

ISSN 1306-0007  
e-ISSN 2651-4230

# TARIM MAKİNALARI BİLİMİ DERGİSİ

Journal of Agricultural Machinery Science



2020

CİLT  
VOLUME

16

SAYI  
NUMBER

1

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

YIL (YEAR) 2020

CİLT (VOLUME) 16

SAYI (ISSUE) 1

**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)

Recep KÜLCÜ

*Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta*

**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*

Habib 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*

**Mizanpaj Editörü** (Layout Editor)

Ahmet SÜSLÜ

### Dergi Hakkında (About Journal)

**Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, Tarım Makinaları Derneği'nin bir yayınıdır.  
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)**

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

**Dernek Adresi (Association Address)**

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

## İçindekiler (Contents)

Sayfa (Page)

### Farklı Toprak İşleme Sistemlerinin Sürdürülebilir Organik Madde Yönetimine Etkileri

Effects of Different Tillage Systems on Sustainable Organic Matter Management  
Haydar POLAT

1-11

### Türkiye’de Fındık Tarımında Hasat-Harman Mekanizasyonu

Harvesting-Husking Mechanization of Hazelnut Agriculture in Turkey  
Taner YILDIZ

12-22

### Domates Kurutmada Üretim Basamaklarının ve Mekanizasyon Taleplerinin İncelenmesi

Determination of Dried Tomato Production Steps and Mechanization Requirements  
İsmail BOYAR, Kamil EKİNCİ, Can ERTEKİN

23-31

### Karaman İlinde Tarımsal Üretimde Traktör ve Tarım Makineleri Kaynaklı Kazaların Değerlendirilmesi

Evaluation of Accidents from Tractors and Agricultural Machinery in Agricultural Production in Karaman Province  
Adem ÖZKAN, Yusuf DİLAY

32-39

### Makinalı Tarımsal Faaliyetlerde Tehlike ve Risklerin İş Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi

Assessment of Hazards and Risks in Use of Agricultural Machinery in Terms of Occupational Safety  
Çağdaş KANVERMEZ, Sarp Korkut SÜMER

40-49

## Farklı Toprak İşleme Sistemlerinin Sürdürülebilir Organik Madde Yönetimine Etkileri

### Effects of Different Tillage Systems on Sustainable Organic Matter Management

Haydar Polat<sup>1,\*</sup> 

<sup>1</sup> Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

\* Corresponding author (Sorumlu Yazar): H. Polat, e-mail (e-posta): haydar.polat@tarim.gov.tr

#### Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 12 Eylül 2018  
Düzeltilme tarihi : 29 Mart 2020  
Kabul tarihi : 29 Mart 2020

#### Anahtar Kelimeler:

Toprak Organik Maddesi  
Geleneksel Toprak İşleme  
Koruyucu Toprak İşleme

#### ÖZET

Bitkilerin en fazla ihtiyaç duyduğu ancak toprakların mineral kısmında yok denecek kadar az bulunan azotun kaynağı olmasının yanı sıra, toprağın birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik karakteristiklerinin oluşmasında önemli rol oynayan organik madde, toprak kalitesinin ve tarımsal sürdürülebilirliğin en önemli göstergesi olarak kabul edilmektedir. Toprakların organik madde miktarını; uygulanan münavebe sistemi, toprağın işlenme süresi, toprak işleme teknikleri, toprak üstü bitki örtüsünün durumu veya tahrip derecesi, bitki atıklarının yakılması veya gömülmesi, kullanılan tarım tekniği, gübreleme şekli gibi kontrol edilebilir faktörler yanında, sıcaklık ve yağış rejimi gibi iklim faktörleri de etkilemektedir. Bu çalışmada, toprak işleme yönetiminin toprak organik maddesini nasıl etkilediği özetlenmeye çalışılmıştır. Toprak işleme uygulamaları, organik maddenin ayrışması, karbon ve azotun dağılımı ile N mineralizasyonu üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Dolayısıyla toprak işleme genel olarak toprakların organik madde içeriğinin azalması ve toprakların bozulmasına neden olabilmektedir. Koruyucu toprak işleme sistemlerinin benimsenmesi, amacına uygun bir şekilde uygulanması ile toprak organik maddesi miktarı ve kalitesi artırılabilir böylece toprağın kimyasal ve fiziksel özellikleri geliştirilerek muhafaza edilebilir. Azaltılmış toprak işleme yönetimiyle birlikte uygun kimyasal ve organik gübre ilaveleri ile toprak organik maddesi sürdürülebilir şekilde korunabilir.

#### Article Info

Received date : 12 September 2018  
Revised date : 29 March 2020  
Accepted date : 29 March 2020

#### Keywords:

Soil Organic Matter  
Conventional Tillage  
Conservation Tillage

#### ABSTRACT

The organic matter, which plays an important role in the formation of many physical, chemical and biological characteristics of the soil as well as being a source of nitrogen which is most needed by the plants but which is not found in the mineral part of the soil, is accepted as the most important indicator of soil quality and agricultural sustainability. The amount of organic matter in soils is affected the applied rotation system climate factors such as temperature and precipitation regime as well as controllable factors such as the duration of soil treatment, soil treatment techniques, the status or destruction level of vegetation, the burning or burial of plant wastes. In this study, it was explained to summarize how soil management affected soil organic matter. Soil treatments have a great influence on the N mineralization with decomposition of organic matter, carbon and nitrogen distribution. Therefore, soil treatment in general can reduce the content of organic matter in the soil and cause soil degradation. Adoption of protective soil tillage systems and their application for the purpose can increase the quantity and quality of soil organic matter so that the chemical and physical properties of the soil can be improved and preserved. Along with reduced tillage management, suitable chemical and organic fertilizer additives can be maintained in a sustainable manner of soil organic matter.

## 1. GİRİŞ

Çok genel anlamda toprak, üzerinde bitki yetişen ve herkese, her şeye zemin oluşturan doğal bir madde olarak görülmektedir. Toprağın bu şekilde algılanması, bir materyal olarak, onun uzun süre önemsenmemesine, ona sıradan davranılmasına ve pek fazla özen gösterilmemesine yol açmıştır. Ancak toprağa meydana getirdiği bir arazi varlığı olarak bakıldığında, durum tamamen değişmiş, tarih boyunca bütün uluslar onun uğruna kan dökmüşler, can vermişlerdir (Bahtiyar, 2018). Zaman ölçeğinde yenilenemeyen, karasal ekosistemlerde birçok kilit rol oynayan doğal, canlı, dinamik bir yapı özelliği gösteren (Jenny, 1980) ve tüm canlıların yaşamı için gerekli olan besin zincirinin ana kaynağı olan toprak; kayaların ve organik maddelerin, çeşitli faktörlerin çok uzun süreli etkisi altında fiziksel, kimyasal ve biyolojik ayrışma ürünlerinden meydana gelen, içinde çok çeşitli canlı barındıran, bitkilere durak yeri ve besin kaynağı görevi yapan, su ve hava içeren bir maddedir.

Toprağın sadece sınırlı bir alanı, bitkileri yetiştirmek için kullanılabilir ve uygunsuz bir şekilde yönetildiğinde, aşınabilir, kirlenebilir ve hatta yok edilebilir (Brady ve Weil, 2000). Liu ve arkadaşları (2006) tarafından, Hammond, 1992; Gardiner ve Miller, 2004 ve Bakker, 1990'na atfen tahmini olarak 1945'ten beri Çin ve Hindistan'ın büyüklüğünde bir alana denk gelecek şekilde, vejetasyon alanının %11'inin ve dünyadaki ekili alanların %38'inin bozulduğu, her yıl yaklaşık 24 milyar ton toprağın kaybedildiği, bunun da yaklaşık 9.6 milyon hektarlık bir alana denk geldiği bildirilmektedir. Toprağın doğal haliyle sürdürülebilir bir şekilde korunması esastır. Bu nedenle, dünyadaki her tarım bölgesinde rüzgar ve su erozyonu, tuzlanma, organik madde ve besin kayıpları veya toprak sıkışmasından kaynaklanan toprak bozulumu veya toprak kalitesindeki değişiklikler büyük önem taşımaktadır.

Son yıllarda, artan çevre bilinci ve doğal beslenmeye olan ilgi nedeniyle, toprak kayıpları, toprak bozulumu, toprak kalitesi ve toprakların sürdürülebilir kullanımına yönelik duyarlılık dünya genelinde artmaktadır. Toprak kalitesi kavramı ilk kez 1977 yılında yoğun tarımla ilişkili risk ve faydalara odaklanan bir konferansta önerilmiştir (Doran ve Parkin, 1994). Toprak kalitesi birçok farklı şekilde tanımlanmıştır. Power ve Meyers (1989), toprak kalitesini, bitkinin büyüme ve gelişmesini desteklemek için gerekli toprak işleme, agregasyon, organik madde içeriği, toprak derinliği, su tutma kapasitesi, infiltrasyon oranı, pH değişiklikleri ve besin kapasitesi gibi faktörleri içeren toprağın elverişliliği olarak tanımlarken, Larson ve Pierce (1991), toprak kalitesini, toprağın ekosistem sınırları içinde faaliyet gösterme kapasitesi ve bu ekosistemin dışındaki çevre ile olumlu bir şekilde etkileşime girme kapasitesi olarak tanımlamıştır. ABD Ulusal Bilimler Akademisi'nin 1993 yılında "Toprak ve Su Kalitesi: Tarım için Gündem" isimli bildiriye yayınlamasından sonra kavram, toprak kalitesinin korunması ve sürdürülebilir toprak yönetiminin toprak erozyonu kontrolünden daha fazlasına ihtiyaç duyduğunu vurgulayan bütünsel bir yaklaşımla gelişmiştir (X. Liu ve ark., 2006).

Sojka ve Upchurch (1999), toprak kalitesinin, belirli bir kullanım için açık koşullar altında, bir toprağa özgü sosyal, ekonomik, biyolojik ve diğer değer yargılarını içeren farklı yönetim biçimlerini ve çevresel hususları dikkate alacak şekilde tanımlanması gerektiğini ileri sürmüşlerdir. Hava ve suya çok benzer bir şekilde, toprağın kalitesi, belirli bir ekosistemin ve onunla ilgili ortamların sağlığı ve üretkenliği üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Bununla birlikte, kalite standartlarına sahip olduğumuz hava ve sudan farklı olarak toprak, insanlar ve hayvanlar tarafından doğrudan tüketilmediği için kalitesinin tanımı ve ölçülebilmesi karmaşıktır (Doran ve Parkin, 1994; Liu ve Herbert, 2002). Toprak kalitesi doğrudan ölçülemez, bu nedenle göstergeleri değerlendirmeye ihtiyaç vardır. Toprak göstergeleri, toprağın ne kadar iyi işlediğine dair ipuçları veren toprak veya bitkilerin ölçülebilir özellikleridir. Göstergeler olarak çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler kullanılabilir. Ancak, toprak kalitesini izlemek için kullanılan tanımlayıcı göstergeler ve kantitatif araçların tanımlanması çok zordur (X. Liu ve ark., 2006). Arshad ve Coen (1992), toprak kalitesini karakterize etmek için erozyon durumu, toprak strüktürü, ufalanabilirlik, kaymak bağlama durumu ve su tutma kapasitesi gibi özelliklerin yer aldığı olası tanımlayıcı göstergeler vermişlerdir. Toprak kalitesi göstergeleri birbiriyle etkileşir ve dolayısıyla birinin değeri diğer seçilmiş parametrelerin bir veya daha fazlasından etkilenir. Toprak kalitesi aynı zamanda arazi kullanımı, toprak ve ürün yönetimi, çevresel etkileşimler, toplumsal hedefler ve doğal koşullardaki değişiklikler gibi birçok dış etkene bağlı olarak değişmektedir (Campbell ve ark., 2001; Follett, 2001; Arshad ve Martin, 2002; Dao ve ark., 2002; Liu ve ark., 2003; Liebig ve ark., 2004).

Toprak organik maddesi, toprak yönetiminin güçlü bir şekilde etkilediği toprak kalitesinin ve sağlığının temel bir göstergesi (Lal ve ark., 1995; Farquharson ve ark., 2003) olup, toprak verimliliğine, toprak derecesine, ürün verimine ve genel toprak sürdürülebilirliğine olumlu katkıda bulunan karmaşık bir yapıdır. Negatif çevresel etkileri en aza indirir ve böylece toprak kalitesini artırır (Lal ve ark., 1997; Reeves 1997; Freixo ve ark., 2002; Farquharson ve ark., 2003).

## 2. ORGANİK MADDE YÖNETİMİ

Toprak organik maddesi bitkisel ve hayvansal doku artıklarının toprağa düşüp ayrışmaya başlamasından mineralize oluncaya kadar, ayrışmanın değişik aşamalarındaki çeşitli organik bileşikleri ifade eder (Oruç ve Sağlam, 1972). Toprağa katılan organik maddeler iki farklı değişime uğrar. Bu maddeler ya parçalanarak ayrışır ya da dayanıklı ve uzun sürede ayrışabilen ürünlere dönüşürler. Bu olaylar; ayrışma ve humuslaşma olarak tanımlanmakta olup, her iki olayda da pek çok ara ürünler oluşmaktadır. Organik maddenin ayrışması üç aşamadan oluşmaktadır. Bunlardan birincisi basit renk değişimleri gibi biyokimyasal bazı hidroliz ve oksidasyon olaylarının cereyan ettiği başlangıç aşaması olup, bu aşamada hücre ve doku yapısında görünürde bir değişim olmamaktadır. İkinci aşama mekanik parçalanma, üçüncü aşama ise mikrobiyal parçalama aşamasıdır. Bu aşamaların sonucunda organik maddelerde tutulan enerjinin serbest bırakılması ile

organik bileşiklerin bir kısmı CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O'ya kadar parçalanır. Bu esnada organik bileşikler inorganik bileşiklere dönüşürler. Mikroorganizmalar ayrıştırdıkları maddelerin bir kısmını yapı metabolizmasında kullanır, bu arada enerji kazanılır, bir kısım mineral maddeleri de dışarı bırakarak bitkilerin ve diğer canlıların hizmetine sunarlar (Çolak, 1994). Organik maddenin ayrışmasında ilk iki aşama fiziksel ve mekanik olayları kapsamaktadır. Ancak parçalanma ayrışmanın üçüncü aşaması olan mineralizasyon sonucunda tamamlanmış olmaktadır. Bitkisel ve hayvansal dokular, toprağa karışır karışmaz toprak canlılarının hücumuna uğrayarak parçalanıp ayrılmaya başlar ve mineralizasyona uğrarlar. Yani kompleks organik maddeler basit inorganik bileşiklere ayrılır veya dönüşürler. Böylece organik maddeler içinde bitkilerin besin olarak kullanmadığı bileşikler bitkilerin yararlanabileceği formlara dönüşmüş olur (Ergene, 1982).

Havali (aerob) koşullarda nişastalar, şekerler, lignin, selüloz, organik asitler, yağlar daha basit organik ara ürünlere ve en sonunda da su ve karbondioksit dönüşürler. Yeterli oksijenin bulunmadığı havasız koşullarda ayrışma hızı düşük olup, mikroorganizmalar tarafından organik maddeler üzerinde yapılan kimyasal değişiklikler tam değildir. Ayrışma sırasında bir miktar CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> ve H<sub>2</sub>O açığa çıksa da organik madde içerisindeki N, C, H ve O'nin çoğu daha basit yapılı organik ara ürünlere dönüşür (Ergene, 1982). Toprakların azot kaynağı olmasının yanı sıra, toprağın havalanmasında, ısınmasında, agregasyonunda, su tutma kapasitesinde, infiltrasyon kapasitesinde ve toprağın diğer birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik karakteristiklerinin oluşmasında önemli rol oynayan organik madde, toprak verimliliği ile çok yakından ilgilidir. Toprağın organik madde döngüsü, mikrobiyal kütle aktivitesi ve büyüklüğü ile kontrol edilir. Bundan dolayı, toprağın biyolojik ve biyokimyasal parametreleri toprağın ekolojik olarak biçimlenmesinde önemli bir role sahiptir (Rolda'n ve ark., 2003). Lal ve ark., 1998, toprakta organik madde içeriğinin artmasının, toprağın su tutma kapasitesi ve nitrojen döngüsü yönünden çok önemli olduğunu belirtmişlerdir. Organik maddede azalma, katyon değişim kapasitesi (Malavolta, 1999), agregat stabilitesi (Castro Filho ve ark., 1998), ürün verimi (Burle ve ark., 1997) ve dolayısıyla toprak kalitesinde (Gregorich ve ark., 1994) azalmaya neden olmaktadır.

Toprakların en önemli bileşenlerinden birisi olan ve varlığı ile toprağın yapısını, stabilitesini, tamponlama kapasitesini, su tutma kapasitesini, biyolojik aktivitesini, besin maddesi dengesini ve erozyon riskini etkileyen (Evans, 1996) topraktaki organik madde miktarını; uygulanan münavebe sistemi, toprağın işlenme süresi, toprak işleme teknikleri, toprak üstü bitki örtüsünün durumu veya tahrip derecesi, bitki atıklarının yakılması veya gömülmesi, kullanılan tarım tekniği, gübreleme şekli gibi kontrol edilebilir faktörler yanında, sıcaklık ve yağış rejimi gibi iklim faktörleri de etkilemektedir. Toprak organik maddesinin sürdürülebilir olarak uygun bir şekilde yönetilmesi, toprak verimliliği bakımından son derece önemli olduğundan, organik maddenin toprakta yeterli oranda tutmanın önemi açıktır. Organik maddenin toprakta korunması, aynı zamanda toprağın verimlilik özelliklerinin korunması anlamına gelmektedir. Bu sebeple, topraklarda organik madde miktarının azalmasına izin verilirse, toprak fiziksel özelliklerinin ve toprak besin döngüsü mekanizmalarının bozulması ile daha sonra tarımsal üretim kapasitesinin tehlikeye gireceğinden endişe edilmektedir (Bauer ve Black 1994; Loveland ve Webb, 2003). Loveland ve Webb (2003), ılıman bölgelerde toprak organik maddesi eşiğinin yaklaşık %3.4 olduğunu, bunun altında toprak kalitesinde potansiyel olarak ciddi düşüşlerin meydana geleceğini öne sürmüşlerdir.

Toprakların organik madde içeriğini arttırmanın iki yolu vardır; bunlardan biri toprağa organik artıklar ilave ederek organik madde miktarını arttırmak, diğeri ise organik madde kayıplarını azaltmaktır (Magdoff ve van Es, 2000). Toprağa kazandırılan organik madde, doğrudan hasat edilmemiş bitki kalıntılarında, çiftlik gübresi ve yeşil gübre uygulamalarından oluşur. Organik madde kayıplarını azaltmak için anız yakılmaması ve benzeri tedbirler alınabileceği gibi en önemlisi uygun toprak işleme sistemlerinin kullanılmasının sağlanmasıdır. Bununla beraber toprak organik maddesi veya toprak organik karbon miktarı yönetim uygulamalarına göre değişmekle birlikte toprak özelliklerinden de etkilenmektedir. Nitekim, Khanna ve arkadaşları (2001), organik karbon miktarının kumlu topraklarda yönetim uygulamalarından, buna karşın killi topraklarda çevre koşulları ile kimyasal ve fiziksel faktörlerden daha fazla etkilendiğini ifade etmişlerdir.

### 3. TOPRAK İŞLEME

Toprak işleme sistemi, bitki artığı, toprak sıcaklığı, su içeriği, pH, yükseltgenme-indirgenme potansiyeli, mikroorganizma tür ve sayısı ve toprak ekolojisi dahil olmak üzere toprak solunumunu kontrol eden tüm faktörleri etkileyebilir (Robinson ve ark., 1994; Kladvko, 2001) ve toprak kalitesini, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik kalite göstergelerine etki ederek değiştirebilir (Cannell ve Hawes 1994). Toprakların verimlilik gücünü belirleyen bazı önemli fonksiyonlarını kaybetmesi de esas olarak başta toprak işleme olmak üzere, insan aktiviteleri sonucu toprağın dinamik özelliklerine derinden etki edilmesinden kaynaklanmaktadır (Günel ve ark., 2015). Toprak işleme sistemleri genel anlamda geleneksel ve koruyucu toprak işleme olmak üzere iki kategoriye ayrılabilir. Toprak işlemede ürün artıklarının %85'nin gömüldüğü, toprak yüzeyinde %15'ten daha az ürün artıklarının kaldığı sisteme geleneksel toprak işleme denilmekte olup, bu tip toprak işlemede birinci sınıf toprak işleme aletlerinden kulaklı pullukla toprağın devrilmesi ve yoğun bir toprak işleme söz konusu olduğundan yüzey toprağında biyolojik çeşitliliği önemli ölçüde azaltır (İşler, 2020). Özellikle toprak işleme yoğunluğunun toprak kalitesini bozucu insan kaynaklı en temel faktörlerden biri olduğunu belirten Karlen ve arkadaşları (2013) yaptıkları çalışmada toprak kalitesi indikatörlerine en büyük negatif etkiyi kulaklı pulluğun yaptığını teyit etmişlerdir. Karlen ve arkadaşları (2008), yaptıkları diğer bir çalışmada da toprak işlemeden etkilenen bazı toprak kalitesi indikatörlerine ait elde ettikleri ortalama değerlere göre, uygulamalar içerisinde derin toprak işleminin azaltılmış toprak işleme yöntemlerine göre belirlenen indikatörlerin birçoğunu önemli ölçüde etkilediğini bildirmişlerdir. Koruyucu

toprak işleme sistemi, toprağın işlenmesinden sonra toprak yüzeyinde %30'dan daha fazla bitki artığı (anız) bırakan ve azaltılmış toprak işleme, malçlı toprak işleme, ekim sırasında toprak işleme, şeritvari toprak işleme ve toprak işlenmez veya doğrudan ekim gibi farklı şekillerde uygulanan toprak işleme sistemidir (İşler, 2020). Koruyucu toprak işleme sisteminde pulluk kullanılmaz. Toprak sıkışıklığının sorun olduğu yerlerde toprağı belli bir derinlikte yırtarak işleyen çizel ve benzeri aletler kullanılır (Aykas ve ark., 2005). Toprak organik karbonunu azaltan yoğun toprak işleme sistemlerine alternatif olarak, koruyucu toprak işleme sistemlerine popülerite artmakta olup, yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar neticesinde de toprakların asırı işlenmesi yerine sadece toprağı gevseten ve geleneksel toprak işleme yöntemleri yerine koruyucu toprak işleme yöntemlerinin uygulanması, organik maddenin sürdürülebilirliği açısından önerilmektedir (Okur ve ark., 2003).

