyvenin oluşması için gerekli olan tozlaşmada yaşanan sorunlar, meyve üretiminde verim düşüklüğüne neden olmaktadır. Drone ile yapay tozlaşma, bu sorun için getirilen en iyi çözüm olabilir. Drone ile geniş bahçelerde kısa sürede etkili tozlaşma yapılabilir.
- ✓ Özellikle sebze yetiştiriciliği ve muz yetiştiriciliğinin yapıldığı seraların, yarı veya tam otomasyonlu hale getirilmesi, işleri kolaylaştırmakta ve verimliliğe katkısı olmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Adão, T., Hruška, J., Pádua, L., Bessa, J., Peres, E., Morais, R., ve Sousa, J. J. (2017). Hyperspectral Imaging: A Review on UAV-Based Sensors, Data Processing and Applications for Agriculture and Forestry. *Remote Sens.*, 9, no. 11: 1110. <https://doi.org/10.3390/rs9111110>
- Ahmad, L., ve Nabi, F. (2021). *Agriculture 5.0: Artificial intelligence, IoT and machine learning*. Taylor & Francis Group, LLC. ISBN: 978-0-367-64608-0
- Altaş, Z., Özgüven, M.M., ve Yanar, Y. (2019). Bitki Hastalık ve Zararlı Düzeylerinin Belirlenmesinde Görüntü İşleme Tekniklerinin Kullanımı: Şeker Pancarı Yaprak Leke Hastalığı Örneği. *International Erciyes Agriculture, Animal&Food Sciences Conference 24-27 April 2019-* Erciyes University - Kayseri, Türkiye
- Arjenaki, O.O., Moghaddam, P.A., and Motlagh, A.M. (2013). Online Tomato Sorting Based on Shape, Maturity, Size, and Surface Defects Using Machine Vision. *Turk J Agric For.* 37: 62-68. doi:10.3906/tar-1201-10
- Bongiovanni, R., ve Lowenberg-Deboer, J. (2004). Precision Agriculture and Sustainability. *Precision Agriculture*, 5, 359-387

- Campos, J., Gallart, M., Llop, J., Ortega, P., Salcedo, R., ve Gil, E. (2020). On-Farm Evaluation of Prescription Map-Based Variable Rate Application of Pesticides in Vineyards. *Agronomy*. 10(1):102. <https://doi.org/10.3390/agronomy10010102>
- Guillemin, P., ve Friess, P. (2009). *Internet of Things Strategic Research Roadmap*, The Cluster of European Research Projects, Tech. Rep., September 2009. [http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IoT Cluster Strategic Research Agenda 2009.pdf](http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IoT%20Cluster%20Strategic%20Research%20Agenda%202009.pdf). Erişim tarihi: 01.04.2016
- Khan, J. Y. (2019). *Introduction*. In J. Y., Khan ve M. R., Yuce (Editörler), *Internet of Things (IoT): Systems and applications*. Jenny Stanford Publishing Pte. Ltd. Singapore. ISBN 978-0-429-39908-4
- Khan, J. Y., ve Yuce, M. R. (2019). *Preface*. In J. Y., Khan ve M. R., Yuce (Editörler), *Internet of Things (IoT): Systems and applications*. Jenny Stanford Publishing Pte. Ltd. Singapore. ISBN 978-0-429-39908-4
- Kumar, J. (2004). [http://www.dr-joyanta-kumar-roy.com/study\\_meterial/Telemetry%20systems/Telemetry%20basics.pdf](http://www.dr-joyanta-kumar-roy.com/study_material/Telemetry%20systems/Telemetry%20basics.pdf). Erişim tarihi: 10.04.2021
- López-Morales, J. A., Martínez, J. A., Caro, M., Erena, M., ve Skarmeta, A. F. (2021). Climate-Aware and IoT-Enabled Selection of the Most Suitable Stone Fruit Tree Variety. *Sensors*. 21(11):3867. <https://doi.org/10.3390/s21113867>
- Millan, B., Velasco-Forero, S., Aquino, A., and Tardaguila, J. (2018). On-the-Go Grapevine Yield Estimation Using Image Analysis and Boolean Model. *Hindawi Journal of Sensors*. Volume 2018, Article ID 9634752, 14 pages. <https://doi.org/10.1155/2018/9634752>
- Nowatzki, J., Andres, R., ve Kyllö, K. (2004). *Agricultural Remote Sensing Basics*. North Dakota State University Extension Service
- Oscó, L. P., De Arruda, M. S., Gonçalves, D. N., Dias, A., Batistoti, J., De Souza, M., Gomes, F. D. G., Ramos, A. P. M., De Castro Jorge, L. A., Liesenberg, V., Li, J., Ma, L., Marcato, J., ve Gonçalves, W. N. (2021). A CNN Approach to Simultaneously Count Plants and Detect Plantation-Rows from UAV Imagery. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. Volume 174, P 1-17, <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2021.01.024>
- Ozguven, M. M. (2018). The Newest Agricultural Technologies. *Current Investigations in Agriculture and Current Research*. 5(1), 573-580. DOI: 10.32474/CIACR.2018.05.000201
- Ozguven, M. M., ve Yanar, Y. (2022). *The technology uses in the determination of sugar beet diseases*. In V., Misra, S., Srivastava ve A. K., Mall (Editörler), *Sugar beet cultivation, management and processing*. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-2730-0\\_30](https://doi.org/10.1007/978-981-19-2730-0_30)
- Ozguven, M. M. (2023). *The digital age in agriculture*. CRC Press Taylor & Francis Group LLC. ISBN 978-103-23-8577-8
- Özgülven, M. M. (2018). *Hassas tarım*. Akfon Yayınları, Ankara. ISBN: 978-605-68762-4-0
- Özgülven, M. M. (2019). Teknoloji Kavramları ve Farkları. *International Erciyes Agriculture, Animal & Food Sciences Conference 24-27 April 2019- Erciyes University – Kayseri, Türkiye*
- Özgülven, M. M., Tan, M., Közkurt, C., Yardım, M. H., Özsoy, M., ve Sabancı, E. (2016). Çok Amaçlı Tarım Robotunun Geliştirilmesi. *GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33 (Ek sayı), 108-116

- Özgüven, M. M., Türker, U., Akdemir, B., Çolak, A., Acar, A. İ., Öztürk, R., ve Eminoğlu, M. B. (2020). Tarımda Dijital Çağ. *Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi*. Ocak 2020, Ankara. Bildiriler Kitabı-1, s.55-78
- Özgüven, M. M., ve Közkurt, C. (2021). Agricultural Robots and Smart Agricultural Machinery. *International Symposium of Scientific Research and Innovative Studies*. 22-25 February 2021. Bandırma-Türkiye. p.81-85. 978-625-44365-8-1
- Özgüven, M. M., Altaş, Z., Güven, D., ve Çam, A. (2022). Tarımda Drone Kullanımı ve Geleceği. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 12 (1), 64-83. <https://doi.org/10.54370/orudubtd.1097519>
- Pagliai, A., Ammoniaci, M., Sarri, D., Lisci, R., Perria, R., Vieri, M., D'Arcangelo, M. E. M., Storchi, P., ve Kartsiotis, S-P. (2022). Comparison of Aerial and Ground 3D Point Clouds for Canopy Size Assessment in Precision Viticulture. *Remote Sens.*, 14, 1145. <https://doi.org/10.3390/rs14051145>
- Sa, I., Ge, Z., Dayoub, F., Upcroft, B., Perez, T., ve McCool, C. (2016). DeepFruits: A Fruit Detection System Using Deep Neural Networks. *Sensors*. 16(8):1222. <https://doi.org/10.3390/s16081222>
- Sarri, D., Martelloni, L., and Vieri, M. (2017). Development of a Prototype of Telemetry System for Monitoring the Spraying Operation in Vineyards. *Computers and Electronics in Agriculture*. Volume 142, Part A, Pages 248-259, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.018>
- Schoofs, H., Delalieux, S., Deckers, T., ve Bylemans, D. (2020). Fire Blight Monitoring in Pear Orchards by Unmanned Airborne Vehicles (UAV) Systems Carrying Spectral Sensors. *Agronomy*, 10, no. 5: 615. <https://doi.org/10.3390/agronomy10050615>
- RASFF. (2020). The Rapid Alert System for Food and Feed. 2020 Annual Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2021. ISBN 978-92-76-34376-9 I
- Trendov, N. M., Varas, S., ve Zeng, M. (2019). Digital Technologies in Agriculture and Rural Areas. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome
- TÜİK. (2022). Bitkisel Üretim İstatistikleri, 2022. Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni No:45504. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2022-45504>. Van Henten, E.J., Hemming, J., Van Tuijl, B.A.J., Kornet, J.G., Meuleman, J., Bontsema, J., ve Van Os, E.A. (2002). An Autonomous Robot for Harvesting Cucumbers in Greenhouses. *Autonomous Robots*. 13, 241-258. Kluwer Academic Publishers. Manufactured in The Netherlands
- Van Henten, E.J., Van Tuijl, B.A.J., Hemming, J., Kornet, J.G., Bontsema, J., ve Van Os, E.A. (2003). Field Test of an Autonomous Cucumber Picking Robot. *Biosystems Engineering*. Volume 86, Issue 3, Pages 305-313, <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2003.08.002>
- Vatavuk, I., Vasiljević, G., ve Kovačić, Z. (2022). Task Space Model Predictive Control for Vineyard Spraying with a Mobile Manipulator. *Agriculture*. 12(3):381. <https://doi.org/10.3390/agriculture12030381>
- Wosner, O., Farjon, G., ve Bar-Hillel, A. (2021). Object Detection in Agricultural Contexts: A Multiple Resolution Benchmark and Comparison to Human. *Computers and Electronics in Agriculture*. Volume 189, 106404, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106404>
- Zheng, A., ve Casari, A. (2018). *Feature engineering for machine learning: principles and techniques for data scientists*. O'Reilly Media Inc., 978-1-491-95324-2

## **EXTENDED ABSTRACT**

### **Introduction and Research Questions & Purpose**

In digital agricultural applications, data obtained from a wide variety of sensors, cameras or systems from agricultural fields is transferred to the cloud by wireless communication. These data can be accessed from anywhere in the world at any time. Then, the data obtained are evaluated in real time by expert systems using various computational techniques based on artificial intelligence, and the necessary applications can be made automatically without human intervention. In this study, the main digital agriculture technologies used in horticultural cultivation, which are used as an alternative to traditional production methods, are explained by giving case studies.

### **Methodology**

Technical possibilities offered by technology enable many agricultural processes to be facilitated, provide alternative solutions to some existing problems and especially by ensuring that production and applications are carried out correctly and on time, it makes significant contributions to the effective, efficient and high quality of agricultural production. In this study, digital agriculture technologies such as precision agriculture, camera-sensors, remote sensing, IoT, UAV, artificial intelligence-machine learning, agricultural robots, image processing and machine vision used in horticultural cultivation are explained with sample applications.

### **Results and Conclusions**

There are continuous and rapid developments in technology, and the emergence of new techniques, methods, models, machines, hardware, sensors and devices has contributed to the development of digital technologies. Digital agricultural technologies have the potential to increase agricultural productivity and farmer incomes and to facilitate labor-intensive work. In the near future, with the introduction of 5G technology, there will be internet in all rural areas and will pave the way for important agricultural applications.

In horticultural cultivation, it is done labor-intensively by struggling with many difficulties such as such as diseases, pests, drought due to global warming, natural events such as floods, and economic crises, which are seen in all other agricultural areas. It is necessary to use technology in order to make agricultural production effective, efficient and high quality. Devices and systems developed using digital agricultural technologies are becoming widespread and the variety in application areas is constantly increasing. The development of digital agricultural technologies that will increase productivity and quality should be considered as a priority within the scope of incentives and supports.



## Yazarların Biyografisi



### **Mehmet Metin ÖZGÜVEN**

1997 yılında Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümünde lisans eğitimini tamamladı. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı'nda 2000 yılında yüksek lisans eğitimini, 2009 yılında ise doktora eğitimini tamamladı. 2021 yılında Biyosistem Mühendisliği Bilim Alanında Üniversite Doçenti unvan ve yetkisini aldı. Halen Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Bölümünde Öğretim Üyesi olarak görev yapmaktadır. Hassas tarım, Akıllı-dijital tarım, Tarımda bilgi teknolojileri konularında çalışmaktadır. Adres: Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, 06135, Ankara, Türkiye. Tel: +90 312 596 1576.

**İletişim** [mmozguven@ankara.edu.tr](mailto:mmozguven@ankara.edu.tr)  
**ORCID Adresi** <https://orcid.org/0000-0002-6421-4804>

## Yalova Yöresi Elma Bahçelerinde Bazı Zemin Yönetimi Konularının Meyve Kalitesine Etkisi

### The Effect of Some Soil Management Issues on Fruit Quality in Yalova Region Apple Orchards

Muammer Yalçın<sup>1,\*</sup>, Adnan Doğan<sup>1</sup>, Arzu Şen<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova, Türkiye.

\* Corresponding author (Sorumlu Yazar): M. Yalçın, e-mail (e-posta): [muammer.yalcin@tarimorman.com.tr](mailto:muammer.yalcin@tarimorman.com.tr)

#### Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 13.02.2023  
Düzeltilme tarihi : 06.12.2023  
Kabul tarihi : 19.12.2023

#### Anahtar Kelimeler:

Elma Bahçesi  
Koruyucu Toprak İşleme  
Meyve Kalite Özellikleri

#### Atıfçin:

Yalçın, M., Doğan, A., Şen, A., (2023). "Yalova Yöresi Elma Bahçelerinde Bazı Zemin Yönetimi Konularının Meyve Kalitesine Etkisi", *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 19(3): 194-214.

#### ÖZET

Bu çalışma, Yalova koşullarında sulanabilir taban arazide yapılmıştır. Üretim maliyetini düşüren, enerji ve su kullanım etkinliğini artıran, toprak verimliliğinin devamını sağlayan yeni üretim sistemlerinin araştırılmasına yönelik yapılan daha önceki çalışmalarda eksikliği hissedilen konuların araştırılması ve Ülkesel havza bazında koruyucu toprak işleme farkındalığının oluşturulması hedeflenmiştir.

Bu proje ile Ülkemizde bölgesel olarak uygulanmakta olan geleneksel tarımsal üretim sistemlerine alternatif olabilecek sürdürülebilir tarıma uygun koruyucu toprak işleme sistemlerinin araştırılması ve bu sistemlerin meyve kalitesine etkisinin belirlenmesi düşünülmüştür.

Bağ, bahçe yetiştiriciliğinde, organik tarım felsefesine de uygun, maliyeti azaltan, toprağı ve çevreyi koruyan, erozyonu önleyen doğru ve ekonomik zemin yönetimleri öne çıkmıştır. Bu çalışmada uygulanan zemin yönetimi konularının meyve kalite özelliklerine etkisi belirlenmiştir.

#### Article Info

Received date : 13.02.2023  
Revised date : 06.12.2023  
Accepted date : 19.12.2023

#### Keywords:

Apple Orchard  
Protective Tillage  
Fruit Quality Characteristics

#### How to Cite:

Yalçın, M., Doğan, A., Şen, A., (2023). "The Effect of Some Soil Management Issues on Fruit Quality in Yalova Region Apple Orchards", *Journal of Agricultural Machinery Science*, 19(3): 194-214.

#### ABSTRACT

This study was carried out on irrigable bottom land in Yalova conditions. It is aimed to investigate the issues that were lacking in the previous studies on the research of new production systems that reduce the production cost, increase the energy and water use efficiency, and ensure the continuation of soil fertility, and to create awareness of protective tillage on a national basin basis.

With this project, it was considered to investigate the protective tillage systems suitable for sustainable agriculture, which can be an alternative to the traditional agricultural production systems that are applied regionally in our country, and to determine the effects of these systems on fruit quality.

In vineyard and orchard cultivation, correct and economical ground management that is suitable for organic farming philosophy, reduces costs, protects the soil and the environment, and prevents erosion has come to the fore. The effect of soil management issues applied in this study on fruit quality characteristics was determined.

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Amaç, Gerekçe ve Önemi

Ülkemizde tarımsal üretimde verimlilik düzeyi, belli ürünlerde ve bölgelerde hâlâ potansiyelin altındadır. Birçok ürün yetiştiriciliğinde gereksiz aşırı toprak işleme ile tarım toprakları erozyon ve olumsuz çevresel etkilere maruz bırakılmaktadır. Sürdürülebilir bir tarımın yapılabilmesi, gelecek nesillerin bu tarım topraklarından en iyi şekilde yararlanabilmesi, çevreye olan olumsuz etkilerin en aza indirilmesi için bitki yetiştirme tekniklerinin yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir.

Enerjinin gittikçe pahalı hale gelmesi ve yoğun toprak işlemeyle artan erozyon, çiftçileri ve araştırmacıları alternatif toprak işleme yöntemlerine yöneltmiştir. Bu amaçla, geleneksel toprak işleme yöntemleri alternatif olarak koruyucu toprak işleme yöntemleri geliştirilmiştir. Toprak işlemez veya azaltılmış toprak işleme yöntemleriyle %40'a varan enerji tasarrufu elde edilebilir (Aykas vd., 2005).

Bahçe trafiğini azaltmak, üretim maliyetini en az düzeye indirmek, erozyonu kontrol etmek gibi değişik amaçlarla geleneksel toprak işleme sistemleri son yıllarda yerini daha yeni toprak işleme sistemlerine bırakmaktadır. Geleneksel toprak işlemede koruyucu toprak işleme göre makine yatırımı, bakım-onarımı, iş gücü bakımından daha yüksek girdilere ihtiyaç duymaktadır. Yapılan araştırmalar genellikle koruyucu toprak işleme ve doğrudan ekimin enerji verimliliğini %25-100 artırdığını, enerji ihtiyacını da %15-50 arasında azalttığını ortaya koymuştur (Anonim, 1).

Ayrıca yapılan tahminlere göre önümüzdeki 75 yıl içinde tarım arazilerinin yaklaşık sadece %10 arttırılabileceği, buna karşın dünya nüfusunun iki katına çıkacağı öngörülmektedir. Dünya nüfustaki bu artışın büyük bir kısmının, tuzluluğun çok yaygın olduğu dünyanın yarı kurak ve kurak bölgelerinde olması konunun ciddiyetini daha da arttırmaktadır (Anonim, 2006). Artan tuzluluk; tarım alanı sınırlarının marjinal kurak alanlara ilerlemesi, yanlış toprak ve su yönetimine bağlı olarak hem kurak hem de sulanan alanlarda toprak verimliliği ve tarımsal üretim üzerine olumsuz bir etki yapmaktadır (Ghassemi ve vd., 1995).

Yanlış ve bilinçsiz toprak işlemeden kaynaklanan erozyon nedeniyle yılda 150 ton/ha'lık toprak kaybı meydana gelmektedir (Anonim, 2). Bu kayıpları engellemenin en doğal yolu toprağı devirmeden işlemek, işlem sayısını azaltmak ve toprak yüzeyini mümkün olduğu kadar bitki örtüsü ile kaplamaktır. Alt-üst edilmemiş bir toprakta bitki artıkları zamanla toprağın üzerinde bir malç tabakası oluşturmaktadır. Bu tabaka toprak mikroorganizmaları için yaşam alanı oluştururken yüzeydeki nemin ve sıcaklığın devamlılığını sağlayacak ve toprağı yağmur ve rüzgârın fiziksel etkilerinden koruyacaktır.

Proje kapsamında, tarla trafiği en aza indirilerek toprak işleme masraflarının azaltılması, üretimin kârlı hale getirilmesi, toprak verimliliğinin korunması, erozyonun en aza indirilmesi ve çevrenin korunması yönünde önemli sonuçlar elde edilmiştir.

Toprak işlemez uygulama yapılan çiftliği ziyarete gelenler, yeşil gübre içinde büyüyen muhteşem arpadan etkilenmişlerdir. Çayır otları konusunda bir otorite kabul edilen Profesör Kawase'nin ve neşeyle arpanın dibinde gelişen birkaç farklı yabancı ota dikkat çeken paleo botanikçi Profesör Hiroe oldukça olumlu tepkiler vermişlerdir (Fukuoka, 2006).

Bu çalışmada elma bahçesinde sıra üzeri yabancı ot mücadele yöntemleri karşılaştırılarak, mevcut uygulamalardan en uygun olan yöntem seçilmiş ve daha ekonomik, daha uygulanabilir, daha rantabl bir çalışma imkânı önerilmiştir.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1. Toprak İşlemenin Tarihçesi

Pulluk, tarımın yapılmaya başlandığı ilk yıllarda geliştirilerek, önce insan sonra hayvan gücü ile çekilmiş ve toprak işleme amacıyla kullanılmıştır. Toprak yüzeyini tersyüz eden ve bu yüzden daha iyi ot kontrolü sağlayan pulluklar 17. yüzyıla kadar geliştirilememiştir. Sadece 18. ve 19. yüzyılda pulluklar gitgide karışık hale gelmiştir. Fakat 18. yüzyılın sonuna varmadan bu aletin Almanya, Hollanda ve İngiltere tarafından geliştirilenleri toprağı 135° çeviren ve ot kontrolünde çok iyi olan kulaklı pulluğun (mouldboard) hemen hemen mükemmel şeklini almasına neden olmuştur. Pulluk, 18. yüzyılın sonunda Avrupa'nın her tarafına yayılan ve geleneksel aletlerle kontrol edilemeyen ayrık otunu (agropyron repens) etkin olarak kontrol edebilen tek alettir. 1984 yılında üretilen ilk pulluklardan biri Almanya Stuttgart Hohenheim Üniversitesi Tarım Müzesinde gösterilmekte ve Hohenheim şehri civarında her yıl bu aletin bulunuşunun anısına festival düzenlenmektedir. Bu aletin tarihinin bilinmesi sayesinde, Avrupalıların ve özellikle Almanların niçin sık sık pulluğun ateşli savunucuları oldukları anlaşılmaktadır.

Buna karşın sömürgeciler yeni tarıma açılan alanların kalkınması için önemli bir alet olan pulluğu Amerika, Asya ve Afrika'ya götürdü. Fakat keşfedilmesi onlarca yıl alan ve Avrupa'ya yiyecek ve bolluk getiren aynı alet, sıcak çevrelerde toprak erozyonu ve toprak bozulması (degradasyon) getirmiştir.

Sık sık uzmanlar, genellikle Avrupalılar, toprak işlemenin toprağı verimli yaptığını ve bu yüzden vazgeçilemeyeceği görüşünü yaymaktadır. Onlar, sıcak, nemli koşullar altında yoğun iklimsel olayların yaşandığı yerlerde olduğu gibi toprak erozyonunun önemini anlayabilmiş değildir. Bu durum bütün tropik ve subtropik alanlarda fakir, kötü oluşmuş, verimsiz toprakların geniş alana yayılması ile sonuçlanmıştır. Ekonomik çıkarlar ve bazı tecrübesiz mülteci uzmanlar, sözde "ilkel teknolojiler" geri kalmış ve verimsiz gibi sınıflandırılarak, ilk olarak sömürge ülkelere ve sonra donör ülkelere, gelişmekte olan ülkelere pulluk kültürünün yayılmasına öncülük etmişlerdir.

### 2.2. Koruyucu Toprak İşlemeli Ekim Yöntemlerinin Tarihçesi

İnsanlar kas gücüyle arazinin belli miktarını belli derinlikte işleyerek doğrudan ekim ve azaltılmış toprak işlemeli ekim yöntemini eski zamanlardan bu yana kullanmışlardır. Örneğin eski Mısırlılar ve Güney Amerika'nın Andes bölgesinde yaşayan İnkalar kazık kullanarak toprakta çukur açmışlar ve işlenmemiş toprağın içine elleri ile tohum bırakmışlardır. Modern dünyada, makineli tarım, ürünlerin toprak işlemeden yetiştirilmesi uzun zaman önce denendi, fakat bu teknik modern herbisitlerin gelişine kadar pratiğe aktarılamamıştır. 1940'lı yıllara gidildiğinde Edward Faulkner "pulluk adamın delilikleri" (plowman's folly) adlı kitabında pullukla toprak işlemeyi elimine ederek azaltılmış toprak işlemeli ekim değişimini eyleme geçirmiştir (Faulkner, 1943).

Phillips ve Phillips (1984)'e göre, 1940'ların sonunda, Kuzey Carolina'da, Klingman'ın doğrudan ekim uygulamaları raporunda 2. Dünya savaşı esnasında geliştirilen bitki büyüme düzenleyicilerinin tanıtımı ile 1940'lı yılların sonunda dikkatler azaltılmış toprak işlemeye yöneltmiştir. 1951'de, Dow Chemical Co.'dan K.C. Barrons, J.H. Davidson ve C.D. Fitzgerald adlı araştırmacılar tarafından doğrudan ekim tekniklerinin başarılı uygulamaları rapor edilmiştir. 1960'larda, Yeni Jersey'de, M.A. Sprague tarafından mera yenilemelerinde toprak işleme yerine kimyasal kullanılması rapor edilmiştir. L.A. Porter, Yeni Zelanda'da 1960'ların başında, doğrudan ekim çilek üretimini rapor etmiştir. Bunu İngiltere Jealott's Hill'den A.E.M. Hood ve R.S.L. Jeater isimli araştırmacıların küçük tohumlular hakkındaki raporu izlemiştir (Phillips ve Phillips, 1984).

1955'te Paraquat'ın bulunuşu ve 1961'de ticari olarak piyasaya sürülmesi Imperial Chemical Company, ICI ve diğerlerini İngiltere, Amerika ve başka yerlerde doğrudan ekim araştırmalarına yönlendirmiştir. 1961 ve 1962'de Amerika'da birkaç çiftçide demonstrasyon denemeleri yürütülmüş, Harry ve Lawrence Young (Herndon, Kentucky), yeni teknolojiyi kendi arazilerinde uygulayan ve dünyada ilk modern doğrudan ekimi kullanan mekanizasyonlu çiftçi olmuşlardır. Latin Amerika'da doğrudan ekim denemeleri ilk 1971'de, Merityen Çiftçilik Araştırmaları Enstitüsü (IPEAME, Londrina, Paraná State, Brazil) tarafından GTZ projesi ile başlatılmış ve bu proje ile Alman asıllı Brezilya çiftçisi Herbert Bartz Latin Amerika'da teknolojiyi uygulayan ve onu bugüne kadar devam ettiren ilk çiftçi olmuştur.

Amerikalılara göre, doğrudan ekim çalışması Avrupa, Afrika ve Asya'da daha az adapte olmuş ve birçok ülkede toprağı koruyucu toprak işlemeli sürdürülebilir üretim sistemi hemen hemen bilinmemektedir. Nijerya'da IITA'nın ürettiğı araştırma bilgilerinin zenginliğine rağmen, Afrika'da 17. yüzyıldan bu yana doğrudan ekim yapılan toplam alan hala çok azdır.

### 2.3. Koruyucu Toprak İşlemeli Ekim Yöntemlerinin Faydaları

Koruyucu toprak işlemeli ekim yöntemleri yoğun toprak işlemeli sistemlere göre sayısız avantajlar sunmaktadır. Bu avantajlardan bazıları şunlardır; işçiliğı azaltır, makinelerin yıpranması azalır, yakıt tasarrufu sağlar, zaman tasarrufu sağlar, uzun dönemde verimliliğı iyileştirir, yüzey su kalitesini iyileştirir, toprak erozyonunu azaltır, toprak su tutma kapasitesini artırır. Su infiltrasyonunu iyileştirir, toprak sıkışmasını azaltır, toprak işlemeyi azaltır, daha fazla yaban hayatı sağlar, karbon salınımını azaltır, hava kirliliğini azaltır.

### 2.4. Azaltılmış Toprak İşlemeli Ekim Konusunda Yapılan Çalışmalar

Tarım yapılan topraklarda 0-15 cm derinlikte %32,7 olan makro boşlukların işlenen topraklarda %16'ya inmekte, %25,6 olan mikro boşlukların ise %32,2'ye yükselmektedir. Toprakların elverişsiz zamanlarda işlenmeleri toprak yapısının zayıflamasına neden olmaktadır. Soklu pullukla toprak çevrilmesi, bir yandan granülasyonun artmasına diğer taraftan yüzeydeki organik artıkların pulluk derinliğine karışmasına neden olmaktadır. Eğer hafif topraklarda bir malç tabakasının oluşturulması isteniyorsa soklu pulluğun kullanılmaması, toprak yapısının fazla bozulmaması için toprak işleme aletlerinin tarlaya en az girmesi ve fazla toprak işlemeden kaçınılması gerekmektedir (Akalan, 1965).

Kırklareli'nde kuru koşullarda buğday tarımında doğrudan ekim, azaltılmış toprak işlemeli ekim (gobledisk, rototiller) ve geleneksel toprak işlemeli ekim sistemlerin (pulluk + diskaro + tırmık) toprak nemine ve ürün verimine olan etkileri karşılaştırılmış ve minimum toprak işlemeli veya doğrudan ekim sistemlerin kullanılmasının diğer sistemlere göre daha iyi olacağı tespit edilmiştir. En yüksek verim minimum toprak işleme uygulamasından elde edilmiştir (Kamburoğlu, 2001).

Samarajeewa vd. (2006), farklı toprak işleme sistemlerinde örtücü bitki kullanımının yabancı ot kontrolü, soya fasulyesi gelişimi ve verimine olan etkilerini araştırmak üzere yaptıkları çalışmada, üç farklı toprak işleme sisteminde (toprak işlemesiz, minimum toprak işleme ve konvansiyonel toprak işleme) örtücü bitki olarak kullandıkları *Eleusine corocana* L.'nin yabancı otları etkili şekilde kontrol ettiğini ancak toprak işlemesiz sistemde yabancı otların diğerlerinden daha fazla olduğunu, toprağın işlendiğı uygulamalarda örtücü bitkinin soya fasulyesinin ne gelişiminde ne de klorofil içeriğinde bir azalmaya neden olmadığını, minimum toprak işleme ve örtücü bitki kombinasyonunun soya fasulyesi veriminde azalmaya neden olmadan başarılı yabancı ot kontrolü sağladığını bildirmişlerdir.

Birinci ve özellikle ikileme ve üçleme diye adlandırılan toprak işleme kademeleri ortadan kaldırılmalı ya da en aza indirilmelidir. Bir geçişte birçok işlemin yapılmasına olanak sağlayan kombine tarım alet-makineleri kullanılmalı veya sıfır toprak işleme ve minimum toprak işleme teknikleri uygulanmalıdır. Toprak işleme, ekim ve hasat faaliyetleri iyi bir hem sıkışma hem de penetrasyon direncinin azaltılabilmesi için toprak strüktürünün geliştirilmesine yönelik olarak organik gübreleme, yeşil gübreleme ve kireçleme gibi girdiler uygulanmalıdır (Karakaplan, 1982).

Organik maddenin topraklardaki varlığı toprağın yapısını, stabilitesini, tamponlama kapasitesini, su tutma kapasitesini, biyolojik aktivitesini, besin maddesi dengesini ve erozyon riskini etkilemektedir (Evans, 1996). Topraklardaki organik madde azlığının ana nedenleri olarak yoğun toprak işleme, hasat artıklarının topraktan uzaklaştırılması ve organik gübrelerin yerini inorganik gübrelerin alması sayılabilir (Walling, 1990). Toprakların aşırı islenmesi yerine sadece toprağı gevşeten ve geleneksel toprak işleme yöntemleri yerine koruyucu toprak işleme yöntemlerinin uygulanması, organik maddenin sürdürülebilirliği açısından önerilmektedir (Okur ve vd., 2003).

Koruyucu toprak işleme sisteminde iki temel düşüncenin gerçekleşmesi hedeflenir.

- Ön bitki veya ikinci ürün artıklarının tarla yüzeyine veya yüzeye yakın katmanlara yerleştirilmesi,

- Toprak işleme yoğunluğunun azaltılmasıdır.

Goblos ve Kissne (1978), kumlu topraklarda 2,4–3,0 m sıra arası ölçülerinde tesis edilmiş yüksek terbiye sistemli bağlarda çeşitli mekanizasyon teknikleri konulu çalışmasında, sıralar arası ve omca altı toprağının makine ile işlenmesi, gübrenin makine ile toprak yüzeyine serpilmesi ve karıştırılarak toprağı ya da doğrudan doğruya omca dibine verilmesi işlemlerinin işgücünü koruduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, pinomatik budama makası ile budamadan sonra artıkların sıralar arasına karıştırılarak gömülebileceğini ve bu işlemin toprak işleme ile birleştirilebileceğini de ifade etmektedirler. Araştırmada, ilaçlama işleminin havadan, helikopter arkasına takılan bir püskürtme düzeni ile yapıldığı, hasadın makine ile yapılarak üzümün bir tarım arabası ile taşındığı belirtilmektedir. Araştırmacılar, bir hektar bağ için 186–190 saat iş gücüne gereksinim duyulduğunu ve bunun sadece %35'ini insan iş gücünün oluşturduğunu vurgulamaktadırlar (Erdem, 1991).

Cock (1985), bağ topraklarının strüktürel şartlarına işlemin yapıldığı uygulama ve yabancı otların malç yapmanın etkisini karşılaştırmıştır. Toprak işleminin olmadığı uygulamada 1 mm'lik kuru agregatların, agregat stabilitesinin ve büyük gözeneklilik yüzdesinin önemli bir şekilde arttığını, aynı zamanda 6–12 cm derinlikteki toprak tabakasında hacim ağırlığı ve penetrasyon direncinin önemli bir şekilde azaldığını belirtmiştir.

Erdem A., (1991) yaptığı çalışmada, tele alınmış bağlarda mekanizasyon uygulamalarının iş verimine etkilerini belirlemeye çalışmıştır. Toprak işleme uygulamalarının çalışma zamanı gereksinimi yönünden karşılaştırılmasında; en yüksek toplam makina çalışma zamanının kulaklı pulluktan sonra üç kez işlemin yapıldığı yöntemde (11,42 h/ha), en az makine çalışma zamanı gereksiniminin ise sadece Anadolu sabanının kullanıldığı yöntemde (1,89 h/ha) olduğunu ifade etmektedir. Ancak, sıra arası toprağının bir kez işlenmesinin yeterli olmadığını belirterek bir pulluk ve bir veya iki kez ikinci sınıf bir toprak işleme aletinin kullanılması gerektiğini bu nedenle de bir kez pulluk ve iki kez kültivatörün kullanıldığı yöntemin (1,26 ha/h) daha uygun olduğunu ifade etmiştir.

Ferrero vd. (2004), eğimli bir arazide kurulu siltli-tınlı toprağına sahip bir bağda yıllık sıcaklık değişimi değerleri üzerine sıra aralarının otların kaplı olması (G) ve geleneksel yöntemle işleme yapılmasının etkilerini belirlemişlerdir. Bu amaçla yıl boyunca 6 cm ve 11 cm derinliklerdeki toprak

sıcaklıklarını saatlik olarak kaydetmişlerdir. Sonbahar ve kış aylarında ortalama günlük toprak sıcaklıklarının G uygulamasında daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.

Nemethy (2004), Macaristan'daki bağların çoğunlukla kumlu topraklara sahip olduğunu ve son yıllarda yoğun mekanizasyon uygulamalarının toprakları olumsuz bir şekilde etkilediğini belirtmiştir. Toprak biyolojisi ve strüktüründeki problemlerin kısmen ortadan kaldırılması, çevre koruma ve mekanizasyon tekniklerini iyileştirmek için modern, değişik, çevreyle dost toprak işleme sistemleri geliştirdiklerini ve incelediklerini ifade etmektedir.

Dilley ve Nonnecke (2004), toprak kalitesi ve asmanın gelişimi için optimum yabancı ot yönetimi uygulamalarını belirlemeyi amaçlayan bir proje yürütmüşlerdir. Projenin alt amaçlarının ise bağ topraklarındaki bozulma ve iyileşmeyi belirlemek için standart kimyasal ve fiziksel toprak ölçümleri yapmak olduğunu belirtmişlerdir.

Çetin vd. (2005), üç farklı toprak işleme sisteminin (S1: kulaklı pulluk + diskli tırmık, S2: çizel + diskli tırmık, S3: rototiller) toprağın bazı fiziksel özelliklerine (gravimetrik nem içeriği, hacim ağırlığı, penetrasyon direnci ve kesilme direnci) etkilerini belirleyerek bu özelliklerin değişimlerini haritalandırmışlardır. Deneme sonucunda; 0-10 cm derinlikte ölçülen toprağın tüm fiziksel özelliklerine ait minimum değerler S3 sistemiyle yapılan toprak işleme sonucunda elde edildiğini, 10-20 cm derinlikte ise S3 sisteminin uygulandığı parselde toprak işleme öncesine göre bir değişiklik olmadığını ve çizelin kullanıldığı S2 sisteminde nemin daha iyi korunduğunu belirlemişlerdir.

Durgut ve Arın (2005) yürüttükleri çalışmalarında, Trakya yöresi bağcılığının mekanizasyon düzeyi ve sorunlarını incelemişlerdir. İşletmelerde dikimden önce sonbaharda dipkazan ve kulaklı pulluk ile derin işleme yapıldığını belirlemişlerdir. Bakım amaçlı toprak işleme için, kış aylarında kulaklı pullukla derin sürüm, ilkbaharda ise mart ayından itibaren haziran ayının sonlarına kadar kazayağı, tırmık, yaylı kültivatör, goble diskaro, bağ motoru ve küçük bağlarda el aletleri kullanarak yüzeysel toprak işleme yapıldığını ifade etmişlerdir. Araştırmanın sonucunda, Trakya yöresinde bağ sıra arası toprak işleminin yıllık ortalama 3,34 defa yapıldığını saptamışlardır.

Ferrero vd. (2005), yamaç alanlarda kurulu bağlarda sıra aralarında geleneksel toprak işleme yapılması ve ota kaplı olması durumlarında toprağın hacim yoğunluğu, penetrasyon direnci ve nem içeriğinin uzaysal değişimi üzerine traktör trafiğinin etkisini incelemişlerdir.

Prichard (2007), yüzeysel toprak işleme ile salma sulama yapılan sistemlerde kaymak tabakasının kırılabileceğini, orta derecede bir kaymak tabakası probleminin olması durumunda sezonda bir kez toprak işleme yapmanın infiltrasyonu iyileştirebileceğini belirtmektedir.

Yalçın vd. (2006), zeytinde farklı toprak işleme yöntemlerinin yıllara göre gelir-gider ve kârlılık durumunu (ağaç başına) incelemişlerdir. Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü arazisinde 2002-2006 yıllarındaki çalışmada, brüt kâr hesabına göre yapılan analiz neticesi en iyi sonucu toprak işlemez (çıplak toprak-tamamı ilaçlı) üretim sistemi vermiş olup en düşük brüt kârı ise örtülü (otlu-taç iz düşümü ilaçlı) üretim sistemi vermiştir. Yarı işlemeli üretim sistemi ikinci, geleneksel üretim sistemi üçüncü sırayı almıştır. Makineli zeytin hasadında işlemlerin daha rahat yürütülmesi için toprak işlemez bir zemin olması gerektiği önerilmiştir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu proje, Yalova Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü arazisindeki tınlı–killi yapıdaki taban arazide kurulu sık dikimli (4 m × 1,5 m) Red Fuji çeşidi elma bahçesinde uygulanmıştır.

Uygulamalarda sıra üzeri çapalama makinası, yabancı ot ilaçlama makinası, ot biçme makinası ve polietilen plastik örtü malzemesi kullanılmıştır.



1. Geleneksel Toprak İşlemeli Sistem (GİS)      2. Plastik Örtülü Sistem (PÖS)      3. Tamamı Otlı Sistem (TOS)      4. Yabancı Ot İlaçlı Sistem (YİS)

Şekil 1. Proje uygulama alanı: Tesadüf blokları deneme desenine göre 4 konu, 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur.

#### 3.2. Yöntem

Tüm parsellerde sıra arası doğal bitki örtülü bırakılıp, zamanı geldiğinde biçilecektir. Sıra üzeri ise konular bazında tesadüf blokları deneme desenine göre kurulan 4 farklı yöntem 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 30 ağaç olacak şekilde incelenmiştir. Uygulanan metotlar şunlardır;

1. Geleneksel Toprak İşlemeli Sistem (GİS): Sıra üzeri çapalama (traktör + duyargalı rototiller) 65 bg New Holland traktör ve traktöre duyargalı rototiller takılmıştır.
2. Plastik Örtülü Sistem (PÖS): Sıra üzeri plastik örtü/jüt malzemesi uygulaması (sabit sergi), hazırlık aşamasında 35 bg başak traktörle çizi açılmıştır.
3. Tamamı Otlı Sistem (TOS): Sıra üzeri zeminin tamamı doğal otlı bırakılıp ve gerektiğinde biçilen sistem (traktör–duyargalı çayır biçme), 65 bg New Holland traktör kullanılmıştır. Traktöre bıçaklı tip, duyargalı ot biçme makinası takılmıştır.
4. Yabancı Ot İlaçlı Sistem (YİS): Sıra üzerinin tamamına yabancı ot ilacı/herbisit uygulaması (traktör–duyargalı ekin kollu pülverizatör), 60 bg, 260 g Massey Ferguson traktör kullanılmıştır. Traktöre ekin kollu ve duyargalı ilaçlama makinası bağlanmıştır.

Meyvelerde incelenen konular:

- Meyve eni,
- Meyve boyu,
- Meyve suda çözülebilir kuru maddesi (SÇKM),
- Meyve pH'sı,
- Meyve verimi,
- Meyve eti sertliği,



- Titre edilebilir asitlik (TA),
- Toprak özellikleri: Toprak penetrasyon direncinin belirlenmesinde çekiçli tip penetrometre kullanılmıştır. Toprak infiltrasyonunun konular bazında tespiti yapılmış ve toprak nemi ölçülmüştür.
- Mekanizasyon maliyet analizi: Konular bazında yapılan çalışmalar için zaman, mamul mal harcamaları, yağ-yakıt giderleri, çalışan yevmiyesi gibi işlemler hesaba katılarak hesaplama yapılmıştır.
- Yabancı ot konusunun incelenmesi: Proje süresince konular bazındaki yabancı ot durumu incelenmiştir.

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

##### 4.1. Meyve Pomolojik Özelliklerine Ait Bulgular

Proje süresince her yıl, meyve kalite ve genel görünüş özellikleri incelenmiştir. Bu kapsamda meyve eni ile ilgili sonuçlar Çizelge 1’de incelenmiştir. Bu sonuçlar Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Hasat Sonrası Fizyolojisi ve Meyvecilik Bölümü laboratuvarlarında elde edilmiştir.

Çizelge 1. Koruyucu toprak işleme kapsamında Yalova yöresi elma bahçelerinde sıra üzeri bazı zemin yönetimi konularından meyve eninin karşılaştırılması (2017–2021)

##### *Meyve Eni (mm) Yıl Birleştirme*

Uygulamalar	Yıllar					Ortalama
	2017	2018	2019	2020	2021	
TOS	80,50	77,65	74,53	47,47	79,76	71,98
PÖS	79,83	78,32	74,60	69,67	78,83	76,25
GİS	82,87	77,60	75,33	67,00	74,00	75,36
YİS	80,27	75,35	74,13	66,00	81,20	75,39
Ortalama	80,87 A	77,23 A	74,65 A	62,53 B	78,45 A	
Cv (%)	11,00					
LSD	LSDyıl: 7,53 LSDuyg: Ö.D.; LSDyıl × uyg: Ö.D.					

Çizelge 1’de görüldüğü üzere yıllar arasında fark olup ancak konular arasında bir fark bulunmamıştır. Yıllar arasındaki farkın ise iklim, bakım vb. kültürel işlemlerden kaynaklandığı ve her bir konuyu eşit şekilde etkilediği düşünülmektedir. Meyve boyu ile ilgili rakamlar Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Koruyucu toprak işleme kapsamında Yalova yöresi elma bahçelerinde sıra üzeri bazı zemin yönetimi konularının meyve boyunun karşılaştırılması (2017–2021)

##### *Meyve Boyu (mm) Yıl Birleştirme*

Uygulamalar	Yıllar					Ortalama
	2017	2018	2019	2020	2021	
TOS	71,27	65,77	63,53	59,33	66,59	65,30
PÖS	70,29	66,30	66,30	59,67	64,17	65,34
GİS	73,89	64,27	64,47	57,67	59,47	63,95
YİS	70,33	63,66	62,73	58,67	67,20	64,52
Ortalama	71,44 A	65,00 B	64,26 B	58,83 C	64,36 B	
Cv (%)	4,00					
LSD	LSDyıl: 2,37 LSDuyg: Ö.D.; LSDyıl × uyg: Ö.D.					

Çizelge 2’de görüldüğü üzere meyve boyu bakımından yıllar arasında fark olup ancak konular arasında bir fark bulunmamıştır.

Meyve ağırlığı ile ilgili rakamlar Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. Koruyucu toprak işleme kapsamında Yalova yöresi elma bahçelerinde sıra üzeri bazı zemin yönetimi konularından meyve ağırlığının karşılaştırılması (2017–2021)

**Meyve Ağırlığı (g) Yıl Birleştirme**

Uygulamalar	Yıllar					Ortalama
	2017	2018	2019	2020	2021	
TOS	203,07	204,80	186,67	118,00	223,62	187,23
PÖS	192,94	208,50	193,20	146,33	206,15	189,43
GİS	216,69	192,23	185,53	128,17	168,99	178,32
YOS	211,07	190,70	179,60	128,73	230,24	188,07
Ortalama	205,94 A	199,06 AB	186,25 B	130,31 C	207,25 A	
Cv (%)	11,00					
LSD	LSDyıl: 18,15; LSDuyg: Ö.D.; LSDyıl × uyg: Ö.D.					

Çizelge 3’de görüldüğü üzere meyve ağırlığı bakımından yıllar arasında fark olup ancak konular arasında bir fark bulunmamıştır.

Ağaç başına verimler Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4. Koruyucu toprak işleme kapsamında Yalova yöresi elma bahçelerinde sıra üzeri bazı zemin yönetimi konularının karşılaştırılması (2017–2021)

**Ağaç Başına Verim (kg/ağaç) Yıl Birleştirme**

Uygulamalar	Yıllar					Ortalama
	2017	2018	2019	2020	2021	
TOS	7,72	11,76	5,35	8,17	3,65	7,33
PÖS	8,65	13,81	6,26	8,94	3,09	8,15
GİS	6,16	8,25	5,57	6,00	4,77	6,15
YİS	7,36	7,30	5,81	7,83	4,48	6,56
Ortalama	7,47 B	10,28 A	5,75 B	7,74 B	4,00 C	
Cv (%)	34,00					
LSD	LSDyıl: 2,06 LSDuyg: Ö.D.; LSDyıl × uyg: Ö.D.					

Çizelge 4’de görüldüğü üzere ağaç başına verim bakımından yıllar arasında fark olup ancak konular arasında bir fark bulunmamıştır.

Meyve eti sertliği rakamları Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 5. Koruyucu toprak işleme kapsamında Yalova yöresi elma bahçelerinde sıra üzeri bazı zemin yönetimi konularından meyve eti sertliğinin karşılaştırılması (2017–2021)

**Meyve Eti Sertliği (Libre) Yıl Birleştirme**

Uygulamalar	Yıllar					Ortalama
	2017	2018	2019	2020	2021	
TOS	22,60	16,86	18,60	18,07	17,90	18,80
PÖS	23,62	16,23	18,87	16,41	18,61	18,75
GİS	23,12	15,82	19,42	19,56	18,68	19,32
YİS	22,47	16,84	17,65	17,76	17,57	18,46
Ortalama	22,95 A	16,43 C	18,64 B	17,95 B	18,19 B	
Cv (%)	6,00					
LSD	LSD <sub>yıl</sub> : 1,07 LSD <sub>uyg</sub> : Ö.D.; LSD <sub>yıl × uyg</sub> : Ö.D.					

Çizelge 5’de görüldüğü üzere meyve eti sertliği bakımından yıllar arasında fark olup ancak konular arasında bir fark bulunmamıştır.

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) rakamları Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6. Koruyucu toprak işleme kapsamında Yalova yöresi elma bahçelerinde sıra üzeri bazı zemin yönetimi konularının suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) (%) bakımından karşılaştırılması (2017–2021)

**Suda Çözünebilir Kuru Madde (SÇKM) (%) Yıl Birleştirme**

Uygulamalar	Yıllar					Ortalama
	2017	2018	2019	2020	2021	
TOS	14,32	14,07	14,77	14,83	15,42	14,68
PÖS	14,20	13,46	14,08	14,17	15,19	14,22
GİS	15,90	14,89	14,38	14,57	15,84	15,12
YİS	14,59	15,03	14,93	13,57	15,32	14,69
Ortalama	14,75	14,26	14,54	14,28	15,44	
Cv (%)	7,00					
LSD	p<0,01’e göre Ö.D.					

Çizelge 6’da görüldüğü üzere SÇKM (%) bakımından yıllar arasında fark olup ancak konular arasında bir fark bulunmamıştır.

pH rakamları Çizelge 7’de verilmiştir.

Çizelge 7. Koruyucu toprak işleme kapsamında Yalova yöresi elma bahçelerinde sıra üzeri bazı zemin yönetimi konularının pH bakımından karşılaştırılması (2017–2021)

**pH Yıl Birleştirme**

Uygulamalar	Yıllar					Ortalama
	2017	2018	2019	2020	2021	
TOS	3,52	3,50	4,03	3,83	3,40	3,66
PÖS	3,66	3,56	4,00	3,77	3,53	3,70
GİS	3,67	3,49	4,03	3,80	3,57	3,71
YİS	3,55	3,45	3,97	3,77	3,53	3,65
Ortalama	3,60 C	3,50 C	4,01 A	3,79 B	3,51 C	
Cv (%)	3,00					
LSD	LSD <sub>yıl</sub> : 0,1 LSD <sub>uyg</sub> : Ö.D.; LSD <sub>yıl × uyg</sub> : Ö.D.					

Çizelge 7'de görüldüğü üzere pH bakımından yıllar arasında fark olup ancak konular arasında bir fark bulunmamıştır.

Titre edilebilir asitlik (TA) rakamları Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Koruyucu toprak işleme kapsamında Yalova yöresi elma bahçelerinde sıra üzeri bazı zemin yönetimi konularının titre edilebilir asitlik (ta) bakımından karşılaştırılması (2017–2021)

**Titre Edilebilir Asitlik (TA) Yıl Birleştirme**

Uygulamalar	Yıllar					Ortalama
	2017	2018	2019	2020	2021	
TOS	0,41	0,38	0,45	0,41	0,57	0,44
PÖS	0,41	0,37	0,45	0,33	0,59	0,43
GİS	0,41	0,41	0,37	0,34	0,47	0,40
YİS	0,42	0,44	0,41	0,36	0,66	0,46
Ortalama	0,41 B	0,40 BC	0,42 B	0,36 C	0,57 A	
Cv (%)	14,00					
LSD	LSD <sub>yıl</sub> : 0,05 LSD <sub>uyg</sub> : Ö.D.; LSD <sub>yıl</sub> × uyg: Ö.D.					

**4.2. Yalova İçin Uzun Yıllar ve Projenin Yürütüldüğü Yılların İklim Verileri**

Çizelge 9. Koruyucu toprak işleme kapsamında Yalova yöresi elma bahçelerinde sıra üzeri bazı zemin yönetimi konularının incelenmesi projesinde çalışılan yıllardaki iklim verilerinin karşılaştırılması için uzun yıllar meteorolojik verileri

**Yalova Uzun Yıllar (1980/2010) Meteorolojik Verileri 30 Yıllık**

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)	Ortalama minimum sıcaklık (°C)	Ortalama maksimum sıcaklık (°C)	Ortalama nem (%)	Ortalama yağış (mm)	Yağışlı gün sayısı	Kar örtülü gün sayısı
Ocak	6,7	3,2	10,4	73,2	90,1	15,8	1,2
Şubat	6,6	2,9	10,6	72,7	72,3	13,5	1,9
Mart	8,4	4,3	12,9	73,0	70,1	12,4	0,8
Nisan	12,6	7,9	17,4	72,5	52,7	10,7	Yok
Mayıs	17,1	11,9	22,0	72,4	35,5	7,4	Yok
Haziran	21,7	16,0	26,7	70,3	43,1	6,2	Yok
Temmuz	23,9	18,1	29,1	71,5	24,4	4,1	Yok
Ağustos	24,0	18,4	29,4	72,6	28,0	4,1	Yok
Eylül	20,3	15,1	25,8	73,1	48,4	6,5	Yok
Ekim	16,0	11,8	21,0	76,8	91,1	10,5	Yok
Kasım	11,5	7,7	15,9	74,4	94,8	12,3	0,2
Aralık	8,7	5,3	12,2	72,0	104,5	14,1	3,0
30 Yıl Yıllık Ortalama	14,79	10,22	19,45	72,88	62,92	9,80	0,59

Çizelge 10. Koruyucu toprak işleme kapsamında Yalova yöresi elma bahçelerinde sıra üzeri bazı zemin yönetimi konularının karşılaştırılması projesinin uygulandığı yıllarda 2017 iklim verileri

**Yalova İli Meteoroloji Müdürlüğü 2017 Yılı Meteorolojik Veriler**

Aylar	Sıcaklıklar (°C) Ortalama			Ortalama Nem (%)	Toplam Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)		
	Maksimum	Minimum	Ortalama			En Düşük	En Yüksek	Donlu Gün
Ocak	6,60	2,40	4,50	79,00	109,40	-3,40	15,80	10
Şubat	11,40	5,40	8,40	73,30	18,40	-3,30	22,00	5
Mart	13,30	6,20	9,75	81,10	59,20	1,90	22,10	0
Nisan	17,80	7,80	12,80	74,30	39,20	3,90	27,40	0
Mayıs	22,60	13,40	18,00	77,90	57,20	9,10	29,10	0
Haziran	27,80	17,90	22,85	76,00	86,20	14,10	34,70	0
Temmuz	30,60	19,70	25,15	71,80	11,00	16,60	39,20	0
Ağustos	29,80	20,90	25,35	76,80	38,40	15,30	32,80	0
Eylül	27,10	17,40	22,25	73,30	21,20	12,40	32,70	0
Ekim	19,60	11,20	15,40	80,20	120,20	8,20	26,70	0
Kasım	16,20	9,30	12,75	79,60	66,80	3,20	23,40	0
Aralık	14,40	8,60	11,50	72,10	143,50	1,60	22,20	0
Toplam 2017 Ortalaması	19,77	11,68	15,73	76,28	64,23	6,63	27,34	1,25

2017 yılı yağış konusu incelendiğinde Haziran'da fazla, Temmuz'da uzun yıllar ortalamasının altında ve Ağustos'ta ise üstünde olmuştur.

Çizelge 11. Koruyucu toprak işleme kapsamında Yalova yöresi elma bahçelerinde sıra üzeri bazı zemin yönetimi konularının karşılaştırılması projesinin uygulandığı yıllarda 2018 iklim verileri

**Yalova İli Meteoroloji Müdürlüğü 2018 Yılı Meteorolojik Veriler**

Aylar	Sıcaklıklar (°C) Ortalama			Ortalama Nem (%)	Toplam Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)		
	Maksimum	Maksimum	Maksimum			En Düşük	En Yüksek	Donlu Gün
Ocak	10,70	5,30	8,00	75,00	56,47	0,20	17,00	3
Şubat	13,10	6,90	10,00	78,50	80,80	2,80	22,00	0
Mart	17,20	8,20	12,70	76,60	76,60	-1,50	27,70	1
Nisan	19,30	9,70	14,40	76,50	13,90	4,10	29,70	0
Mayıs	22,90	15,70	19,00	82,40	119,20	8,60	28,600	0
Haziran	27,40	18,50	22,90	75,60	35,60	14,40	31,20	0
Temmuz	30,00	20,80	25,70	72,30	42,20	16,40	34,30	0
Ağustos	30,60	21,30	25,80	75,00	5,10	17,20	33,80	0
Eylül	26,00	19,50	21,70	77,70	116,20	13,00	31,80	0
Ekim	21,10	14,30	17,40	78,90	43,40	8,40	25,00	0
Kasım	16,20	10,90	13,20	78,90	66,20	5,70	21,50	0
Aralık	10,30	5,50	7,70	76,80	230,90	-0,90	18,80	1
Toplam 2018 Ortalaması	20,40	13,05	16,73	77,02	73,88	7,37	26,78	0,42

2018 yılında Mayıs ve Eylül aylarında düşen aşırı yağış meyve tutumu ve hasat zamanını olumsuz etkilemiştir. Ağustos ayında ise oldukça düşük bir yağış olmuş ve sulamada sıkıntı çekilmiştir.