#### 4. TOPRAK İŞLEMENİN ORGANİK MADDE YÖNETİMİNE ETKİSİ

Toprak işleme uygulamalarının iyi bir tohum yatağı hazırlanması yanında, organik madde ayrışması, azot mineralizasyonu, karbon ve azotun dağılımı ve dolayısıyla doğrudan bunlardan etkilenen toprak özellikleri ve toprak verimliliği üzerinde önemli bir etkisi olduğu açıktır. Toprak işleme yoğunluğu ile toprak organik maddesi arasında genellikle negatif bir ilişki mevcut olup, artan toprak işleme uygulamalarına paralel olarak toprak organik maddesi azalış göstermektedir. Glanz (1995), sürülmüş topraklarda kısa sürede ciddi organik madde kayıpları olabildiğini, tekrarlanan toprak işleme pratiklerinin toprakta organik madde kayıplarını artırdığını, doğrudan ekim yönteminde topraktan kaybolan organik madde miktarı ile sık tekrarlanan toprak işleme pratiklerini içeren yöntemler arasında belirgin olarak fark görüldüğünü, doğrudan ekim ile kaybolan organik madde miktarının 860 kg/ha iken, pulluk + diskli tırmık ile 2 kez tekrarlanan toprak işleme yönteminde organik madde miktarı kaybının yaklaşık 5 kat daha fazla olup, 4300 kg/ha olduğunu belirtmiştir. Toprak işleme ile organik maddede meydana gelen azalma; toprak tipine, iklime ve ürün rotasyonuna bağlı olarak değişmektedir (Lal ve ark., 1998). Toprak işlemenin bir sonucu olarak ayrışmanın büyük bir kısmı toprağın sürülmesinden hemen sonra gerçekleşir ve ayrışmanın derecesi toprak bozunumu ve yüzey pürüzlülüğü ile doğrudan ilişkilidir (Dao ve ark., 2002). Organik maddenin ayrışması ve parçalanması genellikle aerobik koşullarda meydana gelmekte ve bu şartlar sürdüğü müddetçe hızlı bir şekilde cereyan etmektedir. Toprak işleme uygulamaları öncelikle toprağın havalanmasını iyileştirmek suretiyle toprak organik maddesinin daha hızlı ayrışması ve parçalanmasına neden olmaktadır. Bunun nedeni, O<sub>2</sub>'nin daha iyi kullanılabilirliği ve daha fazla ayrışma yüzeyinin ortaya çıkması, dolayısıyla artan mikrobiyal aktivitenin uyarılmasıdır (Beare ve ark., 1994; Jastrow ve ark., 1996). Toprağın işlenmesine bağlı olarak organik madde miktarında meydana gelen kayıplar toprağın fiziksel, kimyasal ve besin elementi statüsünü önemli ölçüde etkilemektedir. Nitekim, Zhao ve arkadaşları (2005), Kuzey Çin'de Bashang bölgesinde doğal bir mera alanında toprak işleme uygulamalarının, toprak özellikleri üzerine yapmış olduğu etkileri araştırmışlardır. Mera alanında toprak işleme sonucunda toprak bozulmasının meydana geldiğini, toprağın tekstürel fonksiyonlarının erozyon nedeniyle büyüdüğünü ve organik karbon içeriğinin azaldığını saptamışlardır. Genel olarak koruyucu toprak işleme yöntemlerinde toprakların yüzeyinde organik madde miktarı fazla iken, geleneksel toprak işleme yapılan topraklarda ise toprağın devrilerek derin işlenmesi, organik maddenin pulluk tabanı boyunca dağılmasına yol açtığından, organik madde dağılımı, puluk sürüm derinliğine bağlı olarak toprağın daha derin kısımlarında daha yüksek olmaktadır. Kern ve Johnson (1993), 17 deneyin sonucunda yaptıkları değerlendirmelerde, karbonun en büyük değişiminin, toprağın en üst 8 cm'sinde olduğunu, 8-15 cm derinlikte daha az miktarda ve 15 cm'nin altında daha önemsiz bir miktarda meydana geldiği sonucuna varmışlardır. Ayrıca, toprak organik karbonunun artmış olduğu işlenmez tarımdan farklı olarak, azaltılmış toprak işleme uygulamasında toprak organik karbonunda önemli bir değişiklik olmadığı bildirmekte olup, bu çalışmalardan, C birikiminin süresini 10 ila 20 yıl arasında olacağını tahmin etmişlerdir. Kulaklı pulluk, en büyük miktarda karbon ve dolayısıyla organik madde kaybına neden olurken, toprağı devirmeyen derin bir toprak işleme aracı, organik maddenin çok az parçalanmasına neden olur. Dolayısıyla toprak işlemenin azaltılması ile toprak karbon kayıplarının da azaltılması beklenebilir. Bu nedenle yüzeysel sürüm, minimum toprak işleme ve toprak işlenmez sistemlerde organik madde bozunmasının diğer bir ifade ile kaybının daha yavaş ve az olduğu (Acquaah, 2002), genellikle organik maddenin toprak üst yüzeyinde birikimine neden olduğu (Campbell ve ark., 1998) söylenebilir. Genellikle tropik ve yarı tropik iklim özelliklerine sahip tarım topraklarında toprağın yoğun işlenmesi toprak organik maddesinde azalmaya neden olmaktadır (Bayer ve ark., 2001). Feng ve arkadaşları (2003), geleneksel toprak işleme ile anıza doğrudan ekim yönteminin toprak organik madde içeriğine olan etkilerini araştırdıkları bir çalışmada; anıza doğrudan ekimin uygulandığı parsellerde toprak yüzeyindeki organik madde birikiminin geleneksel toprak işlemenin uygulandığı parsellere göre %130 oranında daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Çeşitli araştırmalarda azaltılmış toprak işleme uygulamalarının topraktaki organik karbon, N ve P içeriğini artırdığı belirtilmiştir (Campbell ve ark., 1998; Diaz-Zorita ve Grove, 2002; Zibilske ve ark., 2002). Liebig ve arkadaşları (2004), 0-7.5 cm toprak derinliğinde anıza doğrudan ekim yönteminde geleneksel toprak işleme göre organik madde, mineralize N, mikrobiyal kütle, infiltrasyon oranı ve agregat stabilitesini daha yüksek bulmuşlardır. Roldo'n ve arkadaşları (2005), 0-5 cm toprak derinliğindeki organik madde içeriğinin toprak işleme yoğunluğuna bağlı olarak azaldığını ve anıza doğrudan ekim yönteminin uygulandığı parsellerde %33 oranında daha fazla organik madde birikimi olduğunu belirlemişlerdir. ABD, Kanada ve İngiltere yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, toprak üst katmanlarındaki organik madde, mikrobiyal biyokütle ve potansiyel mineral azot miktarlarının, doğrudan ekim yapılan sistemde, toprak işlemenin pullukla yapıldığı sisteme göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Doran ve Smith, 1987). Yapılan benzer



çalışmalarda da topraklarda organik karbonun depolanmasındaki artışın özellikle toprak işlemez tarım yapılan alanlar başta olmak üzere koruyucu toprak işleme altındaki topraklarda gözlemlendiği rapor edilmektedir (Unger, 1991; Alvarez ve Alvarez, 2000; Kushwaha ve ark., 2001; Zibilske ve ark., 2002; Balota ve ark., 2003). Örneğin, toprak işlemez sistem altındaki topraklarda, geleneksel sistem altındaki topraklara göre toprağın 7.5 cm yüzeyinde, önemli ölçüde daha fazla toprak organik karbonuna (7.28 ton/ha), bitkisel artıklardan kaynaklanan organik karbona (4.98 ton/ha), potansiyel olarak mineralleştirilebilir azota (32.4 kg/ha), mikrobiyal biyokütle karbonuna (586 kg/ha), daha yüksek agregat stabilitesi (%33.4) ve daha hızlı infiltrasyon oranlarına sahip olduğu (55.6 cm/sa) tespit edilmiştir (Liebig ve ark., 2004). Benzer şekilde, Guelph Üniversitesinde yapılan ve mısır üretimi için farklı toprak işleme uygulamalarını karşılaştıran bir deneyde, mısır bitkisi üretimine ayrılan arazilerin 0-15 cm derinlikteki toprağının 18 yıllık araştırmadan sonra işlemez tarım yapılan alanlarda, geleneksel toprak işleme (ilkbaharda kulaklı pulluk + ikincil toprak işleme) yöntemleri kullanılarak mısır yetiştirilen arazilere göre ortalama 19.8 t/ha daha fazla organik madde birikiminin olduğu tespit edilmiştir (Vyn ve Raimbault, 1993). Wander ve arkadaşları (1998), on yıl süreyle yürüttükleri çalışmalarında sıfır toprak işleme sisteminde toprak organik karbon miktarının üst 5 cm toprak derinliğinde normal toprak işlemeye göre %25-%75 arttığını rapor etmişlerdir. Carter ve arkadaşları (1999), tarafından yapılan uzun süreli bir denemede toprak işleme yöntemlerinin 0-30 cm derinlikte toprak organik karbonuna etkilerini siltli tınlı toprakta incelemişlerdir. Sonuçlara göre ilk 5 yıl içerisinde hem doğrudan ekim sisteminde hem geleneksel sistemde organik karbonun azaldığını, ardından ikinci 5 yıllık dönemde her iki toprak işleme sisteminde de organik karbon seviyelerinin değişmediğini fakat organik karbon miktarının toprak işlemez yöntemde normal toprak işlemeye göre daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Lopez-Fanda ve Pardo (2009), İspanya'nın merkezindeki yarı kurak bölge topraklarında sıfır toprak işleme (no-till), çizel ile minimum toprak işleme (MT), pullukla geleneksel toprak işleme (CT) ve dipkazan ile 0-30 cm toprak altı işleme (ZT) yöntemlerinin toprak organik karbonu, azot miktarına ve besin maddesi birikimine etkilerini araştırmışlardır. Beş yıl sonrasında 0-30 cm derinlikte toprak organik karbonu ve toplam azot miktarları no-til ile ZT işleme yöntemlerinde CT ve MT toprak işleme sistemlerine nazaran artış göstermiştir ve sırasıyla bu artış miktarları 7.0 ton/ha ve 6.2 ton/ha olmuştur. Nitekim 0-5 cm derinlikte 0.5 ton/ha organik karbon ve 0.3 ton/ha azot miktarları MT ve CT işleme yöntemlerine göre fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca 0-5 cm derinlikten 20-30 cm derinliğe inilirken no-till ile ZT toprak işleme sistemleri altında toprak organik karbonu kapsamı ve toplam azot miktarı azalma göstermiştir. 0-20 cm'derinlikte MT ve CT toprak işleme yöntemleri altındaki parsellerde no-til ve ZT işleme sistemlerine nazaran daha yüksek miktarda fosfor ve potasyum tespit edilmiştir. Sonuçta araştırmacılar sıfır toprak işleme (no-till) ve dip kazanla toprak işleme (ZT) rotasyonunu pratik bir toprak işleme yöntemi olarak önermişlerdir. He Jin ve arkadaşları (2011), onbir yıllık bir çalışma periyodunda kuzey Çin'de sıfır toprak işleme ve geleneksel toprak işleme yöntemlerinin toprak fiziksel özellikleri ve ürün verimine etkilerini araştırmışlardır. Bu süreçte her sene kışlık buğday ve mısır ekimi yapmışlardır. Araştırmacılar sıfır toprak işleme yönteminde, toprak organik maddesi ile kullanılabilir azot ve fosfor miktarlarını 10 cm derinlikte sırasıyla %16, %31 ve %29.6 olarak geleneksel toprak işlemeye göre artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Melero ve arkadaşları (2011), İspanya'nın güney batısında, vertisol topraklarda dört farklı derinlikte (0-5, 5-10, 10-30, 30-50 cm) iki toprak işleme yöntemi; geleneksel toprak işleme ve toprak işlemez yöntem, bitki rotasyonlarını; buğday-ayçiçeği, buğday-nohut, buğday-bakla, buğday-nadas ve sürekli buğday sistemleri ile üç azotlu gübre dozlarını (0, 50 ve 150 kg/ha) uygulayarak yaptıkları uzun dönemli çalışmada, söz konusu öğelerin toprağın karbon ve azot miktarlarına olan etkilerini araştırmışlardır. Bulgularına göre 0-5 cm derinlikte toprak işlemez sistemde, buğday-bakla ile buğday-buğday rotasyonlarında toplam organik karbon ile azot düzeylerini geleneksel işleme sisteminden daha yüksek bulmuşlardır. Diğer taraftan, her iki işleme sisteminde de buğday-nadas rotasyonunda toplam organik karbon ile azot düzeyleri daha az bulunmuştur. Genelde toprağın C/N oranı işleme yöntemlerinde ve rotasyonlarda artış göstermiştir. Bununla birlikte, sıfır toprak işleme, doğrudan ekim için yeterli şartlara sahip olmayan topraklarda her zaman organik karbon veya azotta bir artışa neden olmayabileceği de rapor edilmektedir (Campbell ve ark., 2001).

Toprak işleme yalnızca toprağın havalanmasını iyileştirmekle kalmayıp, aynı zamanda toprak ve bitki artıkları arasındaki teması arttırmak suretiyle mikrobiyal parçalanmayı ve organik karbonun karbondioksit oksidasyonunu hızlandırır, buna bağlı olarak kısa süreli CO<sub>2</sub> salınımı ve mikrobiyal biyokütle dönüşümünü artırır (Beare ve ark., 1994). İşleme esnasında toprak işleme makinaları toprağı kırdığı, çatlattığı ya da sıkıştırdığı için mekanik kuvvetlerin agregatları parçalama üzerine önemli bir etkisi bulunmaktadır (Blanco-Canqui ve Lal, 2006). Mikro agregatlardan ziyade makro agregatların, toprak işleminin bu etkisine daha duyarlı olduğu bilinmektedir (Six ve ark., 2000; Christensen, 2001; Barbera ve ark., 2012). Sürekli olarak işlenen bir alanda topraktaki makro agregatlar bu şekilde parçalandığı için agregatlar tarafından korunan organik madde açığa çıkmaktadır (Nardi ve ark., 1996; Islam ve Weil, 2000). Bu yüzden toprağın toplam karbon ve azot içeriğinde mineralizasyona bağlı olarak azalmalar meydana gelmektedir. Buna karşın işlenmeyen veya geleneksel işleme yöntemlerine kıyasla daha az sayıda ve yoğunlukta işlenen koşullar altında gelişim gösteren makro agregatlar ise, daha yüksek organik karbon (Dexter, 1988; Jiang ve ark., 2011) ve daha yüksek toplam azot içeriğine (Kushwaha ve ark., 2001) sahiptir. Yapılan diğer çalışmalarda da benzer şekilde toprak işleminin parçalayıcı etkisinden dolayı toprak tanelerinin iç kısmına yerleşmiş olan organik karbonu daha fazla oksijene maruz bırakarak daha hızlı oksidasyona uğramasını sağlamak suretiyle hem iç hem de kümeler arası bölgelerdeki organik karbonu açığa çıkardığı ve mikrobiyal hücrel dokularda hızlı bir şekilde oksidasyona uğrayarak immobilize olmasını sağladığı bildirilmektedir (Reicosky ve Lindstrom, 1993; Roscoe ve Burman, 2003). Pullukla yapılan geleneksel toprak işlemede toprağın makro agregatları (>0.25 mm) tahrip olmakta ve mikroagregatlar (<0.25 mm) ile toprak organik maddesi mikrobiyal ayrışmaya

uğramaktadır (Zotarelli ve ark., 2007). Makroagregatları tahrip olan topraklarda organik madde kaybı gerçekleşmekte ve bu da bitki besin maddelerinin kaybına neden olmaktadır (Lupwayi ve ark., 1999). Oorts ve arkadaşları (2007), sıfır toprak işleme yönteminin toprakta organik maddenin birikimine neden olduğunu, makro ve mikro agregat teşekkülünde rol aldığını, ayrıca makro agregatların organik maddenin degradasyona uğramasını önlemede önemli bir role sahip olduğunu belirtmişlerdir. Hussain ve arkadaşları (1999), ABD'nin Illinois Eyaletinde yaptıkları sekiz yıllık araştırmada sıfır toprak işleme, geleneksel ve azaltılmış toprak işleme (çizel ve pullukla) yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Elde ettikleri bulgulara göre toplam organik karbon ve kaba organik karbon miktarlarının diğer toprak işleme yöntemlerinde sıfır toprak işlemeye nazaran azaldığını, bu azalmanın sırasıyla azaltılmış ve geleneksel toprak işlemlerinde, toplam organik karbonda %17 ve %30 kaba organik karbonda ise %22 ve %43 oranında olduğunu belirtmişlerdir. Pikul ve arkadaşları (2007), ürün rotasyonu ve toprak işleme yönetiminin toprak organik maddesi, ince ve kaba fraksiyonlu partiküller organik madde ve suya dayanıklı agregat yüzdesi ve ortalama ağırlıklı çap üzerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, toprak organik maddesinin agregat büyüklük sınıflarına göre tekdüze bir şekilde dağılım göstermediğini, alternatif toprak işleme sistemleriyle yönetilen alanların geleneksel yöntemlere kıyasla daha fazla toprak karbonu içerdiğini belirtmişlerdir. Abid ve Lal (2008), drenajlı ve drenajsız koşullarda çizelle işleme ve sıfır işlemenin toprak kalitesine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada, 0-10 cm derinlikte agregat boyut dağılımındaki organik karbon ve toplam azotun toprak işleme sistemlerinden önemli bir şekilde etkilendiğini ve bu değerlerin derinlikteki artışla birlikte azaldığını rapor etmişlerdir. Ayrıca >1 mm boyutundaki agregatlarda organik karbon konsantrasyonunun, 1-2 mm boyutundaki agregatlarda ise toplam azotun sıfır işlemede daha fazla olduğu da bildirilmiştir. Kasper ve arkadaşları (2009) yaptıkları bir çalışmada üç farklı agregat boyutunda (0.63-1, 0.25-0.63 ve 0.063-0.25 mm) en yüksek organik karbon ve toplam azot değerlerinin minimum toprak işlemede saptandığını belirtmişlerdir. Ergül (2011), yaptığı çalışmada kuru tarım koşullarında farklı toprak işleme ve ekim nöbeti sistemleri altında buğday verimi ve bazı toprak fiziksel özelliklerini incelemiştir. Toprak işleme sistemi olarak toprak işlemeli ve işlemez; ekim nöbeti olarak nadas-buğday, mercimek-buğday ve sürekli buğday konularını incelemiştir. Kurak yılda buğday verimi, toprak işlemez sistemde işlemeli sisteme göre, nadas-buğday ekim nöbetinde diğer ekim nöbetlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Toprak işlemez sistem ile toprakta organik madde içeriği artmış ve buna bağlı olarak agregat stabilitesi ve infiltrasyon hızında artış meydana gelmiştir. Zhang ve arkadaşları (2012) yaptıkları bir çalışmada toprak agregatları bir arada tutan çimentolayıcı maddeler üzerine sıfır toprak işleme, sırta ekime yönelik toprak işleme ve geleneksel işleme yöntemlerinin etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, sırta ekime yönelik işlemin geleneksel işlemeye göre bütün agregat boyutlarında organik karbonu arttırdığını, sıfır işleminin ise sadece mikro agregatlardaki (<0.25 mm) organik karbonu arttırdığını belirlemişlerdir. Dört farklı agregat fraksiyonu arasında (>2.0 mm, 2.0-1 mm, 1-0.25 mm ve <0.25 mm) en yüksek organik karbon değerleri mikro agregatlarda belirlenmiş olup, bu agregat fraksiyonları geleneksel toprak işlemekten ziyade sıfır toprak işleme ve sırta ekime yönelik toprak işlemede daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Quintero ve Comerford (2013) agregatlara bağlı organik karbon üzerine korumalı toprak işleminin etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada geleneksel işlemeye kıyasla azaltılmış işlemin, topraktaki karbon konsantrasyonunu ve tüm profildeki ortalama karbon içeriğini sırasıyla %50 ve %33 oranında arttırdığı belirtilmektedir. Araştırmacılar bu karbon artışının 2 mm'den daha küçük makro agregatlar içindeki mikro agregatlarda meydana geldiğini bildirmektedir. Zhang-liu ve arkadaşları (2013) anızlı ve anızsız geleneksel, anızlı azaltılmış ve anızlı sıfır toprak işleme olmak üzere farklı toprak işleme sistemlerindeki agregat stabilitesi ve agregatlara bağlı karbonu araştırmışlardır. Sıfır ve azaltılmış toprak işleme uygulamalarının makro agregat boyutlarındaki oranları önemli derecede arttırdığı belirlenmiştir. Araştırmada ayrıca organik karbon konsantrasyonunun 0-5 cm derinlikteki makro agregatlarla ve ortalama ağırlık çapı ile de pozitif bir ilişki gösterdiği belirlenmiştir. 0-20 cm derinlikte ise 2 mm'den daha büyük fraksiyonda bulunan toplam C miktarı sıfır işleme ve azaltılmış işlemede sırasıyla %9 ve %6 oranında arttığı belirlenmiştir. Andruschkewitsch ve arkadaşları (2014) geleneksel, malçlı ve sıfır toprak işleme yöntemlerinin suya dayanıklı agregat boyut dağılımına etkilerini belirlemişlerdir. Sıfır ve malçlı toprak işleme koşulları altında 0-5 cm toprak derinliğinde makro (>0.25 mm) agregatların ve bunların karbon içeriklerinin daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Yine aynı çalışmada, 0-5 cm toprak derinliğinde makro agregatlar içerisindeki mikro (0.250-0.053 mm) agregatların karbon içeriklerinin malçlı ve sıfır toprak işleme koşulları altında daha yüksek olduğu da rapor edilmiştir. Arai ve arkadaşları (2014) 0, 5, 10, 15 ve 17 yıl geleneksel toprak işleme sistemi uygulanmış arazilerin, yabancı otlar kaplanmış malçlı toprak işlemez sisteme dönüştürülmesiyle meydana gelen toprak karbonu ve suya dayanıklı agregatlardaki değişimini araştırmışlardır. Çalışmada 0-5 cm derinlikteki 0.25-1.00 mm'lik suya dayanıklı agregatlardaki karbon birikimi azalırken 0-15 cm derinlikteki 2 mm'den büyük suya dayanıklı agregatların ve bu agregatlardaki karbon birikiminin zamanla arttığı rapor edilmiştir. Kabiri ve arkadaşları (2015) farklı işleme yöntemlerinin agregatlara bağlı organik madde değişimini inceledikleri araştırmalarında ise kulaklı pulluk ve diski pulluğa kıyasla çizel ve rototiller ile toprak işleminin makro agregatları (4.00-0.25 mm) arttırdığını, buna karşılık mikro agregatları (0.250-0.053mm) azalttığını rapor etmişlerdir. Ayrıca çizel ve rototiller ile toprak işleme uygulamalarının mikro agregata bağlı karbon (%50-%66) ve azot (%48-%61) değerlerini azalttığı, makro agregata bağlı karbon (%10-%11) ve azot (%13-%15) değerlerini ise arttırdığı da rapor edilmiştir. Garcia-Franco ve arkadaşları (2015), 14 yıldır azaltılmış toprak işleme ile işlenen ve yağmur suyu ile sulanan organik bir badem bahçesinde agregat dağılımı ve organik karbon stabilizasyonu üzerine 4 yıllık azaltılmış toprak işleme, yeşil gübreli azaltılmış toprak işleme ve sıfır toprak işleminin etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada azaltılmış toprak işleme ile yeşil gübrenin birleşimi karbon bağlama yönünden en etkili sürdürülebilir toprak yönetimi olduğu ve yüzey katmanında (0-5cm) toplam organik karbonun azaltılmış toprak

işlemeyle kıyaslandığında yaklaşık %14 artış sağladığı belirlenmiştir. Araştırmada en yüksek organik karbon konsantrasyonu bütün uygulamalar ve derinlikler için silt+kil boyutundaki (<0.063mm) agregatlarda bulunmasına rağmen uygulamalar ve derinlikler arasında herhangi önemli bir farklılık bulunmamıştır. Ayrıca azaltılmış toprak işlemeden azaltılmış toprak işleme + yeşil gübreye dönüşüm ile yüzey katmanında (0-5cm) toplam makro agregatlar ve mikro agregatların organik karbon içeriklerinde sırasıyla %30 ve %20 artışa sebep olduğu saptanmıştır. Yapılan bir diğer çalışmada, yaklaşık %50 oranında kil içeren bir toprakta uzun süreli buğday-mısır ve buğday-soya rotasyonu altında altı farklı toprak işleme yönteminin iki farklı derinlikte (0-15 ve 15-30 cm) agregatlara bağlı toplam karbon ve azot içeriğine etkileri araştırılmıştır. 0-15cm derinlikte bütün agregat boyutlarında (>4.0 mm, 4.0-2.0 mm, 2.0-1.0 mm ve 1.0-0.5 mm) toplam karbon değerleri geleneksel işleme yöntemlerine kıyasla korumalı işleme uygulamaları altında daha yüksek değerler elde edilmiştir. Derinlikteki artışla birlikte korumalı işleme yöntemleri altındaki agregatlarda bulunan toplam karbon değerleri azalmıştır (Çelik ve Acar, 2017).

Toprak organik maddesindeki değişim sadece organik maddenin mineralizasyonu ve çoğunlukla CO<sub>2</sub> emisyonu şeklinde kaybına bağlı olmayıp, aynı zamanda toprak üzerinde bırakılan bitki artıklarından ve toprağa ilave edilen organik gübrelere gelen miktarına da bağlıdır. Anızın toprağa karıştırılması, işleme derinliğinde toprağın organik madde içeriğini artırmaktadır (Paustian ve ark., 1997). Tarım topraklarında üst katmanda anız birikimi özellikle anıza doğrudan ekimin uygulandığı parsellerde toprağın organik madde içeriğini artırır (Halvorson ve ark., 2002) ve toprak kalitesini iyileştirir (Arshad ve ark., 1999). Buna ilaveten, minimum toprak işleme ile malçlama uygulamalarının birlikte uygulaması toprak kalitesini ve ürün verimliliğini artırmaktadır (Ghuman ve Sur, 2001). Ayrıca sıfır toprak işleme ve koruyucu toprak işleme yapılan topraklarda toprak yüzeyinde kalan ürün artıkları mikroorganizmaya substrat görevi yapmakta ve mikrobiyal biyokütleyi de artırmaktadır. Kushwaha ve arkadaşları (2001), farklı toprak işleme yöntemlerinin suya dayanıklı agregatlar ve toprak organik maddesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Toprak organik karbon değerlerini en yüksek minimum toprak işleme ve bitki artıklarının araziye terk edildiği uygulamalarda, en düşük ise geleneksel toprak işleme ve artıkların uzaklaştırıldığı uygulamalarda elde ettiklerini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, makro agregatlarda organik karbon miktarındaki artışın mikro agregatlardan daha büyük olduğunu, makro ve mikro agregatlarda organik karbonun en düşük değerlerinin artıkların uzaklaştırıldığı uygulamalar olduğunu ve makro agregatlardaki C/N oranının mikroagregatlara kıyasla daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Dao (1998), toprak işleme tekniği, yüksek sıcaklık ve yarı kurak iklimin, organik karbon kaybını ve zayıflamış toprak yapısını hızlandırdığını, anız bırakmayan geleneksel toprak işlemenin karbon mineralizasyonunu dolayısıyla atmosferik akışları artırdığını ve topraktan karbon kaybının azaltılması için toprak işlemenin azaltılması gerektiğini bildirmektedir. Singh ve Singh (1993), sıcak ve ılıman bölgelerde toprağa bitki artıklarının bırakılmasının zaman içerisinde toprak organik maddesini artırdığını, tınlı kum bünyeli bir toprakta 5-6 ton/ha çeltik kalıntısının beş yıl uygulanması sonrasında organik karbonun 15 cm derinlikte 3.6'dan 4.6 g/kg toprak değerine yükseldiğini belirtmişlerdir. Petrerson ve arkadaşları (1998), Amerika'da yaptıkları çalışmada toprak işleme uygulamalarının azalması ve toprak yüzeyinde saman malçı kullanılmasının giderek artmakta olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar onbeş yıl boyunca saman malçı uygulamasının 20 cm toprak katmanında uygulanmamış toprağa göre 1850 kg/ha daha fazla karbon biriktirdiğini belirlemişlerdir. Alijani ve arkadaşları (2012), İran'ın Şiraz bölgesinde kısa dönemli iki yıllık bir çalışmada, sulu koşullarda mısır bitkisi kalıntılarını (%0, %25 ve %50) buğday-mısır rotasyonunda, geleneksel toprak işleme yöntemleri (çizel, pulluk) ve iki azot düzeyi (75 ve 150 kg/ha) altında uygulamışlardır. Çizel uygulamasının pulluk uygulamasına göre sırasıyla %8 ve %15 daha fazla karbon ve azot biriktirdiğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak %25 ile %50 bitki artıklarının arazide bırakılması (7500 veya 15000 kg/ha mısır bitki kalıntısı) ve 150 kg/ha azot uygulamasının buğday-mısır-buğday ürün rotasyon sisteminde bölgede toprağın organik karbonunu artırması için önermişlerdir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Toprak işlemenin esas amacı; toprak verimliliğini korumak, toprak sıkışmasını önlemek, topraktaki flora ve faunanın korunması ile çeşitliliğin korunmasını sağlayarak iyi bir tohum yatağı hazırlamaktır. Ancak gereksiz ve aşırı yapılan toprak işleme uygulamaları zamanla toprak verimliliğini düşürdüğü için birçok çiftçi bu uygulamalardan uzaklaşmaktadır. Çünkü gereksiz toprak işlemler, bilimsel olarak da açık bir şekilde ortaya konduğu gibi bir yandan topraklarımızın verimliliğini azaltarak bozulmalara sebep olurken diğer yandan yüksek girdi kullanımı sonucu çiftçiye yüksek maliyet çıkarmaktadır. Bu nedenle toprak işlemenin esas hedeflerine uygunluğu ve toprak özelliklerine etkileri değerlendirilerek, toprak işleme yönteminin belirlenmesinde toprak verimliliği ve kalitesi durumu da göz önünde bulundurularak en uygun toprak işleme sistemi seçimi yapılmalıdır. Toprak kalitesine etki eden toprak özelliklerinde meydana gelen değişimler kullanılarak yapılan değerlendirmeler sayesinde toprak işleme ihtiyaçları en az seviyeye indirilmelidir. Bununla birlikte toprak işleme zamanının da toprak işleme etkinliğini etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğu göz önünde bulundurularak toprak en uygun zamanda (tavında) işlenmelidir.

Bu çalışma ile halen çoğunlukla uygulanmakta olan geleneksel toprak işleme sistemi ile sıfır toprak işleme sistemini de içine alan koruyucu toprak işleme tekniklerinin toprak organik madde yönetimine olan etkileri incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre topraktaki organik madde varlığı ve mikrobiyal kütle ile mikrobiyal aktiviteye olan doğrudan etkisi nedeniyle, toprağın nitrojen döngüsü, katyon değişim kapasitesi, agregat stabilitesi gibi toprak özellikleri başta olmak üzere genel anlamda tüm toprak özelliklerini önemli düzeyde etkilemektedir. Anıza doğrudan ekim, azaltılmış toprak işleme ve organik tarım uygulamaları geleneksel toprak işleme yöntemine göre toprağın organik madde içeriğini dolayısıyla toprağın

mikrobiyal kütlesini ve aktivitesini daha fazla artırmaktadır. Anızlı tarla koşullarında ekim ve malçlama uygulamaları da toprak organik maddesinde artışa neden olmaktadır. Ayrıca, toprak işleme sistemlerinin toprak kalitesi üzerine etkilerinin değerlendirildiği pek çok çalışmada elde edilen sonuçlara göre, koruyucu toprak işleme sistemleri verim ve organik madde artışı yanında diğer pek çok toprak özelliğini olumlu etkileyerek toprak kalitesini korumakta veya iyileştirmektedir. Toprak organik karbonunu azaltan yoğun toprak işleme sistemlerine alternatif olarak, koruyucu toprak işleme sistemlerine olan ilgi artmakta olup, yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar neticesinde de toprakların aşırı işlenmesi yerine sadece toprağı gevşeten ve geleneksel toprak işleme yöntemleri yerine koruyucu toprak işleme yöntemlerinin uygulanması, organik maddenin sürdürülebilirliği açısından önerilmektedir. Koruyucu toprak işleme sistemlerinin yaygın bir şekilde benimsenmesi, tarım arazilerindeki organik madde birikiminde net artışlara yol açabilir ve yüzyıllardır kullanılan geleneksel toprak işleme uygulamalarının neden olduğu düşüşü tersine çevirebilir.

#### KAYNAKLAR

- Abid, M., Lal, R., 2008. Tillage and drainage impact on soil quality I. Aggregate stability, carbon and nitrogen pools. *Soil and Tillage Research*, 100: 89-98.
- Acquaah G., 2002. *Principles of Crop Production: Theory, Techniques, and Technology*. Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- Alijani, K., Bahrami, M.J. and Kazemeini, S.A. 2012. Short -term responses of and wheat yield to tillage, corn residue management and nitrogen fertilization. *Soil and Tillage Research*, 124; 78-82.
- Alvarez C.R., Alvarez R., 2000. Short-term effects of tillage systems on active soil microbial biomass. *Biol. Fert. Soils*, 31: 157-161.
- Andruschkewitsch, R., Koch, H., And Ludwig, B., 2014. Effect of long-term tillage treatments on the temporal dynamics of water-stable aggregates and on macro-aggregate turnover at three German sites. *Geoderma*, 217-218: 57-64.
- Arai, M., Minamiya, Y., Tsuzura, H., Watanabe, Y., Yagioka, A., And Kaneko, N., 2014. Changes in water stable aggregate and soil carbon accumulation in a no-tillage with weed mulch management site after conversion from conventional management practices. *Geoderma*, 221-222: 50-60.
- Arshad M.A., Coen G.M., 1992. Characterization of soil quality: physical and chemical criteria. *Am. J. Alter. Agr.*, 7: 25-30.
- Arshad, M. A., Franzluebbers, A. J., And Azooz, R. H., 1999. Components of surface soil structure under conventional and no-tillage in northwestern Canada. *Soil and Tillage Research*, 53: 41-47.
- Arshad MA, Martin S., 2002. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 88: 153-160.
- Aykas, E., Yalçın, H., Önal, İ. Evcim, Ü., 2005. İkinci Ürün Pamuk Üretiminde Doğrudan Ekim Uygulama Olanakları, Tübitak Sonuç Raporu Proje No: TOVAG 2675 Bornova/İZMİR.
- Bahtiyar, M., 2018. Toprak. <http://web.firat.edu.tr/cevremuh/bilgi/data2/ToprakNedir.pdf>. Erişim: Mayıs 2018.
- Balota E.L., Colozzi A., Andrade D.S., Dick R.P., 2003. Microbial biomass in soils under different tillage and crop rotation systems. *Biol. Fert. Soils*, 38: 15-20.
- Barbera, V., Poma, I., Gristina, L., Novara, A., Egli, M., 2012. Long-term cropping systems and tillage management effects on soil organic carbon stock and steady state level of C sequestration rates in a semiarid environment. *Land Degradation and Development*, 23: 82-91.
- Bauer A., Black A.L., 1994. Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58: 185-193.
- Bayer, C., Martin-Neto, L., Mielniczuk, J., Pillon, C.N. ve Sangoi, L., 2001. Changes in soil organic matter fractions under subtropical no-till cropping systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 65, 1473- 1478.
- Beare, M. H., Cabrera, M. L., Hendrix, P. F., And Coleman, D. C., 1994. Aggregate-protected and unprotected organic matter pools in conventional- and no-tillage soils. *Soil Science Society of America Journal*, 58: 787-795.
- Blanco-Canqui, H., Lal, R., 2006. Tensile Strength of Aggregates. *Encyclopedia of Soil Science*, vol. 45-48. The Ohio State University, Columbus, OH, USA.
- Brady N.C., R.R. Weil, 2000. *Elements of the Nature and Properties of Soils*. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- Burle, M.L., Mielniczuk, J. ve Focchi, S., 1997. Effect of cropping systems on soil chemical characteristics, with emphasis on soil acidification. *Plant and Soil*, 190, 309-316.
- Campbell, C.A., Mc Conkey, B.G., Biederbeck, V.O., Zenner, R.P., Curtin, D. ve Peru, M.R., 1998. Long-term effects of tillage and fallow-frequency on soil quality attributes in a clay soil in semiarid southwestern Saskatchewan. *Soil & Tillage Research*, 46, 135-144.
- Campbell C.A., Selles F., Lafond G.P., Biederbeck V.O., Zentner R.P., 2001. Tillage-fertilizer changes: Effect on some soil quality attributes under long-term crop rotation in a thin Black Chernozem. *Can. J. Soil Sci.*, 81: 157-165.
- Cannell, R.Q., Hawes, J.D., 1994. Trends in tillage practices in relation to sustainable crop production with special reference to temperate climates. *Soil & Tillage Research*, 30: 245-282.
- Carter, M.R and Angers, D.A. and Topp, G.C., 1999. Characterizing equilibrium physical condition near the surface of a fine sandy loam under conservation tillage in a humid climate. *Soil Science* 164; 101-110.

- Castro Filho, C., Muzilli, O. and Podanoschi, A.L., 1998. Estabilidade de agregados e sua relac, ao com o teor de carbono organico num Latossolo Roxo distro'fico, em funca de sistemas de plantio, rotac, oes de culturas e me'todos de preparo das amostras. Rev. Bras. Ci. Solo, 22, 527-538.
- Christensen, B.T., 2001. Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. European Journal of Soil Science, 52: 345-353.
- Çelik, İ., Acar, M., 2017. Çukurova koşullarında toprak işleme yöntemlerinin agregatlara bağlı toplam karbon ve azot içerikleri üzerine etkileri. Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32. ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online) doi: 10.7161/ omuanajas. 289801.
- Çolak, A. K., 1994. Toprak Biyolojisi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No:99, Adana.
- Dao T.H., 1998. Tillage and crop residue effects on carbon dioxide evolution and carbon storage in a Paleustoll. Soil Sci. Soc. Am. J., 62: 250-256.
- Dao T.H., Stiegler J.H., Banks J.C., Boerngen L.B., Adams B., 2002. Post-contrast use effects on soil carbon and nitrogen in conservation reserve grasslands. Agron. J., 94: 146-152. Dexter, A.R., 1988. Advances in characterization of soil structure. Soil and Tillage Research, 11: 199-238.
- Diaz-Zorita, M. and Grove, J.H., 2002. Duration of tillage management affects carbon and phosphorus stratification in phosphatic Paleudalfs. Soil & Tillage Research, 66, 165 - 174.
- Doran J.W., Parkin, T.B., 1994. Defining ve assessing soil quality. Ed: Doran, J.W., Coleman, D.C., and Bezdicek, D.F. Defining soil quality for a sustainable environment, 35. USA: Soil Science Society of America, 3-21.
- Doran J.W., Smith M.S., 1987. Organic matter management and utilization of soil and fertilizer nutrients. In: Follett R.F. et al. (eds.): Soil Fertility and Organic Matter as Critical Components of Agricultural Production Systems. SSSA Spec. Publ. No. 19, ASA and SSSA, Madison, WI: 53-72.
- Ergene, A., 1982. Toprak Biliminin Esasları, Atatürk Üniversitesi Yayın No:586. Ziraat Fakültesi Yayın No: 267, Erzurum.
- Ergül, F., 2011. Farklı toprak işleme ve ekim nöbeti sistemlerin altında su bütçesi, bazı toprak fiziksel özellikleri ve buğday verimindeki değişimlerinin saptanması. Doktora tezi (yayınlanmamış). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Evans, R., 1996. Soil erosion and its impacts in England and Wales. Friends of the Earth, London, 121 pp.
- Farquharson R.J., Schwenke G.D., Mullen J.D., 2003. Should we manage soil organic carbon in Vertosols in the northern grains region of Australia? Aust. J. Exp. Agr., 43: 261-270.
- Feng, Y., Motta A.C., Reeves D.W., Burmester, C.H., Van, S. ve Osborne, J.A., 2003. Soil microbial communities under conventional-till and no-till continuous cotton systems. Soil Biology & Biochemistry, 35, 1693-1703.
- Follett, 2001. Soil management concepts and carbon sequestration in cropland soils. Soil Till. Res., 61: 77-92.
- Freixo A.A., Machado Plod, dos Santos H.P., Silva C.A., Fadigas F.D., 2002. Soil organic carbon and fractions of a Rhodic Ferralsol under the influence of tillage and crop rotation systems in southern Brazil. Soil Till. Res., 64: 221-230.
- Garcia-Franco, N., Albaladejo, J., Almagro, M., And Martinez-Mena, M., 2015. Beneficial effects of reduced tillage and green manure on soil aggregation and stabilization of organic carbon in a Mediterranean agroecosystem. Soil and Tillage Research, 153: 66-75.
- Ghuman, B.S. and Sur, H.S., 2001. Tillage and residue management effects on soil properties and yields of rainfed maize and wheat in a subhumid subtropical climate. Soil and Tillage Research, 58 1-10.
- Glanz, J.T., 1995. Saving Our Soil: Solutions for Sustaining Earth's Vital Resource. Johnson Books, Boulder, Co, USA.
- Gregorich, E.G., Carter, M.R., Angers, D.A., Monreal, C.M. and Ellert, B.H., 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. Can. J. Soil Sci., 74, 367-385.
- Günel, H., Korucu, T., Birkas, M., Özgöz, E., Cotoara-Zamfir, R.H., 2015. Threats to sustainability of soil functions in Central and Southeast Europe. Sustainability, 7: 2161-2188.
- Halvorson, A.D., Wienhold, B.J. and Black, A.L., 2002. Tillage, nitrogen, and cropping system effects on soil carbon sequestration. Soil Sci. Soc. Am. J., 66, 906-912.
- He Jin, L., Hongwen, R., Rasaily, G., Qingjie, W., Guohua, C., Yanbo, S., Xiaodong , Q. and Lijin, L., 2011. Soil Properties and crop yields after 11 years of no tillage farming in wheat- maize cropping system in North China Plain. Soil and Tillage Research, 113; 48-54.
- Hussain, İ., Olson, K.R. and Ebelhar, S.A., 1999. Long-term tillage effects on soil chemical properties and organic matter fraction. Soil Sci. Soc. Am., 63; 1335-1341.
- Islam, K.R., Weil, R.R., 2000. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. Agriculture, Ecosystems and Environment, 79(1): 9-16.
- İşler, N., 2020. Toprak işleme. <http://www.mku.edu.tr/files/898-8fe4f878-bf3a-4d15-b9f6-2a3c781be95a.pdf>. Erişim: Mart 2020.
- Jastrow J.D., Boutton T.W., Miller R.M., 1996. Carbon dynamics of aggregate-associated organic matter estimated by carbon-13 natural abundance. Soil Sci. Soc. Am. J., 60: 801-807.
- Jenny, H., 1980. *The Soil Resource: Origin and Behavior*. Ecol. Stud. 37. Springer-Verlag, New York.
- Jiang, X., Wright, A.L., Wang, J., Li, Z., 2011. Long-term tillage effects on the distribution patterns of microbial biomass and activities within soil aggregates. Catena, 87: 276-280.