Çizelge 12. Koruyucu toprak işleme kapsamında Yalova yöresi elma bahçelerinde sıra üzeri bazı zemin yönetimi konularının karşılaştırılması projesinin uygulandığı yıllarda 2019 iklim verileri

**Yalova İli Meteoroloji Müdürlüğü 2019 Yılı Meteorolojik Veriler**

Aylar	Sıcaklıklar (°C) Ortalama			Ortalama Nem (%)	Toplam Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)		Donlu Gün
	Maksimum	Maksimum	Maksimum			En Düşük	En Yüksek	
Ocak	10,50	5,20	7,70	70,50	83,10	-2,00	19,40	2
Şubat	10,00	4,90	7,10	76,90	75,30	1,50	19,40	0
Mart	14,30	5,90	9,80	67,20	25,80	-1,60	22,40	1
Nisan	16,20	8,60	12,40	71,70	34,10	2,80	24,70	0
Mayıs	23,60	14,80	19,10	68,10	32,70	10,30	30,00	0
Haziran	27,20	19,40	23,30	70,90	25,60	15,40	33,00	0
Temmuz	28,10	18,70	23,50	68,70	25,10	15,40	31,80	0
Ağustos	28,60	19,70	24,00	71,40		15,60	31,50	0
Eylül	25,60	15,90	20,70	71,20	15,40	9,70	30,20	0
Ekim	22,30	13,80	17,80	76,50	46,90	9,70	29,00	0
Kasım	20,70	11,00	15,40	71,00	46,40	6,40	28,00	0
Aralık	13,80	7,20	10,10	69,80	88,80	1,10	22,30	0
Toplam 2019 Ortalaması	20,08	12,09	16,08	71,16	568,00	7,03	26,81	0,25

2019 yılında Ağustos ayında mevsim normallerinin oldukça üzerinde bir yağmur yağmıştır.

Çizelge 13. Koruyucu toprak işleme kapsamında Yalova yöresi elma bahçelerinde sıra üzeri bazı zemin yönetimi konularının karşılaştırılması projesinin uygulandığı yıllarda 2020 iklim verileri

**Yalova İli Meteoroloji Müdürlüğü 2020 Yılı Meteorolojik Veriler**

Aylar	Sıcaklıklar (°C) Ortalama			Ortalama Nem (%)	Toplam Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)		Donlu Gün
	Maksimum	Maksimum	Maksimum			En Düşük	En Yüksek	
Ocak	10,10	4,50	7,00	72,40	83,50	-0,10	17,8	2
Şubat	12,60	5,50	8,70	70,00	64,60	-1,10	23,50	4
Mart	14,20	7,10	10,20	73,50	59,00	0,00	24,10	1
Nisan	16,00	7,30	11,70	68,90	26,60	3,10	25,20	0
Mayıs	21,30	12,70	17,10	72,00	68,30	6,40	33,00	0
Haziran	26,00	17,70	22,00	71,10	115,20	12,00	29,50	0
Temmuz	28,80	19,40	24,20	72,00	2,30	16,10	33,40	0
Ağustos	29,40	19,20	24,40	70,40	0,00	16,20	34,00	0
Eylül	27,30	19,10	23,10	73,60	29,30	14,50	33,00	0
Ekim	23,50	15,00	18,90	77,20	85,10	11,40	30,20	0
Kasım	16,20	8,60	12,10	78,10	50,10	2,70	20,00	0
Aralık	15,30	8,60	11,60	76,20	31,90	2,90	22,00	0
Toplam 2020 Ortalaması	20,06	12,06	16,06	72,95	615,90	7,01	27,14	0,58
Uzun Yıllar	19,45	10,22	14,79	72,88	62,92			0,59

2020 yılında Haziran ayında oldukça fazla yağış değişirken, Temmuz'da eseri miktarda ve Ağustos ayında hiç yağmamıştır. Bu durum, sulama bakımından sorun oluşturmuştur.

Çizelge 14. Koruyucu toprak işleme kapsamında Yalova yöresi elma bahçelerinde sıra üzeri bazı zemin yönetimi konularının karşılaştırılması projesinin uygulandığı yıllarda 2021 iklim verileri

**Yalova İli Meteoroloji Müdürlüğü 2021 Yılı Meteorolojik Veriler**

Aylar	Sıcaklıklar (°C) Ortalama			Ortalama Nem (%)	Toplam Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)		
	Maksimum	Maksimum	Maksimum			En Düşük	En Yüksek	Donlu Gün
<i>Ocak</i>	13,10	6,30	9,10	72,70	164,00	-4,60	25,9	6
<i>Şubat</i>	11,70	4,60	7,90	76,80	59,70	-1,60	24,80	9
<i>Mart</i>	10,90	4,50	7,50	77,80	117,50	-0,70	21,20	1
<i>Nisan</i>	22,70	11,50	11,90	77,90	59,10	1,80	24,30	0
<i>Mayıs</i>	20,00	16,90	17,80	7230	31,10	6,40	30,70	0
<i>Haziran</i>	24,30	16,30	20,50	79,40	98,80	10,80	29,60	0
<i>Temmuz</i>	29,20	20,30	24,90	75,60	27,50	17,50	33,40	0
<i>Ağustos</i>	30,20	19,60	25,00	71,70	7,30	16,60	34,70	0
<i>Eylül</i>	24,80	16,00	20,30	71,40	16,90	11,10	34,70	0
<i>Ekim</i>	19,80	11,40	15,40	78,30	44,90	6,00	25,20	0
<i>Kasım</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
<i>Aralık</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
<i>Toplam</i>					626,80			16
<i>2021 Ortalaması</i>	17,23	10,62	13,92	62,88	52,23	5,28	23,71	1,33
<i>Uzun Yıllar</i>	19,45	10,22	14,79	72,88	62,92			0,59

2021 yılı Haziran ayında yağış fazla olmuş ve Ağustos'ta düşük olmuştur.

## 5. SONUÇ

2017-2021 yılları arasında yapılan bu çalışmada, meyve kalite analizleri sonucu fark çıkmaması sebebiyle likert ölçeğine göre göreceli karar çizelgesi hazırlanmış ve buna göre konu seçimi kolaylaştırılmıştır (Çizelge 15).

Çizelge 15. Koruyucu toprak işleme kapsamında Yalova yöresi elma bahçelerinde sıra üzeri bazı zemin yönetimi konularının karşılaştırılması projesinde konu seçimi için uygulamaya ihtiyaç duyulan, likert ölçeğine göre hazırlanmış göreceli karar çizelgesi

	<i>Konular</i>	<i>TOS</i>	<i>PÖS</i>	<i>GİS</i>	<i>YİS</i>
<i>Proje Genel Değerlendirmesi (Göreceli Karar Çizelgesi)*</i>	<i>Mekanizasyon maliyetleri</i>	7	1	7	3
	<i>Toprak işleme</i>	7	7	5	7
	<i>Yabancı ot ilaçlaması</i>	7	7	7	5
	<i>Ot biçme işi</i>	5	7	3	7
	<i>Plastik örtü</i>	3	5	3	3
	<i>Toprak hacim ağırlığı</i>	1	5	7	3
	<i>Su infiltrasyonu</i>	5	1	7	3
	<i>Toprak penetrasyon direnci</i>	7	5	3	1
	<i>Yabancı ot durumu</i>	1	7	5	3
	<i>Budama</i>	3	5	1	3
	<i>Gübreleme</i>	1	3	1	1
	<i>Sulama</i>	1	3	1	1
	<i>Hastalık-zararlı ilaçlama</i>	5	5	5	5
	<i>Hasat</i>	7	7	5	7
	<i>Meyve eni</i>	1	5	3	3
	<i>Meyve boyu</i>	5	5	1	3
	<i>Meyve ağırlığı</i>	3	5	1	3
	<i>Meyve eti sertliği</i>	3	3	5	1
	<i>Ağaç başına verim</i>	3	5	1	1
	<i>SÇKM</i>	3	1	5	3
<i>pH</i>	3	1	1	3	
<i>TA</i>	3	3	1	5	
	<b>Toplam görece puanı</b>	<b>84</b>	<b>96</b>	<b>78</b>	<b>74</b>

\*Yalçın vd. (2006), 7:İyi, 5:Orta, 3:Kabul edilebilir, 1: Kötü. Puanlama, Likert ölçeğine göre 1-3-5-7 şeklinde uygulanmıştır.

Göreceli karar çizelgesine göre (Çizelge 15), PÖS ve TOS öne çıkmış olup Hangi Yöntemi Tercih Etmeliyiz? Sorusunun cevabını aramalıyız.





Şekil 2. Plastik Örtülü Sistem (PÖS)



Şekil 3. Tamamı Otlı Sistem (TOS)

Bütün yaşanan ve anlatılanlar ışığında yabancı otu önleme bakımından en uygun ancak en pahalı yöntem olan PÖS, Hazırlığı, serilmesi, yıl boyu bakım gerektirmesi, bir süre kendi haline bırakıldığında üzerine doğru uzanan yabancı otların kök salması ve örtüye zarar vermesi, örtü kalıntılarının çevrecilik açısından sakıncalı olması vb. sebeplerle tercih edilmeyebilir.

Bütün yaşanan ve anlatılanlar ışığında tamamı otlı bırakılıp, belli zamanlarda sadece otu biçilen ve en ekonomik sistem olan TOS, yıl boyu bahçede çalışma kolaylığı sağlaması, trafiği azaltması, yakıttan tasarruf sağlaması, faydalı böceklere yuva olması, çevreci olması vb. sebeplerle tercih edilebilir.

Göreceli karar çizelgesine göre öne çıkan TOS ve PÖS konuları birlikte incelendiğinde ve arazideki uygulamalar da dikkate alındığında, tamamı otlı sistemin tercih edilmesinin daha doğru olacağı kanaatine varılmıştır.

Yapılan araştırmalar genellikle koruyucu toprak işleme ve doğrudan ekimin, enerji verimliliğini %25–100 artırdığını, enerji ihtiyacını da %15–50 arasında azalttığını ortaya koymuştur (Anonim, 1).

Yanlış ve bilinçsiz toprak işlemeden kaynaklanan erozyon nedeniyle yılda 150 ton/ha'lık toprak kaybı meydana gelmektedir (Anonim, 2). Bu kayıpları engellemenin en doğal yolu toprağı devirmeden işlemek, işlem sayısını azaltmak ve toprak yüzeyini mümkün olduğu kadar bitki örtüsü ile kaplamaktır.

Cock (1985), bağ topraklarının strüktürel şartlarına, işlemenin yapıldığı uygulama ve yabancı otla malç yapmanın etkisini karşılaştırmıştır. Toprak işlemenin olmadığı uygulamada 1 mm'lik kuru agregatların, agregat stabilitesinin ve büyük gözeneklilik yüzdesinin önemli bir şekilde arttığını, aynı zamanda 6–12 cm derinlikteki toprak tabakasında hacim ağırlığı ve penetrasyon direncinin önemli bir şekilde azaldığını belirtmiştir.

Yalçın vd. (2006), zeytinde farklı toprak işleme yöntemlerinin yıllara göre gelir-gider ve kârlılık durumunu (ağaç başına) incelemiştir. Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü arazisinde 2002–2006 yıllarındaki çalışmada, brüt kâr hesabına göre yapılan analiz neticesi en iyi sonucu toprak işlemez (çıplak toprak–tamamı ilaçlı) üretim sistemi vermiş olup en düşük brüt kâr ise örtülü (otlu–taç iz düşümü ilaçlı) üretim sistemi vermiştir. Yarı işlemeli üretim sistemi 2. geleneksel üretim sistemi 3. sırayı almıştır. Makineli zeytin hasadında işlemlerin daha rahat yürütülmesi için toprak işlemez bir zemin olması gerektiği önerilmiştir.

Doğada bitkiler birlikte yaşayıp gelişirler. Fakat insan her şeyi farklı biçimde görür. Birlikte var olmayı rekabet olarak algılar; bir bitkinin, diğerinin büyümesini engellediğini düşünür ve öteki otlar ile otsu bitkileri ortadan kaldırması gerektiğine inanır. İnsan kültür bitkilerini diğer bitkilerden ayırmayı seçtiğinden bu yana, onları kendi çabasıyla yetiştirmeye mecbur oldu (Fukuoka, 2006).

Tamamı otlı sistemi dikkate aldığımızda, toprağı sürme ve yabancı ot temizleme ihtiyacını ortadan kaldıran yeşil gübre örtüsü ve çim örtü yetiştirme gibi toprak yönetim teknikleri, aynı zamanda kimyevi gübresiz üretimi de mümkün kılar; ancak birdenbire gübrelemeyi ve yabancı ot temizliğini bırakma girişimlerinin başarıya ulaşma ihtimali düşüktür. Bu sebeple azaltılmış toprak işleme veya yarı işlemeli gibi yöntemlerle bir alıştırmaya dönemi uygulanabilir.

Zengin topraklarda gübresiz yetişen bitkiler, güçlü ve sağlıklı köklerle hastalıklara dirençli gövdelere sahiptir. Yabancı ot temizliği, kimyevi gübreleme ve aşırı budama, toprağı da ağacı da şaşırır ve ağacın hastalıklara karşı direncini düşürür. Sonuç; yetersiz havalanma, gün ışığı almayan dal ve yapraklar, hastalık yapıcı mikrop ve böceklerin istilasidir. Hastalık ve zararlı kontrolü ihtiyacını yaratan budur (Fukuoka, 2006).

Yaşayan doğanın kendine özgü düzeni: Tüm canlılar sonsuz bir besin zincirinin parçasıdır; hepsi bir şeyle beslenerek yaşar ve başka bir şeyin ellerinde can verir. Yeryüzündeki madde ve enerji daimi bir akış halindedir. Kişinin tüm yapması gereken: hiçbir şey yapmamaktır (Fukuoka, 2006).

Bu dünyada insanoğlu en az 10 yıl hiçbir şeye dokunmasa, her şey düzelir (Yalçın, 1975).

Projeden elde edilen çıktılara göre;

Toprak işlemeden vazgeçilebilir, Bahçede makina trafiğı azaltılabilir, Topraktaki sıkışma ve taban taşı oluşumu engellenebilir, Toprak strüktürü ve verimliliğı korunabilir, Toprağın su infiltrasyonu iyileştirilebilir, Erozyon en aza indirilebilir, Çevreci bir tarım uygulanabilir.

## KAYNAKLAR

- Akalan, İ. (1965). Toprak Oluşu, Yapısı ve Özellikleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:241, 332s.
- Anonim (1). Conservation Agriculture: Economic Benefits, (<http://www.ecaf.org/>).
- Anonim (2). What is Conservation Agriculture? (<http://www.fao.org/ag>).
- Anonim (2006). FAOSTAT – Agricultural Statistics.
- Aykas, E., Yalçın, H., Çakır, E., (2005). Koruyucu Toprak İşleme Yöntemleri ve Doğrudan Ekim. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, İzmir.
- Cock, G.J. (1985). Soil Structural Conditions of Vineyards Under Two Soil Management Systems. Australian Journal of Experimental Agriculture, 25(2):450–454.
- Çetin, M., Özgöz, E., Akbaş, F., Gürhan, R. (2005). Farklı Toprak İşleme Sistemlerinin Toprağın Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi ve Haritalanması. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 1(1):69–75.
- Dilley, C., Nonnecke, G. (2004). Weed Management and Soil Quality in Vineyard Agroecosystems. Iowa State University Extension, Annual Fruit/Vegetable Progress Report 2004.
- Durgut, M.R., Arın, S. (2005). Trakya Yöresi Bağcılığının Mekanizasyon Düzeyi ve Sorunları. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(3):287–297.
- Erdem, G. (1991). Tele Alınmış Bağlarda Mekanizasyon Uygulamalarının İş Verimine Etkileri Üzerinde Bir Araştırma (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Adana, 117s.
- Evans, R. (1996). Soil Erosion and its Impacts in England and Wales. Friends of the Earth, London, 121p.

- Faulkner, E.H. (1943). *Plowman's Folly*. The University of Oklahoma Press: Norman. Ninth printing 1963, 156p.
- Ferrero, A., Sudiro, L., Nosalewicz, A., Lipiec, J. (2004). Effects of Grass Cover and Tillage on Temperature of Soil in Sloping Vineyard. *International Agrophysics*, 18(2):121–126.
- Ferrero, A., Usowicz, B., Lipiec, J. (2005). Effects of Tractor Traffic on Spatial Variability of Soil Strength and Water Content in Grass Covered and Cultivated Sloping Vineyard. *Soil and Tillage Research*, 84:127–138.
- Fukuoka, M. (2006). *Ekin Sapı Devrimi, Doğal Tarıma ve Doğal Hayata Giriş*. Kaos Yayınları, İstanbul.
- Goblos, G., Kissne, B. (1978). Mechanization Variants of the Technology in High Trained Vineyards Planted in Sandy Soils with Row Spaces 2.4–3.0 m *Kertgezdasaaj*, 10(5):38–54.
- Kamburoğlu, İ. (2001). Kırklareli Kuru Tarım Koşullarında Buğday Tarımında Toprak İşlemesiz, Azaltılmış Toprak İşlemeli ve Geleneksel Toprak İşlemeli Sistemlerin Toprağın Rutubet Değişimine ve Ürün Verimine Etkisi. *Trakya Toprak ve Su Kaynakları Sempozyumu*, 24–27 Mayıs 2001, Kırklareli.
- Karakaplan, S. (1982). Değişik Nem ve Basınçta Sıkıştırmanın Toprakların Hacim Ağırlığı, Penetrasyon ve Permeabilite Değerlerine Etkileri. *Atatürk Üniversitesi, Erzurum*.
- Nemethy, L. (2004). Alternative Soil Management for Study Vineyards. *ISHS Acta Horticulturae 640:XXVI International Horticultural Congress: Viticulture – Living with Limitations*.
- Odum, E.P. (1983). *Grundlagen der Ökologie (Band 1,2)*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- Okur, B., Okur, N., Anaç, D. (2003). Tarım Topraklarında Organik Maddenin Sürdürülebilirliği. *Koruyucu Toprak İşleme ve Doğrudan Ekim Çalıştayı*, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, İzmir.
- Phillips, E.R., Phillips, S.H. (1984). Ed., *No – tillage Agriculture, Principles and Practices*. Van Nostrand Reinhold Co., New York, 306p (p2).
- Prichard, T.L. (2007). *Improving Water Penetration in Vineyards*. University of California Cooperative Extension. (<http://ucce.ucdavis.edu/files/filelibrary/>) (Erişim Tarihi: 14 Ocak 2007).
- Samarajeewa, K.B.D.P., Hourruchi, T., Oba, S. (2006). Finger Millet (*Eleusine corocana* L. Gaertn.) as a Cover Crop on Weed Control, Growth and Yield of Soybean Under Different Tillage Systems. *Soil and Tillage Research*, 90(1–2):93–99.
- Walling, D.E. (1990). Linking the Field to the River: Sediment Delivery from Agricultural Land. In: Boardman, J., Foster, I.D.L., Dearing, J.A. (Eds.), *Soil Erosion on Agricultural Land*. Wiley, Chichester, pp:129–152.
- Yalçın, B. (1975). Erzurum İli, Olur İlçesi, Boğazgören Köyü Çiftçilerinden Bekir YALÇIN, kendi hayat tecrübesi olarak söylemiştir.
- Yalçın, M., Kalecik, N., Yalçınkaya, E., Ergun, M.E., Acıcan, T., Çetin, Ö., Söğüt, A., Şarlar, G., Nogay, T., (2006). Marmara Bölgesi Zeytin Bahçelerinde Toprak İşleme Sistemlerinin Karşılaştırılması. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi* 2006, 2(2).

## EXTENDED ABSTRACT

### Introduction and Research Questions & Purpose

This study was carried out on irrigable bottom land in Yalova conditions. It is aimed to investigate the issues that were lacking in the previous studies on the research of new production systems that reduce the production cost, increase the energy and water use efficiency, and ensure the continuation of soil fertility, and to create awareness of protective tillage on a national basin basis.

With this project, it was considered to investigate the protective tillage systems suitable for sustainable agriculture, which can be an alternative to the traditional agricultural production systems that are applied regionally in our country, and to determine the effects of these systems on fruit quality.

In vineyard and orchard cultivation, correct and economical ground management that is suitable for organic farming philosophy, reduces costs, protects the soil and the environment, and prevents erosion has come to the fore. The effect of soil management issues applied in this study on fruit quality characteristics was determined.

150 tons/ha of soil loss occurs annually due to erosion caused by wrong and unconscious tillage (Anonymous, 2). The most natural way to prevent these losses is to work the soil without overturning, to reduce the number of processes and to cover the soil surface with vegetation as much as possible. In an uninverted soil, plant residues form a mulch layer on the soil over time. While this layer creates a habitat for soil microorganisms, it will ensure the continuity of moisture and temperature on the surface and protect the soil from the physical effects of rain and wind.

In the protective tillage method, the plant residues (mulch) left on the soil surface and the surface waters will be filtered and the quality of the water collected in rivers, ponds and dams will be improved. With this method, water use efficiency and conservation will be improved and significant advantages will be provided in terms of water scarcity.

### Methodology

This project was implemented in a densely planted (4 m × 1.5 m) Red Fuji variety apple orchard on a loamy-clay base land in Yalova Atatürk Horticultural Central Research Institute. In the applications, row hoeing machine, weed sprayer, grass trimmer and polyethylene plastic cover material were used.

In all plots, the rows will be left covered with natural vegetation and will be mowed when the time comes. On the row, on the basis of the subjects, 4 different methods established according to the randomized blocks experimental design were examined with 3 replications and 30 trees in each replication. The applied methods are:

- 1. Traditional Tillage System (GIS): In-row cultivating (tractor + sensor rototiller) 65 HP New Holland tractor and sensor rototillers are attached to the tractor.
- 2. Plastic Covered System (PÖS): In-row plastic cover/jute material application (fixed exhibition), incision was made with a 35 hp spike tractor at the preparation stage.
- 3. All Grass System (TOS): The entire ground on the row is left with natural grass and the system is mowed as needed (tractor-sensory mowing), 65 hp New Holland tractor is used. A blade type, feeler grass trimmer is fitted to the tractor.
- 4. Weed Spraying System (YIS): Weed pesticide/herbicide application on the entire row (tractor-sensory crop-arm sprayer), 60 hp, 260 g Massey Ferguson tractor was used. A spraying machine with crop arms and sensors is connected to the tractor.

Topics studied in fruits:

- Fruit width,
- Fruit size,
- Fruit water-soluble dry matter (SÇKM),
- Fruit pH,
- Fruit yield,
- Fruit flesh firmness,
- Titratable acidity (TA),

## **Results and Conclusions**

In the light of all the experiences and stories, PÖS, which is the most suitable but the most expensive method in terms of weed prevention, requires preparation, laying, maintenance throughout the year, when left alone for a while, the weeds that grow on it take root and damage the cover, the cover residues are undesirable in terms of environmentalism. etc. may not be preferred for any reason.

In the light of all the experiences and stories, TOS, which is the most economical system, which is left with grass and only the grass is mowed at certain times, provides ease of working in the garden throughout the year, reduces traffic, saves fuel, is a home for beneficial insects, is environmentally friendly, etc. preferred reasons.

Yalcin et al. (2006) examined the income-expenditure and profitability (per tree) of different tillage methods in olive by years. In the study conducted on the land of Yalova Atatürk Horticultural Central Research Institute between 2002 and 2006, the analysis result according to the gross profit calculation gave the best result without tillage (bare soil – all with pesticides) production system, and the lowest gross profit was covered (with weed – crown projection with pesticides). ) has given the production system. The semi-processed production system took the 2nd place, the traditional production system took the 3rd place. It has been suggested that there should be a ground without tillage in order to carry out the operations more easily in machine olive harvesting.

The peculiar order of living nature: All living things are part of an endless food chain; they all live by feeding on something and die at the hands of something else. Matter and energy on Earth are in a constant state of flux. All one has to do is to do nothing (Fukuoka, 2006).

If human beings do not touch anything in this world for at least 10 years, everything will be fine (Yalçın, 1975).

According to the outputs obtained from the project;

Soil cultivation can be abandoned, Machine traffic can be reduced in the garden, Compaction and footstone formation in the soil can be prevented, Soil structure and fertility can be preserved, Water infiltration of the soil can be improved, Erosion can be minimized, An environmentally friendly agriculture can be applied.

## Yazarların Biyografisi



### Muammer YALÇIN

1965 yılında Erzurum ili, Olur ilçesi, Boğazgören köyünde doğdu. İlkokulu köyünde, ortaokulu Aydın ili Söke ilçesinde, liseyi Bayburt Ziraat Meslek Lisesinde tamamladı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığında göreve başladı ve farklı il ve ilçelerde görev yaptı. 1991 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünden mezun oldu. Aynı Fakültede 1997 yılında Yüksek Lisansını ve 2014 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünde Doktorasını tamamladı. 1997 yılından beri Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsünde araştırma mühendisi olarak çalışmaktadır. Ulusal ve uluslararası kongre, sempozyum ve çalıştaylara katılmaktadır. Çeşitli ulusal ve uluslararası yayınları bulunmaktadır. İngilizce bilmektedir. Bir kızı vardır.

**İletişim** [muammer.yalcin@tarimorman.com.tr](mailto:muammer.yalcin@tarimorman.com.tr)

**ORCID Adresi** <https://orcid.org/0000-0002-5441-4351>



### Adnan DOĞAN

1971 tarihinde Tokat'ta doğdu. İlk ve ortaokulu Sivas'ta tamamladı. 1990 yılında Ankara Anadolu Meteoroloji Meslek Lisesinden mezun oldu. 1995 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde Lisansını, 2001 yılında aynı üniversitenin Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında Yüksek Lisansını ve 2011 yılında Doktorasını tamamladı. 1990 yılında Erzurum Meteoroloji Bölge Müdürlüğünde göreve başladı. Gemerek Meteoroloji Müdürlüğü, Eğirdir Meyvecilik Araştırma Enstitüsü, Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsünde çalıştı. 2006 yılından itibaren Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Meyvecilik Bölümünde çalışmaya başladı. 2022'den itibaren Meyvecilik Bölüm Başkanı olarak görevini sürdürmektedir. İngilizce bilmektedir. Evli ve 3 çocuk babasıdır.

**İletişim** [adnan.dogan@tarimorman.com.tr](mailto:adnan.dogan@tarimorman.com.tr)

**ORCID Adresi** <https://orcid.org/0000-0002-1271-6087>



### Arzu ŞEN

1974 yılında Erzurum da doğdu. 1996 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünden mezun oldu. 1997-2000 yılları arasında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde Araştırma Görevlisi Olarak görev yaptı. 2002 yılından beri Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Hasat Sonrası Fizyolojisi Bölümünde çalışmaktadır. İngilizce bilmektedir. Bir oğlu vardır.

**İletişim** [arzu.sen@tarimorman.com.tr](mailto:arzu.sen@tarimorman.com.tr)

**ORCID Adresi** <https://orcid.org/0000-0001-5670-1349>

## Adana ve Mersin İllerinin Tarımsal Mekanizasyon Düzeyi, Toprak İşleme ve Ekim Makinaları Projeksiyonu

### Agricultural Mechanization Level, Soil Tillage and Sowing Machinery Projection of Adana and Mersin Provinces

Esra Nur Gül<sup>1,\*</sup>, Hamide Ersoy<sup>1</sup>, Ebubekir Altuntaş<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tokat, Türkiye.

\* Corresponding author (Sorumlu Yazar): E.N. Gül, e-mail (e-posta): [gulesranur1@gmail.com](mailto:gulesranur1@gmail.com)

#### Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 12.07.2023  
Düzeltilme tarihi : 15.10.2023  
Kabul tarihi : 28.10.2023

#### Anahtar Kelimeler:

Zincirleme İndeks Yöntemi  
Adana  
Mersin  
Tarım Makinaları Tahmin Projeksiyonu  
Toprak İşleme ve Ekim Makinaları

#### Atf için:

Gül, E.N., Ersoy, H., Altuntaş, E., (2023). "Adana ve Mersin İllerinin Tarımsal Mekanizasyon Düzeyi, Toprak İşleme ve Ekim Makinaları Projeksiyonu", *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 19(3): 215-233.