- Kabiri, V., Raiesi, F., Ghazavi, M.A., 2015. Sixyears of different tillage system saffecte daggregate-associated SOM in a semi-arid loam soil from Central Iran. *Soil and Tillage Research*, 154: 114–125.
- Karlen, D.L., Tomer, M.D., Neppel, J., Cambardella, A.C., 2008. A preliminary watershed scale soil quality assessment in north central Iowa, USA . *Soil & Tillage Research*, 99: 291–299.
- Karlen, D.L., Cambardella, C.A., Kovar, J.L., Colvin, T.S., 2013. Soil Quality response to long term tillage and crop rotation practices. *Soil & Tillage Research*, 133:54-64.
- Kasper, M., Buchan, G.D., Mentler, A., Blum, W.E.H., 2009. Influence of soil tillage systems on aggregat estabilyand the distribution of C and N in different aggregat fractions. *Soil and Tillage Research*, 105: 192–199.
- Kern J.S., Johnson M.G., 1993. Conservation tillage impacts on national soil and atmospheric carbon levels. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 57: 200–210.
- Khanna, P. K., Ludwig, B., Bauhus, J. and O Hara, C., 2001. Assesment and signficance of labil organic C pools in forest soils. In: Lal ,R., Kimble, J. M., Follet, R. F., Stewart, B. A., (Eds), Assesment Methods For Soil Carbon . Lewis Publishers. Boca Raton, FL., pp. 167-182.
- Kladivko E.J., 2001. Tillage systems and soil ecology. *Soil Till. Res.*, 61: 61–76.
- Kushwaha, C.P., Tripathi, S. K. and Singh, K.P., 2001. Soil organic matter and water-stable aggregates under different tillage and residue conditions in a tropical dryland agroecosystem, *Applied Soil Ecology*, 16; 229-241.
- Lal R., Kimble J., Levine E., Whitman C., 1995. World soils and greenhouse effect: An overview. In: Lal R.et al. (eds.): *Soils and Global Change*. Lewis Publ., Boca Raton, FL: 1–8.
- Lal R., Kimble J., Follett R., 1997. Soil quality management for carbon sequestration. In: Lal R. et al. (eds.): *Soil Properties and their Management for Carbon Sequestration*. US Dep. Agr., Nat. Res. Conserv. Serv., Nat. Soil Surv. Cent., Lincoln, NE: 1–8.
- Lal, R., Kimble, J. ve Follett, R.F., 1998. Need for research and need for action. CRC Press, Boca Raton, FL, s. 447–454.
- Larson W.E., Pierce F.J., 1991. Conservation and enhancement of soil quality. In: Mumanski J. et al. (eds.): *Evaluation for Sustainable Land Management in the Developing World*. Vol. 2. Techn. Pap. In: Proc. Int. Workshop, Chiang Rai, Thailand, Int. Board Soil Res. Manage. Bangkok: 175–203.
- Liebig, M.A., Tanaka, D.L. and Wienhold, B.J., 2004. Tillage and cropping effects on soil quality indicators in the northern Great Plains. *Soil & Tillage Research*, 78,131–141.
- Liu X.B., Han X.Z., Herbert S.J., Xing B., 2003. Dynamics of soil organic carbon under different agricultural management systems in the black soil of China. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 34: 973–984.
- Liu X.B., Herbert S.J., 2002. Fifteen years of research examining cultivation of continuous soybean in Northeast China. *Field Crops Res.*, 79: 1–7.
- Lopez-Fanda, C.and Pardo, M.T., 2009. Changes in soil chemical characteristics with different tillage practices in a semi arid environment. *Soil andTillage Research* 104; 278-284.
- Loveland P., Webb J., 2003. Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: a review. *Soil Till. Res.*, 70: 1–18.
- Lupwayi, N.Z., Rice, W.A., Clayton, G.W., 1999. Soil mivrobial biomass and carbon dioxide flux under wheat as influenced by tillage and crop rotation . *Can. J. Soil Sci.* 79, 273-280.
- Magdoff F., van Es H., 2000. *Building Soils for Better Crops*. Univ. Vermont, Burlington VT, USA: 9–13.
- Malavolta, E., 1999. The fertility of Brazilian soils. *Academia Brasileira de Cieˆncias*, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, s. 171–184.
- Melero, S. Bellido, R.J.L., Bellido, L.L., Romero, V.M., Moreno, F. and Murillo, J.M. 2011. Long-term effect of tillage, rotation and nitrogen fertiliser on soil quality in a Maditerranean vertisol. *Soil andTillage Research*, 114; 97-107.
- Nardi, S., Cocheri, G., DellAgnola, G., 1996. Biological activity of humus. In: Piccolo, A. (Ed.), *Humic Substances in Terrestrial Ecosystems*. Elsevier, Amsterdam, pp. 361-406.
- Okur, B., Okur, N., Anaç, D., 2003. Tarım Topraklarında Organik Maddenin Sürdürülebilirliği. *Koruyucu Toprak İşleme ve Dogrudan Ekim Çalıştayı*, E.Ü.Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Bornova-İzmir.
- Oorts, K., Bossuyt, H., Labreuche, J., Merckx, R., Nicolardot, B., 2007. Carbon and nitrogen stocks in relation to organic matter fractions, aggregation and pore size distribution in no-tillage and conventional tillage in northern France. *Eur. J. Soil Sci.* 58, 248-259.
- Oruç, N., Sağlam, T., 1972. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak İlmi Bölümü Ders Notu, Erzurum.
- Paustian, K., Collins, H.P., Paul, E.A., 1997. Management controls on soil carbon. In: Paul, E.A., et al. (Eds.), *Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems, Long term Experiments in North America*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 15–49.
- Petrerson, G.A., Halvorson, A.D., Halvin, J. L., Jones, O.R., Lyon, D.J. and Tanaka, D.L., 1998. Reduced tillage and increasing cropping intensity in the Great Plains conserves soil C. *Soil and Tillage Research*, 47; 207-218.
- Pikul, J.L., Osborne, S., Ellsbury, M., and Riedell, W., 2007. Particulate organic matter and water-stable aggregation of soil under contrasting management. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71; 766–776.
- Power J.F., Meyers R.J.K., 1989. The maintenance or improvement of farming systems in North America and Australia. In: Stewart J.W.B. (ed.): *Soil quality in semi-arid agriculture*. In: Proc. Int. Conf. Univ. Saskatchewan, Saskatoon, Canada: 273–292.

- Quintero, M., And Comerford, N. B., 2013. Effects of Conservation Tillage on Total and Aggregated Soil Organic Carbon in the Andes. *Open Journal of Soil Science*, 3: 361-73.
- Reeves D.W., 1997. The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. *Soil Till. Res.*, 43: 131-167.
- Reicosky, D.C. and Lindstrom, M.J. 1993. Fall tillage method: Effect on short term carbon- dioxide flux from soil. *Agronomy Journal*, 85; 1237-1243.
- Robinson C.A., Cruse R.M., Kohler K.A., 1994. Soil management. In: Hatfield J.L., Karlen D.L. (eds.): *Sustainable agricultural systems*. Lewis Publ., Boca Raton, FL: 109-134.
- Rolda'n, A., Caravaca, F., Herna'ndez, M.T., Garc'ıa, C., Sa'nchez- Brito, C., Vela'squez, M. and Tiscaren'õ, M., 2003. No-tillage, crop residue additions, and legume cover cropping effects on soil quality characteristics under maize in Patzcuaro watershed (Mexico). *Soil & Tillage Research* 72, 65-73.
- Rolda'n, A Salinas-Garc'ıa,J., Alguacil, M., D'ıaz, E. and Caravaca, F., 2005. Soil enzyme activities suggest advantages of conservation tillage practices in sorghum cultivation under subtropical conditions. *Geoderma*, 129,178- 185.
- Roscoe R., Burman P., 2003. Tillage effects on soil organic matter in the density fractions of a Cerrado Oxisol. *Soil Till. Res.*, 70: 107-119.
- Singh, G. and Singh, O. P. 1993. Effect of tillage practices and fertility on yield and economics of linseed growth after rice. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 63; 647-648.
- Six, J., Elliott, E.T., Paustian, K., 2000. Soil Macro aggregate Turnover and Microaggregate Formation: A Mechanism for C Sequestration under No-Tillage Agriculture. *Soil Biology and Biochemistry*, 32(14): 2099-2103.
- Sojka R.E., Upchurch D.R., 1999. Reservations regarding the soil quality concept. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 63: 1039-1054.
- Unger P.W., 1991. Organic matter, nutrient, and pH distribution in no- and conventional - tillage semiarid soils. *Agron. J.*, 83: 186-189.
- Vyn T.J., Raimbault B.A., 1993. Long-term effects of 5 tillage systems on corn response and soil structure. *Agron. J.*, 85: 1074-1079.
- Wander, M.M., Idart, G.B. and Aref, S., 1998. Tillage impacts on depth distribution of total particulate organic matter in three Illinois soil. *Soil Science Society of America journal*, 62; 1704-1711.
- X. Liu, Herbert, S.J. Hashemi, A.M. Zhang, X. Ding, G., 2006. Effects of agricultural management on soil organic matter and carbon transformation - a review. *Plant Soil Environ.*, 52, 2006 (12): 531-543.
- Zhang, S., Li, Q., Zhang, X., Wei, K., Chen, L., And Liang, W., 2012. Effects of conservation tillage on soil aggregation and aggregate binding agents in black soil of Northeast China. *Soil and Tillage Research*, 124: 196-202.
- Zhang-Liu, D., Tu-Sheng, R., Chun-Sheng, H., Qing-Zhong, Z., And Blanco-Canqui, H., 2013. Soil Aggregate Stability and Aggregate-Associated Carbon Under Different Tillage Systems in the North China Plain. *Journal of Integrative Agriculture*, 12: 2114-2123.
- Zhao, W.Z., Xiao, H.L., Liu, Z.M. and LI, J., 2005. Soil degradation and restoration as affected by land use change in the semiarid Bashang area, Northern China. *Catena*, 59; 173-186.
- Zibilske, L.M., Bradford, J.M. ve Smart, J.R., 2002. Conservation tillage induce changes in organic carbon, total nitrogen and available phosphorus in a semi-arid alkaline subtropical soil. *Soil & Tillage Research*, 66, 153-163.
- Zotarelli, L., Alves, B.J.R., Urquiga, S., Boddey, R.M., Six, J., 2007. Impavt of tillage and crop rotation on light fraction and intraaggregate soil organic matter in two Oxisols. *Soil Tillage Res.* 95 (1/2), 196-206.

## Türkiye’de Fındık Tarımında Hasat-Harman Mekanizasyonu

### Harvesting-Husking Mechanization of Hazelnut Agriculture in Turkey

Taner Yıldız<sup>1,\*</sup> 

<sup>1</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Samsun, Türkiye.

\* Corresponding author (Sorumlu Yazar): T. Yıldız, e-mail (e-posta): tyildiz@omu.edu.tr

#### Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 11 Mart 2020  
Düzeltilme tarihi : 01 Nisan 2020  
Kabul tarihi : 22 Nisan 2020

#### Anahtar Kelimeler:

Fındık  
Mekanik Hasat  
Zuruf Soyma Makinası  
İş Gücü Gereksinimi  
İş Başarısı  
Hasat Öncesi ve Hasat Sonrası İşlemler

#### ÖZET

Dünya fındık üretimi ve ihracatında ilk sırayı alan Türkiye’de, hasat öncesi ve hasat mekanizasyonu uygulamaları yok denecek kadar azdır. Üretilen fındığın tamamı elle hasat edilmektedir. Bu durum, yoğun emeğe dayalı insan iş gücü gerektirmekte ve üretim masraflarını önemli ölçüde artırmaktadır. Hasat sonrası mekanizasyon uygulamaları ise, sürekli olarak gelişmektedir. Yöresel imalatçılar tarafından geliştirilmiş olan fındık harman makinaları yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye ve diğer bazı önemli fındık üreticisi ülkelerdeki hasat-harman mekanizasyonu hakkında genel bilgiler verilmesi amaçlanmıştır.

#### Article Info

Received date : 11 March 2020  
Revised date : 01 April 2020  
Accepted date : 22 April 2020

#### Keywords:

Hazelnut  
Mechanical Harvesting  
Husker  
Labor Requirement  
Work Efficiency  
Pre-Harvest and Post-Harvest Processes

#### ABSTRACT

There is little or no pre-harvest and post-harvest mechanization applications in Turkey which ranks first in the world hazelnut production and export. All of the produced hazelnuts are harvested by hand. This requires intense labor-based human labor and significantly increases production costs. Post-harvest mechanization applications are constantly evolving. Hazelnut huskers developed by local manufacturers are widely used. In this study, it has been aimed to give general information about hazelnut harvesting-husking mechanization applications in Turkey and some of the other major producing countries.



## 1. GİRİŞ

Fındık, bademden sonra dünyada en yaygın yetiştiriciliği yapılan sert kabuklu meyvedir. Fındığın kültür çeşitleri; Türkiye, İtalya, İspanya, ABD, Gürcistan, Azerbaycan, Çin, İran, Şili, Avustralya ve Fransa'da yetiştirilmektedir. Bu ülkelerin yanı sıra Polonya, Yunanistan, Belarus, Hırvatistan, Tacikistan, Özbekistan, Rusya Federasyonu, Kırgızistan, Portekiz, Beyaz Rusya, Tacikistan, Ukrayna, Tunus, Slovenya, Slovakya, Moldova, Suriye, Kıbrıs, Arjantin, Avusturya, Estonya, Yeni Zelanda, Romanya ve Kamerun gibi ülkelerde de az da olsa fındık üretilmekte ve üretimin artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır (Anonim, 2018). Dünya fındık üretimi, 1961 yılında 182275 ton iken, 2017 yılına gelindiğinde 836230 tona ulaşmıştır (FAO, 2018).

Türkiye'nin geleneksel ihraç ürünleri arasında yer alan fındık, dünya üretimi ve ihracatında en önemli ülke konumundadır. Dünya fındık üretiminin ve ihracatının yaklaşık 2/3'ü Türkiye tarafından gerçekleştirilmektedir. Yıllara göre değişmekle birlikte, üretim miktarı 500-600 bin tona ulaşabilmektedir. Bununla birlikte, Türkiye'de 39 ilde yaklaşık 540 bin hektarı kapsayan bir alanda üretim yapan 440000 üreticinin ve dolaylı olarak yaklaşık 5 milyon kişinin geçimini ilgilendirmesi, tarıma dayalı sanayiye hammadde sağlaması, yarı mamul, mamul üretimi ve ticareti aşamalarında istihdam ve katma değer yaratması, en önemli ihraç ürünlerinden biri olması ülke ekonomisindeki önemini ortaya koymaktadır (Bozoğlu, 1999; Aktaş ve ark. 2011; FAO, 2016; Hekimoğlu ve Altındağ, 2017). Tarımsal ürün ihracatımızda yaklaşık % 15-20'lik payı olan fındığın en önemli özelliklerinden birisi de, ülkemize getirdiği döviz girdisinin tamamını milli kaynaklardan sağlamasıdır (Anonim, 2017a). Ülkemizin en önemli tarımsal ihraç ürünlerinin başında gelen fındık, 2015-2016 sezonunda 250 bin ton ihracat karşılığında 2 milyar 280 milyon dolar; 2017 yılı ihracat sezonunda ise 160 bin ton iç fındık (320 bin ton kabuklu) karşılığı olarak 1 milyar 71 milyon 641 bin dolar döviz girdisi sağlamıştır (Hekimoğlu ve Altındağ, 2017; Hekimoğlu ve Altındağ, 2019).

Fındık, Karadeniz Bölgesinde sahilden 60 km içeriye ve 750 m yüksekliğe kadar ekonomik olarak yetiştirilebilmektedir. Yüksekliğin 0-250 m olduğu, kıyından 10 km'lik iç kısma kadar olan yöreler, sahil kol olarak adlandırılmakta ve fındık yetiştiriciliği için en uygun alanları oluşturmaktadır. 251-500 m yüksekliğe sahip ve kıyından 10-20 km içeride olan yöreler orta kol, 501-750 m yükseklik ve 20 km'den fazla iç kısımda kalan yöreler ise yüksek kol olarak isimlendirilmektedir. 750 m yükseklikten itibaren uygun iklim koşulları olmadığından, ekonomik anlamda fındık yetiştiriciliği yapılamamaktadır (Okay ve ark. 1986).

Türkiye'de fındık dikim alanları, genellikle eğimli arazilerde bulunmaktadır. Fındık alanlarının çoğu, % 20'den fazla eğime sahip olup, diğer tarımsal kullanımlar için uygun değildir. Örneğin Trabzon'da bulunan fındık alanlarının %76.1'i %20-70 arası eğime, %23.9'u ise %0-20 arası eğime sahiptir (Reis ve Yomralıoğlu, 2006). Eğimli alanların çok parçalı olması ve yetiştirme özellikleri de düz ve düze yakın alanlar dışında mekanizasyona izin vermemektedir.

Ülkemizde, fındık tarımında en önemli sorunlardan bir tanesi de mekanizasyondan yeterince faydalanılamamasıdır. Fındığın toplam üretim maliyeti içerisinde yaklaşık olarak %50'sini toplama masrafları almaktadır. Ayrıca, meyil sorunu dışında, fındık alanlarının küçük ve çok fazla parçalı olması da mekanizasyon uygulamalarını zorlaştırmakta, üretim maliyetini arttırmakta ve üreticilerin fındıktan elde ettikleri kârın azalmasına neden olmaktadır (Serdar ve ark. 2017). Doğu Karadeniz Bölgesinde Çiftçi Kayıt Sistemine kayıtlı ortalama işletme büyüklüğünün 14 dekar, Batı Karadeniz Bölgesinde ise ortalama olarak 19 dekar olduğu bildirilmektedir (Anonim, 2014).

## 2. HASAT İŞLEMLERİ

### 2.1. Ülkemizdeki Hasat İşlemleri

Ülkemizde fındık üreticileri çeşitli nedenlerden dolayı, hasadı erken yapmaktadırlar. Erken hasat yapılışının en önemli nedenleri olarak; özellikle son yıllarda insan iş gücü bulma zorluğu nedeniyle, henüz yoğun hasat ve iş gücü talebinin olduğu döneme girilmeden daha kolay insan iş gücü sağlanabilmesi, hasat harman ve kurutma işlemlerinin yağışlı dönemlere kadar uzatılmaması ve çok meyilli alanlarda erken dönemde meyvelerin yere dökülmeden daldan toplanmasının en uygun yöntem olarak benimsenmesi söylenebilir. Diğer taraftan, ülkemizde fındık bahçeleri çok sayıda karışık çeşitle kurulmuş durumdadır. Hasat, yaygın olarak yetiştirilen çeşitler için optimum zamanda başlatıldığında bile, diğer bazı çeşitler için çok erken yapılmıştır. Fındıkta en yüksek meyve kalitesi ve randıman elde etmenin koşullarından bir tanesi hasadın uygun zamanda yapılmasıdır (Beyhan, 2000). Sıcak iklim kuşağında bulunan ülkelerde fındık hasadı, Ağustos ayı sonundan Ekim ayının ilk yarısına kadar devam edebilmektedir (Tous, 2005). Karadeniz Bölgesinde fındık hasat zamanı yıllara göre az çok değişmekle beraber, sahil kolda 1-10 Ağustos, orta kolda 10-20 Ağustos, yüksek kolda ise 20 Ağustos'tan sonra başlamaktadır. Fındık üretim süreci içerisinde, en yoğun emek gücüne gereksinim duyulan dönem hasat dönemi olmaktadır. Hasat işlemlerinin gerçekleştirilebilmesi için oldukça yüksek insan iş gücüne gereksinim duyulması, ürün maliyetinin belirlenmesi üzerinde önemli bir unsur olarak ortaya çıktığı bildirilmektedir (Tous ve ark. 1994; Beyhan ve Yıldız, 1996). Kısa sürede tamamlanması gereken hasat-harman döneminde hane emeğinin yanı sıra yabancı emek kullanımı da gerekmektedir. Karadeniz bölgesi iç ve dış göçün yoğun olarak yaşandığı bir bölge olması nedeniyle, yabancı emeğin fındık üretiminde kullanılmasını hızlandırmıştır (Ulukan ve Ulukan, 2011). Örneğin; Türkiye'de Ordu, Giresun, Trabzon, Rize ve Artvin illerinde yürütülen bir çalışmada fındığın elle hasadının, 306 BİİGha<sup>-1</sup> (Birim İnsan İş Gücü saat/hektar) gerektirdiği belirtilmektedir. Bu değer, üretim için toplam çalışma zamanının %71'ini, üretim maliyetinin ise %55'ini oluşturmaktadır. Ayrıca, aynı çalışmada 1.3 MİGha<sup>-1</sup> makina iş gücüne gereksinim duyulduğu da

belirlenmiştir (İlkyaz, 1986). Yine Türkiye koşullarında (Samsun İli Terme ve Çarşamba İlçelerinin ova köylerinde) yapılan başka bir çalışmada ise, fındık hasadında 54 BİİGhda<sup>-1</sup> (Birim İnsan İş Gücü saat-dekar) gerektiği ve bunun toplam çalışma zamanının %72.90'unu oluşturduğu bildirilmektedir (Kılıç, 1997). Türkiye'de fındık üretiminde yapısal özellikler, girdi kullanımı ve üretim maliyeti unsurlarını belirlemek üzere yapılan diğer bir araştırmada; yaklaşık 6 aylık çalışma döneminde, iş gücü gereksiniminin %62'sinin hasat işlemlerinde, %26'sının budama ve dip sürgünü temizliğinde, geriye kalan %12'sinin de bahçe altı temizliği, gübreleme, ilaçlama ve harmanlama işlerinde kullanıldığı belirtilmiştir. Fındık yetiştiriciliğinde makina çeki gücü kullanımının sınırlı oranda olduğu ve makinanın daha çok toprak işleme, taşıma ve harmanlama işlerinde kullanıldığı ifade edilmiştir (Kılıç ve Demir, 2004). Fındık ve diğer sert kabuklu meyveler, dünyanın farklı bölgelerinde farklı yetiştirme sistemleriyle üretilebilmektedir. Bu durum, meyvelerin hasat teknolojilerinde ve kullanılan makinalarda da farklılıklar meydana getirmektedir. Örneğin; Türkiye'de (Ordu ve Giresun bölgeleri), fındık dikiminde her bir ocakta 4-10 arasında değişen sayıda çalı formunda dal bulunan ocak dikim sistemi uygulanmaktadır (Bozoğlu, 1999). Samsun İli Terme ve Çarşamba İlçelerinin ova köylerindeki fındık alanlarının ortalama olarak %91'i ocak dikim sistemine, geriye kalan %9'u ise sıra tipi dikim sistemine sahiptir (Kılıç, 1997). Bununla birlikte; İtalya, İspanya ve ABD'de çalı formundaki geleneksel yetiştiricilik sistemine rastlanılmasına rağmen, yeni bahçeler tek gövdeli fındık ağaçları ile kurulmaktadır. Bu fındık ağaçları, 6-8 metreye kadar boyanabilmektedir. Tek gövdeli yetiştirme sistemi; dip sürgünlerinin kesilmesi, makinayla yapılabilecek diğer kültürel işlemler ve özellikle hasat işlemlerinde daha fazla avantaja sahip olmaktadır (Tous *et al.* 1994; Tomasone, 2009).