#### ÖZET

Bu çalışmada, Adana ve Mersin illerinin 2013-2022 yıllarına ait toprak işleme alet-makinaları ve ekim makinaları sayısı, traktör sayısı, tarımsal mekanizasyon düzeyindeki (kW, kW ha<sup>-1</sup>, traktör 1000 ha<sup>-1</sup>, ha traktör<sup>-1</sup>) değişim belirlenmiş ve 2023-2032 yılları için tahmin projeksiyonu zincirleme indeks yöntemiyle belirlenmiştir. Çalışmanın materyalini Türkiye İstatistik Kurumu'ndan (TÜİK) alınan toprak işleme alet ve makinaları, ekim makinaları, iki akslı traktörler verileri ve toplam işlenen alan verileri oluşturmaktadır. Adana ili için, il genelinde 2013-2022 yılları arasında 11-24 BG, 25-34 BG ve 35-50 BG güç gruplarında azalış olurken, 1-10 BG, 51-70 BG ve >70 BG gruplarında artış olmuştur. En büyük artış >70 BG grubunda gözlenmiştir. Mersin ili için, il genelinde 2013-2022 yılları arasında tüm güç gruplarında artış gözlenmiştir. Adana ve Mersin illerinde toplam traktör gücü, ortalama traktör gücü, bir hektar alana düşen traktör gücü (kW ha<sup>-1</sup>) ve bin hektar alana düşen traktör sayısı (traktör 1000 ha<sup>-1</sup>) değerleri yıllara göre artma eğilimi gösterirken, bir traktöre düşen işlenen alan (ha traktör<sup>-1</sup>) değeri ise azalmıştır. Bu değerler, bu illerin mekanizasyon düzeyinin arttığını göstermektedir. Adana ilinde 2013 ve 2022 yılları arasındaki değişime bakıldığında en büyük artışın toprak frezesinde (%71.68) olduğu görülmüştür. Mersin ilinde ise en büyük artışın rototillerde (%92.13) olduğu görülmüştür. Adana ilinde diğer ekim makinaları birim adet olarak fazla olsa da projeksiyon katsayısı değerlerindeki artış en fazla anıza ekim makinasında (0.080) olmuştur. Üreticilerin geleneksel toprak işleme yöntemlerinin yanı sıra agro ekosisteme daha az zarar veren faaliyetleri içeren alternatif yöntemlere geçişe yatkın olduğu görülmektedir.

#### Article Info

Received date : 12.07.2023  
Revised date : 15.10.2023  
Accepted date : 28.10.2023

#### Keywords:

Chaining Index Method  
Adana  
Mersin  
Forecast Projection of the Agricultural Machinery  
Soil Tillage and Sowing Machines

#### How to Cite:

Gül, E.N., Ersoy, H., Altuntaş, E., (2023). "Agricultural Mechanization Level, Soil Tillage and Sowing Machinery Projection of Adana and Mersin Provinces", *Journal of Agricultural Machinery Science*, 19(3): 215-233.

#### ABSTRACT

In this study, the change in the soil tillage and sowing machines, the number of tractors, agricultural mechanization level (kW, kW ha<sup>-1</sup>, tractor 1000ha<sup>-1</sup>, ha tractor<sup>-1</sup>), for the years 2013-2022 in Adana and Mersin provinces was determined and estimation projection was determined by the chaining index method for 2023-2032 years. The material of the study consists of soil tillage and sowing machines, two-axle tractors data and the total cultivated area data obtained from the Turkish Statistical Institute (TUIK). For the province of Adana, while there was a decrease in the 11-24 BP, 25-34 BP and 35-50 BP power groups between 2013-2022, there was an increase in the 1-10 BP, 51-70 BP and >70 BP groups. The biggest increase was observed in the >70 BG group. For Mersin province, an increase was observed in all power groups between the years 2013-2022 throughout the province. While the total tractor power, average tractor power, tractor power per hectare (kW ha<sup>-1</sup>) and the number of tractors per thousand hectares (tractor 1000 ha<sup>-1</sup>) in Adana and Mersin provinces tend to increase over the years, the cultivated area per one tractor (ha tractor<sup>-1</sup>) value decreased. These values show that the mechanization level of these provinces has increased. Considering the change between 2013 and 2022 in Adana province, it was seen that the biggest increase was in rotary tiller (71.68%). In Mersin province, the biggest increase was observed in rototillers (92.13%). Although the number of other sowing machines is higher in Adana province, the increase in the projection coefficient values was highest in the direct seeding machines (0.080). It is seen that producers are prone to switch to alternative methods that include activities that are less damaging to the agro ecosystem in addition to traditional tillage methods.

## 1. GİRİŞ

Tarımda “Yeşil Devrim” olarak tarif edilen girişimler, yüksek verimli tohumlarının geliştirilmesini, sulama altyapısının genişletilmesini, hibrit tohumların, sentetik gübrelerin ve pestisitlerin çiftçilere dağıtılmasını içeriyordu (Ameen ve Raza, 2017). Birim alandan daha fazla verim elde etmek hedeflense de tüketici taleplerindeki ve nüfustaki artış sınırlı tarımsal arazilerin korunması zorunluluğunu ortaya koymaktadır (Ataseven ve ark., 2020). Oluşan ekonomik, çevresel ve toplumsal etkiler nedeniyle “entansif” ve “Yeşil Devrim” sorgulanmaya başlanmış ve sürdürülebilirliği sağlayacak alternatif tarımsal uygulamalar aranmıştır (Reganold ve ark., 1990). Tüm bu gelişmeler “Sürdürülebilir Tarım” kavramını gündeme getirmiştir. Sürdürülebilir tarım entansif tarım modeline bir alternatif olarak sunulmaktadır (Reganold ve ark., 1990; Turhan, 2005; Khan, 2011).

Günümüzde iklim değişikliği sonucu kuraklık, çölleşme ve ekosistem hizmetleriyle birlikte gıda güvenliğine bağlı olarak toprak kaynaklarının sürdürülebilir kullanımına yönelik hem toplumsal anlayış hem de toplumsal gündem önemli ölçüde değişmiştir. Adana ilinde arazi kullanımı açısından yapılan değerlendirmede su erozyonunun %60.36’sının tarım arazilerinde meydana geldiği, erozyondan etkilenen alanın 591 721.19 hektar, erozyon miktarının 5 651 432.87 ton yıl<sup>-1</sup> ve birim erozyon miktarının ise 9.55 ton ha<sup>-1</sup> yıl<sup>-1</sup> olduğu belirtilmiştir. Mersin ilinde ise su erozyonunun %37.29’unun tarım arazilerinde olduğu, erozyondan etkilenen alanın 391 556.81 hektar, erozyon miktarının 6 563 011.31 ton yıl<sup>-1</sup> ve birim erozyon miktarının ise 16.76 ton ha<sup>-1</sup> yıl<sup>-1</sup> olduğu ortaya konmuştur (Anonim, 2020).

Tarımsal üretim sistemlerinin sürdürülebilirliğinde toprak işleme önemli rol oynamaktadır. Lal (1991), akıllıca kullanılan toprak işlemenin toprakla ilgili bazı kısıtlamaların hafifletilmesinde ve bitkisel üretimin arttırılmasında güçlü bir araç olabileceğini belirtirken, yanlış uygulanan toprak işleme tekniklerinin toprak yapısının bozulmasına, su ve çevre kirliliğine yol açabileceğini belirtmektedir. Tarımda mekanizasyon ve ileri teknoloji kullanımı, üretimdeki verimliliğin daha fazla olmasını sağlamakla birlikte ürün kalitesini de iyileştirir. Ülkemizde tarımsal mekanizasyon geç anlaşılma ile beraber sadece traktör kullanımı mekanizasyon olarak görülmüştür. Bu durum günümüzde traktör ve ekipman olarak genişletilmiş, üretim teknikleri, üretim ve verimde artış, yeni teknolojilerin kullanılması ve sosyo-ekonomik yönden ergonomik bir yaşam elde edilmesi olarak da anlaşılmaya başlanmıştır (Ergüneş ve ark., 2009).

Tarımsal mekanizasyon düzeyi, herhangi bir tarım işletmesinde (ülke, bölge, il, ilçe) mekanik güç kaynağı olan traktör ile tarımsal işlemlerde kullanılan tarım alet, makina ve sistemlerin kullanımına yönelik bilgileri kapsamaktadır. Tarımsal mekanizasyonun güncel verilerle yapılması, tarımsal üretim sistemleri ve teknolojilerindeki gelişmeler doğrultusunda ülkesel, bölgesel ve il düzeyinde tarımsal kalkınma planlarına katkıda bulunmakta ve doğru kararlar alınmasını sağlayabilmektedir (Bayram ve Altuntaş, 2016). Türkiye’nin coğrafik bölgeleri bazında işlenen tarımsal alan yönünden ilk sırayı, traktör kullanımının en yoğun olduğu İç Anadolu Bölgesi alırken, en az tarımsal işlenen alan ve en az traktöre sahip olan bölgeler sırasıyla Karadeniz ve Doğu Anadolu Bölgeleridir (Altuntaş, 2016).

Tarımsal üretimde sürdürülebilirlik için doğal kaynakların etkin ve randımanlı kullanılması zorunluluğu üreticilerin sosyo-ekonomik açıdan geliştirilmesine de yardımcı olabilecek teknikleri içermelidir. Bu koşulların yerine getirilebilmesi için uygulanan sistemin eksikliklerinin giderilmesi, güncel uygulamaların uyarlanması veya yeni ve verimli teknolojilerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Kaya ve ark., 2010).



Çukurova Bölgesi uygun coğrafi konumu, iklim koşulları, sulama imkânları ve toprak verimliliğiyle tarımsal üretimde Türkiye’de önemli bir konuma sahiptir. Birçok ürünün çeşitliliği, birim alandaki verimi ve üretim miktarıyla ülke genelinde ilk sırada yer almakla beraber tarım, bölgede aynı zamanda makinalaşmanın gelişmesini de tetiklemiştir. Türkiye’deki tarımsal üretimde önemli bir merkez olan TR62 Bölgesi, bu alanda önemli gelişmeler elde etme potansiyeline de sahiptir (Anonim, 2023).

Türkiye topraklarının ortalama %30’u ve Adana ili topraklarının ise %38’i tarım arazilerinden oluşmaktadır. Mersin ili için ise, %25’ini tarım arazisi, %4’ü çayır ve mera arazisi oluşturmaktadır. Makina ve alet kullanımının yaygın olması, verimli toprakları ve yeni teknolojilere kolaylıkla adapte olabilmesi TR62 bölgesini tarım sektöründe ön plana taşımaktadır (Anonim, 2011; Anonim, 2017). Ayrıca, Mersin ve Adana illerini kapsayan TR62 Düzey 2 (Çukurova) Bölgesi’ndeki ekonomik ve sosyal kalkınmayı sağlamak amacıyla ilk iki pilot ajanstan biri olan Çukurova Kalkınma Ajansı kurulmuştur (ÇKA, 2021).

Günümüze kadar tarımsal mekanizasyon düzeyleri için ülkemiz geneli, bölgeler ve farklı şehirlere yönelik güncel veriler üzerinden tahmin projeksiyonu konusunda pek çok çalışma yapılmıştır (Demir ve Öztürk, 2013; Malaslı ve ark., 2015; Altuntaş, 2020; Bal ve Altuntaş, 2020; Altuntaş ve Bal, 2021; Aybek ve ark., 2021; Kuzu ve ark., 2021; Gül ve ark., 2022).

Çukurova bölgesi, tarımsal üretim kapsamında Türkiye’de oldukça önemli bir yere sahiptir. Ekolojik yönden erkenci, orta ve geçici olarak her dönemde üretimin yapılabilir durumda olması sebebiyle tarım alet ve makinalarına olan ihtiyacı da arttırmaktadır. Yapılan literatür taramalarında Adana bölgesine yönelik toprak işleme ve ekim makinalarının projeksiyon tahminlemesine yönelik bir çalışma olmadığı görülmüştür. Bu amaçla, bu çalışmada Çukurova bölgesinde bulunan Mersin ve Adana illerinin 2013-2022 yıllarındaki tarımsal mekanizasyon düzeyinin değişimi ve gelecek on yıl (2023-2032) için tarımda teknoloji kullanım projeksiyonu, toprak işleme ve ekim makinalarının değişimi ve on yıl için tahmin projeksiyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın materyali TR62 Bölgesinin 2013-2022 yıllarına ait Türkiye İstatistik Kurumu tarım makinalarına ait verileridir. Tarım makinalarının on yıllık üretim ve kullanım miktarları dikkate alınıp, elde edilen sayılardaki artış ve azalış değerleri yüzdelik olarak hesaplanmış ve yüzdelik oranların ortalama katsayıları elde edilmiştir. Projeksiyon katsayısının pozitif (+) olması mevcut alet ve makina sayısının arttığını, negatif (-) olması ise makina sayısının azaldığını göstermektedir (Demir ve ark., 2013).

Mersin ve Adana illerinin on yıllık (2013-2022) dönemdeki tarımsal mekanizasyon düzeyi zincirleme indeks yöntemiyle projeksiyon katsayısı olarak belirlenmiştir (Gül ve ark., 2022). Buna bağlı olarak gelecek on yılı (2023-2032) kapsayacak mekanizasyon düzeyi ile toprak işleme ve ekim makinaları varlığı tahmin edilmiştir (Çizelge 1). Güç değerlerine göre altı gruba ayrılan traktörlerin toplam güç değerinin belirlenmesinde Çizelge 2'den yararlanılmıştır.

Çizelge 1. Hesaplamalarda kullanılan toprak işleme ve ekim makinaları

• Kulaklı Traktör Pulluğu	• Dişli Tırmık
• Kulaklı Anız Pulluğu	• Ark Açma Pulluğu
• Kültivatör	• Merdane
• Kombikürüm (Karma Tırmık)	• Toprak Tesviye Makinası
• Rototiller	• Anıza Ekim Makinası
• Toprak Frezesi (Rotovatör)	• Kombine Hububat Ekim Makinası
• Dipkazan (Subsoiler)	• Pnömatik Ekim Makinası
• Diskli Tırmık (Diskaro)	• Traktörle Çekilen Hububat Ekim Makinası
• Diskli Anız Pulluğu (Vanvey)	• Üniversal Ekim Makinası (Pancar Mibzeri Dahil)
• Diskli Traktör Pulluğu	

Çizelge 2. Traktörlerin ortalama güç grupları\*

<b>Traktör grubu (Groups of tractors)</b>	<b>Ortalama güç (Average power) (BG)</b>
Traktör İki Akşlı (70 BG'den Fazla)	85
Traktör İki Akşlı (51-70 BG)	60.5
Traktör İki Akşlı (35-50 BG)	42.5
Traktör İki Akşlı (25-34 BG)	29.5
Traktör İki Akşlı (11-24 BG)	17.5
Traktör İki Akşlı (1-10 BG)	5.5

\*(Kuzu ve ark., 2021)

Adana ve Mersin illerindeki toplam işlenen alan, toplam traktör gücü ve traktör sayıları kullanılarak 2013 yılından 2022 yılına kadar her yıl için aşağıdaki belirtilen ölçütlere göre mekanizasyon düzeyi belirlenmiştir. Mekanizasyon düzeyini belirlemek için kullanılan ölçütler;

1. Ortalama traktör gücü (kW)
2. Bin hektar tarım alanına düşen traktör sayısı (traktör 1000 ha<sup>-1</sup>)
3. Traktör başına düşen tarım alanı (ha traktör<sup>-1</sup>)
4. İşlenen alana düşen traktör gücü (kW ha<sup>-1</sup>).

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Adana ve Mersin illerinin toplam işlenen alanı ve 2013 ile 2022 yılları arasındaki değişimi ve 2023 ile 2032 yıllarını kapsayan projeksiyon tahmini değerleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Adana ve Mersin illerinin 2013-2022 dönemindeki toplam işlenen alanı ve 2023-2032 projeksiyonu

Yıllar (Years)	<i>Adana</i>	<i>Mersin</i>
	Toplam işlenen alan (Cultivated area) (ha)	Toplam işlenen alan (Cultivated area) (ha)
2013	475 161.16	396155.67
2014	498 204.16	384863.77
2015	488 715.00	379405.56
2016	491 433.30	382306.79
2017	498 143.30	369638.43
2018	485 597.50	339740.25
2019	476 725.20	333173.41
2020	482 236.00	329666.42
2021	487 185.40	331527.46
2022	504 519.32	329312.13
<i>Projeksiyon Katsayısı</i>	0.007	-0.020
2023	508 029.17	322 727.62
2024	511 563.43	316 274.76
2025	515 122.28	309 950.93
2026	518 705.89	303 753.54
2027	522 314.43	297 680.07
2028	525 948.07	291 728.04
2029	529 607.00	285 895.01
2030	533 291.37	280 178.61
2031	537 001.38	274 576.51
2032	540 737.20	269 086.43

Projeksiyon katsayıları incelendiğinde 2013-2022 yılları arasında Adana ilinin toplam işlenen alanının %6.17 arttığı, Mersin ilinin toplam işlenen alanının ise %16.87 azaldığı görülmektedir. Projeksiyon katsayısına bağlı olarak Adana ve Mersin illerinde 2032 yılı baz alınarak bu değerlerin 2022 yılına göre sırasıyla %3.27 artacağı, %18.28 azalacağı varsayılmıştır.

Adana ve Mersin illerinin 2013-2022 yıllarına ait traktör sayıları ve 2023-2032 yılları için yapılan tahmini traktör sayıları Çizelge 4 ve Çizelge 5'te verilmiştir. Adana ili için, il genelinde 2013-2022 yılları arasında 11-24 BG, 25-34 BG ve 35-50 BG güç gruplarında azalış olurken, 1-10 BG, 51-70 BG ve >70 BG gruplarında artış olmuştur. En büyük artış >70 BG grubunda gözlenmiştir. 51-70 BG ve >70 BG gruplarında traktör sayıları zamana göre sürekli olarak artan bir ivmeyle yükselmiştir. Çizelge 4'e göre 2032 yılında 1-10 BG, 11-24 BG, 25-34 BG, 35-50 BG, 51-70 BG ve >70 BG gruplarındaki traktör sayılarının ise sırasıyla 89, 258, 2636, 8289, 15865 ve 14390 adet olacağı tahmin edilmiştir.

Çizelge 4. Adana ilinin 2013-2022 dönemindeki güç gruplarına göre traktör varlığı (adet) ve 2023-2032 projeksiyonu

Yıllar (Years)	Adana					
	Traktör güç grupları (Power groups of tractors)					
	1-10 BG	11-24 BG	25-34 BG	35-50 BG	51-70 BG	>70 BG
2013	48	438	2830	11590	8072	4155
2014	53	442	2866	11646	8424	4321
2015	54	445	2865	11655	8540	4359
2016	55	449	2972	11667	8663	4449
2017	59	458	3028	11795	8898	4533
2018	59	463	3200	11270	9442	4772
2019	59	393	2992	11260	9790	4939
2020	59	338	2953	10885	10117	5797
2021	64	337	2723	9818	10931	7067
2022	64	337	2725	9860	11106	7411
Projeksiyon Katsayısı	0.033	-0.026	-0.003	-0.017	0.036	0.069
2023	66	328	2716	9690	11509	7919
2024	68	319	2707	9524	11927	8463
2025	71	311	2698	9360	12360	9043
2026	73	303	2689	9199	12809	9664
2027	75	295	2680	9040	13274	10327
2028	78	287	2671	8885	13756	11035
2029	80	279	2662	8732	14255	11792
2030	83	272	2654	8582	14773	12602
2031	86	265	2645	8434	15309	13466
2032	89	258	2636	8289	15865	14390

Mersin ili için, il genelinde 2013-2022 yılları arasında tüm güç gruplarında artış gözlenmiştir. En büyük artış 1-10 BG grubunda görülmüştür. Çizelge 5'e göre 2032 yılında 1-10 BG, 11-24 BG, 25-34 BG, 35-50 BG, 51-70 BG ve >70 BG gruplarındaki traktör sayılarının ise sırasıyla 317795, 355, 1914, 16622, 17849 ve 2798 adet olacağı tahmin edilmiştir. Altuntaş (2020), Türkiye bazlı projeksiyon katsayılarında en yüksek değer (%7.95) çift akslı traktörlerde yüksek güç grubunda yer alan >70 BG traktörlerde, en düşük değer ise (%-1.53) 25-34 BG grubundaki traktörlerde olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 5. Mersin ilinin 2013-2022 dönemindeki güç gruplarına göre traktör varlığı (adet) ve 2023-2032 projeksiyonu

Yıllar (Years)	Mersin					
	Traktör güç grupları (Power groups of tractors)					
	1-10 BG	11-24 BG	25-34 BG	35-50 BG	51-70 BG	>70 BG
2013	11	156	679	13849	4127	641
2014	11	171	700	14710	4483	756
2015	13	187	718	15063	4518	802
2016	141	193	761	14628	5143	856
2017	140	190	884	13464	6523	998
2018	141	192	890	13469	6538	1014
2019	147	197	921	13540	6614	1038
2020	147	191	904	13559	6618	1051
2021	148	201	932	13736	6716	1077
2022	164	229	1100	15023	8114	1276
Projeksiyon Katsayısı	1.132	0.045	0.057	0.010	0.082	0.082
2023	350	239	1163	15176	8780	1380
2024	745	250	1229	15330	9500	1493
2025	1589	261	1299	15486	10279	1615
2026	3387	273	1373	15643	11122	1747
2027	7219	285	1451	15802	12034	1890
2028	15390	298	1534	15963	13021	2044
2029	32806	311	1621	16125	14090	2211
2030	69934	325	1713	16289	15245	2392
2031	149079	340	1811	16455	16496	2587
2032	317795	355	1914	16622	17849	2798

Mersin ilinde 2005 yılında 23.738 olan toplam traktör adedi 2010 yılında %15 artarak 27.347 sayısına ulaşmıştır. Tarım arazilerinin 406.000 ha olduğu göz önüne alınırsa yaklaşık 15 hektara bir traktör düşmektedir. İlçeler arasında traktör sayısı en fazla olan ilçe Tarsus'tur. İlçede tarım alanlarının diğer ilçelere göre daha büyük ölçekte olması tarımda mekanizasyon kullanımını daha mümkün hale getirmiştir. Bu durum traktör varlığını da etkilemiştir (Anonim 2011).

Adana ve Mersin illerinin toplam traktör sayısı, toplam traktör gücü ve toplam işlenen alan verileri kullanılarak 2013-2022 arası yıllar için hesaplanan mekanizasyon düzeyi gösterge değerleri ve 2023-2032 yılları arası için tahmin edilen değerler Çizelge 6 ve 7'de verilmiştir. Buna göre; Adana ve Mersin illerinde toplam traktör gücü, ortalama traktör gücü, bir hektar alana düşen traktör gücü ( $\text{kW ha}^{-1}$ ) ve bin hektar alana düşen traktör sayısı ( $\text{traktör } 1000 \text{ ha}^{-1}$ ) değerleri yıllara göre artma eğilimi gösterirken, bir traktör başına düşen alan ( $\text{ha traktör}^{-1}$ ) değeri ise azalmaktadır. Bu değerler, bu illerin mekanizasyon düzeyinin arttığını göstermektedir. 2022 yılında ortalama traktör gücü ( $\text{kW}$ ),  $\text{kW ha}^{-1}$ , traktör  $1000 \text{ ha}^{-1}$ ,  $\text{ha traktör}^{-1}$  değerleri Adana ili için sırasıyla 42.23  $\text{kW}$ , 2.64  $\text{kW ha}^{-1}$ , 62.44 traktör  $1000 \text{ ha}^{-1}$  ve 16.01  $\text{ha traktör}^{-1}$ 'dir. Mersin ili için ise sırasıyla 36.23  $\text{kW}$ , 2.85  $\text{kW ha}^{-1}$ , 78.67 traktör  $1000 \text{ ha}^{-1}$  ve 12.71  $\text{ha traktör}^{-1}$ 'tir. Adana ili için 2032 yılında sırasıyla %10.34, %21.96, %10.65 artış ve %9.24 azalış ile 46.60  $\text{kW}$ , 3.22  $\text{kW ha}^{-1}$ , 69.09 traktör  $1000 \text{ ha}^{-1}$ , 14.53  $\text{ha traktör}^{-1}$  olması beklenmektedir. Mersin ili için ise 2032 yılında sırasıyla %5.18, %79.29, %70.21 artış ve %40.20 azalış ile 38.11  $\text{kW}$ , 5.11  $\text{kW ha}^{-1}$ , 133.91 traktör  $1000 \text{ ha}^{-1}$ , 7.60  $\text{ha traktör}^{-1}$  olması beklenmektedir. Traktör sayısındaki artış; genel olarak büyük güç gruplarındaki traktörlerin sayısının artması, bahsi geçen illerde mekanizasyon düzeyinin arttığını göstermektedir. Ozgunaltay-Ertugrul ve ark. (2019), Türkiye'deki traktör başına ortalama alanın 26 hektar olduğunu, Kırşehir'de ise bu değer 53,15 hektar olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 6. Adana ilinin 2013-2022 dönemindeki traktör gücü ve mekanizasyon düzeyi değerleri ile 2023-2032 projeksiyonu

Yıllar (Years)	Toplam traktör gücü (kW)	Mekanizasyon düzeyi göstergeleri (Mechanization level indicators)			
		Ortalama traktör gücü (kW)	kW ha <sup>-1</sup>	traktör 1000ha <sup>-1</sup>	ha traktör <sup>-1</sup>
<b>Adana</b>					
2013	1049182.72	38.67	2.21	57.10	17.51
2014	1077846.61	38.84	2.16	55.70	17.95
2015	1085691.63	38.89	2.22	57.13	17.51
2016	1099553.09	38.92	2.24	57.50	17.39
2017	1120624.03	38.95	2.25	57.76	17.31
2018	1147175.97	39.28	2.36	60.14	16.63
2019	1167388.74	39.66	2.45	61.74	16.20
2020	1222340.70	40.54	2.53	62.52	16.00
2021	1299675.54	42.01	2.67	63.51	15.75
2022	1330345.76	42.23	2.64	62.44	16.01
<i>Projeksiyon Katsayısı</i>	0.027	0.010	0.020	0.010	-0.010
2023	1366084.97	42.65	2.69	63.08	15.86
2024	1402784.30	43.07	2.74	63.72	15.71
2025	1440469.55	43.50	2.80	64.37	15.55
2026	1479167.19	43.93	2.86	65.02	15.40
2027	1518904.43	44.36	2.91	65.68	15.25
2028	1559709.19	44.80	2.97	66.35	15.11
2029	1601610.16	45.24	3.03	67.03	14.96
2030	1644636.79	45.69	3.09	67.71	14.81
2031	1688819.30	46.14	3.16	68.40	14.67
2032	1734188.76	46.60	3.22	69.09	14.53

Çizelge 7. Mersin ilinin 2013-2022 dönemindeki traktör gücü ve mekanizasyon düzeyi değerleri ile 2023-2032 projeksiyonu

Yıllar (Years)	Toplam traktör gücü (kW)	Mekanizasyon düzeyi göstergeleri (Mechanization level indicators)			
		Ortalama traktör gücü (kW)	kW ha <sup>-1</sup>	traktör 1000ha <sup>-1</sup>	ha traktör <sup>-1</sup>
<b>Mersin</b>					
2013	673860.99	34.62	1.70	49.13	20.35
2014	724488.59	34.78	1.88	54.13	18.48
2015	740571.66	34.77	1.95	56.14	17.81
2016	759702.14	34.97	1.99	56.82	17.60
2017	796252.27	35.87	2.15	60.06	16.65
2018	798237.63	35.89	2.35	65.47	15.27
2019	806105.84	35.90	2.42	67.40	14.84
2020	807245.17	35.93	2.45	68.16	14.67
2021	819512.82	35.93	2.47	68.80	14.53
2022	938542.78	36.23	2.85	78.67	12.71
<i>Projeksiyon Katsayısı</i>	0.038	0.005	0.060	0.055	-0.050
2023	974570.15	36.41	3.02	82.96	12.07
2024	1011980.48	36.60	3.20	87.50	11.47
2025	1050826.87	36.78	3.40	92.28	10.89
2026	1091164.43	36.97	3.60	97.32	10.35
2027	1133050.41	37.16	3.82	102.64	9.83
2028	1176544.24	37.35	4.04	108.24	9.34
2029	1221707.65	37.54	4.29	114.16	8.87
2030	1268604.73	37.73	4.54	120.39	8.42
2031	1317302.02	37.92	4.82	126.97	8.00
2032	1367868.62	38.11	5.11	133.91	7.60

TÜİK'ten elde edilen veriler kullanılarak zincirleme indeks yöntemiyle Çizelge 1'de geçen ekim makinaları ile toprak işleme alet ve makinalarının 2013-2022 yılları arasındaki birim değişimleri ve projeksiyon katsayıları belirlenmiştir. 2023-2032 yılları için projeksiyon tahminleri yapılmıştır (Çizelge 8-9-10-11). Adana ilinin 2022 yılı verileri dikkate alındığında, kulaklı traktör pulluğunun birim adedinin en fazla olduğu belirlenmiştir. İkinci ve üçüncü sırada kültivatör ve diskaro bulunmaktadır. Mersin ilinde de benzer durum söz konusudur.

Adana ilinde diskli anız pulluğu ve diskli traktör pulluğu dışındaki diğer alet ve makinalarda değişim zamana göre pozitif ilerlemektedir. Mersin ilinde ise kombikürüm ve dişli tırmıktaki değişim negatif yöndedir. Adana ilinde 2013 ve 2022 yılları arasındaki değişime bakıldığında en büyük artışın toprak frezesinde (%71.68) olduğu görülmüştür. Mersin ilinde ise en büyük artışın rotatillerde (%92.13) olduğu saptanmıştır.

Çizelge 8. Adana ilinin 2013-2022 dönemindeki toprak işleme makinaları sayıları (adet) ve 2023-2032 projeksiyonu

<i>Yıllar</i>	<i>KTP</i>	<i>KAP</i>	<i>K</i>	<i>KO</i>	<i>RO</i>	<i>TF</i>	<i>D</i>	<i>DT</i>
2013	20619	935	21123	170	87	339	2770	7242
2014	20690	937	21229	170	94	374	2574	7334
2015	20799	949	21328	170	94	383	2601	7434
2016	21375	959	21420	172	94	387	2620	7472
2017	21557	1020	21598	174	107	404	2647	7585
2018	21895	939	22299	150	113	377	2794	7828
2019	22003	940	22377	152	120	389	2829	7866
2020	22391	1222	22519	170	150	452	2856	7943
2021	22785	1277	22489	174	205	534	2933	9194
2022	23216	1333	22742	184	217	582	2960	9380
<i>Projeksiyon Katsayı</i>	0.013	0.044	0.008	0.011	0.112	0.064	0.008	0.030
2023	23525	1392	22930	186	241	620	2983	9662
2024	23838	1454	23120	188	269	659	3007	9953
2025	24155	1519	23312	190	299	702	3031	10253
2026	24476	1586	23505	192	332	747	3055	10562
2027	24801	1656	23699	194	370	795	3079	10880
2028	25131	1730	23896	196	411	847	3103	11207
2029	25465	1807	24093	199	458	901	3128	11545
2030	25804	1887	24293	201	509	959	3152	11892
2031	26147	1971	24494	203	566	1021	3177	12250
2032	26495	2058	24697	205	630	1087	3202	12619

*KTP: Kulaklı traktör pulluğu, KAP: Kulaklı anız pulluğu, K: Kültivatör, KO: Kombikürüm (Karma Tırmık), RO: Rototiller, TF: Toprak frezesi (Rotovatör), D: Dipekazan (Subsoiler), DT: Diskli tırmık (Diskaro)*

Çizelge 8 (Devam). Adana ilinin 2013-2022 dönemindeki toprak işleme makinaları sayıları (adet) ve 2023-2032 projeksiyonu

<b>Yıllar</b>	<b>DAP</b>	<b>DTP</b>	<b>DİT</b>	<b>AAP</b>	<b>M</b>	<b>TTM</b>
2013	1205	1064	602	3428	1489	126
2014	1161	1061	631	3565	1513	130
2015	1014	1071	637	3624	1532	134
2016	1016	1080	640	3678	1535	134
2017	1030	1108	652	3723	1550	137
2018	1006	911	631	3512	1682	141
2019	998	925	639	3666	1686	145
2020	974	934	671	3781	1636	168
2021	952	939	703	3811	1656	172
2022	967	951	716	3891	1767	178
<b>Projeksiyon Katsayı</b>	<b>-0.023</b>	<b>-0.010</b>	<b>0.020</b>	<b>0.015</b>	<b>0.020</b>	<b>0.040</b>
2023	944	941	730	3948	1802	185
2024	923	931	745	4005	1837	193
2025	901	922	759	4064	1874	200
2026	880	912	774	4123	1911	208
2027	860	903	790	4183	1948	217
2028	840	893	805	4244	1987	225
2029	820	884	821	4306	2026	234
2030	801	875	837	4368	2066	244
2031	782	866	854	4432	2107	253
2032	764	857	871	4497	2148	263

DAP: Diskli anız pulluğu (Vanvey), DTP: Diskli traktör pulluğu, DİT: Dışli tırmık, AAP: Ark açma pulluğu, M: Merdane, TTM: Toprak tesviye makinası

Çizelge 9. Mersin ilinin 2013-2022 dönemindeki toprak işleme makinaları sayıları (adet) ve 2023-2032 projeksiyonu

<b>Yıllar</b>	<b>KTP</b>	<b>KAP</b>	<b>K</b>	<b>KO</b>	<b>RO</b>	<b>TF</b>	<b>D</b>	<b>DT</b>
2013	14804	802	8102	389	89	1581	398	715
2014	15580	882	8143	397	89	1608	411	858
2015	15790	905	8169	387	91	1628	437	915
2016	15806	907	8241	377	91	1642	449	940
2017	15992	907	8370	333	90	1647	506	1123
2018	16029	928	8433	338	100	1662	507	1129
2019	16116	953	8515	353	100	1667	567	1157
2020	16121	966	8879	349	158	1656	599	1150
2021	16078	977	8909	352	166	1655	626	1160
2022	16474	980	9292	352	171	1635	641	1134
<b>Projeksiyon Katsayı</b>	<b>0.012</b>	<b>0.023</b>	<b>0.015</b>	<b>-0.010</b>	<b>0.087</b>	<b>0.004</b>	<b>0.055</b>	<b>0.055</b>
2023	16673	1002	9436	348	186	1641	676	1197
2024	16874	1025	9581	345	202	1647	714	1263
2025	17078	1049	9729	341	220	1654	753	1333
2026	17284	1073	9880	338	239	1660	794	1407
2027	17493	1098	10033	335	260	1666	838	1485
2028	17704	1123	10188	331	282	1672	884	1567
2029	17918	1148	10345	328	307	1679	933	1654
2030	18135	1175	10505	325	333	1685	985	1746
2031	18354	1202	10667	321	362	1691	1039	1843
2032	18575	1229	10832	318	394	1698	1096	1945

KTP: Kulaklı traktör pulluğu, KAP: Kulaklı anız pulluğu, K: Kültüratör, KO: Kombikürüm (Karma tırmık), RO: Rototiller, TF: Toprak frezesi (Rotovatör), D: Dipkazan (Subsoiler), DT: Diskli tırmık (Diskaro)



Çizelge 9 (Devam). Mersin ilinin 2013-2022 dönemindeki toprak işleme makinaları sayıları (adet) ve 2023-2032 projeksiyonu

<i>Yıllar</i>	<i>DAP</i>	<i>DTP</i>	<i>DİT</i>	<i>AAP</i>	<i>M</i>	<i>TTM</i>
2013	655	2041	1928	1671	672	20
2014	670	2210	1956	1701	675	27
2015	674	2256	1959	1672	680	30
2016	683	2313	1961	1737	698	35
2017	626	2294	1933	1750	705	38
2018	631	2279	1929	1759	701	42
2019	667	2374	1928	1816	709	44
2020	690	2453	1916	1864	725	47
2021	700	2448	1923	1881	747	48
2022	692	2628	1925	2188	746	50
<i>Projeksiyon Katsayı</i>	0.007	0.029	-0.0001	0.032	0.012	0.111
2023	697	2704	1925	2257	755	56
2024	701	2782	1924	2328	764	62
2025	706	2863	1924	2401	773	69
2026	711	2946	1924	2477	782	76
2027	716	3031	1924	2555	791	85
2028	721	3119	1923	2636	800	94
2029	726	3209	1923	2719	810	104
2030	731	3302	1923	2804	819	116
2031	736	3398	1922	2893	829	129
2032	741	3496	1922	2984	838	143

*DAP: Diskli anız pulluğu (Vanvey), DTP: Diskli traktör pulluğu, DİT: Dişli tırmık, AAP: Ark açma pulluğu, M: Merdane, TTM: Toprak tesviye makinası*

2022 yılı verilerine göre Adana ilinde kulaklı pulluk sayısı en fazla olmasına rağmen 2013 ve 2022 yılları arasındaki değişim incelenirse en büyük artışın toprak frezesinde (%71.68) olduğu görülmektedir. Üreticilerin geleneksel toprak işleme yöntemlerinin yanı sıra agro ekosisteme daha az zarar veren faaliyetleri içeren alternatif yöntemlere geçişe yatkın olduğu görülmektedir. Mersin ili için de benzer durum söz konusudur. Bu sonuçlar bölge üreticisinin toprak ve suyun korunması yönünde farkındalık geliştirdiğini göstermektedir.

Demir (2013), Mersin ilindeki kulaklı traktör pulluğu, diskli traktör pulluğu, toprak frezesi ve kültivatör sayılarını 2022 yılı için sırasıyla 19592, 2836, 1682 ve 12504 olarak tahmin etmiştir. 2022 TÜİK verilerine göre özellikle diskli traktör pulluğu (2628) ve toprak frezesi (1635) için oldukça yakın bir değer vermişlerdir. İlk sırada kulaklı pulluğun olduğunun ve ikinci sırada kültivatörün olduğunun altını çizmişlerdir. Üreticilerin toprak işleme ve satın alım alışkanlıklarında fazla bir değişimin olmadığı görülmektedir. Malaslı ve ark. (2015), Güneydoğu Anadolu Bölgesi için 2014-2020 yılları arasındaki kültivatör sayısını 72978 adet toprak frezesi sayısını ise 1852 adet olarak bildirmişlerdir. Bu aletlerdeki artış üreticinin koruyucu toprak işleme yöntemlerine yönelimde olduğuna işarettir. Altuntaş (2020), Türkiye geneli için projeksiyon katsayıları en yüksek değerlerin sırasıyla toprak frezesi, merdane ve diskli tırmık olduğunu, en düşük projeksiyon katsayıları değerlerinin ise sırasıyla dişli tırmık ve kulaklı pulluk ve diskli traktör pulluğunda olduğunu bildirmiştir.

Kara ve Arslan (2021), Tarsus İlçe merkezine yaklaşık 6 km uzaklıktaki lokasyonda yaptıkları çalışmada farklı toprak işleme ve ekim yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Karlılık açısından azaltılmış toprak işleme (kombine çizel-rototiller-dişli tırmık + ekim makinası) uygulamasının ilk sırada, doğrudan ekim uygulamasının ise beş uygulama arasında üçüncü sırada yer aldığını bildirmişlerdir. Üreticilerin seçimlerinde önemli bir etken olan sap ve tane verimi açısından en yüksek değerler yine azaltılmış

toprak işleme (kombine çizel-rototiller-dişli tırmık + ekim makinası) uygulamasında olduğu bildirilmiştir.

Adana ilinde 2022 yılında kombine hububat ekim makinası 2689 adet, pnömatik ekim makinası 2429 adet, traktörle çekilen hububat ekim makinası 2221 adet, üniversal ekim makinası 1902 adet ve sürdürülebilir toprak amenajmanı için umut vadeden yöntemlerden biri olan anıza (doğrudan) ekim yönteminde kullanılan anıza ekim makinasından 137 adet bulunmaktadır (Çizelge 10). Diğer ekim makinaları birim adet olarak fazla olsa da projeksiyon katsayısı değerlerindeki artış en fazla anıza ekim makinasında (0.080) olmuştur. Üniversal ekim makinasında ise negatif yönde değişim gözlenmiştir. Bu da üreticinin yoğun geleneksel yöntemlerden ziyade alternatif sürdürülebilir yöntemlere yöneldikleri ve gelecek on yılda da bu yönelimin devam edeceğine işaretler.

Mersin ilinde 2022 yılında 2611 adet traktörle çekilen hububat ekim makinası, 2104 adet üniversal ekim makinası, 1685 adet pnömatik ekim makinası, 858 adet kombine hububat ekim makinası bulunmaktadır (Çizelge 11). TÜİK verilerine göre 2013- 2022 yılları arasında Mersin ilinde anıza ekim makinası bulunmadığı görülmektedir. Bu durumun ve nedenlerinin araştırılması gerektiği düşünülmektedir. Çiftçilerin anıza ekim yöntemini benimsememe nedenleri belirlenmelidir. Bununla beraber hububat ekim makinasının sayısının yüksek olması geleneksel toprak işleme ve ekim yöntemlerinin benimsendiğini göstermektedir.

Çizelge 10. Adana ilinin 2013-2022 dönemindeki ekim makinaları sayıları (adet) ve 2023-2032 projeksiyonu

<i>Yıllar</i>	<i>AEM</i>	<i>KHEM</i>	<i>PEM</i>	<i>TÇHEM</i>	<i>ÜEM</i>
2013	71	2267	1580	2141	2018
2014	98	2385	1677	2172	2078
2015	103	2453	1712	2174	2081
2016	107	2473	1722	2198	2064
2017	113	2518	1778	2225	2055
2018	115	2782	1936	2140	1931
2019	122	2847	2003	2130	1931
2020	126	2939	2153	2158	1951
2021	132	2597	2288	2179	1899
2022	137	2689	2429	2221	1902
<i>Projeksiyon Katsayı</i>	0.080	0.021	0.049	0.004	-0.006
2023	148	2745	2549	2230	1890
2024	160	2802	2674	2240	1878
2025	173	2860	2806	2249	1866
2026	187	2919	2944	2259	1855
2027	202	2979	3089	2268	1843
2028	218	3041	3241	2278	1832
2029	235	3104	3401	2287	1820
2030	254	3168	3568	2297	1809
2031	275	3234	3744	2307	1797
2032	297	3301	3929	2317	1786

*AEM: Anıza Ekim Makinası, KHEM: Kombine Hububat Ekim Makinası, PEM: Pnömatik Ekim Makinası, TÇHEM: Traktörle Çekilen Hububat Ekim Makinası, ÜEM: Üniversal Ekim Makinası (Pancar Mibzeri Dahil)*

Çizelge 11. Mersin ilinin 2013-2022 dönemindeki ekim makinaları sayıları (adet) ve 2023-2032 projeksiyonu

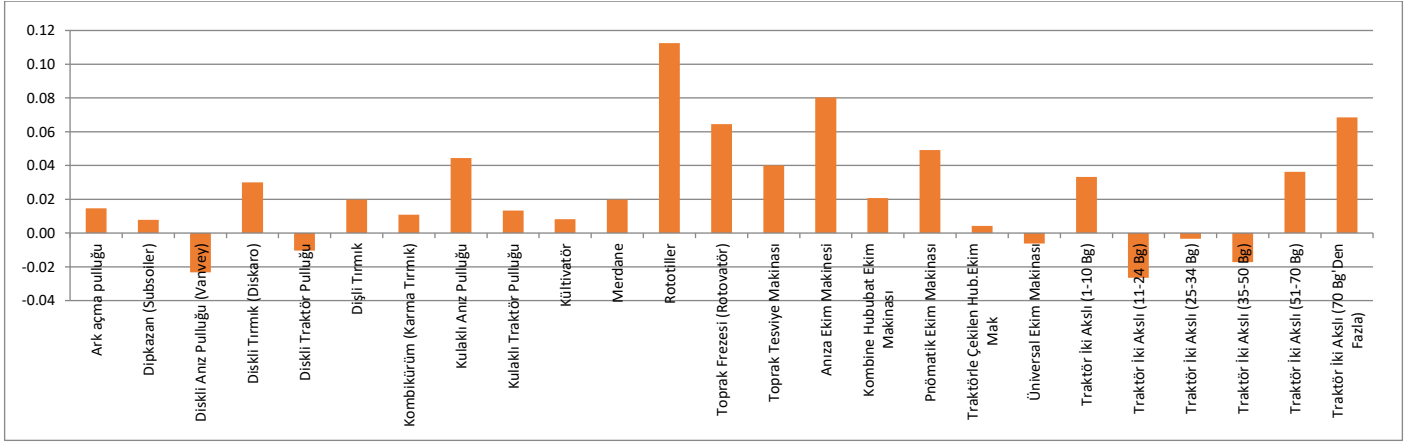
<b>Yıllar</b>	<b>AEM</b>	<b>KHEM</b>	<b>PEM</b>	<b>TÇHEM</b>	<b>ÜEM</b>
2013	0	571	1430	297	1798
2014	0	587	1436	313	1813
2015	0	586	1441	321	1821
2016	0	646	1451	328	1919
2017	0	679	1478	330	1955
2018	0	699	1508	322	2005
2019	0	731	1517	336	2019
2020	0	779	1612	2404	2013
2021	0	792	1622	2409	2029
2022	0	858	1685	2611	2104
<i>Projeksiyon Katsayı</i>	-	0.047	0.019	0.707	0.018
2023	0	898	1716	4458	2141
2024	0	940	1748	7612	2179
2025	0	984	1781	12998	2218
2026	0	1030	1814	22193	2257
2027	0	1078	1847	37895	2298
2028	0	1129	1882	64704	2338
2029	0	1181	1917	110480	2380
2030	0	1237	1952	188642	2422
2031	0	1294	1989	322102	2465
2032	0	1355	2025	549981	2509

AEM: Anıza Ekim Makinası, KHEM: Kombine Hububat Ekim Makinası, PEM: Pnömatik Ekim Makinası, TÇHEM: Traktörle Çekilen Hububat Ekim Makinası, ÜEM: Üniuersal Ekim Makinası (Pancar Mibzeri Dahil)

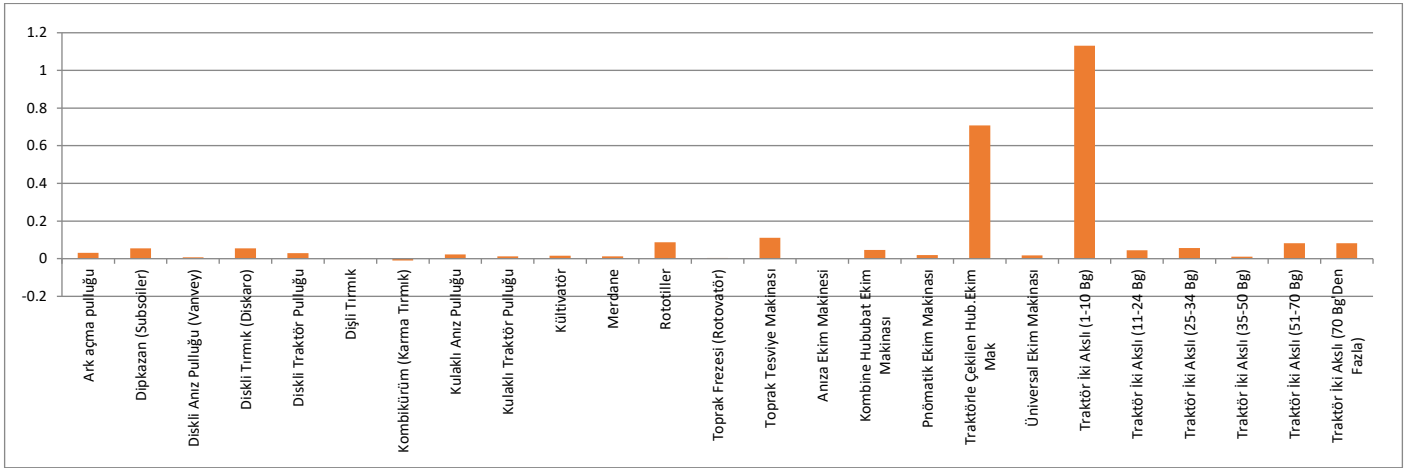
Demir (2013), Mersin ilindeki üniuersal ekim makinası ve hububat ekim makinası sayılarını 2022 yılı için 2183 ve 433 olarak bildirmiştir. İlde hububat ekiminde yoğun şekilde üniuersal ekim makinası kullanıldığını ve anıza ekim makinasının bulunmadığını dolayısıyla doğrudan ekim uygulamadığını bildirmiştir.

Küçükçongar ve ark. (2014), Konya ilinde buğday üreten çiftçilerin %42.97'sinin doğrudan ekim yöntemi hakkında hiçbir bilgilerinin olmadıklarını bildirmiştir. Karabak ve ark. (2016), Kırıkkale ilindeki üreticilerin %62'sinin doğrudan ekim sistemi hakkında bilgisi olduğunu ve bu üreticilerin %9'unun sistemi denediğini bildirmişlerdir. Sistemi deneyen üreticilerin %22'sinin verimin azalmasından kaynaklı olarak sistemi sürdürmediklerini, %73'lük kesimin ise değerlendirmelerden sonra denemek istediklerini bildirmiştir.

Altuntaş (2020), Türkiye genelinde 2030 yılı için kombine hububat ekim makinasını 291 713 adet, traktörle çekilen hububat ekim makinasını 206 098 adet, üniuersal ekim makinasını 62 478 adet ve pnömatik ekim makinasını 79 394 adet olarak tahmin etmiştir.



Şekil 1. Adana iline ait toprak işleme makinaları, ekim makinaları ve iki akslı traktörlerin projeksiyon katsayıları



Şekil 2. Mersin iline ait toprak işleme makinaları, ekim makinaları ve iki akslı traktörlerin projeksiyon katsayıları

Şekil 1 ve Şekil 2’de Adana ve Mersin iline ait toprak işleme alet ve makinaları, ekim makinaları ve iki akslı traktörlerin projeksiyon katsayıları beraber verilmiş ve karşılaştırılmıştır. Adana ilinde rototiller sayısındaki artış, Mersin ilinde ise iki akslı (1-10 BG) traktör sayısındaki artış oldukça ilgi çekicidir.

#### 4. SONUÇ

Çalışmada Türkiye İstatistik Kurumundan (TÜİK) alınan verilerle (toprak işleme ve ekim makinaları sayıları, işlenen alan ve traktör sayıları) Adana ve Mersin ilinin son on bir yıllık (2013-2022) dönemdeki toprak işleme ve ekim makinaları varlığındaki değişim, traktör sayısındaki değişim ve tarımsal mekanizasyon düzeyi göstergeleri zincirleme indeks yöntemi kullanılarak projeksiyon katsayısı olarak ortaya konulmuştur. Gelecek on yılı ele alacak şekilde projeksiyon katsayıları aracılığıyla tahminler yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlar; 2013-2022 yılları arasında Adana ilinde toplam işlenen alanın %6.17 arttığı, Mersin ilinde ise %16.87 oranında azaldığı görülmektedir. Projeksiyon katsayısı değerlerine bağlı olarak Adana ve Mersin illerinde 2032 yılı baz alınarak bu değerlerin 2022 yılına göre sırasıyla %3.27 artacağı ve %18.28 azalacağı varsayılmıştır. Adana ili için, il genelinde 2013-2022 yılları arasında 11-24 BG, 25-

34 BG ve 35-50 BG güç gruplarında azalış olurken, 1-10 BG, 51-70 BG ve >70 BG gruplarında artış olmuştur. En büyük artış >70 BG grubunda gözlenmiştir. 51-70 BG ve >70 BG gruplarında traktör sayıları zamana göre sürekli olarak artan bir ivmeyle yükselmiştir. Mersin ili için, il genelinde 2013-2022 yılları arasında tüm güç gruplarında artış gözlenmiştir. Adana ve Mersin illerinde toplam traktör gücü, ortalama traktör gücü, bir hektar alana düşen traktör gücü (kW ha<sup>-1</sup>) ve bin hektar alana düşen traktör sayısı (traktör 1000 ha<sup>-1</sup>) değerleri yıllara göre artma eğilimi gösterirken, bir traktöre başına düşen alan (ha traktör<sup>-1</sup>) değeri ise azalmaktadır. Bu değerler, bu illerin mekanizasyon düzeyinin arttığını göstermektedir. Adana ilinde 2013 ve 2022 yılları arasındaki değişime bakıldığında en büyük artışın toprak frezesinde (%71.68) olduğu görülmüştür. Mersin ilinde ise en büyük artış rototillerde (%92.13) gerçekleşmiştir. Adana ilinde diğer ekim makinaları birim adet olarak fazla olsa da projeksiyon katsayısı değerlerindeki artış en fazla anıza ekim makinasında (0.080) olmuştur. Tarımsal üretimde birçok işleme tâbi tutulan toprak başlıca sürdürülebilir kaynaklardan biridir. Ayrıca bilinçsiz ve yoğun olarak uygulanan mekanizasyon işlemlerinden olumsuz yönde etki görmektedir. Özellikle toprak ve su kaynaklarının korunması üretimde sürdürülebilirliğin temel amaçlarından biridir. İklim değişimine uyum sağlayabilecek, toprak ve su kaynaklarını muhafaza edebilecek aynı zamanda birim alandan optimum verim alarak üreticinin beklentilerini karşılayacak tarım uygulamaları belirlenmeli, tanıtılmalı, buna özgü çalışmalar yapılmalı ve üreticiler bu yönde teşvik edilmelidir. Toprak korunması hususunda daha radikal kararlar alınmalıdır. Unutmayalım ki *“Topraklarımız bize miras değil atalarımızın emanetidir, bizler de gelecek nesillere bozulmadan, azaltmadan teslim etmeliyiz.”*

#### KAYNAKLAR

- Altuntaş, E. 2016. Türkiye'nin tarımsal mekanizasyon düzeyinin coğrafik bölgeler açısından Değerlendirilmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(12): 1157-1164
- Altuntaş, E. 2020. Türkiye'deki tarım makineleri kullanım projeksiyonunun tahmini. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(3): 506-516.
- Altuntaş, E. ve Bal, M. 2021. Çorum ilinde ayçiçeği tarımında makine kullanım projeksiyonu. *Akademik Ziraat Dergisi*, 10(2): 355-364.
- Ameen, A. ve Raza, S. 2017. Green Revolution: A Review. *International Journal of Advances in Scientific Research*, 3(12): 129-137.
- Anonim, 2011. Mersin Tarım Master Planı, Mersin, <http://www.mersin.gov.tr/kurumlar/mersin.gov.tr/Genel/depo/TARIM%20MASTER%20PLAN-01.11.2011.pdf> Erişim Tarihi: 25.03.2023
- Anonim, 2017. Çukurova Kalkınma Ajansı, Adana Yatırım Destek Ofisi, Adana Yatırım Destek ve Tanıtım Stratejisi, 2017. [https://www.cka.org.tr/dosyalar/Adana\\_Yatirim\\_Destek\\_Tanitim\\_Stratejisi21.02.2017.pdf](https://www.cka.org.tr/dosyalar/Adana_Yatirim_Destek_Tanitim_Stratejisi21.02.2017.pdf) Erişim Tarihi: 25.03.2023
- Anonim, 2020. Su Erozyonu il istatistikleri. Toprak Erozyonu Kontrol Stratejileri (Sürdürülebilir Arazi/Toprak Yönetimi Uygulama ve Yaklaşımları). [https://webdosya.csb.gov.tr/db/cem/icerikler/su\\_erezyon-20221228103523.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/cem/icerikler/su_erezyon-20221228103523.pdf) Erişim Tarihi: 24.03.2023.

- Anonim, 2023. Çukurova Kalkınma Ajansı TR62 bölgesi 2013-2023 bölge planı. [https://www.cka.org.tr/dosyalar/Bolge\\_Planı08012015.pdf](https://www.cka.org.tr/dosyalar/Bolge_Planı08012015.pdf) Erişim Tarihi: 24.03.2023.
- Ataseven, Y., Arısoy, H., Güner, B., Demirdöğen, A., Ören, N. ve Olhan, E. 2020. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi, Ziraat Mühendisleri Odası. s.11-36.
- Aybek, A., Kuzu, H. Ve Karadöl H. 2021. Türkiye'nin ve tarım bölgelerinin tarımsal mekanizasyon düzeyindeki değişimlerin son on yıl (2010-2019) ve gelecek yıllar(2020-2030) için değerlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(2): 319-336.
- Bal, M. ve Altuntaş, E. 2020. Çorum ilinde çeltik tarımında makina kullanım projeksiyonunun tahmini. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER)*, 1(2): 233-247.
- Bayram, M. ve Altuntaş, E. 2016. Tokat İli'nin 2003 ve 2013 yılları için mekanizasyon özelliklerindeki değişiminin incelenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 12(3): 213-220.
- Çukurova Kalkınma Ajansı, 2021. Organizasyon Yapısı <https://www.cka.org.tr/tr//organizasyon-yapisi> [İndirme Tarihi : 20.10.2021].
- Demir, B. 2013. Mersin İlinin Tarımda Teknoloji Kullanım Projeksiyonu. *Alinteri*, 24 (B)-29-34.
- Demir, B. ve Öztürk, İ. 2013. Konya İlinin toprak işleme alet ve makinaları projeksiyonu. *28. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi*, 4-6 Eylül Konya.
- Demir, B., Öztürk, İ., Sayıncı, B. ve Sakarya, A. 2013. Türkiye'nin bitki koruma makineleri projeksiyonu. *I. Bitki Koruma Ürünleri ve Makineleri Kongresi*, 2-5 Nisan 2013, Antalya
- Ergüneş, G., Tarhan, S., Yardım, M.H., Kasap, A., Demir, F., Önal, İ., Uçar, T., Tekelioğlu, O., Çalışır, S., Yumak, H. ve Yağcıoğlu, A. 2009. *Tarım Makinaları*. Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi, Yayın No:49, 544s, Ankara.
- Gül, E.N., Özgöz, E. ve Altuntaş, E. 2022. Tokat ilinin tarımsal mekanizasyon düzeyi, toprak işleme alet ve makinaları ve ekim makinaları projeksiyonu. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 11(2): 12-24.
- Kara, O. ve Arslan, E. 2021. Buğday üretiminde farklı toprak işleme ve ekim yöntemlerinin verim, maliyet ve net kar yönünden karşılaştırılması. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 9(2) 12-21.
- Karabak, S., Taşcı, R., Karaçam, M., Kodaş, R., Güneş, M. ve Yılmaz, H. 2016. Kırıkkale ilinde doğrudan ekim sisteminin yaygınlaştırılmasına yönelik bir alan uygulaması ve sonuçlarının çiftçi açısından değerlendirilmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (2):145-157.
- Kaya, Y., Arısoy, R.Z., Taner, A., Aksoyak, Ş., Partigöç, F. ve Gültekin, İ. 2010. Comparison of conventional plating and direct seeding for wheat cheak pea rotations in central anatolian in rainfed conditions. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 6(4): 267-272.
- Khan, W. 2011. Feeding the Developing World with Sustainable Agricultural Methods: Possibilities, Constraints, and Proposals, [http://www.ntu.ac.uk/nbs/document\\_uploads/108986.pdf](http://www.ntu.ac.uk/nbs/document_uploads/108986.pdf) (Erişim: 15.09.2014).
- Küçükcongarcı, M., Kan, M. ve Özdemir, F. 2014. Doğrudan ekim yönteminin buğday tarımında kullanımı ve çiftçi görüşlerinin belirlenmesi: Konya İli örneği. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 1(2):26-35.