Olgunlaşan fındıkların toplanması daldan elle, yerden elle ve farklı çalışma prensiplerine sahip hasat makinalarıyla yerden toplama olmak üzere, üç şekilde gerçekleştirilebilmektedir.

## 2.2. Daldan Elle Fındık Hasadı

Türkiye'de, fındık hasadının tamamına yakını elle yapılmaktadır. Elle hasatta fındığın en iyi hasat edilme şekli, tam olgunlaşan meyvelerin yere dökülmesinin beklenmesi ve daha sonra yerden toplama şeklinde olmaktadır. Ancak, fındıkların olgunlaşarak tamamının yere dökülmesi, Eylül ayının ilk haftasına kadar uzamaktadır. Bu dönemde yağışların başlaması, hasat ve hasat sonrası işlemleri güçleştirmektedir. Son yıllarda işçi bulamama endişesinin de başlamasıyla, hasada ağustos ayının ilk haftasında başlanmaktadır. Bu tarihte meyveler kendiliğinden dökülmediğinden, bölgede daha çok uygulanan hasat şekli; daldan zuruflu meyvelerin el ile toplanması şeklindedir (Şekil 1). Dalda olgunlaşan fındık çotanakları koparılarak sepetlere doldurulmakta ve harman yerlerine taşınmaktadır. Fındığın yere düşmesi halinde yuvarlanarak kaybolma tehlikesine karşılık, özellikle çok fazla meyilli arazilerde fındık hasadı bu şekilde yapılmaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesine göre Batı Karadeniz Bölgesinde daha fazla uygulanan bir yöntem olmaktadır. Bu durum, fındık üretim maliyetini önemli ölçüde artırdığı gibi, hasat döneminde yoğun emeğe dayalı iş gücü gereksinimini de ortaya çıkarmaktadır (Beyhan, 1996).

Bu hasat şeklinde dikkat edilecek en önemli hususlar, çotanakların dalla birleştiği yerden tek tek koparılarak alınması, sıyırma şeklinde toplama yapılmaması ve hasadı yapılan dalların birbirine çarptırılmadan dikkatlice yerine bırakılmasıdır. Bu yöntemle bir kişi, günde ortalama 70-75 kg zuruflu fındık (23-25 kg değirmenlik kuru fındık) toplayabilmektedir.



Şekil 1. Daldan elle fındık hasadı

## 2.3. Yerden Elle Fındık Hasadı

Gelecek yılın ürününü oluşturacak tomurcukların hasar görmesini önlemek, kaliteli meyve ve yüksek randıman elde edilebilmesi için, fındığın tam hasat olgunluğuna ulaştıktan sonra, yerden toplanması önemli olmaktadır. Önce, hasat olgunluğuna gelen fındıkların elle sallanarak bahçe zeminine düşürülmesi sağlanmakta, düşmeyen fındıklar ise uzun bir çubuk yardımıyla düşürülmektedir (Şekil 2). Bu yöntemde hasat bir defada değil çeşit bazında olgunlaşan fındıklar kendiliğinden veya hafif silkelemek sureti ile yere düştükçe toplanmaktadır. Bu şekilde bahçe 3-5 gün aralıklarla en az üç defa gezilmektedir. Bu hasat yönteminde bir kişi, günde ortalama 110-120 kg arasında zuruflu fındık (45-50 kg değirmenlik kuru fındık) toplayabilmektedir. Yerden fındık hasadında dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, fındığın

yerde fazla bekletilmemesidir. Aksi halde, aflatoksin oluşumu ve kalite kayıpları gibi istenmeyen durumlar söz konusu olmaktadır (Anonim, 2007; Savran 2010b).



Şekil 2. Elle silkeleme ve yerden elle toplama

### 3. MAKİNALI HASAT

#### 3.1. Meyvelerin Silkeleyicilerle Düşürülmesi

Hasat makinalarıyla fındık toplama işleminin yapılabilmesi için meyvelerin tamamının yere düşmesi gerekmektedir. Türkiye dışında, meyvelerin düşürülmesi çoğu kez mekanik silkeleyicilerle, dallara verilen periyodik titreşimlerle ya da gövdenin sarsılması ile gerçekleştirilmektedir. Türkiye’de bu konudaki çalışmalar devam etmektedir. Hasat yardımcısı kimyasal kullanılmadan ve hasat yardımcısı kimyasal kullanılarak yapılan silkeleyici denemelerinde oldukça iyi sonuçlar elde edilmiştir (Beyhan, 1996; Beyhan ve Beyhan, 1998; Yıldız ve Tekgüler, 2012; Yıldız ve Tekgüler, 2014).

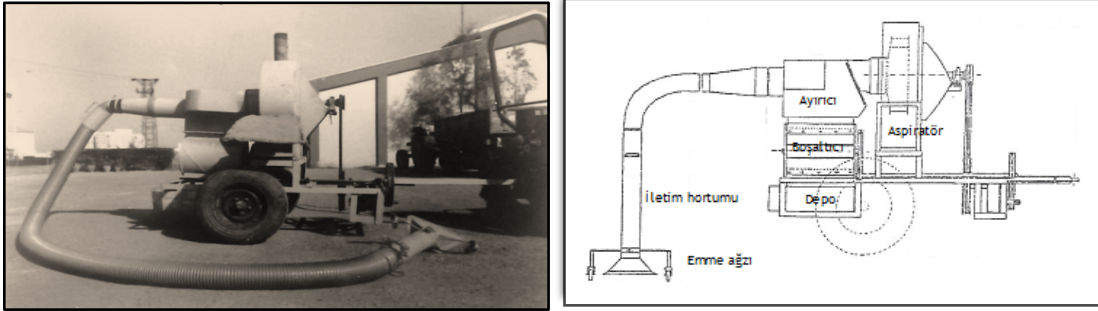
Türkiye koşullarında yapılan bir çalışmada, eksantrik tipli bir dal silkeleyicisinin, ekonomik önemi olan Palaz ve Tombul fındık çeşitlerinin mekanik hasadında kullanılabilme olanağı araştırılmıştır. Çalışmada 15 Hz frekans, 35 mm genlik ve 5 s silkeleme süresinde Palaz ve Tombul çeşidi fındıklarda 10 Ağustos tarihinde düşürülen meyve yüzdesi yaklaşık %12 iken, 15 Ağustosta önemli düzeyde artarak yaklaşık %75 değerinde gerçekleşmiştir. Olgunlaşma süresi arttıkça 20 ve 25 Ağustos tarihlerinde dökülme yüzdesi sırasıyla %87 ve %100 olmak üzere yüksek düzeylerde belirlenmiştir. Fındıkta aynı dal üzerindeki meyvelerin farklı zamanlarda olgunlaşması ve tutunma kuvvetlerinin geniş sınırlar arasında değişmesi silkeleyicilerin etkinliğini azalmaktadır. Özellikle, hasat işlemlerinin yağışlı dönemlere kadar uzamaması için, ağustos ayının ortalarında mekanik hasadın başladığı kabul edilirse, bu tarihlerde eksantrik tipli silkeleyici ile %100’e ulaşan bir dökülme sağlanamamaktadır. Ayrıca, bu dönemde yağışların başlaması, hasat ve hasat sonrası işlemleri güçleştirmektedir (Beyhan, 1996). Bu amaçla, meyvelerin dala tutunma kuvvetini azaltan ve eş zamanlı olgunlaşmayı sağlayan kimyasal maddelerden yararlanılmaktadır. Türkiye koşullarında yapılan bir çalışmada, fındıkta hasat yardımcısı olarak Ethrel ve eksantrik tipli dal silkeleyici kullanımının kopma kuvveti/meyve ağırlığı (F/G) oranına, meyvelerin düşürülme yüzdelerine, yaprak dökülme yüzdelerine, meyve kalitesine, zuruf, meyve ve iç nemleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Palaz ve Tombul fındık çeşitlerine sahip bir fındık bahçesinde, Ethrel’in değişik dozlarıyla eksantrik tipli silkeleyiciyle yapılan denemelerde, Ethrel uygulamasının zuruf meyvelerin kopma kuvveti/meyve ağırlığı oranını azalttığı ve kontrole göre doğal dökülme yüzdesinin arttığı belirlenmiştir. Silkeleme sonrasında, dökülen meyve yüzdesi, her iki çeşitte de Ethrel uygulama tarihinden 12 gün sonra istatistik açıdan en yüksek değere ulaşmıştır. Buna göre aynı tarihte; silkeleme sonucunda toplam dökülen meyve yüzdesi, Palaz çeşidi için kontrolde %41.02 düzeyinde iken, 500 ppm Ethrel uygulama dozunda %92.12; Tombul çeşidinde ise, kontrolde %30.07 düzeyinde iken, 1000 ppm Ethrel uygulama dozunda %92.06 düzeyinde olduğu belirlenmiştir (Beyhan ve Beyhan, 1998).

İtalya koşullarında yapılan bir çalışmada da, Ethrel uygulamasının doğal olarak dökülmeyi teşvik ettiğini, silkelemenin ise tüm uygulamalarda dökülmeyi artırdığı belirlenmiştir. Ethrel uygulanmasından (600 ppm konsantrasyonda) 20 gün sonra, silkelemeyle kontrol ağaçlarından %70 dökülme sağlandığını, Ethrel uygulanmış ağaçlarda ise silkelenenlere göre meyve dökülmesinin %97 oranında arttığı tespit edilmiştir (Rotundo *et al.* 1984).

Yıldız ve Tekgüler (2012), eksantrik tipli bir silkeleyiciyle geç olgunlaşan Yomra fındık çeşidinde 15 Eylül tarihinde yaptıkları silkeleme denemelerinde, bağlama kancasını dalların dip kısmından itibaren yaklaşık 2/3'lük kısmına bağlamışlar ve her bir dalı 35 mm genlikte, 15 Hz frekans değeriyle 5 s süreyle silkelemişlerdir. Sonuçlara göre, elle silkeleme yöntemindeki dökülme yüzdeleri ortalama %62.38 düzeyinde gerçekleşirken, silkeleyiciyle yapılan denemelerde dökülme yüzdeleri ortalama %81.61 olarak kaydedilmiştir. Ayrıca, elle yapılan silkeleme yönteminde daha fazla yorgunluk hissedildiği, silkeleyiciyle çalışmada ise daha rahat çalışma koşullarının oluştuğunu bildirmişlerdir.

### 3.2. Meyvelerin Hasat Makinalarıyla Toplanması

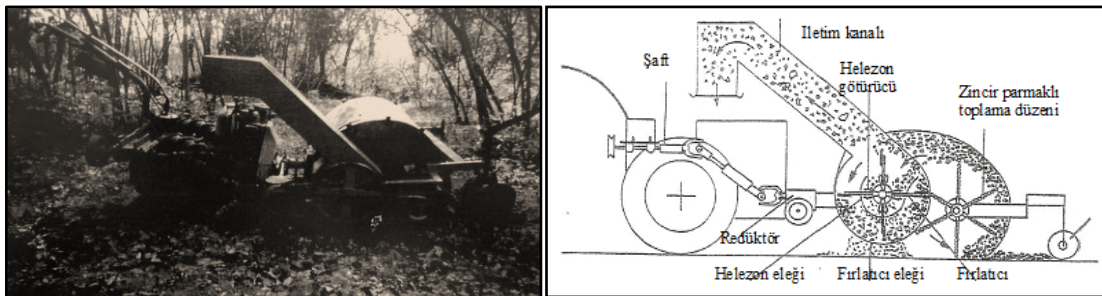
ABD, İtalya, Fransa, İspanya gibi önemli fındık üreticisi bazı ülkelerde, arazinin ve dikim tekniğinin elverdiği ölçüde mekanik hasat yöntemleri uygulanmaktadır. Bu ülkelerdeki fındık hasat işlemleri tamamen makinalarla yapılırken, Türkiye’de bu konudaki çalışmalar yeni başlamıştır. Fındığın hasat-harman işlemlerinde makinalaşma derecesi her geçen gün artmaktadır. Uygulamada yer alan fındık hasat makinaları, çalışma prensipleri açısından bir iletim makinası gibi işleve sahiptir (Beyhan ve ark. 1994). Hasat olgunluğuna gelen zuruflu fındıkların bahçe zemininden, bir ya da iki işlemde toplanması için pnömatik ve mekanik etkiye sahip makinalar geliştirilmiştir (Zoppello ve Tempia, 1988; Ghiotti, 1989). Türkiye’de makinalı hasat çalışmaları, tasarımı ve imalatı Beyhan (1992) tarafından gerçekleştirilen aspirasyonlu makina denemeleri ile başlamıştır. Bir iletim hortumu, ayırıcı, boşaltıcı, aspiratör ve depodan oluşan hasat makinası, üç farklı bahçe verimi koşulunda denemeye alınmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Türkiye koşullarına uygun aspirasyonlu fındık hasat makinası (Beyhan, 1992).

Denemeler sonucunda,  $226.8 \text{ kgda}^{-1}$  bahçe veriminde iş verimi  $28.48 \text{ kg}^{\text{İÇ}}\text{h}^{-1}$  (tane fındık olarak), toplama etkinliği %95.13 ve alan iş başarısı  $0.396 \text{ dah}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Yapılan denemelerde; güç tüketiminin fazla, iş başarısının düşük olduğu ve aspirasyonlu makinaların kullanılmasının, hortumları yöneten iki işçiye ve aracı süren bir kişiye gereksinim gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, aspiratörlü hasat makinaları ile çalışmada, büyük ölçüde zemin hazırlığının yapılması gerektiği ve toz sorunu olduğu vurgulanmıştır. Buna karşılık, mekanik toplama üniteli makinalarla tüm bu işlemler, bir kişi ile yapılabilir. Bu nedenlerle; toplama etkinliğinin ve iş gücü verimliliğinin artırılması, üretim kayıplarının en aza indirilmesi, olanaklı olan en geniş alanın taranması, toz probleminin azaltılması, bozuk zeminli bahçelerde bile iyi sonuçların alınması ve güç gereksiniminin azaltılması amacıyla, mekanik toplama üniteli hasat makinaları geliştirilmeye başlanmıştır (Biondi *et al.* 1992; Ghiotti, 1989; Yıldız, 2000).

Şekil 4’de verilen Türkiye koşullarına uygun traktörle çalıştırılabilir mekanik yerden toplama üniteli prototip bir fındık toplama makinasıyla yürütülen bahçe denemelerinde;  $225 \text{ kgda}^{-1}$  bahçe veriminde,  $3.2 \text{ kmh}^{-1}$  ilerleme hızında ve  $430 \text{ min}^{-1}$ ’lık toplama düzeni devir sayısında çalışıldığında; ürün iş başarısının değirmenlik kuru fındık olarak  $100.29 \text{ kg h}^{-1}$ , toplama etkinliğinin %91.66 ve alan iş başarısının bahçe verimine bağlı olarak  $1-1.5 \text{ dah}^{-1}$  olduğu belirlenmiştir. Sonuçta, makinanın devrilmeyen çalışabildiği düz ve düze yakın alanlarda iş gücü gereksinimi önemli düzeyde azalttığı vurgulanmıştır (Yıldız, 2000).



Şekil 4. Türkiye koşullarına uygun mekanik toplama üniteli fındık hasat makinası (Yıldız, 2000).

Sauk (2016), Türkiye’deki yöresel imalatçılar tarafından sınırlı sayıda imalatı yapılan ancak kullanıcılar tarafından etkili bir talep görmeyen pnömatik etkili toplama üniteli fındık toplama makinası (PFTM) ve prototip imalatı yapılmış mekanik etkili toplama üniteli fındık toplama makinalarının (MFTM) düz ve düze yakın arazi koşullarında yetiştirilen fındığın mekanik hasadında kullanılabilme olanaklarını incelediği çalışmada; mekanik etkili makinaların toplama etkinliğinin ve iş başarılarının pnömatik etkili makinalara göre daha fazla olduğunu tespit etmiştir.

Son yıllarda, kendiyürür ayırma temizleme üniteli bir mekanik toplama üniteli fındık hasat makinasının geliştirilmesi çalışmaları da devam etmektedir.

#### 4. FINDIK ÜRETİCİSİ DİĞER BAZI ÜLKELERDE HASAT UYGULAMALARI

Günümüzde, Türkiye dışında diğer bazı fındık üreticisi ülkelerde hasat işlemi tamamen makinalaştırılmıştır. Fındığın mekanik hasadında genellikle üç farklı hasat yöntemi uygulanmaktadır. Bunlardan birincisi, özellikle İspanya'nın (Tarragona) ve İtalya'nın dağlık alanlarında kullanılan mekanik bahçe temizliğinin ardından yine mekanik süpürücü veya üfleyici tarafından namlu haline getirilen ürünün aspirasyonlu hasat makinalarıyla toplanmasıdır. İkincisi ise; İspanya ve İtalya'nın düz alanlarında mekanik bahçe temizliği ve bunu takiben aspirasyonlu makinalarla hasat ve son olarak da Amerika Birleşik Devletleri (Oregon) ve Fransa'nın büyük bahçelerinde yaygın olarak uygulanan mekanik süpürücülerle süpürme, namlu haline getirme ve mekanik toplama ünitesi makinalarla fındığın toplanmasıdır. Bu yöntemlerle hasat kısa sürede tamamlanmakta ve masraflar önemli ölçüde azaltılabilmektedir (Yıldız, 2000; Marti, 2001; Monarca *et al.* 2005). Traktörle çekilir tip hasat makinalarıyla toplamada 3-4 kişiye gereksinim duyulmakta, kendiyürür aspirasyonlu makinalar ise bir kişiyle çalıştırılabilmektedir (Fideghelli ve De Salvador, 2009). Dünya'da Türkiye'den sonra ikinci büyük üretici durumundaki İtalya'da 1980'lerden beri, makinalı hasat hemen hemen elle hasadın yerini almış ve sürekli gelişmiştir (Şekil 5). Son yıllarda, süpürücülerle birlikte özellikle kendiyürür hasat makinaları büyük oranda kullanılmaya başlanmıştır (Monarca, 1995; Franco ve Monarca, 2001; Tombesi, 2005; Zibalatti, 2012).



Şekil 5. İtalya'da, süpürücülerle namlu yapılan fındığın el ile yönetilen ve kendiyürür aspirasyonlu makinalarla toplanması (Tombesi, 2005).

Ayrıca, sırtta taşınabilir üfleyiciler kullanılarak namlu halinde bir araya getirilen fındıklar, mekanik etkili makinalarla da toplanmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. İtalya'da fındığın sırtta taşınır üfleyiciyle namlu yapılması ve mekanik toplama ünitesi hasat makinasıyla toplanması (Zimbalatti *et al.* 2012).

Dünya’da, İtalya’dan sonra üçüncü büyük üretici durumundaki ABD’nde, fındık bahçeleri tek gövdeli yetiştirme sistemine sahip olup genellikle 6x6 m ölçülere sahiptir. ABD’nde fındıkların mekanik olarak hasat edildiği bölgelerde, genel olarak meyvelerin doğal olarak ağaçlardan dökülmesi beklenmekte, hasat işlemi meyvelerin %90’ı döküldükten sonra gerçekleştirilmektedir. Hasat genellikle Ekim ayının ilk haftasında ve iki aşamalı olarak gerçekleştirilmektedir. Önce fındıklar süpürücülerle sıra aralarında namlu haline getirilmekte ve daha sonra bu sıra aralarında toplama kasalarına sahip hasat makinalarıyla toplanmaktadır (Mehlenbacher ve Olsen, 1997). Şekil 7’de ABD’nin Oregon Eyaletinde fındık hasat ve harmanında kullanılan bir makina görülmektedir.



Şekil 7. Oregon’da fındık hasadı (Savran, 2010a)

Son yıllarda, ABD fındık bahçelerine uygun daha modern fındık hasat makinaları da geliştirilmeye başlanmıştır (Şekil 8). Fındığın mekanik olarak toplanmasında fındıkların makina etki alanına üflenmesi, namlu yapılması ve toplanması gibi üç aşama olduğu belirtilerek, yeni tasarlanan bu makinanın tüm bu işlemleri tek işlemde yaptığı belirtilmektedir. Hasat makinası, fındıkların toplanması için gerekli geçiş sayısını azaltmakta ve etkili bir şekilde kullanım sağlamaktadır. Makina tek kişiyle çalıştırılabildiğinden insan iş gücü gereksinimi de azaltılmış olmaktadır. Operatör; süpürme kafası yüksekliği, vantilatör hızı, zincir ve fırça ayarlarını kabin içerisinde rahatlıkla yapabilmektedir. Ayrıca, geleneksel toplama makinalarına göre hasat hızını yaklaşık olarak iki katına çıkartmaktadır. Bu şekilde, hem zamandan hem de yakıttan tasarruf sağlayarak verimli çalışma ortamı oluşturmaktadır. Geleneksel fındık hasat makinasıyla çalışmada, ilerleme hızının yaklaşık 3-4 milh<sup>-1</sup> olduğu belirtilirken, bu makinayla 7 milh<sup>-1</sup> hıza ulaşılabildiği vurgulanmaktadır. Bu durumun, hasat dönemindeki yağışlı hava koşullarının önüne geçilmesine ve ürünlerin zamanında toplanabilmesine olanak sağladığı belirtilmektedir. Yağışlı ve otlu bahçe koşullarında bile makinanın tıkanmadan çalışabilmesi, erozyona neden olmaması ve kuru hava koşullarında da geçiş sayısının az olması nedeniyle daha az toz sorunu oluşturması da makinanın diğer üstün yanlarını oluşturmaktadır (Anonim, 2017b).