- Kuzu, H., Karadöl, H. ve Aybek, A. 2021. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde tarımsal mekanizasyon düzeyinin 2010-2019 yıllarındaki değişimi ve gelecek yıllar için trend analizi ile belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(1): 41-62.
- Lal, R. 1991. Tillage and agricultural sustainability. *Soil and Tillage Research*, 20: 133-140.
- Malash, M.Z., Çelik, A. ve Çelik, Ş. 2015. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin toprak işleme alet ve makinaları projeksiyonunun regresyon analizi yöntemiyle belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2 (1): 126-132.
- Ozgunaltay-Ertugrul, G., Ertugrul, O. ve Degirmencioglu A. 2019. Determination of agricultural mechanization level of Kırşehir province using geographical information systems (GIS). *Comptes Rendus de l'Academie Bulgare des Sciences*, 72(8), 1144-1154.
- Reganold, J.P., Papendick, F.R. ve Parr, F.P. 1990. Sustainable agriculture. *Scientific American*, 262(6): 112-120.
- Turhan, Ş. 2005. Tarımda Sürdürülebilirlik ve Organik Tarım. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 11(1):13-24.

## EXTENDED ABSTRACT

### Introduction and Research Questions & Purpose

Çukurova region has a very important place in Turkey within the scope of agricultural production. Ecologically, it increases the need for agricultural tools and machinery because it is possible to produce in all periods as early, mid and late. In the literature review, it was seen that there was no study on the projection estimation of soil cultivation and planting machines for the Adana region. For this purpose, this study aims to determine the change in the agricultural mechanization level of Mersin and Adana provinces in the Çukurova region in 2013-2022, the technology use projection in agriculture for the next ten years (2023-2032), the change of soil processing and planting machines and the forecast projections for the next ten years.

### Methodology

The material of the study is the Turkish Statistical Institute's agricultural machinery data of the TR-62 Region for the years 2013-2022. Ten-year production and usage amounts of agricultural machinery were taken into account, the increase and decrease in the obtained numbers were calculated as percentages and the average coefficients of the percentage rates were obtained. A positive (+) projection coefficient indicates that the number of available tools and machines has increased, while a negative (-) coefficient indicates that the number of machines has decreased. Using the total cultivated area, total tractor power and number of tractors in Adana and Mersin provinces, the mechanization level was determined for each year from 2013 to 2022 according to the criteria stated below. Criteria used to determine the level of mechanization; Average tractor power (kW) is the number of tractors per unit agricultural area (tractor 1000 ha<sup>-1</sup>), agricultural area per tractor (ha tractor<sup>-1</sup>) and tractor power per cultivated area (kW ha<sup>-1</sup>).

### Results and Conclusions

Obtained results; It is seen that between 2013 and 2022, the total processed area of Adana province increased by 6.17%, while the total processed area of Mersin province decreased by 16.87%. Depending on the projection coefficient values, it is assumed that these values will increase by 3.27% and decrease by 18.28%, respectively, in Adana and Mersin provinces, based on the year 2032, compared to 2022. For Adana province, while there was a decrease in the 11-24 HP, 25-34 HP and 35-50 HP power groups between 2013-2022, there was an increase in the 1-10 HP, 51-70 HP and >70 HP groups. The largest increase was observed in the >70 BG group. In the 51-70 HP and >70 HP groups, the number of tractors increased continuously over time. For Mersin province, an increase was observed in all power groups between 2013 and 2022. While total tractor power, average tractor power, tractor power per hectare area (kW ha<sup>-1</sup>) and number of tractors per thousand hectare area (tractor 1000 ha<sup>-1</sup>) values tend to increase over the years in Adana and Mersin provinces, the processed area per tractor The value of (ha tractor<sup>-1</sup>) is decreasing. These values show that the mechanization level of these provinces has increased. When looking at the change between 2013 and 2022 in Adana province, it was seen that the biggest increase was in soil milling (71.68%). In Mersin province, the biggest increase was seen in rototillers (92.13%). Although other sowing machines are more in terms of unit units in Adana province, the highest increase in projection coefficient values was in the stubble planting machine (0.080).



## Yazarların Biyografisi



### Esra Nur GÜL

1989 yılında Adana'da doğdu. İlk orta ve lise eğitimini Mersin'de yaptı. Lisans eğitimini 2007-2012 yılları arasında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümünde tamamladı. Yüksek lisans eğitimini 2012-2017 yılları arasında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları A.B.Dalında tamamladı. Doktora eğitimine Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü /100/2000 Sürdürülebilir Tarım alanında devam etmektedir. Birçok bilimsel ve akademik çalışma ve faaliyetlerde görev almıştır.

#### İletişim

[gulesranur1@gmail.com](mailto:gulesranur1@gmail.com)

#### ORCID Adresi

<https://orcid.org/0000-0002-9865-1228>



### Hamide ERSOY

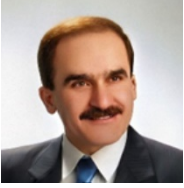
1998 yılında Mersin'de doğdu. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliğinden 2020 yılında mezun oldu. 2021 yılında Biyosistem mühendisliği bölümü Tarım Makinaları A.B.Dalında yüksek lisansa başladı ve halen devam etmektedir. Aynı zamanda Elibol Tarım makineleri firmasında üretim mühendisi olarak çalışmaktadır.

#### İletişim

[hamide.ersoy7416@gop.edu.tr](mailto:hamide.ersoy7416@gop.edu.tr)

#### ORCID Adresi

<https://orcid.org/0000-0002-3427-3117>



### Ebubekir ALTUNTAŞ

1967 yılında Sivas'ta doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Sivas'ta yaptı. Lisans eğitimini 1985-1989 yılları arasında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümünde tamamladı. Yüksek lisans eğitimini 1992-1994 yılları arasında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları A.B.Dalında; doktora eğitimini ise 1994-1998 yılları arasında Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları A.B.Dalında tamamladı. 1993 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. Aynı bölüme 2000 yılında Yardımcı Doçent, 2006 yılında Doçent olarak ve 2012 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Tarımda Makine Sistemleri bilim dalına Profesör olarak atandı. Halen Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölüm Başkanı ve Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Turhal Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dekanı olarak görev yapmaktadır. Birçok bilimsel ve akademik çalışma ve faaliyetlerde görev almış olup, 120'nin üzerinde bilimsel makale ve yayını bulunmaktadır. Evli ve iki çocuk babasıdır.

#### İletişim

[ebubekir.altuntas@gop.edu.tr](mailto:ebubekir.altuntas@gop.edu.tr)

#### ORCID Adresi

<https://orcid.org/0000-0003-3835-1538>

## Using Internet of Things for Sustainability in Agriculture in The Pandemic

### Pandemide Tarımda Sürdürülebilirlik için Nesnelerin İnterneti Kullanımı

Alaattin Parlakkılıç<sup>1,\*</sup> 

<sup>1</sup> Ufuk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Ankara, Türkiye

\* Corresponding author (Sorumlu Yazar): A Parlakkılıç, e-mail (e-posta): [alaattin.parlakkilic@ufuk.edu.tr](mailto:alaattin.parlakkilic@ufuk.edu.tr)

#### Article Info

Received date : 10.09.2023  
Revised date : 21.10.2023  
Accepted date : 24.10.2023

#### Keywords:

Internet of Things  
Pandemic  
Smart Agriculture  
Covid-19  
Sustainability

#### How to Cite:

Parlakkılıç, A. (2023). "Using Internet of Things for Sustainability in Agriculture in The Pandemic", *Journal of Agricultural Machinery Science*, 19(3): 234-245.

#### Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 10.09.2023  
Düzeltilme tarihi : 21.10.2023  
Kabul tarihi : 24.10.2023

#### Anahtar Kelimeler:

Nesnelerin İnterneti  
Pandemi  
Akıllı Tarım  
Covid-19  
Sürdürülebilirlik

#### Atıf için:

Parlakkılıç, A. (2023). "Pandemide Tarımda Sürdürülebilirlik için Nesnelerin İnterneti Kullanımı", *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 19(3): 234-245.

#### ABSTRACT

The aim is to determine the usage of the Internet of Things (IoT) in agriculture in order to prevent contagion with applications and use cases in the field with its facilitating role in the pandemic. For this purpose, content analysis of articles from MDPI, PubMed, and Google Scholar was conducted, the governments' good practices were examined, and implementation projects were combined to obtain the Internet of Things to deal with COVID-19. The IoT architecture in agriculture, examples of IoT use in agriculture, monitoring of livestock, monitoring of climate conditions, greenhouse control, and drone use are important IoT use cases. Productivity, expansion, resource use, and clean processes are among the benefits of IoT in COVID-19. In COVID-19, comprehensive government initiatives, food demand growth, precision agriculture and increasing government initiatives are important IoT initiatives. The Internet of Things proposed to mitigate the impact of the pandemic could become a relatively major part of the solution and farming future with the development.

#### ÖZET

Bu çalışmada amaç, salgında kolaylaştırıcı rolü ile sahadaki uygulama ve kullanım örneklerinin bulaşmasını önlemek amacıyla nesnelerin internetinin (IoT) tarımda kullanımını belirlemektir. Bu amaçla MDPI, PubMed ve Google akademik makalelerin içerik analizi yapılmış, hükümetlerin iyi uygulamaları incelenmiş ve COVID-19 ile mücadelede Nesnelerin İnterneti'ni elde etmek için uygulama projeleri birleştirilmiştir. Tarımda Nesnelerin İnterneti mimarisi, kullanım örnekleri, hayvancılığın izlenmesi, iklim koşullarının izlenmesi, sera kontrolü, drone kullanımı önemli IoT kullanım örnekleridir. Verimlilik, genişleme, kaynak kullanımı, temiz süreçler, IoT'nin COVID-19'daki faydaları arasında yer almaktadır. COVID-19'da kapsamlı hükümet girişimleri, gıda talebindeki artış, hassas tarım ve artan hükümet girişimleri önemli IoT girişimlerindedir. Pandeminin etkisini hafifletmek için önerilen "Nesnelerin İnterneti" gelişimle birlikte çözümün ve tarım geleceğinin için nispeten önemli bir parçası haline gelebilir.

## **1. INTRODUCTION**

Since COVID-19 has taken the whole world under its influence, governments have imposed measures for the safety of farmers and workers in agriculture by taking protective measures, conducting COVID-19 tests and providing the necessary isolation, ensuring a safe working environment, safe food production. Such efforts are crucial for both the nutrition and economy of the country's population. Continuing agricultural production is also affected by the pandemic, the freedom of production is restricted, and people cannot sow, reap, and do the necessary agricultural processes at the desired level (Woodhill et al., 2022).

Agriculture 4.0, also called Smart Agriculture or digital agriculture, is important to offer agricultural solutions during the pandemic by enabling management applications beyond the concept of agriculture thanks to the Internet of Things, developed with the awareness of the contact, away from the place of operation, and with real-time events (Khan et al., 2021).

Smart Agriculture, mentioned within the IoT, often includes smart services to implement and manage digitalization in farming and allow production processes, food safety, and traceability. Therefore, the IoT could be a key technology for agriculture during the pandemic as it enables the flow of data between sensors and devices to add value through automated processing, analysis, and access to the data obtained (Haque et al., 2021). Simultaneously, the IoT provides real-time responses to trigger events such as weed, pest, or disease detection, air or soil monitoring alerts, contamination reduction and control, and contact reduction. IoT facilitates the documentation and auditing of activities, tracking of products, remote investigation, and compliance with contact tracing and quarantine requirements (Zhuang et al., 2021).

The concept of IoT has introduced by Kevin Ashton in 1999 by creating a network of "things" on the Internet without direct human intervention with Radio Frequency Identification (RFID) connectivity for supply chains. Objects can be any device with sensors and/or actuators that uniquely addressable, interconnected, and accessible over the Internet (Krishnamoorthy et al., 2021). The application of IoT in agriculture can monitor and control many different parameters in an interoperable, scalable, and open context with the increasing use of heterogeneous automated components. As a result of IoT, making informed real-time decisions to manage agriculture based on data can reduce the spread of the pandemic by reducing uncertainties and contact (Gaspar et al., 2021).

IoT solutions, which are considered useful for growers who want to stay at home during the ongoing epidemic, are aimed at helping you monitor your farm without going to the field. This is done by deploying the device containing multiple sensor nodes in the fields. However, studies on the use of IoT and digital technologies in the pandemic have not been found in the literature. The pandemic poses the following challenges to agriculture (Akhtar et al., 2021):

- Design of sensor networks,
- Installation and cost of IoT systems,
- The use and maintenance of IoT systems.

IoT in agriculture is an evolving field that is rapidly replacing outdated methods. This allows us to overcome the limitations and challenges of the pandemic by focusing critically on general principles, and key application areas. This study aims to reveal the use cases of IoT in agriculture and its facilitating role in the pandemic with current and new research. In line with this main purpose, the following sub-objectives will be predicted:

- To examine the current status of IoT technologies and architecture,
- Outline the capabilities and use cases of IoT in agriculture,
- To indicate the impact of the pandemic on agriculture,
- Identifying IoT solutions in agriculture for the practical challenges of the pandemic.

## 2. IOT IN AGRICULTURE

The IoT ecosystem is a connection of various types of devices that sense and analyze data and communicate with each other over networks. In the IoT ecosystem, user uses smartphones, tablets, sensors, etc. to send commands or requests to devices to receive information over networks using smart devices. The device responds and after analysis performs the command to send information back to the user over the networks (Nilakantha et al., 2021).

There is no unique or standardized consensus about the IoT architecture. IoT architecture is different from its functional areas and solutions (Mrabet et al., 2020). The layers of the IoT, which provide solutions for the IoT architecture can be specified as four main components (Sethi and Sarangi, 2017):

- Sensors / Actuators,
- Gateways and Networks,
- Data Center,
- Application / Edges.

*Sensors / Actuators:* These devices can connect to the network wired or wirelessly, transmit, accept, and process data over a Local Area Network or Personal Area Network.

*Gateways and Networks:* Because sensors and actuators generate a lot of data, they require high-speed Gateways and Networks to interconnect networks and systems for data transmission.

*Data Center:* Data Centers or Cloud are parts of Management Services that process information through analytics, device management, and security controls. In addition, the cloud transmits data to end-user applications such as retail operations, health, emergency, environment, and energy.

*Application / Edges:* Edges and applications are hardware and software gateways that analyze and preprocess data before transferring it to the cloud. If the data received from the sensors and gateways is not changed from the previous reading value, it will not be transmitted over the cloud, but these data will be recorded. This component consists of a combination of IoT and Agricultural Market Intelligence (Li and Niu, 2020).

The above IoT architecture consists of wireless connectivity and embedded systems that interact with devices, sensors, and actuators. The system provides different data from the temperature, humidity, and soil moisture sensors. Sensors are used to detect different agricultural data and factors affecting production. Sensors are classified as position, optical, mechanical, electrochemical, and airflow sensors (Hu et al., 2021). These sensors collect information such as weather, soil, precipitation, wetness, chlorophyll, wind, dew, humidity, sun, and pressure. Data is transferred to different modules and central servers by communication methods such as ZigBee (Shafi et al., 2019).

### 2.1. Use Cases of IoT

In addition to monitoring weather, crops, and soil, IoT devices have benefited from increased crops and profitability by managing livestock, dairy production, and innovative applications. Additionally, IoT, big data, and cloud applications adopt technologies in periodic storage so that the market can grow and the produced crops can be consumed throughout the year (Akhigbe et al., 2021). Therefore,

incorporating IoT devices in agriculture for various purposes meets increasing demands for high-quality food products as well as driving growth in the market. Let's take a look at the use cases of how the Internet of Things can bring its applications in agriculture to real life (Ayaz et al., 2019).

### **2.1.1. Monitoring livestock activities**

IoT applications help farmers collect data about the location, condition, and health of animals. Thus, the status of the animals is determined. For example, locating sick animals so they can leave the herd can prevent the spread of the disease to all cattle. Forecasting farm owners' cattle with IoT-based sensors helps reduce labor costs. A company called Cows can run algorithms that combine milk information and machine learning to manage dairy farm operations with IoT, a non-invasive monitoring system with smart lanyards, taking information about the environment of the cows from sensors (Akbar et al., 2020).

### **2.1.2. Monitoring of climatic conditions**

Thanks to smart sensors, weather data can be collected and necessary information can be given to the farmers. The data is analyzed and the farmer makes inferences to avoid crop loss. For example, allMETEO serves as an IoT-based agriculture project that provides farmers with early warning in case of extreme temperatures, frost, and wet weather on their farms (Haque et al., 2021).

### **2.1.3. Greenhouse control**

In addition to the environmental data, weather stations can automatically adjust the greenhouse conditions to provide the appropriate conditions in line with the given parameters. GreenIQ is a smart system controller that allows remote management of irrigation and lighting systems using smart agricultural sensors (Colonel and Doğan, 2020).

### **2.1.4. Use of drones**

Drones have a wide range of uses, from soil and crop area analysis to planting and pesticide spraying in agriculture. Drones provide time-dependent and region-specific information to farmers through various imaging technologies (Gupta et al., 2020). In this way, dry places in the fields can be farmed and irrigated. EBee SQ, an agricultural drone, operates over a huge area with its flight for crop monitoring and analysis (Naji, 2019).

## **2.2. Advantages of IoT**

Technology advancements have increased the use of the internet of things to promote agricultural production systems' productivity, cost-effectiveness, and resource use efficiency, particularly in light of the current climate change situation. The world's expanding population, fluctuating climatic circumstances, and rising food consumption are some of today's urgent issues. To increase output and eliminate obstacles, the farming sector needed the Internet of Things and innovative techniques. The Internet of Things (IoT), which is currently focusing on the agriculture economy, will help farmers overcome the immense obstacles they face. Thanks to the Internet of Things, farmers may have access to a wealth of data and knowledge about emerging trends and innovation (Ali et al., 2023).

IoT explains the technologies involved with yield estimates and improvements as well as smart management tactics. Studies have shown that using IoT and smart technologies will increase the productivity of crop production systems. With an average simulation accuracy of up to 92%, it was discovered that different neural networks and simulation models might help with yield prediction for

better decision support. Many methods have been developed for yield prediction, pest control, intelligent irrigation, disease classification, and detection for effective crop health and water status monitoring. Compared to a soil moisture-based irrigation system, advanced irrigation lowered costs by 25.34%. Different irrigation models and smart irrigation technologies can cut energy use by up to 8% (Ali et al., 2023).

A successful strategy for disease prevention and yield maintenance requires smart and precise disease management. By using image processing techniques, such as by utilizing a genetic algorithm with 90% precise accuracy, a variety of leaf diseases on a variety of crops can be controlled. The research obtained precision up to 98% in detecting and classifying diseases in various crops. Diseases can be detected and classified with the use of image processing techniques by neural networks. In order to comprehend its impact on world food production, particularly as a means of eradicating or greatly reducing the negative effects of urbanization on food yield, vertical farming and its many indoor production techniques have been examined (Ali et al., 2023).

For improved growth and development of various horticultural products, the use of artificial illumination with the intention of delivering an effective photosynthetic photon flux density has been explored. The current evaluation also covered many useful strategies, crucial methods, IoT-based smart technologies, the use of sensors, as well as the global limitations that prevent the use of these smart technologies in agriculture (Rangasamy et al., 2022).

With the use of the Internet of Things in agriculture, productivity increases, cost decreases with less resource use, and automation and data-driven applications provide advantages and solutions to agricultural problems. These advantages can be stated as follows (Singh et al., 2021):

*Productivity:* Today's farmers strive to grow more crops on degraded soil, dwindling land, and bad weather conditions. Using IoT in agriculture allows real-time monitoring of crops and production conditions. With IoT, you can predict problems before they happen and make informed decisions to avoid problems. In addition, the IoT can automate irrigation, fertilization, and robot-assisted harvesting.

*Expansion:* Systematic greenhouses and hydroponics with IoT enable the creation of short food supply chains and can provide the opportunity to feed the growing population. With smart closed-loop farming systems, it is possible to grow crops in the appropriate place.

*Reduced resource usage:* Basically, IoT can optimize resource usage such as water, energy, and land. Precision farming using IoT helps farmers use data collected from sensors in an optimized way for scarce adequate resources.

*Clean process:* IoT-based systems are going to replace traditional agriculture by reducing the use of pesticides and fertilizers, while saving water and energy to producers, making agriculture more environmentally friendly.

### **3. IOT IN AGRICULTURE DURING THE PANDEMIC**

IoT in agriculture adopts advanced technologies for sustainable agriculture and its practices for increased productivity. IoT includes IoT sensors that can collect real-time data in smart agriculture, and analyze and update itself in working situations. Because of its benefits, in Agriculture, the growth of the IoT market and the use of precision farming techniques are being directed towards IoT and cloud-based solutions. However, data security risks and the lack of skilled farmers to implement IoT effectively are limiting factors (Ray, 2017).

The ongoing COVID-19 pandemic has affected major manufacturing and operating areas by shutting them down. Before the pandemic, industries were actively competitive and innovative (UNICEF, 2020). The agriculture sector was also thriving by adopting IoT and big data analytics. However, with the sudden emergence of the pandemic, many industries have stopped or postponed their production and projects. The financial impact on farmers due to the pandemic has resulted in a large reduction in non-emergency spending and investment as shown in Figure1 (Meticulous Research, 2021).

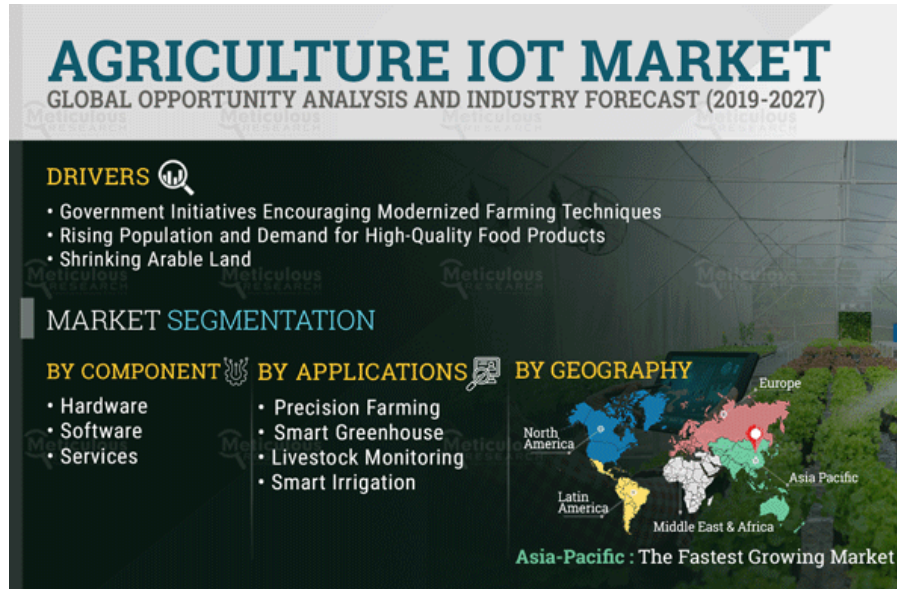


Figure1. Agriculture IoT market (Meticulous Research, 2021)

The decrease in raw materials and the rapid decline in demand, the difficulty of finding labor and assets cause production plans to change very often. This will slow the adoption of agricultural IoT solutions. However, it is waiting to be implemented as a proactive automation technology to reduce the worker density of agricultural IoT solutions in the regions most affected by the pandemic (Gaspar et al., 2021).

IoT solutions have boosted agricultural productivity in these pandemic times. IoT-based solutions are mostly run directly on their smartphones. For this reason, IoT has been a leading sector in agricultural technology in recent years. Every year, several agriculture-focused companies produce high-tech products to help farmers increase productivity, cope with nature's uncertainties, find the right farm machinery, and smarten their cold storage and supply chains – in short, they offer growers smart technology (Khan et al., 2021).

In India, smartphone-powered Kraashak provides customized recommendations for the grower with an IoT sensory system capable of measuring and monitoring all ground conditions suitable for a crop's growth. It measures temperature, humidity, conductivity, pH, and moisture absorption to detect soil conditions. The collected data is sent to a private cloud platform, AgriVital; where an AI-powered expert system reads them and performs predictive analytics for specific plants or crops. There has been an increase in demand for the IoT sensory system as it reduces the need for labor in the epidemic era (Almalki et al., 2021).

Currently, it is the growers keen to try contactless farming that are driving sales, given the pandemic. The government is working with farmers with small farms as well as large landowners to help them achieve higher yields and higher profits. The initiative also offers services to urban growers exploring

the joys of hydroponics, vertical farming, roof gardens, and organic and greenhouse farming (Agarwal, 2020).

### **3.1. Impact of COVID-19 on IoT Market**

The COVID-19 pandemic has adversely affected agriculture, causing a slowdown in production due to shutdowns and suspensions. In particular, the negative financial impact on farmers led to a decrease in non-essential expenditures and investments (Stephens et al., 2020). In this context, farmers and ranchers are watching the digitalization of agriculture, and this scenario is not expected to turn positive in the short term but is expected to change to positive in the next few years (Yoshida et al., 2019). The need for high production, limited resources, and skilled labor will drive agriculture to use IoT. In addition, government subsidies, declining IoT hardware prices, and advances in IoT technology will spur agricultural IoT mitigating COVID-19.

#### **3.1.1. Comprehensive government initiatives**

Many governments and organizations are focusing on applying precision farming techniques with easy access to data and analytical capabilities by launching awareness programs, reforms, and partnerships with the private sector to facilitate smart agriculture. It analyzes the potential of IoT applications in the food and agriculture sectors within the framework of the European Commission's 'Internet of Food and Farm 2020' project. In this context, the development of smart agriculture that reduces the negative effects of the pandemic and the granting of government support to farmers encourage the growth of this market.

#### **3.1.2. Food demand increase**

It is expected that the world's population will reach 9.8 billion by 2050, and it is going to increase by about 83 million each year. Agricultural land per capita is decreasing. This will cause food demand and it is expected to rise from 59% in 2019 to 98% by 2050. Thus prompting precision farming, and the adoption of new digital are requirements.

#### **3.1.3. Precision agriculture**

Precision farming is a farming management technique based on observing and measuring the in-field production variability of the crops grown while feeding the animals in the pastures and making the necessary interventions. Precision agriculture helps farmers with improvement measures related to yield, profitability, suitable working conditions, animal welfare, and natural environment management.

In addition, farmers describe the use of fertilizers, chemicals, water, and other inputs to be applied proportionally in the field without manual intervention using variable rate application methods to apply fertilizer spatially in precision agriculture. Easy accessibility and smart system integration are demanded in two stages the sensor-driven approach and the map-loaded controller approach. The adoption of smart agriculture with IoT in the COVID-19 era enables farmers to work in safe conditions (Igor, 2018).

### **3.2. Troubleshooting with IoT in Agriculture**

The COVID-19 pandemic has distanced itself from mundane business and forced closures, with minimal activities and containment other than just food supply operations. During the pandemic, the outlook for 2020 was positive for wheat and other core commodities, with global grain supply at



manageable levels, but remains unclear due to lock-ins and disruptions in the value chain of these high-value products. With the global situation of the pandemic, the probability of transition to innovation for safe operations in the agricultural sector seems high (Laborde and Parent, 2020). IoT-based smart applications in agriculture are a clean and sustainable high-tech system that will enable manufacturers to increase farm productivity through the use of fertilizers (Akhtar et al., 2021).