Şekil 8. ABD fındık bahçelerine uygun olarak tasarlanmış kabinli bir fındık hasat makinası

Fransa’da, fındık hasadı tamamıyla makinalarla yapılmaktadır. Meyveler silkeleme yapılmadan Eylül ayında üfleyicilerle düşürüldükten ve sıra aralarında uzun namlular oluşturacak şekilde üfleyicilerle ve süpürücülerle bir araya getirildikten sonra toplanmaktadır (Germain, 1990). Bu makinalar kendiyürür olabildiği gibi traktöre bindirilmiş tiplerde de olabilmekte ve oldukça yüksek hasat etkinliğine sahip olmaktadır (Şekil 9). İnce dallar ve yabancı ot kalıntıları gibi yabancı maddeler fanlar yardımıyla ayrılmaktadır. Bunlar hasat döneminde yaklaşık 40 hektarlık bir alanı toplayabilen oldukça büyük makinalar olup, düz zeminlerde ve geniş sıra aralarında çalışabilme özelliklerine sahiptirler. Bu makinalar, bir operatörle rahatlıkla sevk ve idare edilebilme açısından da üstünlük sağlamaktadır. Bu makinaların hasat verimleri yaklaşık 800-900 kgh<sup>-1</sup>, iş başarıları ise yaklaşık 2-3.5 hha<sup>-1</sup> olmaktadır. Fransa koşullarında yaklaşık olarak bir günde 4 hektarlık bir alan toplanabilmektedir. Bu hasat sistemi oldukça hızlı ve hasat masraflarını oldukça azaltan bir sistem olarak ortaya çıkmaktadır (Sarraqaigne, 2005).



Şekil 9. Fransa'da mekanik toplama üniteli bir makinayla fındık hasadı (Sarraqigne, 2005).

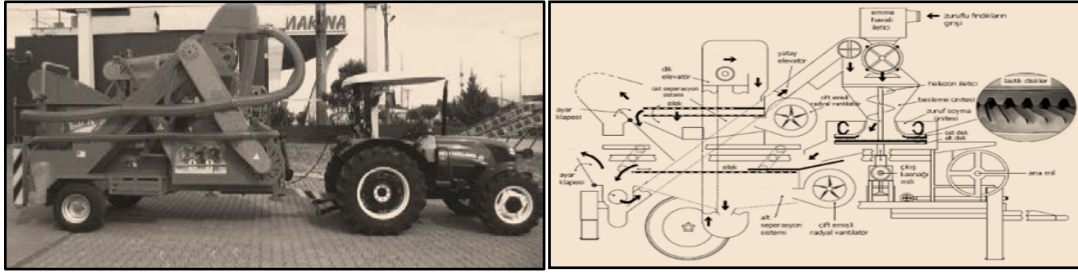
İspanya' da hasat Eylül ayının başından Ekim ayının ortalarına kadar devam etmektedir. Genellikle düz alanlarda bulunan eski dikim sistemine sahip bahçeler ve tek gövdeli olarak kurulan yeni bahçelerde aspirasyonlu makinalarla fındığın toplanması gittikçe yaygınlaşmaktadır. Fındıklar yerden bir veya iki işlemde toplanarak hasat edilmektedir. Mekanik toplama üniteli makinaların kullanılması arazilerin küçük olması (2-3 ha) nedeniyle sınırlı olmaktadır. Fındıklar çeşit özelliğine bağlı olarak, olgunlaştığında tane olarak yere dökülmekte ve sonra aspirasyonlu makinalarla yerden toplanmaktadır. Küçük-orta büyüklükteki aspirasyonlu makinalar, en az 40 BG sahip traktörlere bağlanarak toplama işlemi gerçekleştirilmektedir. Çalışma kapasiteleri bahçe zeminin durumuna göre değişmekle birlikte genellikle 300-500 kgh-1 olmaktadır. Yeni kurulan tek gövdeli fındık bahçelerinde, Fransa ve ABD'nin meyve bahçelerinde kullanılan süpürme ve toplama makinalarına eğilim de artmaktadır (Tous, 2005). Akdeniz ülkeleri ve Avustralya gibi ülkelerin yeni tesis edilen bahçelerinde de mekanik toplama üniteli hasat makinalarına olan ilgi artmaktadır (Marti, 2001).

## 5. HARMAN İŞLEMLERİ

### 5.1. Ülkemizde Fındık Zurufunun Soyulmasında (Harmanında) Geleneksel ve Makinalı Yöntemler

Fındık çeşitlerimizi, diğer ülke çeşitlerinden ayıran en belirgin fark, Türk çeşitlerinde meyve zurufları uzun olmakta ve meyveyi sıkıca sarmaktadır. Bu nedenle, olgun meyveler tane olarak dökülmemektedir. Ancak, çeşitlerimizin hemen tümünde, olgun çotanaklar kendiliğinden yere dökülmektedir. Zurufun meyveli şekli olan çotanak, küçük bir sapla yıllık sürgünlere bağlı bulunmaktadır. Çotanaklar, tekli olabildiği gibi ikili, üçlü, dördü, beşli, altılı veya yedili de olabilmektedir. Bir karanfilde, dölenen çiçek sayısı kadar, çotanaklarda meyve oluşmakta ve çeşitlere göre sayısı değişmektedir (Ayfer ve ark. 1986, Beyhan, 1992; Yıldız, 2016). Hasat edilen fındık, zuruflu olarak kullanılamamakta ve depolanamamaktadır. Zira zuruf kısa bir süre sonra bozulmaya başlamakta, çevre nemi fazla olursa, bu bozulma daha da hızlanmaktadır. Bu nedenle, hasat edilen fındığın bozulmadan uzun süre depolanabilmesi için mümkün olduğu kadar kısa sürede zuruftan ayrılması gereklidir. Hasadı takip eden harmanlama, fındık meyvesini saran zurufun çeşitli yöntemlerle ayrılması işlemidir (Pınar ve Beyhan, 1990). Zurufun nemi yüksek olduğu için, ayırma işleminden önce kurutulması gerekmektedir. Aksi takdirde ayırma çok güçleşmektedir. Bundan dolayı geleneksel olarak zuruflu fındık, ilk fırsatta kurutulmakta (soldurma) ve zurufundan ayrılmaktadır. Güneşli havalarda tahta kürek veya tırmıkla karıştırılmak sureti ile soldurma işlemi 3-5 gün sürmektedir (Savran, 2010a; Doğanay, 2012).

Harman makinaları ortaya çıkmadan önce geleneksel olarak yapılan harmanlama işleminde, hasat sonrası harman yerine taşınan zuruflu fındıklar 15-20 cm kalınlıkta serilerek kurutulmakta ve sonra 150 cm uzunluğundaki bir sap ile 45 cm genişliğinde bir taraktan oluşan ahşap tırmıklarla dövülerek zuruflarından ayrılmaktaydı. Tarak 15 cm uzunluğunda parmaklara sahip olup, tırmığın kısa olan 2-3 cm'lik kısmı ile fındıklar dövülmekteydi. Parmakların uzun kısmıyla da meyvesi çıkmış olan zuruflar ayrılmaktaydı. Bu yöntemle tanenin %70-80'i zuruflarından ayrılabilmekte, geri kalanlar ise işçiler tarafından elle ayrılmaktaydı. Tırmıkla yapılan geleneksel harmanlamada verim, zuruflu fındık olarak 150-200 BİİGhg<sup>-1</sup> arasında değişmekteydi (Pınar ve Beyhan, 1990). Ancak, hasat mevsimi bu bölgelerde yağışlı geçtiğinden, özellikle fazla miktarda fındık üreten üreticiler için bu yöntem kolaylık sağlamamaktaydı. İşte bu olumsuzluk bir fındık harman makinası geliştirme fikrini ortaya çıkarmıştır. Türkiye'de fındık harman makinaları üzerinde ilk araştırmalar 1939 yılında kapasitesi 800-900 kgh<sup>-1</sup> olan paletli tipte harman makinasının geliştirilmesiyle başlamıştır. Bu makinanın ağırlığının fazla olması nedeniyle taşınmasındaki güçlük onun en büyük sakıncasını oluşturmuştur (Bozkaya, 1939). Türkiye koşullarına uygun bir fındık harman makinasının; küçük ölçekli üreticilerin dahi rahatlıkla satın alabilecekleri kadar ucuz olması, ayrıca yol olanaklarından mahrum bölgelerde kolaylıkla taşınabilmeleri için de olabildiğince hafif yapıda olması gerektiği vurgulanmıştır. (Kadayıfçılar ve Uslu, 1978). Daha sonraları, elle çalıştırılan kapasitesi zuruflu fındık harman makinası ve kapasitesi 160 kgh<sup>-1</sup> olan lastik pervazlı batör ve kontrbatörlü fındık harman makinaları kullanılmıştır. Daha sonra 1970'lere gelindiğinde, yöre imalatçıları tarafından günümüzde de yaygın olarak kullanımları devam eden değirmen tipi harmanlama üniteli fındık harman makinaları devreye girmeye başlamıştır. Tüm fındık üretim bölgelerinde traktörlerin ulaşabildiği her yerde kullanılan bu makinalar harmanlama işlemini çok kısa bir sürede ve etkili bir biçimde gerçekleştirebilmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. Zuruf soyma makinasının genel görünüşü ve üniteleri (Beyhan ve ark. 2009).

Beyhan ve ark. (2009), Türkiye’de yaygın olarak kullanılan bu yöresel fındık harman makinalarının uygulamadaki performans karakteristiklerini saptadıkları çalışmalarında; harmanlama kapasitesinin 1170-2085 kgh<sup>-1</sup>, dolu fındık zuruf soyma etkinliğinin %95.70-99.50, boş fındık ayırma etkinliğinin %28.60-96.60, iç fındık olarak ürün kaybının %0.10-2.78, hasarlı fındık oranının %0-3.49 ve zuruf savurma etkinliğinin ise, %96.69-99.32 olduğu belirlenmiştir. Performans karakteristiklerindeki bu değişimin, harmanlanan fındığın bazı özelliklerindeki farklılıklar ile makinanın seperasyon sistemlerinde yapılan farklı ayarlamalardan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bu makinaların kullanılması fındığın harman süresinde 4-9 günlük bir kısalma sağladığı bildirilmiştir (Anonim, 2013).

## 5.2. Diğer Bazı Fındık Üreticisi Ülkelerde Zuruf Soyma (Harmanlama) İşlemleri

Fındık harmanında yer alan soldurma, zurufundan ayırma ve kurutma işlemleri, fındık üreticisi diğer bazı ülkelerde daha mekanize olduğu görülmektedir. Özellikle hasat makinalarına ilave edilen sistemlerle hem hasat hem de harman işlemleri kısa sürede sonuçlandırılabilir. Örneğin; ABD’nde fındık hasadında kullanılan bu makinalar süpürücü, toplayıcı ve götürücü olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Traktörün arkasında bulunan vantilatörün sağladığı 90 ms<sup>-1</sup>’lik hava hızıyla yerdeki materyal hareketlendirilmekte, süpürücü ünite yardımıyla yaklaşık 60 cm genişliğinde namlu yapılmaktadır. Toplama ünitesiyle hasat edilen fındıklar, zuruflarından, ve diğer yabancı unsurlardan ayrıldıktan sonra bantlı götürücü yardımıyla toplama kasalarına doldurulmaktadır (Savran, 2010b; Anonim 2013).

## 6. SONUÇ

Türkiye, dünya fındık üretim miktarı ve ihracatı bakımından lider ülke konumundadır. Fındık üreticisi ülkeler içinde en kaliteli fındığı da yetiştiren Türkiye’nin, bu konumunu koruyabilmesi için fındık üretim maliyetini azaltması önemli bir konu olarak karşımızda çıkmaktadır. Ülkemizde, fındık tarımında en önemli sorunlardan bir tanesi mekanizasyondan yeterince faydalanılmamasıdır. Fındığın üretim maliyeti içerisinde yaklaşık olarak %50’sini toplama masrafları almakta ve ülkemizde fındık hasadı genellikle elle yapılmaktadır. Fındık yetiştiriciliği yapan diğer ülkelerde ise, hasat ve diğer birçok kültürel işlem mekanizasyon uygulamaları ile gerçekleştirilmektedir. Fındık hasadında kullanılan farklı mekanik hasat yöntemleri, çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu nedenle, dünyanın değişik üretim bölgelerindeki fındık hasadında da farklı makinalar kullanılmaktadır. Ekonomik anlamda fındık üreticisi bazı ülkelerde (ABD, İtalya, Fransa, İspanya), arazinin ve dikim tekniğinin elverdiği ölçüde mekanik hasat yöntemleri uygulanmaktadır. Karadeniz Bölgesi’nde fındık tarımının ortalama olarak %40 meyilli alanlarda yapıldığı dikkate alındığında, makinalı hasat yapılması oldukça güç görülmektedir. Ancak, son yıllarda bu alanların yaklaşık yarısını oluşturan, düz ve düze yakın alanlarda özellikle toplama işlemlerinin makinalarla yapılması, masraflarının azaltılması ve karlı bir üretim için yararlı olacaktır. Yaklaşık olarak son 30 yıldan beri, fındığın mekanik hasadı konusunda araştırmalar yürütülmekte olup, bu konudaki çalışmalar devam etmektedir. Yoğun iş gücü gereksinimi ve hasat maliyetinin en aza indirilebilmesi için ülkemiz koşullarına uygun sistem ve makinaların geliştirilmesi ve uygulamaya aktarılması, uluslararası piyasalarda daha etkin olabilmemiz açısından önem arz etmektedir.



## KAYNAKLAR

- Aktaş A.R., E. Öztürk, S.A. Hatırlı, 2011. Türkiye Fındık Tarımında Kar Etkinsizliğinin Analizi (Analysis of Profit Inefficiencies in Turkish Hazelnut Agriculture). Tarım Bilimleri Dergisi 17:230-240.
- Ayfer, M., A. Uzun, F. Baş, 1986. *Türk Fındık Çeşitleri*. Karadeniz Bölgesi Fındık İhracatçıları Birliği, Giresun.
- Anonim, 2007. *Fındık Yetiştiriciliği*. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Çiftçi Eğitim Serisi No: 34, Ankara, 83 s.
- Anonim, 2013. Fındık Toplama-Hasat Kurutma Yöntemleri Üzerine Araştırma ve Fizibilite Çalışması. Ünye Ticaret Borsası, Ünye. <http://www.unyeb.org.tr/upload/images/images/files/F%20C4%B1nd%20C4%B1k%20Toplama%20Hasat%20Kurutma%20Y%20C3%B6ntemleri%20C3%9Czerine%20Ara%20C5%9Ft%20C4%B1rma%20ve%20Fizibilite%20C3%87a1%20C4%B1C5%9Fmas%20C4%B1.pdf> (Erişim tarihi: 15 Mayıs 2018)
- Anonim, 2014. Fındık Çalıştayı, *Trabzon Borsası Sonuç Raporu*. 18-19 ARALIK 2013, Trabzon. [http://www.tb.org.tr/dosya/findik\\_calistay\\_sonuc\\_raporu2013\\_trabzon.pdf](http://www.tb.org.tr/dosya/findik_calistay_sonuc_raporu2013_trabzon.pdf) (Erişim tarihi: 13 Mayıs 2018)
- Anonim, 2017a. *2016 Yılı Fındık Raporu*. T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, Ankara. <http://koop.gtb.gov.tr/data/58e5f49b1a79f54dd851b458/2016%20F%20C4%B1nd%20C4%B1k%20Raporu.pdf> (Erişim tarihi: 12 Nisan 2018)
- Anonim, 2017b. Five Reasons The Monchiero Stands Out Among Other Hazelnut Harvesters. <https://agriculture.papemachinery.com/blog/5-reasons-the-monchiero-stands-out-among-other-hazelnut-harvesters> (Erişim tarihi: 01 Haziran 2018)
- Anonim, 2018. *2017 Yılı Fındık Raporu*. T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Beyhan, M.A., 1992. Ülkemiz Koşullarına Uygun Aspiratörlü Bir Fındık Hasat Makinasının Tasarım ve İmalatı. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi (Basılmamış), Ankara.
- Beyhan, M.A., 1996. Fındığın Mekanik Hasadında Eksantrik Tipli Dal Silkeleyicinin Kullanılabilme Olanasının Belirlenmesi. OMÜ Ziraat Fak., Fındık ve Diğer Sert Kabuklu Meyveler Sempozyumu, 10-11 Ocak 1996, Bildiri Kitabı, Samsun.
- Beyhan MA., M. Nalbant, A. Tekgüler, 1994. Tane ve Zuruflu Fındıkların Sürtünme Katsayılarının Değişik Yüzeyler İçin Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı:343-352, 20-22 Eylül, Antalya.
- Beyhan, M.A., T. Yıldız, 1996. Fındık ve Diğer Sert Kabuklu Meyvelerde Uygulanan Mekanik Hasat Yöntemleri. OMÜ Ziraat Fak., Fındık ve Diğer Sert Kabuklu Meyveler Sempozyumu, 10-11 Ocak 1996, Bildiri Kitabı: 185-194, Samsun.
- Beyhan, N. 2000. Değişik Hasat Zamanlarının Fındıkta Bazı Meyve Özellikleri Üzerine Etkisi. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 15(3):1-6.
- Beyhan, M.A., A. Tekgüler, T. Yıldız, H. Sauk, 2009. Investigation of the Performance of a Hazelnut Husker Design Used in Turkey. Biosystems Engineering (103): 159-166.
- Beyhan N., M.A. Beyhan, 1998. Fındıkta Hasat Yardımcısı Olarak Ethrel ve Eksantrik Tipli Dal Silkeleyicinin Kullanılabilme Olanığı. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 13:15-32.
- Biondi, P., D. Monarca, G. Zoppello, 1992. La Meccanizzazione Della Coltura del Nocciolo. Estratto da Macchine & Motori Agricoli-il Trattorista, n.4, s.29-48.
- Bozkaya, E.A., 1939. Yurdumuzun Fındık Bölgelerine Mahsus Bir Fındık Harman Makinası Tipi. [A Different Type of Husker Suitable for Turkey]. Yüksek Ziraat Enstitüsü Çalışmalarından, Sayı: 80, Ankara.
- Bozoğlu, M., 1999. Türkiye'de Fındık Piyasalarını Geliştirmeye Yönelik Alternatif Politikalar Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi (Basılmamış), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Ankara.
- Doğanay, H., 2012. Türkiye Fındık Meyvacılığındaki Son Gelişmeler. Doğu Coğrafya Dergisi, 17(27):1-22.
- FAO, 2018. The Food and Agriculture Organization. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Fideghelli C., F.R. De Salvador, 2009. World Hazelnut Situation and Perspectives. Proc. VIIth International Congress on Hazelnut, Acta Horticulturae, 845:39-52.
- Franco, S., D. Monarca, 2001. Technical and Economic Aspects of Hazelnut Mechanical Harvesting. Acta Horticulturae (ISHS) 556:445-452.
- Germain, E., 1990. Hazelnut Production and Industry in Europe, Near East and North Africa, Food and Agriculture Organization of the United Nations, s.107-117.
- Ghiotti, G., 1989. Macchina Semovente per la Raccattatura delle Nocciole. Estratto dalla Rivista di Ingegneria, Anno XX-n.3:174-183.
- Hekimoğlu, B., M. Altındeğer, 2017. *Fındık Sektörünün Mevcut Durumu*. T.C. Samsun Valiliği, Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü Strateji Geliştirme Birimi Yayınları, Samsun. [https://samsun.tarim.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Tarimsal\\_strateji/Findik\\_Sektorunun\\_Mevcut\\_Durumu\\_%2014082017%20\(1\).pdf](https://samsun.tarim.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Tarimsal_strateji/Findik_Sektorunun_Mevcut_Durumu_%2014082017%20(1).pdf) (Erişim tarihi: 23.05.2018)
- Hekimoğlu, B., M. Altındeğer, 2019. *Fındık Sektörünün Mevcut Durumu*. T.C. Samsun Valiliği, Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Strateji Geliştirme Birimi Yayınları, Samsun. [https://samsun.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Tarimsal\\_strateji/Findik\\_Sektorunun\\_Mevcut\\_Durumu.pdf](https://samsun.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Tarimsal_strateji/Findik_Sektorunun_Mevcut_Durumu.pdf) (Erişim tarihi: 01.04.2020)
- İlkyaz, H., 1986. *Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Çay ve Fındığın Üretim Girdi ve Maliyetleri*. T.O.K.B. Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No:38, Samsun.