Today, various irrigation techniques work with electricity and reduce dependence on air. The water level indicator mounted on the water tank manages the soil sensitivity detection information in the root zone of the plant with soil moisture sensors and transmits the data to the processor (Chaowanan et al., 2020). In addition, value-added products should be given importance with the use of IoT in agriculture. Cold storage should be installed near the farm/production as they will minimize product and food loss. In the pandemic, this allows farmers to monitor the value of their wares and mitigate damage (Adejumo and Adebisi, 2020).

The scope of the IoT market in agriculture differs from country to country. This is due to the speed of technological development. In North America, companies are gaining advantages by using IoT agricultural applications of 5G and cloud computing technologies to increase agricultural production (OECD, 2020). Embedded agricultural IoT applications have accelerated the growth of the agricultural IoT market in North America.

Increasing government initiatives towards digitization in the Asia Pacific, the strong trend of businesses and governments to store and process data locally, and the growing adoption of agricultural IoT by farmers in the region are helping the global agricultural IoT market record the fastest growth (Otero, 2020).

As a result, the IoT-supported agriculture system is implemented in the pandemic, that is, technological innovations are brought to the agricultural sector that support the farmer and increase the product quality, production volume, and profitability of an enterprise (Köksal and Tekinerdoğan, 2019).

#### **4. CONCLUSION**

IoT can boost the effectiveness of agricultural and rural sector activities by automating more human tasks. IoT, a basic subset of things to come online, combines information in general and devices connected to the internet. IoT aims to automate processes by minimizing human interaction. During the robotization phase, IoT uses actuators to finish the mechanization operations by transferring information from sensors through regulators.

To attain maximum productivity, modern agriculture requires regular monitoring of the seeds, animals, and equipment. There is a lot of opportunity for IoT integration in agriculture. It transforms the way we manage our farms, raise cattle, and cultivate crops. Additionally, today's farmers are attempting to reconcile the dwindling amount of arable land with the depletion of limited natural resources. By utilizing the power of connected devices, sensors, and data analytics, farmers can maximize resource consumption, increase production, and make data-driven decisions to ensure sustainable and effective agricultural operations.

Smart farming achieves extraordinary outcomes by going much beyond the usual method. It increases crop yields, lowers operating costs, and maximizes resource use. protection. The technology that can enable all of these systems is built on the foundation of IoT solutions. Given the quarantine and limitations in place all across the world, the pandemic has resulted in a slight drop in the growth of

agriculture. Farmers should resume production after this quarter and utilize agricultural IoT solutions for varied crops to their fullest potential. Farms should aim to reduce the number of simultaneous workers because doing so will promote the use of agricultural IoT technologies. The service market for IoT solutions for agriculture is anticipated to benefit from this. Additionally, as farmers start to make data-driven decisions to expand their enterprises more quickly, the utilization of agricultural IoT software solutions, principally classified as data analytics and management, is anticipated to rise even higher in the pandemic.

## REFERENCES

- Adejumo O. I., Adebisi, O. A. (2020). Agricultural Solid Wastes: Causes, Effects, and Effective Management, Strategies of Sustainable Solid Waste Management. Hosam M. Saleh, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.93601. <https://www.intechopen.com/books/strategies-of-sustainable-solid-waste-management/agricultural-solid-wastes-causes-effects-and-effective-management>
- Agarwal, A. (2020). How agritech can enhance the overall farming process in the post-COVID world. <https://www.geospatialworld.net/blogs/how-agritech-can-enhance-the-overall-farming-process-in-the-post-covid-world/>
- Akbar, O. S., Shahbaz Khan, S. M., Ali, M. H., Hussain, A., Qaiser, G., Pasha, M., Pasha, U., Missen, M. S., Akhtar, N. (2020). IoT for development of smart dairy farming. *Journal of Food Quality*, vol. 2020, Article ID 4242805, 8 pages. <https://doi.org/10.1155/2020/4242805>
- Akhigbe, B. I., Munir, K., Akinade, O., Akanbi, L., Oyedele, L. O. (2021). IoT technologies for livestock management: A review of present status, opportunities, and future trends. *Big Data Cogn. Comput.* 5, 10. <https://doi.org/10.3390/bdcc5010010>
- Akhtar, M. N., Shaikh, A. J., Khan, A., Awais, H., Bakar, E. A., Othman, A. R. (2021). Smart sensing with edge computing in precision agriculture for soil assessment and heavy metal monitoring: A review. *Agriculture*. 11(6):475. <https://doi.org/10.3390/agriculture11060475>
- Ali, A., Hussain, T., Tantashutikun, N., Hussain, N., Cocetta, G. (2023). Application of smart techniques, internet of things and data mining for resource use efficient and sustainable crop production. *Agriculture*, 13(2), 397. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture13020397>
- Ayaz, M., Uddin, A., Sharif, Z., Mansour, A., Aggoune, H. (2019). Internet-of-Things (IoT)-Based Smart Agriculture: Toward Making the Fields Talk. *IEEE Access*. PP. 1-1. 10.1109/ACCESS.2019.2932609.
- Chaowanan, J., Preecha, K., Chanon, F., Wipa, K. (2020). An intelligent irrigation scheduling system using low-cost wireless sensor network toward sustainable and precision agriculture. *IEEE Access*. 8. 172756 - 172769. 10.1109/ACCESS.2020.3025590.
- Gaspar, P. D., Fernandez, C. M., Soares, V. N. G. J., Caldeira, J. M. L. P., Silva, H. (2021). Development of technological capabilities through the Internet of Things (IoT): Survey of opportunities and barriers for IoT implementation in Portugal's Agro-Industry. *Appl. Sci.* 2021, 11, 3454. <https://doi.org/10.3390/app11083454>
- Gupta, D., Bhatt, S., Gupta, M., Tosun, A. (2020). Future Smart Connected Communities to Fight COVID-19 Outbreak. *Internet of Things* 13: 100342. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2020.100342>

- Haque, A., Islam, N., Samrat, N. H., Dey, S., Ray, B. (2021). Smart farming through responsible leadership in Bangladesh: Possibilities, opportunities, and beyond. *Sustainability*, 13, 4511. <https://doi.org/10.3390/su13084511>
- Hu, H., Chen, Z., Wu, P. W. (2021). Internet of things-enabled crop growth monitoring system for smart agriculture. *International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems (IJAEIS)*, 12(2), 30-48. DOI: 10.4018/IJAEIS.20210401.oa3
- Khan, N., Ray, R. L., Sargani, G. R., Ihtisham, M., Khayyam, M., Ismail, S. (2021). Current progress and future prospects of agriculture technology: Gateway to sustainable agriculture. *Sustainability*, 13, 4883. <https://doi.org/10.3390/su13094883>
- Köksal, Ö., Tekinerdoğan, B. (2019). Architecture design approach for IoT-based farm management information systems. *Precision Agric* 20, 926–958 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11119-018-09624-8>
- Krishnamoorthy, R., Bikku, T., Priyalakshmi, V., Amina Begum, M., Arun, S. (2021). A Concept of Internet of Robotic Things for Smart Automation. In: Singh, K. K., Nayyar, A., Tanwar, S., Abouhawwash, M. (eds) *Emergence of Cyber Physical System and IoT in Smart Automation and Robotics. Advances in Science, Technology & Innovation (IEREK Interdisciplinary Series for Sustainable Development)*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-66222-6\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-66222-6_6)
- Laborde, D., Parent, M. (2020). Food Export Restrictions in the Era of Covid-19. <https://public.tableau.com/profile/laborde6680#!/vizhome/ExportRestrictionsTracker/FoodExportRestrictionsTracker>.
- Li, C., Niu, B. (2020). Design of smart agriculture based on big data and Internet of things. *International Journal of Distributed Sensor Networks*. <https://doi.org/10.1177/1550147720917065>
- Meticulous Research. (2021). Agriculture IoT Market - Global Opportunity Analysis And Industry Forecast (2020-2027). <https://www.globenewswire.com/fr/news-release/2021/03/22/2196690/0/en/Agriculture-IoT-Market-Worth-32-75-Billion-by-2027-Market-Size-Share-Forecasts-Trends-Analysis-Report-with-COVID-19-Impact-by-Meticulous-Research.html>
- Mrabet, H., Belguith, S., Alhomoud, A., Jemai, A. (2020). A survey of IoT security based on a layered architecture of sensing and data analysis. *Sensors* (Basel, Switzerland), 20(13), 3625. <https://doi.org/10.3390/s20133625>
- OECD (2020). OECD Digital Economy Outlook 2020, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/bb167041-en>
- Otero, M. (2020). Digital literacy in rural areas: an indispensable condition to bridge the divide in latin america and the caribbean. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/14462/BVE21030190i.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Rengasamy, N., Othman, R. Y., Che, H. S., Harikrishna, J. A. (2022). Artificial lighting photoperiod manipulation approach to improve productivity and energy use efficacies of plant factory cultivated stevia rebaudiana. *Agronomy*, 12(8), 1787. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy12081787>

- Sethi, P., Sarangi, S. R. (2017). Internet of things: Architectures, protocols, and applications, *Journal of Electrical and Computer Engineering*, vol. 2017, Article ID 9324035, 25 pages, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/9324035>
- Shafi, U., Mumtaz, R., García-Nieto, J., Hassan, S. A., Zaidi, S. A. R., Iqbal, N. (2019). Precision agriculture techniques and practices: From considerations to applications. *Sensors*. 19(17): 3796. <https://doi.org/10.3390/s19173796>
- Stephens, E. C., Martin, G., van Wijk, M., Timsina, J., Snow, V. (2020). Editorial: impacts of COVID-19 on agricultural and food systems worldwide and on progress to the sustainable development goals. *Agricultural Systems*, 183, 102873. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102873>
- UNICEF. (2020). What you need to know about a COVID-19 vaccine. <https://www.unicef.org/turkey/en/stories/what-you-need-know-about-covid-19-vaccine>
- Woodhill, J., Kishore, A., Njuki, J., Jones, K., Hasnain, S. (2022). Food systems and rural wellbeing: challenges and opportunities. *Food Security*, 14(5): 1099–1121. <https://doi.org/10.1007/s12571-021-01217-0>
- Yoshida, S., Yagi, H., Kiminami, A., Garrod, G. (2019). Farm diversification and sustainability of multifunctional peri-urban agriculture: Entrepreneurial attributes of advanced diversification in Japan. *Sustainability*. 11(10): 2887. <https://doi.org/10.3390/su11102887>
- Zhuang, L., Jumani, A. K., Sbeih, A. (2021). Internet of things-assisted intelligent monitoring model to analyse the physical health condition. *Technology and health care: official journal of the European Society for Engineering and Medicine*, 10.3233/THC-213006. Advance online publication. <https://doi.org/10.3233/THC-213006>

## Authors' Biography



### **Alaattin PARLAKKILIÇ**

Prof. Dr. Alaattin Parlakkılıç is an informatics expert and a faculty member of the Management Information System Department at Ufuk University in Ankara. He completed his information systems education in Computer Engineering and Information Technology at Middle East Technical University/Turkey. He received a Ph.D. in Computer and Instruction Technology from Ankara University. His research focus is in the areas of artificial intelligence, information systems, health informatics, e-learning, information security, programming and computer networks. He completed his post-doctoral education at the University of Missouri-Kansas City from 2013 to 2014 in the USA

#### **İletişim**

alaattin.parlakkilic@ufuk.edu.tr

#### **ORCID Adresi**

<https://orcid.org/0000-0002-6834-6839>

## Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Bazı Yağlık Tarla Bitkilerinin Üretimine İlişkin Karbondioksit Emisyonları

### Carbon Dioxide Emissions Related to the Production of Some Oil Field Crops Grown in the Eastern Mediterranean Region

Mehmet Emin Bilgili<sup>1</sup>, Hamza Kuzu<sup>2,\*</sup>, Ali Aybek<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, Türkiye.

<sup>2</sup> KSÜ, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye.

\* Corresponding author (Sorumlu Yazar): H. Kuzu, e-mail (e-posta): [kuzuhamza@hotmail.com](mailto:kuzuhamza@hotmail.com)

#### Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 28.09.2023  
Düzeltilme tarihi : 24.12.2023  
Kabul tarihi : 24.12.2023

#### Anahtar Kelimeler:

Doğu Akdeniz Bölgesi  
Yağlık Tarla Bitkileri  
Yakıt Tüketimi  
Karbondioksit Emisyonu

#### Atıf için:

Bilgili, M. E., Kuzu, H., Aybek, A., (2023). "Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Bazı Yağlık Tarla Bitkilerinin Üretimine İlişkin Karbondioksit Emisyonları", *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 19(3): 246-257.

#### Article Info

Received date : 28.09.2023  
Revised date : 24.12.2023  
Accepted date : 24.12.2023

#### Keywords:

Eastern Mediterranean Region  
Oil Field Plants  
Fuel Consumption  
Carbon Dioxide Emission

#### How to Cite:

Bilgili, M. E., Kuzu, H., Aybek, A., (2023). "Carbon Dioxide Emissions Related to the Production of Some Oil Field Crops Grown in the Eastern Mediterranean Region", *Journal of Agricultural Machinery Science*, 19(3): 246-257.

#### ÖZET

Sera gazları etkisiyle küresel ısınmanın bir sonucu olarak yaşanan iklim değişikliği son yıllarda devam eden önemli bir sorundur. İklim değişikliği sorununa tarımsal üretimde oluşan sera gazı emisyonlarının da katkısı vardır. İklim değişikliğiyle mücadelede hükümetler öncelikle küresel ısınmaya neden olan sera gazı emisyonlarındaki artışı kontrol etmek ve azaltmak için çalışmalar yapmakta ve politikalar geliştirmektedir. Bu nedenle tarımsal üretim ile açığa çıkan sera gazı emisyonlarının belirlenmesine yönelik analizlerin yapılması giderek önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, Doğu Akdeniz Bölgesi'nde bazı yağlık tarla bitkilerinin yetiştirilmesinden kaynaklı karbondioksit emisyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bölgede, yaygın tarımı yapılan yağlık tarla bitkilerinden yağlık ayçiçeği, soya fasulyesi ve yer fıstığı seçilmiştir. 2018-2022 yılları arasındaki 5 yıllık dönemde ortalama olarak bu üç bitkinin toplam üretim alanı 152 974 ha, toplam üretim miktarı 557 868 ton, toplam verimi 3.65 ton ha<sup>-1</sup> olmuştur. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinde önerilen yakıt esaslı CO<sub>2</sub> emisyonu hesaplama yöntemi ile 2018-2022 yıllarında ayçiçeği, soya fasulyesi ve yer fıstığı bitkilerinin yetiştirilmesinden kaynaklanan ortalama CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu sırasıyla 58.45 ktCO<sub>2</sub>, 81.08 g<sub>yakıt</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> ve 275.84 g<sub>CO2</sub> kg<sub>ürün</sub><sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Soya fasulyesi ve yer fıstığı üretiminde yakıt tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu en fazla toprak işlemede en düşük ise ilaçlama işleminde gerçekleşmiştir. Ayçiçeği üretiminde ise yakıt tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu en fazla nakliye işleminde, en düşük gübreleme işleminde oluşmuştur.

#### ABSTRACT

In recent years, the persistent issue of climate change, attributed to global warming induced by the accumulation of greenhouse gases, has become increasingly significant. In the global effort to address climate change, governments focus on the formulation and implementation of policies designed to manage and diminish the surge in greenhouse gas emissions responsible for the phenomenon of global warming. For this reason, it is becoming increasingly important to analyze the determination of greenhouse gas emissions released by agricultural production. This study aimed to determine the carbon dioxide emissions from cultivating some oil field crops in the Eastern Mediterranean Region. Oilseed sunflower, soybean, and peanut were selected from the oilseed crops widely cultivated in the region. In the five years between 2018 and 2022, the total production area of the three crops was 152 974 ha, the total production amount was 557 868 tons, and the total yield was 3.65 tons ha<sup>-1</sup>. With the fuel-based CO<sub>2</sub> emission calculation method proposed by the Intergovernmental Panel on Climate Change, the average CO<sub>2</sub> emission, specific fuel consumption, and specific CO<sub>2</sub> emission resulting from the cultivation of sunflower, soybean, and peanut crops in 2018-2022 were determined as 58.45 ktCO<sub>2</sub>, 81.08 g<sub>fuel</sub> kg<sub>product</sub><sup>-1</sup> and 275.84 g<sub>CO2</sub> kg<sub>product</sub><sup>-1</sup>, respectively. In soybean and peanut production, fuel consumption and CO<sub>2</sub> emissions were highest in tillage and lowest in spraying. In sunflower production, the highest fuel consumption and CO<sub>2</sub> emissions occurred in the transportation process and the lowest in the fertilization process.

## 1. GİRİŞ

Gelişmekte olan ülkeler ekonomik büyümeden kaynaklanan enerji taleplerini genel olarak ucuz bir enerji olan fosil yakıtlardan karşılamaktadır. Özellikle son iki asırda enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için fosil yakıtların kullanımında büyük bir ivme olmuştur. Bu uzun süreçte ekonomik büyümenin yanında, fosil yakıtların kullanımı atmosfere salınan sera gazlarında ciddi bir artışa neden olmuş ve günümüzde sıkça tartışılan küresel ısınma ve iklim değişikliği sorununa yol açmıştır (Özçağ vd., 2017). Sera gazlarının etkisiyle yaşanan küresel ısınmanın sonucunda oluşan iklim değişikliği, tüm dünya ülkelerini yakından ilgilendiren önemli bir sorundur. Özellikle sanayi devrimi sonrasında yoğun üretim ve tüketim ile doğal bir süreç olarak ilerleyen iklim değişikliği, insan faaliyetleri ile hız kazanmıştır (Aydın, 2023).

Tarım sektörü, insanların beslenme ve barınma ihtiyaçlarını karşılayan, sanayiye ham madde sağlayan ve dolayısıyla ülkenin ekonomik kalkınma sürecine olumlu etki yapan bir konumdur. Tarımsal ekosistemler iklim değişikliğinden olumsuz etkilenmektedir. Bu durum ciddi çevresel, sosyal ve ekonomik etkilere yol açmaktadır (Aydın ve Aktuz, 2023). Fakat bir yönüyle de tarım sektörü sera gazı emisyonları ile iklim değişikliğini tetiklemektedir (EEA, 2023). Başka bir ifade ile tarım sektörü, iklim değişikliğinden hem etkilenen hem de iklim değişikliğini tetikleyen bir konumdur. Tarımsal üretimde yakıt ve motor yağı kullanımı, üretim işlemlerine uygun güç ve tasarımda tarım alet ve makinalarının seçilmemesi ve motorların aşırı yüklenmesi gibi nedenlerle egzoz emisyonlarındaki zararlı maddeler atmosfere salınmakta ve çevreyi kirletmektedir (Öztürk ve Vulkan, 2017). Bunun yanında sürekli artan nüfusun gıda talebi tarımsal üretim artışı ile sağlandığından sera gazı emisyonlarında da artışa yol açmaktadır.

Küresel sera gazı emisyonlarının 2000 yılından 2030 yılına kadar olan süreçte yaklaşık %50 oranında artacağı öngörülmektedir (Verge vd., 2007). Artan sera gazlarının yaklaşık %20'si tarımsal üretim işlemlerinden kaynaklanmaktadır (Pathak ve Wassmann, 2007). Türkiye'de de tarımsal üretimden kaynaklı sera gazı emisyonları 1990 yılında 46.1 MtCO<sub>2</sub> iken 2021 yılında 72.1 MtCO<sub>2</sub> olarak belirlenmiş olup %56.5'lik bir artış saptanmıştır (TÜİK, 2023a).

Sürdürülebilir bir tarımsal üretim için tarımsal üretim işlemlerinde enerjinin daha etkin kullanılması ve fosil yakıt kullanımının azaltılması gerekmektedir. Bu nedenle daha az fosil enerji harcayan, verimli ve sera gazı emisyonlarını azaltacak sürdürülebilir üretim sistemleri geliştirilmelidir (Öztürk, 2017). İklim değişikliğiyle mücadele etmek için öncelikle küresel ısınmaya neden olan sera gazı emisyonlarındaki artışın kontrol edilmesi ve azaltılması için çalışmalar yapılmaktadır. Bu nedenle tarımsal üretimde sera gazı emisyonu analizlerinin yapılması da önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada, Doğu Akdeniz Bölgesi'nde bazı yağlık tarla bitkilerinin yetiştirilmesinde mekanizasyon işlemlerinde kullanılan yakıt tüketiminden kaynaklı oluşan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Doğu Akdeniz Bölgesi, Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye illerini kapsayan, Türkiye'nin sulu tarıma elverişli verimli toprak yapısı ve üretim potansiyeli ile verimli tarım topraklarına sahip ovalardan oluşan bir bölgedir. Ekolojinin ve iklim koşullarının sağladığı üstün avantajlar sayesinde, bölgede yılda 2-3 ürün alınabilmekte ve birçok tarla bitkisinin yetiştirilmesine olanak bulunmaktadır (Şenesen, 2021). Çalışmada, bölgede yaygın tarımı yapılan yağlık tarla bitkilerinden yağlık ayçiçeği, soya fasulyesi ve yer fıstığı seçilmiştir.

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yıllara göre ayçiçeği, soya fasulyesi ve yer fıstığı bitkisi için üretim alanları, üretim miktarları ve verim değerleri Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ham verilerinden hesaplanarak Çizelge 1-3'te verilmiştir. Ortalama değerler bölgedeki illerin 5 yıllık (2018-2022) verilerinin ortalamasını ifade etmektedir. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaygın yetiştirilen yağlık tarla bitkilerinin yıllara göre toplam üretim alanları, üretim miktarları ve verim değerleri ise Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 1. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde ortalama ayçiçeği üretim alanları, miktarları ve verimi (TÜİK, 2023b)

<i>Yıllar</i>	<i>Üretim alanı (ha)</i>	<i>Üretim miktarı (ton)</i>	<i>Verim (ton ha<sup>-1</sup>)</i>
<b>2018</b>	60 979	203 274	3.33
<b>2019</b>	95 896	298 864	3.12
<b>2020</b>	68 574	220 764	3.22
<b>2021</b>	78 608	246 207	3.13
<b>2022</b>	86 285	262 152	3.04
<b>Ortalama</b>	<b>78 069</b>	<b>246 252</b>	<b>3.17</b>

Çizelge 2. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde ortalama soya fasulyesi üretim alanları, miktarları ve verimi (TÜİK, 2023b)

<i>Yıllar</i>	<i>Üretim alanı (ha)</i>	<i>Üretim miktarı (ton)</i>	<i>Verim (ton ha<sup>-1</sup>)</i>
<b>2018</b>	29 435	129 419	4.40
<b>2019</b>	33 134	143 564	4.33
<b>2020</b>	32 298	146 092	4.52
<b>2021</b>	40 242	170 819	4.24
<b>2022</b>	34 925	144 827	4.15
<b>Ortalama</b>	<b>34 007</b>	<b>146 944</b>	<b>4.33</b>

Çizelge 3. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde ortalama yer fıstığı üretim alanları, miktarları ve verimi (TÜİK, 2023b)

<i>Yıllar</i>	<i>Üretim alanı (ha)</i>	<i>Üretim miktarı (ton)</i>	<i>Verim (ton ha<sup>-1</sup>)</i>
<b>2018</b>	39 431	154 572	3.92
<b>2019</b>	36 996	148 982	4.03
<b>2020</b>	44 923	178 107	3.96
<b>2021</b>	46 502	190 024	4.09
<b>2022</b>	36 643	151 674	4.14
<b>Ortalama</b>	<b>40 899</b>	<b>164 672</b>	<b>4.03</b>

Bölgede son beş yılda ayçiçeği için; üretim alanları 60 000-96 000 ha arasında, üretim miktarları 203 000-299 000 ton arasında ve ürün verim değerleri ise 3-3.4 ton ha<sup>-1</sup> arasında değişmektedir (Çizelge 1). Soya fasulyesi üretim alanları 29 000-41 000 ha arasında, üretim miktarları 129 000-171 000 ton arasında ve ürün verim değerleri ise 4.1-4.6 ton ha<sup>-1</sup> arasında olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Yer fıstığı için ise üretim alanları 36 000-47 000 ha arasında, üretim miktarları 148 000-190 000 ton arasında ve ürün verim değerleri ise 3.9-4.2 ton ha<sup>-1</sup> arasında değişmiştir (Çizelge 3).



Çizelge 4. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaygın yetiştirilen yağlık tarla bitkilerinin toplam üretim alanları, miktarları ve verimi (TÜİK, 2023b)

<b>Yıllar</b>	<b>Üretim alanı (ha)</b>	<b>Üretim miktarı (ton)</b>	<b>Verim (ton ha<sup>-1</sup>)</b>
<b>2018</b>	129 845	487 265	3.75
<b>2019</b>	166 026	591 410	3.56
<b>2020</b>	145 796	544 963	3.74
<b>2021</b>	165 353	607 050	3.67
<b>2022</b>	157 853	558 653	3.54
<b>Ortalama</b>	<b>152 974</b>	<b>557 868</b>	<b>3.65</b>

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaygın yetiştirilen yağlık tarla bitkilerinin (ayçiçeği, soya fasulyesi ve yer fıstığı) yaklaşık olarak; toplam üretim alanları 129 000-166 000 ha arasında, üretim miktarları 487 000-607 000 ton arasında ve ürün verim değerleri ise 3.5-3.8 ton ha<sup>-1</sup> arasında değişmektedir (Çizelge 4).

Bölgede ayçiçeği, soya fasulyesi ve yer fıstığı üretiminde birim alanda tüketilen yakıt değerleri (L ha<sup>-1</sup>) Çizelge 5'te verilmiştir. Yakıt tüketim değerleri üretici koşullarındaki tarımsal üretim girdi maliyetleri çalışmasından (Bilgili vd., 2022), yağ tüketim değerleri ise literatürde belirtildiği üzere yakıt tüketiminin %4'ü olarak alınmıştır (Bilgili ve Aybek, 2018).

Çizelge 5. Yağlık tarla bitkileri üretiminde birim alanda tüketilen yakıt ve yağ değerleri

<b>Tarımsal ürün</b>	<b>Tüketilen dizel yakıtı (L ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Tüketilen motor yağı (L ha<sup>-1</sup>)</b>
<b>Ayçiçeği</b>	184.56	7.38
<b>Soya fasulyesi</b>	60.14	2.41
<b>Yer fıstığı</b>	97.84	3.91

Dizel yakıtı ve motor yağının; ısıl değerleri ve yakıt türüne bağlı CO<sub>2</sub> emisyon faktörleri için Çizelge 6'da verilen değerler kullanılmıştır (IPCC, 1996; Öztürk vd., 2017; Bilgili ve Aybek 2018; Küsek, 2018).

Çizelge 6. Dizel yakıtı ve yağlama yağının ısıl değerleri ve CO<sub>2</sub> emisyon faktörleri

<b>Yakıt</b>	<b>Yakıt alt ısıl değeri (GJ L<sup>-1</sup>)</b>	<b>CO<sub>2</sub> emisyon faktörü (kg CO<sub>2</sub> GJ<sup>-1</sup>)</b>
<b>Dizel</b>	0.0371	74.01
<b>Motor yağı</b>	0.0382	73.28

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yağlık tarla bitkilerinin üretimi sonucunda açığa çıkan CO<sub>2</sub> emisyonlarının belirlenmesi için yapılan hesaplamalarda, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinde (IPCC, 1996) önerilen, yakıt esaslı CO<sub>2</sub> emisyonu hesaplama yöntemi dikkate alınmıştır (Öztürk vd., 2017; Bilgili ve Aybek 2018; Küsek, 2018). Yakıt tüketimine dayalı CO<sub>2</sub> emisyonlarının hesaplanması için önerilen yaklaşımlar Eşitlik 1-5'te verilmiştir.

$$\text{Toplam } CO_2 = \text{Yakıt esaslı } CO_2 \text{ emisyonları} + \text{Yağ esaslı } CO_2 \text{ emisyonları} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{Yakıt esaslı } CO_2 \text{ emisyonları} &= \text{Kullanılan dizel miktarı} \times \text{Alt ısı değeri} \times \text{Emisyon faktörü} \\ \text{Yakıt esaslı } CO_2 \text{ emisyonları (kg}_{CO_2} \text{ ha}^{-1}) &= L \text{ ha}^{-1} \times 0.0371 \text{ GJ L}^{-1} \times 74.01 \text{ kg}_{CO_2} \text{ GJ}^{-1} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{Yağ esaslı } CO_2 \text{ emisyonları} &= \text{Kullanılan yağ miktarı} \times \text{Alt ısı değeri} \times \text{Emisyon faktörü} \\ \text{Yağ esaslı } CO_2 \text{ emisyonları (kg}_{CO_2} \text{ ha}^{-1}) &= L \text{ ha}^{-1} \times 0.0382 \text{ GJ L}^{-1} \times 73.28 \text{ kg}_{CO_2} \text{ GJ}^{-1} \end{aligned} \quad (3)$$

Herhangi bir ürünün üretiminde özgül yakıt tüketimi, üretilen birim ürün için ne kadar yakıt tüketildiğini belirtmektedir (Öztürk vd., 2017; Bilgili ve Aybek 2018; Küsek, 2018).

$$\text{ÖYT} = \frac{YT}{\text{ÜM}} \quad (4)$$

ÖYT: Özgül yakıt tüketimi, ( $g_{\text{yakıt}} \text{ kg}_{\text{ürün}}^{-1}$ )  
YT: Tüketilen yakıt miktarı, ( $g_{\text{yakıt}}$ )  
ÜM: Üretilen ürün miktarı, ( $kg_{\text{ürün}}$ )

Tüketilen yakıt miktarı (L), ortalama olarak yoğunluk değeri olan  $0.84 \text{ g cm}^{-3}$  (Beşergil, 2009) ile çarpılarak gram cinsine çevrilmiştir.