- Kadayıfçılar, S. M. Uslu, 1978. Memleketimiz Şartlarına Uygun Fındık Harman Makinası Geliştirilmesi. TÜBİTAK Yayınları, No: 395, Ankara.
- Kılıç, O., 1997. Samsun İli Çarşamba ve Terme İlçelerinin Ova Köylerinde Fındık Üretimine Yer Veren Tarım İşletmelerinin Ekonomik Analizi ve Fındığa Alternatif Üretim Planlarının Araştırılması. Doktora Tezi (Basılmamış), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Ankara.
- Kılıç, O., T. Demir, 2004. Türkiye'de Fındık Yetiştiriciliğinin Yapısal Özellikleri, Girdi Kullanımı ve Maliyet Unsurları. 3. Milli Fındık Şurası: 241-244, 10-14 Ekim 2004, Giresun.
- Marti, J. T., 2001. Hazelnut Technology for Warm Climates. Proceedings Ninth Australasian Conference on Trees and Nut Crops, Perth, April 13-20, Western Australia.
- Mehlenbacher, S.A., J. Olsen, 1997. The Hazelnut Industry in Oregon, USA. Acta Hort. 445:337-345.
- Monarca, D., M. Cecchini, D. Antonelli, 2005. Innovations in Harvesting Machines. VI International Congress on Hazelnut, Acta Hort. 686:343-350.
- Monarca, D., 1995. Macchine Per La Raccolta Delle Nocciole, Le Più Recenti Innovazioni. Terra e Sole, 49:629.
- Okay, N.A., A. Kaya, V.Y. Küçük, A. Küçük, 1986. *Fındık Tarımı*. T.O.K.B., Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğü, Yayın No: Genel 142, Tedgem-12, Ankara.
- Pınar, Y., M.A. Beyhan., 1990. Samsun ve Ordu Yöresinde Fındık Tarımının Mekanizasyon Durumu. O.M.Ü. Ziraat Fak. Dergisi, 5(12): 99-114.
- Reis, S., T. Yomralıoğlu, 2006. Detection of Current and Potential Hazelnut Plantation Areas in Trabzon, North East Turkey using GIS and RS. Journal of Environmental Biology. 27(4): 653-659.
- Rotundo, A., C. Paquarella, M. Forlani, 1984. Contributo alla Raccolta Meccanica del Nocciolo. Riv. Ortoflorofruitt. It., 68: 225-233.
- Sarraquigne, J.P., 2005. Hazelnut Production in France Proc. VI th Intl. Congress on Hazelnut:669-672.
- Sauk, H., 2016. Türkiye'de Düz Ve Düzeye Yakın Arazilerde Yetiştirilen Fındığın Mekanik Hasat Olanaklarının İncelenmesi. Doktora Tezi. OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.
- Savran, E., 2010a. Fındıkta Hasat Teknolojisi. Fındık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Giresun. <https://arastirma.tarim.gov.tr/findik/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=32> (Erişim tarihi: 05 Mayıs 2018)
- Savran, E., 2010b. Fındıkta Hasat ve Harman Sonrası İşlemler. Fındık Araştırma Enstitüsü Yayınları. <https://arastirma.tarim.gov.tr/findik/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=34> (Erişim tarihi: 05 Mayıs 2018)
- Serdar, Ü., C. Gülser, B. Akyüz, A. Balta, Y. Çil, F.F. Yılmaz, 2017. Azotlu Çözelti İle Dip Sürgünü Temizliğinin Fındıkta Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32: 279-283.
- Tombesi, A., 2005. World Hazelnut Situation and Perspectives: Italy. Acta Hort. 686, 649-658.
- Tous, J., J. Girona, J. Tasiyas, 1994. Cultural Practices and Costs in Hazelnut Production. III. International Congress on Hazelnut, Alba, Italy, September 14-18, 1992. Acta Horticulturae, 351:395-418.
- Tous, J., 2005. Hazelnut Production in Spain. Proc. VIth Intl. Congress on Hazelnut Eds.: J. Tous, M. Rovira & A. Romero Acta Hort. 686, ISHS:659-664.
- Tomasone, R., G. Colorio, C. Cedrola, M. Pagano, 2009. Mechanical and Physical Control of Hazelnut Suckers. VII International Congress on Hazelnut, Viterbo, Italy, 23-27 June 2008, Acta Horticulturae, 845:407-412.
- Ulukan, U., N.C. Ulukan, 2011. Fındık Üretiminde Çalışma İlişkileri ve Mevsimlik İşçiler: Perşembe Örneği. 2000'li Yıllarda Türkiye'de İktisat ve Siyaset Rüzgârları, Elif Yayınları, Ankara. [http://www.academia.edu/5070217/F%C4%B1nd%C4%B1k\\_%C3%9Cretiminde\\_%C3%87al%C4%B1%C5%9Fma\\_%C4%B0li%C5%9Fkileri\\_ve\\_Mevsimlik\\_%C4%B0%C5%9F%C3%A7iler\\_Per%C5%9Fembe\\_%C3%96rne%C4%9Fi](http://www.academia.edu/5070217/F%C4%B1nd%C4%B1k_%C3%9Cretiminde_%C3%87al%C4%B1%C5%9Fma_%C4%B0li%C5%9Fkileri_ve_Mevsimlik_%C4%B0%C5%9F%C3%A7iler_Per%C5%9Fembe_%C3%96rne%C4%9Fi) (Erişim tarihi: 29 Mart 2018)
- Yıldız, T., 2000. Traktörle Çalıştırılabilir-Yerden Toplama Üniteli Bir Fındık Hasat Makinasının Tasarımı. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi (Basılmamış), Ankara.
- Yıldız, T., A. Tekgüler, 2012. Eksantrik Tipli Silkeleyiciyle Fındık Hasadında İş Başarılarının Belirlenmesi. In: 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı:332-339, 5-7 Eylül, Samsun, Türkiye.
- Yıldız, T., A. Tekgüler, 2014. The Effects of Different Maturity Times of Fruit Ripening and Limb Connection Heights on the Percentages of Fruit Removal in Mechanical Harvesting of Hazelnut (cv. Yomra). Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences, 20: 38-47.
- Yıldız, T., 2016. The Effects of Nuts Per Cluster and the Fruit Stem Lengths on Fruit Detachment Force/Husky Fruit Weight Ratio at Different Maturity Times of Hazelnut (cv. Yomra). Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 31:393-398.
- Zimbalatti, G., S. Benalia, B. Bernardi, A.R. Proto, D. Smorto, 2012. Hazelnuts Mechanical Harvesting in Calabria: Preliminary Trials on Work Productivity. "Safety Health and Welfare in Agriculture and in Agro-food Systems". International Conference RAGUSA SHWA 2012, September 3-6, Ragusa-Italy
- Zoppello, G., D.P. Tempia, 1988. Considerazioni su una Nuova Macchina Per la Raccolta delle Nocciole. L'Informatore Agrario, XLIV (9), Verona: 105-114.

## Domates Kurutmada Üretim Basamaklarının ve Mekanizasyon Taleplerinin İncelenmesi

### Determination of Dried Tomato Production Steps and Mechanization Requirements

İsmail Boyar<sup>1,\*</sup>, Kamil Ekinci<sup>2</sup>, Can Ertekin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği, Antalya, Türkiye.

<sup>2</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği, Isparta, Türkiye.

\* Corresponding author (Sorumlu Yazar): İ. Boyar, e-mail (e-posta): ismailboyar@akdeniz.edu.tr

#### Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 09 Mart 2020  
Düzeltilme tarihi : 26 Mart 2020  
Kabul tarihi : 26 Mart 2020

#### Anahtar Kelimeler:

Kuru Domates  
Kurutma  
Ürün İşleme  
Tarımsal Mekanizasyon

#### ÖZET

Kurutulmuş domates ihracatı, Türkiye'nin kurutulmuş sebze ihracat kalemleri arasında hem miktar hem de satış değeri açısından uzun yıllardır ilk sırada yer almaktadır. Salçalık domates olarak üretilen bu domatesler, dikine boyuna tam ortadan ikiye dilimlenerek yere serilmekte ve çeşitli koruyucu uygulamalarından sonra güneşte kurutulmaktadır. Çoğunlukla Ege Bölgesi'nde yapılan kurutulmuş domates üretiminde büyük oranda insan iş gücü kullanılması, kalite ve üretim miktarı açısından çeşitli problemlere yol açmaktadır. Bu doğrultuda sektörün kaliteyi ve verimi artırmak için mekanizasyona dair beklentileri yüksektir. Bu çalışmada Ege Bölgesi'nde bulunan, 47 işletmeye ait 93 adet kurutma alanı ziyaret edilmiştir. Ziyaretler esnasında işletmelere ait, genel işletme, üretim, koruyucu uygulama, kurutma alan, işletme-gider, işçilik bilgileri ve sektörde karşılaşılan sorunları kapsayan birtakım sorular oluşturulmuş ve cevaplar kayıt altına alınarak değerlendirilmiştir. Yerinde gözlem ve incelemeler yapılarak sektöre ait kritik kalite parametreleri ve kurutulmuş domates çeşidine ait bazı fiziksel özellikler belirlenmiştir. Sonuç olarak, tarladan hasat edilen domateslerin, kurutulup, paketlenip raflarda yerini alana kadar geçirdiği aşamalar belirlenmiştir. Domates kurutma sektöründe kaliteli bir kurutma işleminin yapılabilmesi için üç etmene dikkat edilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Sektörün mekanizasyona dair en büyük beklentisinin, bu üç etmeni başarı ile gerçekleştirecek bir makina sistemi olduğu anlaşılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda belirlenen kriterlerin, gelecekte üretilecek makine sistemlerine ışık tutacağı düşünülmektedir.

#### Article Info

Received date : 09 March 2020  
Revised date : 26 March 2020  
Accepted date : 26 March 2020

#### Keywords:

Dried Tomatoes  
Drying  
Product Processing  
Agricultural Mechanization

#### ABSTRACT

Dried tomatoes exports are the first among Turkey's dried vegetable export items in terms of both quantity and sales value in many years. Produced as tomato paste tomatoes, these tomatoes are sliced vertically and sliced from the middle and dried in the sun after various preservative applications. The use of a large proportion of manpower in the production of dried tomatoes, which are mostly produced in the Aegean Region, causes various problems in terms of quality and production amount. Accordingly, the sector has high expectations for mechanization in order to increase quality and efficiency. In this study, 93 drying areas belonging to 47 enterprises in Aegean Region were visited. During the visits, a number of questions about the enterprises, including general business information, production information, protective application information, drying area information, operational - expense information, labor information and problems faced in the sector were created and the answers were recorded and evaluated. Critical quality parameters and some physical properties of dried tomato varieties were determined by observations and investigations on site. As a result, the stages of the tomatoes harvested from the field until they were dried, packed and placed on the shelves were determined. In the tomato drying sector, three factors have to be taken into consideration in order to achieve a quality drying process. It is understood that the biggest expectation of the sector in mechanization is a machine system that will successfully realize these three factors. It is thought that the criteria determined as a result of the study will shed light on the machine systems to be produced in the future.

## 1. GİRİŞ

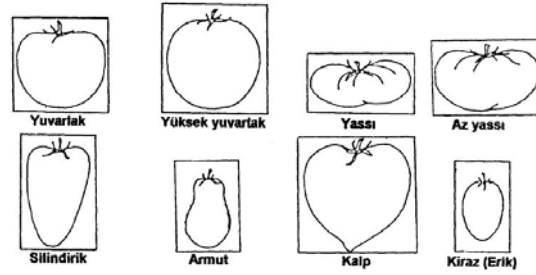
Günümüzde domates üretimi gıda ve sanayide oldukça önemli bir yer tutarken, Türkiye 12.75 milyon ton/yıl ile Çin ve Hindistan'ın arkasından üçüncü büyük üreticidir (FAO, 2017). Hasat zamanı gelen domatesler tarladan toplandıktan sonra tarım arabaları ve traktör yardımı ile plastik kasalarda taşınmaktadır. Bu aşamadan sonra domatesler sanayi üretimi, kurutma işletmeleri/alanları ve sebze hali olmak üzere üç farklı alanda işlenmeye veya tüketime gönderilmektedir. Sanayi üretimine giden domatesler; salça, ketçap, domates suyu ve domates konservesi gibi ürünlere dönüştürülerek tüketime sunulmaktadır. Kurutma işletmesi ve kurutma alanlarına (sergisine) giden domatesler ise yarı kuru (semi dried) veya güneşte/tam kuru (sun dried) olarak tüketilmektedir. Sebze haline giden domatesler ise pazar ve manavlarda sofralık tüketim olarak yerini almaktadır.

Ülkemizde tamamına yakını ihracat ürünü olan kurutulmuş domateslerin üretimi, son yıllarda hızlı bir artış göstermiştir. Endüstriyel domates kurutma, Temmuz-Ağustos-Eylül aylarında yapılmakta ve tarla üretimi olan sanayi tipi silindirik-eliptik şekilli taze domatesler kullanılmaktadır. Kurutma işlemi mevsimsel sıcak iklim koşullarının getirdiği avantajlar değerlendirilerek beyaz örtü ile kaplı, açık alanlarda güneş altında gerçekleştirilmektedir. Tarladan kasalara kurutma alanına getirilen domatesler, yoğun işçilik gerektiren bir işlem zincirinden geçmektedir. Yaygın uygulanan kurutma süreci, sergi alanına kasaların eşit aralıklarla boşaltılması, bıçakla domatesin ikiye bölünmesi (dilimlenmesi), dilimlerin kesik yüzeyleri üstte gelecek şekilde serilmesi, koruyucu olarak isteğe bağlı tuz ya da sodyum metabisülfite uygulaması ile başlamaktadır. İklimsel koşullara bağlı olarak ortalama 7 gün süren kuruma işlemi ürünün toplanıp çuvallanması ile son bulmaktadır. Güneşte kurutma sürecinde belirlenen temel sorunların çoğunlukla işçilik kaynaklı olduğu ve uygulama hataları içerdiği görülmektedir (Boyar, ve ark., 2014).

Ülkemizde, domates işleme sanayinde salça, ketçap ve konserve önemli ürünler olarak öne çıkarken, kurutulmuş domates üretimine yönelik ilk girişimler 1980'li yılların başında çok küçük alanlarda olmuştur (Düzyaman ve Duman, 2003). Sofralık ve salçalık olarak 2 grupta değerlendirilen domates üretimi 1990 yılında 6 milyon ton iken, 2010 yılında 10 milyon tona yükselmiş, 2018 yılına gelindiğinde 2010 yılına göre %21.5 artışla 12.15 milyon tona ulaşmıştır. Toplam üretimin 2018 yılında %69.3'ü sofralık iken, %30.7'si kurutulmuş domates üretiminde de yoğun olarak kullanılan salçalık tip domatestir (TÜİK, 2019). 2018 yılında Türkiye'de kurutulmuş ve kısmi kurutulmuş domates ürünleri, kurutulmuş sebze ihracatının miktar olarak (kg) %99.74'ünü, değer olarak (\$) %97.30'unu oluşturmaktadır (TÜİK, 2019). Kurutulmuş domates ihracatı ilk olarak 1991 yılında 106 ton ile başlamış, 1994 yılında 1,246 ton, 2005 yılında 14,488 ton (Ayan, 2010), 2010 yılında 15,540 ton ve 2018 yılında 2010 yılına göre %21.4 artışla 19,771 tona yükselmiştir. İhracat değeri olarak da 2010 yılında 57.06 milyon \$'dan 2018 yılında %7.32 artışla 61.57 milyon \$'a ulaşmıştır.

Türkiye önemli bir meyve ve sebze üreticisi olmasına rağmen yeterli altyapı ve organizasyon olmayışı %25'lere varan bir üretim kaybına yol açmaktadır. Üretimin sadece %7-8'i ihraç edilebilmektedir. Uluslararası standartlara ve tüketici tercihlerine uygun üretim yapılamaması nedeniyle, pazarda yer alan diğer ihracatçı ülkelerle rekabette geri kalmaktadır (Şeniz ve ark., 2005). Dünya kurutulmuş domates ihracatında İtalya ile Türkiye önde gelen ülkeler arasında yer almaktadır. Kurutulmuş domatesin en çok ihraç edildiği ülkelerin başında ABD ve İtalya yer alırken, Avustralya, Almanya, Bulgaristan, Danimarka, Fransa, Hollanda, İngiltere, İsveç, Japonya, Kanada, Norveç, Polonya, Romanya ve Rusya gibi ülkelere de ürün gönderilmektedir (İzgi, 2012'den; Anonim, 2003; Anonim, 2013; TÜİK, 2019). Fakat İtalya'nın, Tunus ve Fas'ta üretim yapması ülkemizin ihracatını tehdit etmektedir. Ülkemizin iklimden kaynaklanan kurutulmuş üründe yüksek kalite avantajı, domates kurutma işlemine gereken özenin gösterilmemesi ve önem verilmemesi ile ilişkili olarak rakipler karşısında ihracattaki konumun korunmasını zorlaştırmaktadır (Anonim, 2013). Diğer tarım ürünlerinin çoğunda olduğu gibi güneşte kurutulmuş domatesten de bizleri iki önemli tehlike beklemektedir. Bunlardan ilki gereksiz iç rekabet nedeni ile dış satım fiyatlarının talep artmasına karşın düşmesi; ikincisi de kalitenin iyileştirilmesi yerine "elimde hiç mal kalmasın satayım" ile noktalanan bir düşünceye sahip olmaktır (Ayan, 2010; Ural, 1996).

İlk kurutulmuş domates üretiminin Ege Bölgesi'nde İzmir ve Manisa illeri ile çevresinde başladığı (Ayan, 2010), günümüzde de üretimin büyük bir bölümünün yine bu bölgede yapıldığı görülmektedir. Son yıllarda Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde de kurutulmuş domates üretimi yapılmaya başlanmıştır. Sektörün ortalama 15,000.00 ton kurutulmuş domates üretim öngörüsü üzerinden değerlendirme yapıldığında, üretimin %93'ünün İzmir, Manisa ve Aydın illerinde olduğu ifade edilmektedir (Boyar ve ark., 2014). Taze domates (*Lycopersicon lycopersicum* L.) için sınıflandırma ve özelliklerinin tarif edildiği standarda göre, kurutulmuş domates üretiminde yaygın kullanılan Rio Grande çeşidi domatesin tipi; uzun kenarı ve kısa kenarı arasında 0.7 kat fark bulunmakta (silindirik, armut) ya da kiraz (erik) olarak tanımlanmaktadır (Şekil 1) (TS., 2002; Codex Alimentarius Standards, 2008; Codex Alimentarius Standards, 2013).



Şekil 1. Başlıca domates şekilleri

Yapılan çalışmalarda, Rio Grande'nin (Bağdatlıoğlu ve Demirbükler, 2001; Günhan, 2005; Gürlek, 2005; Demirbükler ve Bağdatlıoğlu, 2007; Demiray, 2009; Demiray ve Tülek, 2012; Mechlouch ve ark., 2012), en çok kullanılan domates çeşidi olduğu görülmektedir. Bunun dışında, çalışmalarda kullanılmak üzere bölgede üretilen ve/veya ulaşılabilen 8354 (Hastürk Şahin, 2010), Selinus (Polatçı, 2013), Bursa (İzgi, 2012), Yüksel Y-67-F1 (Mutlu, 2007), Süper Red F1 (Erden, 2008; Tezer Or, 2010), Kiraz (Kutlu, 2013), Toro F1 (Kocabiyyık ve ark., 2012) Elba F1 ve Dorador (Bağdatlıoğlu ve Demirbükler, 2001) gibi domates çeşitleri de farklı denemelerde örnek olarak kullanılmıştır. Bu çalışmalarda domatesin meyve özellikleri üzerinde durulmamış olup, kurutma ve kurutma sonrası yeni bilgi üretimine odaklanıldığı görülmektedir. Shi ve Le Maguer, (2000) yaptığı çalışmada domateste bulunan likopen değişimini incelemiş, domatesin olgunluk ve çeşidine bağlı olarak değişiklik gösterebileceğini tespit etmiştir. Yapılan bu çalışmada ise, kurutmalık domates üretiminde sadece ince uzun eliptik yapıya sahip genel olarak Rio Grande çeşidinin kullanıldığı ve herhangi bir analiz yapılmaksızın olgun ve iri domateslerin kurutma için seçildiği belirlenmiştir. Olorunda ve ark, (1990), kurutmalık domates üretiminde kurutulmuş domateslerin kalitesinin ve hijyenikliğini iyileştirilmesine yönelik çalışmalarında kurutma öncesi işlemlerin önemine değinirken, yapılan inceleme ve gözlemler sonucunda işletmelerin %90'ından fazlasının kurutma öncesi işlemleri gerekli titizlik ve özen göstererek gerçekleştirmediğini tespit etmişlerdir. Bu sebeplerden dolayı da kuruma sonrası kontaminasyonlara ve ürün kayıplarına hatta ihraç edilmek istenen ürünlerin geri dönmesine rastlandığını vurgulamışlardır.

Bu çalışma, güneşte domates kurutulmasında karşılaşılan sorunların ortaya çıkarılması ve bunların çözümüne yönelik mekanizasyona dair yapılabilecek gelişmeleri belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Kurutulmuş domates üretiminin Ege Bölgesi başta olmak üzere İç Anadolu Afyon'da ve Güney Doğu Anadolu Şanlıurfa'da yapıldığı bilinmektedir. Türkiye'de kurutmalık domates üretiminin yapıldığı Ege Bölgesi'nde bu üretimi yapan işletmelerin bulunduğu, İzmir / Bergama ve Kınık ilçelerinde ve bu ilçelere bağlı köy ve kasabalarda toplam 47 işletmeye ait 93 kurutma sergisinde veri toplama, yerinde gözlem ve inceleme çalışmaları yapılmıştır. Önceden belirlenen işletmeler ile telefon görüşmesi yapılarak işletmelerin çalışma takvimine göre uygun günleri belirlenmiş ve ziyaretler gerçekleştirilmiştir. Veri toplama formu, işletmeler yerinde ziyaret edilerek gerekli olan bilgilerin toplanması ile doldurulmuştur. Araştırma materyalini oluşturan işletmelerde yüz yüze yapılan görüşmelerle elde edilen bilgilerden yararlanılmıştır. Veri toplama amacıyla, formun yüz yüze doldurulması, ölçüm ve gözlem olmak üzere üç ayrı uygulama gerçekleştirilmiştir.