Herhangi bir ürünün üretim işlemleri sırasında gerçekleşen özgül  $CO_2$  emisyonu, üretilen birim ürün için ne kadar  $CO_2$  emisyonu oluştuğunu ifade etmektedir (Öztürk vd., 2017; Bilgili ve Aybek 2018; Küsek, 2018).

$$\text{ÖCE} = \frac{CE}{\text{ÜM}} \quad (5)$$

ÖCE: Özgül  $CO_2$  emisyonu, ( $g_{CO_2} \text{ kg}_{\text{ürün}}^{-1}$ )  
CE:  $CO_2$  emisyonu, ( $g_{CO_2}$ )  
ÜM: Üretilen ürün miktarı, ( $kg_{\text{ürün}}$ )

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Ele alınan bölgede üretimi yapılan ayçiçeği, soya fasulyesi ve yer fıstığının yıllara göre ortalama  $CO_2$  emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül  $CO_2$  emisyonu değerleri sırası ile Çizelge 7, 8 ve 9'da bu bitkilerin toplam  $CO_2$  emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül  $CO_2$  emisyonu değerleri ise Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 7. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde ayçiçeği üretiminde CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu

Yıllar	CO <sub>2</sub> emisyonu (ktCO <sub>2</sub> )	Özgül yakıt tüketimi (gyakıt kgürün <sup>-1</sup> )	Özgül CO <sub>2</sub> emisyonu (gCO <sub>2</sub> kgürün <sup>-1</sup> )
2018	32.16	46.51	158.22
2019	50.58	49.74	169.23
2020	36.17	48.16	163.83
2021	41.46	49.50	168.39
2022	45.51	51.03	173.60
<b>Ortalama</b>	<b>41.17</b>	<b>48.99</b>	<b>166.65</b>

Çizelge 8. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde soya fasulyesi üretiminde CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu

Yıllar	CO <sub>2</sub> emisyonu (ktCO <sub>2</sub> )	Özgül yakıt tüketimi (gyakıt kgürün <sup>-1</sup> )	Özgül CO <sub>2</sub> emisyonu (gCO <sub>2</sub> kgürün <sup>-1</sup> )
2018	5.06	11.49	39.09
2019	5.69	11.66	39.67
2020	5.55	11.17	38.00
2021	6.92	11.90	40.49
2022	6.00	12.18	41.45
<b>Ortalama</b>	<b>5.84</b>	<b>11.68</b>	<b>39.74</b>

Çizelge 9. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yer fıstığı üretiminde CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu

Yıllar	CO <sub>2</sub> emisyonu (ktCO <sub>2</sub> )	Özgül yakıt tüketimi (gyakıt kgürün <sup>-1</sup> )	Özgül CO <sub>2</sub> emisyonu (gCO <sub>2</sub> kgürün <sup>-1</sup> )
2018	11.02	20.96	71.32
2019	10.34	20.41	69.43
2020	12.56	20.73	70.52
2021	13.00	20.11	68.42
2022	10.24	19.85	67.55
<b>Ortalama</b>	<b>11.43</b>	<b>20.41</b>	<b>69.45</b>

Son beş yılda ayçiçeği için yaklaşık olarak; CO<sub>2</sub> emisyonu 32.1-50.6 ktCO<sub>2</sub> arasında, özgül yakıt tüketimi 46.5-51.1 gyakıt kgürün<sup>-1</sup> arasında ve özgül CO<sub>2</sub> tüketimi ise 158.2-173.6 gCO<sub>2</sub> kgürün<sup>-1</sup> arasında değişmiştir (Çizelge 7). Soya fasulyesinde CO<sub>2</sub> emisyonu 5.1-6.9 ktCO<sub>2</sub> arasında, özgül yakıt tüketimi 11.1-12.2 gyakıt kgürün<sup>-1</sup> arasında ve özgül CO<sub>2</sub> tüketimi ise 38-41.5 gCO<sub>2</sub> kgürün<sup>-1</sup> arasında olduğu görülmektedir (Çizelge 8). Yer fıstığı için ise CO<sub>2</sub> emisyonu 10.2-13 ktCO<sub>2</sub> arasında, özgül yakıt tüketimi 19.8-20.9 gyakıt kgürün<sup>-1</sup> arasında ve özgül CO<sub>2</sub> tüketiminin ise 67.5-71.3 gCO<sub>2</sub> kgürün<sup>-1</sup> arasında olduğu görülmektedir (Çizelge 9).

Çizelge 10. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yağlık tarla bitkilerinin CO<sub>2</sub> emisyonu, özgül yakıt tüketimi ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu

Yıllar	CO <sub>2</sub> emisyonu (ktCO <sub>2</sub> )	Özgül yakıt tüketimi (gyakıt kgürün <sup>-1</sup> )	Özgül CO <sub>2</sub> emisyonu (gCO <sub>2</sub> kgürün <sup>-1</sup> )
2018	48.24	78.96	268.63
2019	66.62	81.81	278.33
2020	54.28	80.05	272.35
2021	61.38	81.51	277.30
2022	61.76	83.06	282.59
<b>Ortalama</b>	<b>58.45</b>	<b>81.08</b>	<b>275.84</b>

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaygın yetiştirilen yağlık tarla bitkilerinde yıllara göre hesaplanan toplam CO<sub>2</sub> emisyonu 48.2-66.6 ktCO<sub>2</sub> arasında, özgül yakıt tüketimi yaklaşık 78.9-83.1 gyakıt kgürün<sup>-1</sup> arasında ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu ise 268.6-282.6 gCO<sub>2</sub> kgürün<sup>-1</sup> arasında değişmektedir (Çizelge 10).

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaygın yetiştirilen yağlık tarla bitkilerinin 2018-2022 yılları arasında ortalama üretim alanı 152 974 ha, üretim miktarı 557 868 ton, verimi 3.65 ton ha<sup>-1</sup> (Çizelge 4), CO<sub>2</sub> emisyonu 58.45 ktCO<sub>2</sub>, özgül yakıt tüketimi 81.08 gyakıt kgürün<sup>-1</sup> ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu 275.84 gCO<sub>2</sub> kgürün<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Çizelge 10). Ortalama CO<sub>2</sub> emisyonu ayçiçeğinde; Adana (35.43 ktCO<sub>2</sub>), Osmaniye (3.59 ktCO<sub>2</sub>), Mersin (1.34 ktCO<sub>2</sub>), Kahramanmaraş (0.67 ktCO<sub>2</sub>), Hatay (0.14 ktCO<sub>2</sub>) olarak soya fasulyesinde; Adana (3.54 ktCO<sub>2</sub>), Mersin (1.35 ktCO<sub>2</sub>), Kahramanmaraş (0.47 ktCO<sub>2</sub>), Osmaniye (0.44 ktCO<sub>2</sub>), Hatay (0.05 ktCO<sub>2</sub>) olarak yer fıstığında; Adana (6.82 ktCO<sub>2</sub>), Osmaniye (3.76 ktCO<sub>2</sub>), Hatay (0.34 ktCO<sub>2</sub>), Kahramanmaraş (0.29 ktCO<sub>2</sub>), Mersin (0.22 ktCO<sub>2</sub>) olarak sıralanmaktadır. Ortalama özgül yakıt tüketimi ayçiçeğinde; Kahramanmaraş (66.48 gyakıt kgürün<sup>-1</sup>), Hatay (60.46 gyakıt kgürün<sup>-1</sup>), Mersin (56.35 gyakıt kgürün<sup>-1</sup>), Adana (48.93 gyakıt kgürün<sup>-1</sup>), Osmaniye (45.75 gyakıt kgürün<sup>-1</sup>) olarak soya fasulyesinde; Kahramanmaraş (45.10 gyakıt kgürün<sup>-1</sup>), Osmaniye (40.27 gyakıt kgürün<sup>-1</sup>), Hatay (39.64 gyakıt kgürün<sup>-1</sup>), Mersin (37.95 gyakıt kgürün<sup>-1</sup>), Adana (34.11 gyakıt kgürün<sup>-1</sup>) olarak yer fıstığında; Mersin (50.66 gyakıt kgürün<sup>-1</sup>), Kahramanmaraş (43.54 gyakıt kgürün<sup>-1</sup>), Osmaniye (40.86 gyakıt kgürün<sup>-1</sup>), Hatay (37.46 gyakıt kgürün<sup>-1</sup>), Adana (36.96 gyakıt kgürün<sup>-1</sup>) olarak sıralanmaktadır. Ortalama özgül CO<sub>2</sub> emisyonu ayçiçeğinde; Kahramanmaraş (226.17 gCO<sub>2</sub> kgürün<sup>-1</sup>), Hatay (205.70 gCO<sub>2</sub> kgürün<sup>-1</sup>), Mersin (191.70 gCO<sub>2</sub> kgürün<sup>-1</sup>), Adana (166.45 gCO<sub>2</sub> kgürün<sup>-1</sup>), Osmaniye (155.63 gCO<sub>2</sub> kgürün<sup>-1</sup>) olarak soya fasulyesinde; Kahramanmaraş (49.99 gCO<sub>2</sub> kgürün<sup>-1</sup>), Osmaniye (44.65 gCO<sub>2</sub> kgürün<sup>-1</sup>), Hatay (43.95 gCO<sub>2</sub> kgürün<sup>-1</sup>), Mersin (42.07 gCO<sub>2</sub> kgürün<sup>-1</sup>), Adana (37.82 gCO<sub>2</sub> kgürün<sup>-1</sup>) olarak yer fıstığında; Mersin (91.37 gCO<sub>2</sub> kgürün<sup>-1</sup>), Kahramanmaraş (78.52 gCO<sub>2</sub> kgürün<sup>-1</sup>), Osmaniye (73.68 gCO<sub>2</sub> kgürün<sup>-1</sup>), Hatay (67.55 gCO<sub>2</sub> kgürün<sup>-1</sup>), Adana (66.65 gCO<sub>2</sub> kgürün<sup>-1</sup>) olarak sıralanmaktadır.

Zivkovic ve Hudson (2012), 2005-2010 yılları arasında ABD'de yaptıkları çalışmada 62 farklı tarım işletmesinden alınan veri setlerini kullanarak pamuk üretiminde oluşan CO<sub>2</sub> emisyonunu belirlemeye çalışmışlardır. Pamuk üretiminde dizel yakıtın kullanılması sonucunda 6 yılda ortalama olarak 23.58 kgC ha<sup>-1</sup> oluştuğunu bildirmişlerdir.

Muazu vd. (2015) ise Malezya'da 40 tarım işletmesinde çeltik üretiminde yakıt tüketimi ve bunun sonucunda ortaya çıkan CO<sub>2</sub> emisyonunu belirlemeye çalışmıştır. Çeltik üretiminde toprak işleme, ekim, gübreleme, ilaçlama, hasat ve biçme işlemleri için gerçekleşen ortalama toplam yakıt tüketimini 59.57 L ha<sup>-1</sup> ve toplam CO<sub>2</sub> emisyonunu ise 153.80 kgCO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> olarak bildirmişlerdir. En yüksek yakıt

tüketimi ile CO<sub>2</sub> emisyonu toprak işleme sırasında ve en düşük yakıt tüketimi ile CO<sub>2</sub> emisyonu ise ekim işleminde gerçekleştiği ifade edilmiştir. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde, soya fasulyesi ve yer fıstığı üretiminde yakıt tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu en fazla toprak işlemede en düşük ise ilaçlama işleminde gerçekleşmiştir. Ayçiçeği üretiminde ise yakıt tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu en fazla nakliye işleminde, en düşük gübreleme işleminde oluşmuştur. Namdari vd. (2011) İran'da yaptıkları çalışmada buğday üretiminde pullukla toprak işleme esnasında topraktaki su içeriğinin, sürüm derinliğinin ve çalışma hızının yakıt tüketimi ve yakıt tüketiminin bir sonucu olarak ortaya çıkan CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Sürüm derinliği ile CO<sub>2</sub> emisyonu arasında doğru, toprak su içeriği ve traktör çalışma hızı ile CO<sub>2</sub> emisyonu arasında ters orantı olduğunu belirlemişlerdir. Pulluk, geleneksel toprak işlemede en yaygın kullanılan toprak işleme aletidir. En fazla enerji tüketimi pulluk ile toprak işleme sırasında harcanmaktadır ve bu durumun CO<sub>2</sub> emisyonuna da önemli katkısı olmaktadır. Bu nedenle tarımsal üretimde geleneksel toprak işleme yerine korumalı veya azaltılmış toprak işleme yöntemlerinin tercih edilmesi toprak işleme esnasında oluşan CO<sub>2</sub> emisyonları azaltılabilecektir.

Tarımsal üretim sonucunda ortaya çıkan CO<sub>2</sub> emisyonları küresel ısınmaya ve dolayısı ile iklim değişikliğine neden olmaktadır. Doğaya bağlı yapısından dolayı iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek olan yine tarımsal üretim süreçleri olmaktadır. Başka bir ifade ile tarım, hem iklim değişikliğinden etkilenen hem de iklim değişikliğini tetikleyen bir sektör olmaktadır. İklim değişikliği sonucunda yaşanabilecek kuraklığın da etkisi ile tarımda üretimin azalmasına, ürünlerin kalitesinin düşmesine, gıda arzının azalmasına, gıda fiyatlarının yükselmesine ve yetersiz beslenmeye neden olabilecektir. Ayrıca üretim deseninde yaşanabilecek değişiklikler ihracatta azalışa, ithalatta artışa neden olabileceği için ekonomik büyüme de yavaşlayacaktır. Ekonomik kalkınmanın olumsuz etkilenmesi toplum refahında azalmaya yol açacaktır (Dellal 2014; Dellal vd., 2015).

Bu çalışmada bölge için yaygın yetiştirilen yağlık tarla bitkileri için CO<sub>2</sub> emisyon değerleri belirlenmiştir. Diğer bölgeler ve bitkiler için CO<sub>2</sub> emisyon değerlerinin belirlenmesi adına daha fazla çalışma yapılmalıdır.

#### **4. SONUÇ**

İklim değişikliği, insan faaliyetleriyle ortaya çıkan sera gazı emisyonlarının sonucunda ortaya çıkan küresel bir sorundur. Son iki asırdan bu yana artan üretim ve tüketimde enerji olarak fosil yakıt kullanımı da artmıştır. Küresel ısınmayı önleyebilmek adına birçok ülke ve kuruluş tarafından enerji, sanayi, ulaşım ve tarım sektörlerinde özellikle fosil yakıt kullanımını azaltmak ve sınırlandırabilmek için politikalar geliştirilmektedir. Çevreye zarar veren tükenbilir fosil yakıtlar yerine yenilenebilir, verimli ve çevre dostu enerji kaynaklarının kullanılması ile daha az sera gazı emisyonu sağlanabilecektir. Enerji girdisi içerisinde önemli payı olan yakıt, kimyasal gübreler, tarımsal ilaçlar, traktör ve makina girdilerinin azaltılması gerekmektedir. Tarımsal üretimde organik tarım uygulamalarının yapılması, korumalı ve azaltılmış toprak işleme yöntemlerinin tercih edilmesi ve yeni teknolojilerin üretim işlemlerinde kullanılması ile CO<sub>2</sub> emisyonları azaltılabilecektir. Özellikle Türkiye'de parçalı, küçük ve şekilsiz tarla parsellerinde arazi toplulaştırma çalışmaları tamamlanarak toprağın verimli ve ekonomik olarak işletilmesi sağlanmalıdır. Arazi toplulaştırma ile tarla parsellerinde yol ve sürüm mesafeleri kısılacığından dolayı daha az yakıt tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu gerçekleşebilecektir. Ayrıca çiftçilerin iklim değişikliği konusunda bilinçlendirilmesi, çevre duyarlılığı ve farkındalığının artırılması için yayım çalışmalarının yapılması, sera gazı emisyonlarının azaltılmasında önemli rol oynayabilir.

## KAYNAKLAR

- Aydın, A., ve Aktuz, N. C. (2023). Sürdürülebilir Tarım için İklim Değişikliğine Ekosistem Tabanlı Uyum Faaliyetleri. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*, 2(3), 132-157. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/csid/issue/75639/1194234>
- Aydın, A. (2023). Tarım Sektöründen Kaynaklı Sera Gazı Emisyonlarının Hesaplanması; Enterik Fermantasyon. *Uluslararası Gıda Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 3(1), 40-54. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijfaa/issue/76552/1217917>
- Beşergil, B. (2009). Yakıtlar Yağlar. Ege Üniversitesi Basımevi.
- Bilgili, M. E., ve Aybek, A. (2018). Doğu Akdeniz'de Zeytin Üretiminde Yakıt Tüketimi Sonucunda Oluşan Karbondioksit Emisyonu Durumu. *3rd International Mediterranean Science and Engineering Congress* (1-5).
- Bilgili, M. E., Kuzu, H., ve Aybek, A. (2022). Doğu Akdeniz Bölgesinde Mısır ve Pamuk Üretiminde İnsan ve Makina İş Gücü Gereksinimlerinin Belirlenmesi. *International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research*, 5(1), 77-84. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijemar/issue/74044/1206294>
- Dellal, İ. (2014). Kuraklık ve Gıda Güvenliği. *Dünya 4 Mevsim Dergisi*, 8, 22-25. <https://silo.tips/download/kuraklk-ve-gda-gvenlii>
- Dellal, İ., Engürülü, B., Ulukan, H., Özevren, A. Ş., ve Ünal, M. (2015). İklim Değişikliğinin Tarım Sektörüne Ekonomik Yansımaları. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1* (62-80). TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası. [https://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/329a8cf73f97f65\\_ek.pdf](https://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/329a8cf73f97f65_ek.pdf)
- EEA (2023, Mart 15). *Reduction of greenhouse gas emissions*. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/tr/themes/climate/intro>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), (1996). Calculating CO<sub>2</sub> Emissions from Mobile Sources Guidance to calculation worksheets. GHG Protokolü - Mobil Kılavuz (03/21/05) v1.3. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.html>
- Küsek, G. (2018). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Mercimek Üretiminde Yakıt Tüketimine Bağlı Olarak Gerçekleşen Karbondioksit Emisyonlarının Değerlendirilmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4), 572-584. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/harranziraat/issue/41081/392120>
- Muazu, A., Yahya, A., Ishak, W. I. W., ve Khairunniza-Bejo, S. (2015). Analysis of Fuel Consumption and Carbon Dioxide Emission in Direct Seeding Wetland Rice Cultivation Systems in Malaysia. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 11(3), 281-292. <https://pdfs.semanticscholar.org/adb3/221ba09027c8383218c15860c3aed1570713.pdf>
- Namdari, M., Rafiee, S., ve Jafari, A. (2011). CO<sub>2</sub> emission as a result of the fuel consumption and tillage quality in different tillage conditions. *International journal of environmental sciences*, 1(7), 1659-1669. [https://www.researchgate.net/publication/334458985\\_CO\\_2\\_emission\\_as\\_a\\_result\\_of\\_the\\_fuel\\_consumption\\_and\\_tillage\\_quality\\_in\\_different\\_tillage\\_conditions](https://www.researchgate.net/publication/334458985_CO_2_emission_as_a_result_of_the_fuel_consumption_and_tillage_quality_in_different_tillage_conditions)
- Özçağ, M., Yılmaz, B., ve Sofuoğlu, E. (2017). Türkiye'de Sanayi ve Tarım Sektörlerinde Seragazi Emisyonlarının Belirleyicileri: İndeks Ayrıştırma Analizi. *Uluslararası İlişkiler*, 14(54), 175-195. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/627104>

- Öztürk, H. H., ve Vulkan, E.V. (2017). Türkiye’de buğday ve mısır üretiminde yakıt tüketimine bağlı olarak gerçekleşen karbondioksit emisyonlarının değerlendirilmesi. *4. Uluslararası Multidisipliner Avrasya Kongresi* (13-23).
- Öztürk, H. H. (2017). *Energetic and Environmental Comparison of Rapeseed Cultivation Systems*. LAMBERT Academic Publishing.
- Öztürk, H. H., Gözübüyük, Z., ve Atay, U. (2017). Türkiye’de Pamuk Üretiminde Yakıt Tüketimine Bağlı Olarak Gerçekleşen Karbondioksit Emisyonlarının Değerlendirilmesi. *3. Uluslararası Tarım ve Çevre Kongresi Bildiriler Kitabı* (21-30).
- Pathak, H., ve Wassmann, R. (2007). Introducing Greenhouse Gas Mitigation as A Development Objective in Rice-Based Agriculture: I. Generation of Technical Coefficients. *Agricultural Systems*, 94(3), 807-825.  
<http://content.alterra.wur.nl/Internet/webdocs/Internet/Bodem/landgebruik/cc/sumapol%202005/Pathak-WassmanI.pdf>
- Şenesen, İ. (2021). Çukurova’da Tarıma Bağlı Halk Ekonomisinde Harman ve Hasat Gelenekleri. *Kültür Araştırmaları Dergisi*, (9), 277-297. <https://doi.org/10.46250/kulturder.937230>
- TÜİK, (2023a, Haziran 23). Haber Bülteni, Sera Gazı Emisyon İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2021-49672>
- TÜİK, (2023b, Haziran 23). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=134&locale=tr>
- Verge, X. P. C., DeKimpe, C., ve Desjardins, R. L. (2007). Agricultural Production, Greenhouse Gas Emissions and Mitigation Potential. *Agricultural and Forest Meteorology*, 142, 255-269. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016819230600298X>
- Zivkovic, S., ve Hudson, D. (2012). Comparison of Carbon Emission Assesment Using Extension Budgets and Real Farm Data: Cotton in The Texas Plains. In Beltwide Cotton Conferences. [https://www.depts.ttu.edu/aaec/icac/archive/pdf/files\\_from\\_old\\_site/Comparison\\_carbon\\_emission\\_assesment\\_paper.pdf](https://www.depts.ttu.edu/aaec/icac/archive/pdf/files_from_old_site/Comparison_carbon_emission_assesment_paper.pdf)

## **EXTENDED ABSTRACT**

### **Introduction and Research Questions & Purpose**

Energy is vital for countries to advance in technology, meet society's basic needs, and develop. Since the industrial revolution, developing countries have generally met their energy demands resulting from economic growth from fossil fuels, which are cheap energy. Using fossil fuels has led to a significant increase in greenhouse gases released into the atmosphere and the problem of global warming and climate change, which is frequently discussed today.

The agricultural sector meets the nutritional and housing needs of people, provides raw materials to industry, and thus has a positive impact on the country's economic development process. Agricultural ecosystems are negatively affected by climate change. This situation leads to severe environmental, social, and economic impacts. The agricultural sector is both affected by and triggers climate change. Harmful substances in exhaust emissions are released into the atmosphere and pollute the environment for reasons such as fuel and motor oil use in agricultural production, failure to select agricultural tools and machinery with power and design suitable for production processes, and overloading of engines. In addition, since the food demand of the ever-increasing population is met by increasing agricultural production, it also leads to an increase in greenhouse gas emissions.

Efforts are made to control and reduce the increase in greenhouse gas emissions that cause global warming. For this reason, analyzing greenhouse gas emissions in agricultural production is essential. This study aimed to determine the carbon dioxide emission caused by fuel consumption used in mechanization processes in the cultivation of some oil field crops in the Eastern Mediterranean Region.

### **Methodology**

The Eastern Mediterranean Region, covering the provinces of Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin, and Osmaniye, is a region consisting of plains with fertile soil structure suitable for irrigated agriculture and abundant agricultural soils with production potential in Turkey. In the region, 2-3 crops can be obtained annually, and many field crops can be grown. This study selected sunflower, soybean, and peanut oilseed from the oilseed field crops widely cultivated in the region.

The oil field crops' production areas, production amount, and yield values between 2018 and 2022 were obtained from the Turkish Statistical Institute. The method recommended by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 1996) was considered to determine the CO<sub>2</sub> emissions from the fuel used in mechanization processes during the cultivation of the plants.

### **Results and Conclusions**

In the Eastern Mediterranean Region of Turkey, the average production area of sunflower, soybean and peanut crops in 2018-2022 was 152 974 ha, the production amount was 557 868 tons, the yield was 3.65 tons ha<sup>-1</sup>, and the average CO<sub>2</sub> emission, specific fuel consumption and specific CO<sub>2</sub> emission from the fuel used during the cultivation of the plants were determined as 58.45 ktCO<sub>2</sub>, 81.08 g<sub>fuel</sub> kg<sub>product</sub><sup>-1</sup> and 275.84 gCO<sub>2</sub> kg<sub>product</sub><sup>-1</sup>, respectively. In soybean and peanut production in the region, fuel consumption and CO<sub>2</sub> emissions were highest in tillage and lowest in spraying. In sunflower production, the highest fuel consumption and CO<sub>2</sub> emissions occurred in the transportation process and the lowest in the fertilization process.

In order to reduce CO<sub>2</sub> emissions in agricultural production, controlled application of fuel, chemical fertilizers, and pesticides, which have a significant share in energy inputs, organic farming practices, preference of protected and reduced tillage methods, use of new energy-efficient technologies in production processes, completion of land consolidation works primarily in fragmented, small, and misshapen field parcels in Turkey, efficient and economical operation of the soil, raising awareness of farmers about climate change, and broadcasting to increase environmental sensitivity and awareness.



## Yazarların Biyografisi



### Mehmet Emin BİLGİLİ

1965 yılında Diyarbakır'da doğmuştur. 1989 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümünden mezun olmuştur. Yüksek lisans eğitimini 1998 yılında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde "Hava Isıtmalı Güneş Kollektörleri" ve doktora eğitimini ise 2018 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde "Fotovoltaik Güneş Panelleri" konularında tamamlamıştır. 2023 yılında Biyosistem Mühendisliği Bilim Alanında Doçent unvanı almaya hak kazanmıştır. Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde görev yapmaktadır. Tarımsal mekanizasyon ve tarımda enerji kullanımı konularında çalışmaktadır.

İletişim

[eminbilgili@gmail.com](mailto:eminbilgili@gmail.com)

ORCID Adresi

<https://orcid.org/0000-0002-4191-0540>



### Hamza KUZU

1992 yılında Elazığ'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Elazığ'da, lisans eğitimini ise Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümünde 2014 yılında tamamladı. 2015 yılında Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. Yüksek lisans eğitimini 2019 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Ana Bilim Dalında tamamladı ve aynı anabilim dalında doktora eğitimine devam etmektedir. Tarımsal mekanizasyon ve tarımda görüntü işleme konularında çalışmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.

İletişim

[kuzuhamza@hotmail.com](mailto:kuzuhamza@hotmail.com)

ORCID Adresi

<https://orcid.org/0000-0001-8585-4467>



### Ali AYBEK

Lisans, yüksek lisans ve doktora eğitimlerini Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünde tamamladı. 2014 yılında Tarımsal Mekanizasyon Bilim Alanında Doçent unvan ve yetkisi, 2020 yılında ise Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği, Tarımsal Makine Sistemleri Anabilim Dalı'nda Profesör unvanı aldı. Aynı anabilim dalında görevine devam etmektedir. Tarım traktörleri, tarım makinaları işletmeciliği, ergonomi ve biyogaz konularında uzmandır.

İletişim

[aaybek@ksu.edu.tr](mailto:aaybek@ksu.edu.tr)

ORCID Adresi

<https://orcid.org/0000-0003-3036-8204>