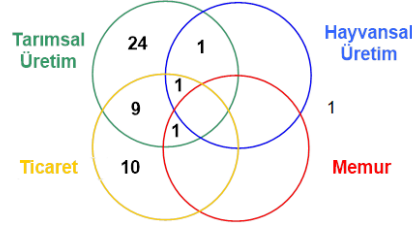
İşletme ziyareti ve yüz yüze görüşme sonrasında işletmede bazı ölçümler, tasarım ve iş başarısı için gerekli görülmüş ve yapılmıştır. Bu öngörülere istinaden ölçümler, kronometre, el kantarı, şerit metre, dijital kumpas ve 1 m<sup>2</sup>'lik çerçeve kullanılarak yerinde gözlem esnasında gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümlerde, birim alana serilen ürün miktarı, ortalama kasa kütleleri, birim zamanda dilimlenen ürün miktarı ve boy-çap gibi domateslerin temel fiziko-mekanik ölçüleri belirlenmiştir.

## 3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 3.1. Genel İşletme Bilgileri

Domates kurutmacılığı yapan ve veri toplama çalışması kapsamında seçilen 47 işletmenin %62'si Bergama, %26'sı Kınık, %6'sı Menemen ve %6'sı Torbalı'da bulunmaktadır. İşletme yetkililerinin yaşlarına bakıldığında %42.6'sının 41-50, %31.9'unun 31-40, %17'sinin 51 yaş ve üzerinde, %8.5'inin de 18-30 yaş aralığında olduğu belirlenmiştir. İşletmecilerin eğitim durumları incelendiğinde %34 ile en çok üniversite mezunu olduğu görülmüştür. Bunun ardından ise %27.7 ile ilkökul, %21.3 ile Lise ve %17 ile Ortaokul mezunları gelmektedir. İşletmelerin üretim durumları incelendiğinde, kendi işletmesi olan 20 ve fason üretim yapan 27 işletme olduğu tespit edilmiştir. Fason üretim yaptıran 8, kendisi üretim yapan 11, serbest üretim yapan 5 ve sözleşmeli üretim yapan 22 işletme olduğu belirlenmiştir. Ayrıca 47 işletmeden bir tanesi hem fason hem de kendisi üretim yapmaktadır. Kurutulmuş domates üretimine başlamış en eski işletme bu işi 1994 yılından beri yapmakta iken, en yeni işletme 2013 yılından bu yana faaliyet göstermektedir. 47 işletmenin kuruluş yılları ortalama 2004'tür. %34'lük bir oranla işletmelerin büyük bir kısmı 2001-2005 yılları arasında kurularak domates üretimine başlamıştır. İşletmelerin %34'ünün 6-10, %25.5'inin 11-15, %23.4'ünün 0-5 ve %17'sinin 16-21 yıldır domates kurutma sektöründe faaliyet gösterdiği belirlenmiştir.

Kurutmalık domates üretimi yapan tüm işletmeler incelendiğinde, işletme sahiplerinin hayatlarını sürdürmek için tek gelir kaynağının bu sektör olmadığı görülmüştür. Ek gelir olarak tarımsal üretim yapan 24 ve ticaret yapan 10 işletme yetkilisi bulunmaktadır. Ayrıca 1 işletme hem tarımsal hem de hayvansal üretim yaparken, 9 işletme hem tarımsal üretim hem de ticaret, 1 işletme tarımsal üretim, hayvansal üretim ve ticaret ve 1 işletme tarımsal üretim, ticaret ve memurluk yapmaktadır. Son olarak 1 işletme de sadece kurutma yaparak geçimini sağlamaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. İşletmelerin ek gelir olarak meslek grupları

## 3.2. Üretim Bilgileri

### 3.2.1. Taze / Kuru domates fiyatları

Yaklaşık 6 hafta süren kurutma sezonu boyunca taze domates alış fiyatı (Ağustos-2015) en yüksek 0.35 TL/kg olurken, en düşük 0.27 TL/kg olmuştur. Ağırlıklı olarak sezon boyunca ortalama 0.30 TL/kg'dan alım yapılmıştır. Kuru domates satışı, koruyucu olarak tuz veya Sodyum Metabisülfid uygulanan birim fiyatlar arasında değişiklik göstermektedir. Tuz ile kurutulmuş 1 kg kuru domates satışı 6.2 TL iken, Sodyum Metabisülfid ile kurutulmuş 1 kg kuru domates satışı 7.0 TL'dir. Bu fiyatlar Temmuz-Ağustos-Eylül 2015 tarihleri için geçerlidir. Piyasa durumu, ürün kalitesi ve arz/talep oranına göre değişiklik gösterebileceği bilinmelidir. Fason üretim yapan ve yaptıranlar arasında yapılan net olmayan bir hesaplama göre, kuru domatesin kilogram fiyatı (Taze domates alış fiyatı x 14 + (işletme masrafları = 2.0 veya 2.5 TL)) olarak belirlenmektedir. Net olmayan bu formül tam satış fiyatını vermese de o yıl üretimi yapılan kuru domatesin kg satış fiyatının, işletmelerin önünü görebilmesi ve bir nevi gelir-gider hesabı yapabilmesi için aşağı yukarı tahmin edilmesinde yardımcı olmaktadır. Ağustos 2015 ayında 1 ABD Doları, 2.8535 liradan değer bulmaktadır.

### 3.2.2. Kuru domates üretim miktarı

Ziyaret edilen işletmelerin geçmiş yıllara ait kuru domates üretimleri 2012'de 8.146 ton, 2013 de 11.823 ton, 2014 de 11.331 ton ve 2015 tahmini rakam 18.100 ton olarak belirlenmiştir. Fakat işletmelerin düzensiz veri kaydından dolayı bu rakamlar gerçeği tam olarak yansıtmamaktadır. Genel olarak bakıldığında geçmiş yıllardan günümüze kadar yıllık kuru domates üretimi yıl geçtikçe artmaktadır. 2013 yılında genel anlamda yaşanan iklimsel olaylardan dolayı birçok işletmenin zarar ettiği ve bu yüzden de 2014 yılındaki üretimde düşüş olduğu tespit edilmiştir.

## 3.3. Kurutma Alanı Bilgileri

Domates kurutma sergileri, genellikle verimli arazilerin işgalini önlemek amacıyla kullanılmayan çayır ve meralarda kurulmaktadır. Bunun yanında sene başında buğday, arpa vb. hububat ekimi yapılan arazilerin hasadı gerçekleştirildikten sonra anız olarak nadasa bırakılan araziler kurutma sezonu açıldığında sergiler kurularak üretime hazırlanmaktadır. Ziyaret edilen işletmelerden 34 tanesi her yıl aynı, 14 tanesi ise her yıl farklı alanlarda sergi açmaktadır. Genel olarak bakıldığında kurutma sergilerinin büyük bir oranı yaşam alanının hemen dışında veya yaşam alanına uzak bölgelerde olduğu tespit edilmiştir. İşletmelerin hiçbirinde yemekhane bulunmamaktadır. Kurutma sergisine 100-200 m uzaklığa kazılan çukurların etrafı kapatılarak tuvalet olarak kullanılmaktadır. Çukur kullanılamaz hale geldiğinde yenisi kazılarak tuvaletin yeri değiştirilmektedir. Hijyenik olmayan bu koşullarda insan sağlığı tehdit içerisindedir. Aynı zamanda bu olumsuz koşullar ürün kalitesini de kötü yönden etkilemektedir.

Hiçbir işletmede banyo bulunmaz iken, kazılan bu çukurlarda insanlar ateşte su ısıtarak banyo yapmakta, yaşamsal ihtiyaçlarını bu şekilde karşılamaktadırlar. Kazılan bu çukurlar foseptik gideri olarak kullanılmaktadır. Günümüzde tarımsal sulamalardan dolayı arazilerde tarımsal elektrik hattı yaygın bir hal almıştır. Bu durumdan kaynaklı olarak kurutma sergi alanında elektrik bulmak zor olmamaktadır. İşletmelerin tümü şebekeden elektrik alarak ihtiyaçlarını gidermektedir. Yaşam alanına yakın kurulan sergi alanları şebekeden su ihtiyacını karşılar, yakınında derin kuyu sondaj olan işletmeler su ihtiyacını buradan karşılamaktadır. Bu iki imkana da sahip olmayan işletmeler ise, tankerle taşıma yapıp ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Çoğunlukla Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinden mevsimlik olarak çalışmaya gelen işçilerin hepsi kendi kurdukları çadırlarda yaşamaktadırlar. Bir işletme ise fabrikada yarı kuru üretim yaptığı için o bölgeye ait işçiler ile çalışmaktadır. Bu durumdan dolayı o işçiler kendi evlerinde yaşamaktadırlar (Çizelge 1).

Çizelge 1. İşletme yapıları varlığı bilgileri

İşletme Yapıları Varlığı		İşletme Sayısı (adet)
Yemekhane		0
Tuvalet		47
Banyo		0
Fosseptik		47
Atık depolama		47
Elektrik	Şebeke	47
	Jeneratör	0
İçme suyu	Şebeke	14
	Sondaj	22
	Tanker	11
İşçi yaşam alanı	Ev	1
	Prefabrik yapı	0
	Çadır	46

En küçük kurutma alanı 12.5 da iken, en büyük kurutma alanı 160 da'dır. Ortalama kurutma alanı büyüklüğü 68 da'dır. Domates kurutma işlemini en çok etkileyen ve zarar veren etkenlerden biri olan rüzgar, çevredeki tozların henüz kurumamış olan domateslerin üzerine yapışmasına yol açmaktadır. Bu durum ürün kalitesini kötü yönde etkilediği için istenmemektedir. Toz oluşumu rüzgar dışında çevre yollarda kullanılan traktörlerden de kaynaklanmaktadır. Bu sebepten dolayı kurutma alanları genelde asfalt yol kenarlarına veya bu yollara yakın bölgelere kurulmaya çalışılmıştır. Asfalt yol bittiğinde ve tarla yoluna geçildiğinde ise kurutma alanında kullanılan beyaz plastik örtüler tarla yollarına çiviler ile çakılarak traktörler için tozsuz bir yol oluşturulmuştur.

### 3.4. İşletmenin Ürün Akışı ve Uygulanan İşlemler

#### 3.4.1. Yıkama - Temizleme - Ayıklama

İşletmede ürün akışı ve uygulanan işlemler incelenecek olursa; tarladan toplanan domatesler, ezilmeyi önlemek amacıyla kasalara doldurulup taşıyıcı römorklara yüklenir. Bu aşamadan sonra tartıma yönelik iki farklı işlem yapılmaktadır. Birincisi, 60-70 ton kapasiteli büyük kantarlarda traktörle birlikte ölçümü yapılan taşıyıcı römork boşaltıldıktan sonra darası alınarak toplam ürün miktarı belirlenmektedir. İkincisi ise taşıyıcı römorktaki kasalar sayılıp ortalama kasa ağırlığı (25 kg) ile çarpılarak toplam ürün miktarı bulunmaktadır. Sonuç olarak kesme işleminin yapılacağı sergiye getirilen domatesler işletmeye göre farklılık göstererek temizleme, ayıklama ve yıkama gibi bazı işlemlerden geçirilmektedir. Alıcının isteğine bağlı olarak ikiye veya dörde dilimlenen domatesler, yine isteğe bağlı uygulanan koruyucu işlemleri sonucunda ortalama 7 günlük bir kuruma evresinden sonra toplanıp çuvallanıp paketlenmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Güneşte domates kurutulmasında ürün akış şeması

Uygulanan işlemlere bakılacak olursa; 47 işletmenin 45'inde tartım yapılmaktadır. Tartım yapılmayan işletmelerde genelde kendi üretimi olduğu için, arazisinden topladığı domatesleri kendi kurutma sergisinde kesip-kurutup öyle satmasından kaynaklanmaktadır. 13 işletmede temizleme, 47 işletmede çürük, olgunlaşmamış domates ve boyutsal (küçük domateslerin çıkarılması) ayıklama ve 8 işletmede kurutma öncesi yıkama işlemi yapılmaktadır. İkiye veya dörde dilimlenen domatesler ortalama 7 gün kurumaya bırakıldıktan sonra süpürülüp çuvallanarak paketlenmek üzere fabrikalar gönderilmektedir.

#### 3.4.2. Koruyucu uygulama

Yapılan görüşmeler sonucu işletmelerin kurutma esnasında koruyucu madde olarak %65'inin tuz, %35'inin Sodyum Metabisülfid kullandığı belirlenmiştir. Sezon başlangıcında koruyucu madde olarak tuz kullanılırken, genelde sezon sonuna doğru Sodyum Metabisülfid kullanıldığı öğrenilmiştir. İşletmeler koruyucu madde seçimini genelde alıcının isteğine göre belirlemektedir. Bunun yanında bazı işletmeler koruyucu karışımına küf ve maya oluşumunu engellemek amacıyla belirli oranlarda Askorbik ve Sitrik asit karıştırılmaktadır. İsteğe ve sezona bağlı olarak değişim gösteren koruyucu uygulama yöntemi ile, içerik ve dozajlarına yönelik aşağıdaki bilgiler elde edilmiştir;

- Sadece sodyum metabisülfite kullanılacak ise, 400 litre suya 65-100 kg arasında isteğe bağlı olarak sodyum metabisülfite karıştırılıp eritilerek pülverizatör ile uygulama yapılmaktadır (Şekil 4).
- Sadece tuz uygulaması yapılacak ise, herhangi bir genel kural ya da yöntem bulunmamaktadır. El ile saçma/serpme yapılarak ortalama 25 kg domates üzerine 400 g tuz gelecek şekilde bu işlem yapılmaya çalışılmaktadır (Şekil 5), fakat işçilerin özen göstermeyerek yaptığı bu işlemin göz kararı bir saçma/serpme ile yapıldığı tespit edilmiştir.
- Bunların yanında tuz, sodyum metabisülfite, askorbik asit ve sitrik asitten oluşan karışımlar uygulanmak istenirse, 400 litre suya 3 kg sitrik asit, 1 kg askorbik asit ve 10 kg tuz karıştırılıp eritilerek uygulanmaktadır. Bir başka örnek 400 litre suya 8 kg tuz ve 8 kg sodyum metabisülfite karışımı olurken, diğer bir örnekte 400 litrelik suya %8-14 katı halde tuz, asgari 3000 ppm sıvı halde sodyum metabisülfite karıştırılmasıdır.



Şekil 4. Sodyum metabisülfite koruyucusu uygulanması



Şekil 5. Koruyucu tuz uygulaması

### 3.4.3. Kurutma ve toplama

Yağışsız ve kurutmaya uygun güneşli bir sezonda 6 partiye (kurutma alanının 6 defa kesilmiş domates ile doldurulduktan sonra kurutulup toplanması) kadar ürün kurutulabilirken, kötü geçen bir sezonda bu rakam 3'te kalmaktadır. Edinilen bilgiye göre işletme masraflarının karşılanabilmesi ve işletmenin kar elde edebilmesi için bir sezonda minimum 5 parti ürünün kurutulması gerekmektedir.

Bölgeye ait iklime ve yağış durumuna bağlı olarak minimum 6, maksimum 8 ve ortalama 7 günde kurumayı tamamlayan domatesler, işçiler tarafından süpürgeler ile toplanıp, kızışmayı önlemek amaçlı delikli plastik çuvallara doldurulmaktadır (Şekil 6). Bazı işletmelerde isteğe bağlı olarak patozdan geçirilen kuru domateslerin tozdan ve istenmeyen maddelerden ayrılması sağlanmaktadır (Şekil 6). Bazı işletmelerde ise kıyılarak küçük parçalara ayrılan domatesler çuvallanmaktadır. Her şekilde çuvallanan domatesler ürün işleme tesislerine götürülüp istenilen ambalaj, ağırlık ve özellikle paketlenip satış noktalarında yerini almaktadır.



Şekil 6. Kuruyan domateslerin toplanıp çuvallanması ve patozdan geçirilmesi



### 3.4.4. İşçi ve işçilik bilgileri

Veri toplama formunun doldurulması, yerinde gözlem ve inceleme sonuçlarında edinilen bilgilere göre işletmelerde toplam 6,905 kişinin çalıştığı tespit edilmiştir (Çizelge 2). Çalışma gruplarının içerisinde %75 ile dilimleme ve serme işçileri en büyük orana sahiptir. İşletmelerde çalışan mevsimlik işçilerin %93'ü Şanlıurfa (Suruç, Siverek, Viranşehir), Gaziantep, Diyarbakır ve Suriye bölgelerinden gelmektedir.

Çalışma Grupları	Temizleme Ayıklama	Çizelge 2. Çalışma alanlarına göre işçi sayıları			Diğer	Toplam
		Dilimleme Serme	Koruyucu Uygulama	Boşaltma Toplama		
Çalışan Sayısı (kişi)	584	5,161	310	752	98	6,905

2014 yılına ait, 10 dekarlık bir kurutma işletmesinin işçilik hariç bir sezonluk giderleri düşünüldüğünde ortalamalar Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. İşletme giderleri (TL)	
Beyaz Plastik Örtü	10,000.00 TL
Çadır	
Yakıt	800.00 TL
Çivi	2,500.00 TL
Koruyucu Madde	5,000.00 TL
Nakliyat	2,500.00 TL
Beslenme	İşçilere ait
Vergi	Yok
<b>TOPLAM</b>	<b>20,800.00 TL</b>

Temizleme, ayıklama, koruyucu uygulama, boşaltma, toplama ve diğer gruptaki işçiler gündelik usulü çalışmaktadırlar. Bu işçi gruplarında erkekler günlük 50 TL alırken kadınlar günlük 40 TL'ye çalışmaktadırlar.

### 3.5. Yapılan İncelemeler ve Ölçümler

Domateslerin hasattan sonra taşınmasında kullanılan dolu kasaların kütlesi 25-30 kg aralığında değişiklik göstermektedir. Önceden hazırlanmış ve yer kaplamaması amacı ile katlanabilir şekilde tasarlanan 1m<sup>2</sup>'lik çerçeve ile sergi alanlarında yapılan ölçümler sonucu, 1m<sup>2</sup> alana 10-11 kg dilimlenmiş taze domates yerleştirildiği belirlenmiştir. Farklı işçiler ile yapılan birçok deneme sonucu ortalama 10.5 kg bir sonuca ulaşılmıştır. Yine aynı çerçeve ve bir kronometre kullanılarak bir işçinin 1m<sup>2</sup> alana kaç dakikada domatesleri dilimleyip yerleştirebileceği ölçülmüştür. Yapılan ölçümler 03:00-04:30 dakika arasında değişirken, süre kıaldıkça dilimleme hatalarının arttığı tespit edilmiştir. Kilo hesabı çalışan işçiler "ne kadar çok domates dilimlersek o kadar çok para kazanırız" diye düşündükleri için dilimleme işini oldukça hızlı yapmaya çalışmaktadırlar. Bu durum ise işçilerin dilimlemesinden kaynaklı zararları oldukça arttırmaktadır. Her sektörde ve iş kolunda olduğu gibi tecrübeli işçinin bu sektörde de etkisi çok büyüktür. Son yıllarda işçi bulma sıkıntısının artmasından dolayı Suriye'li göçmenler bu sektörde ucuz iş gücü olarak görülmeye başlanmıştır. Fakat tecrübesiz olan bu işçi grubundan dolayı zararların oldukça arttığı belirlenmiştir. Ziyaret edilen bir işletmede ise 12 yıldır aynı işçilerin çalıştığı ve devamlılığın sağlandığı bilgisi alınmıştır. Bu işçi grubunun çalışmaları incelendiğinde ise kesmeye bağlı hataların daha az olduğu görülmüştür. Ayrıca işçiler tecrübe ile daha hızlı ve hatalı kesmenin yanlış, önemli olanın düzgün ve tam ortadan ikiye kesmek olduğunu belirtmişlerdir. Bu işçi grubunun 1m<sup>2</sup> alandaki taze domatesleri dilimlemesinin 05:00 dakikanın üzerinde gerçekleştiği tespit edilmiştir.

En genel ve yaygın olarak kullanılan güneşte kurutma yöntemi doğal bir yöntem olup, beraberinde kontaminasyon başta olmak üzere birçok problem ortaya çıkarmaktadır. Her yerde ve her zaman güneş ısısından faydalanarak kurutmanın mümkün olmaması, ürünün böcek v.b dış etkiye maruz kalması, kurutmayla birlikte hafif bir fermantasyon meydana gelebilme riski yapay kurutma sistemlerinin zamanla güneşte kurutmaya tercih edilme nedenleri arasında yer almaktadır (Cemeroğlu, 2004). Oldukça uzun zaman alan bir yöntem olması, daha hızlı, hijyenik ve homojen özellik taşıyan endüstriyel boyutlu farklı kurutma metotlarının gelişimini teşvik etmiştir (Doymaz, 2003). Ürün kalitesi ve sağlık açısından bakıldığında güneşte kurutmanın birçok dezavantaja sahip olmasına rağmen, kurutmalık domates üretim sektörünün yılda maksimum 8 haftalık bir sürede sonuçlanması gerektiği düşünülecek olursa, bu miktarlardaki domates kurutma işleminin maliyet açısından çok yüksek oranlara mal olacağı göz önüne alınıp tüm sektör tarafından dezavantajlarının bilinmesine rağmen güneşte kurutma tercih edilmektedir. Ayrıca güneşte domates kurutma işleminin Ege Bölgesi'nde yapıldığı bölgeler incelendiğinde özellikle nemsiz ve rüzgar alan bölgelerin yoğunlukta olduğu tespit edilmiştir.

Yerinde inceleme çalışmalarında yapılan ölçümler sonucu kurutmada kullanılan (Rio Grande) domateslere ait bazı boy ve çap değerleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Kurutmada kullanılan domateslerin boy ve çap (mm) uzunlukları

	Ortalama	Minimum	Maksimum	Std. Sapma
Boy (mm)	63.98	55.25	73.80	4.41
Çap (mm)	53.11	43.34	63.21	4.23

#### 4. SONUÇ

Daha öncede bahsedildiği gibi kaliteli bir kuru domates elde etmek için; domateslerin tam ortadan ikiye kesilmesi, kesilen domateslerin kesik yüzeylerinin yukarıya bakarak kurutma alanına serilmesi ve kurutma alanından maksimum seviyede faydalanmak için domateslerin boşluksuz bir şekilde serilmesi en büyük üç gerekliliktir. Bunların ardından sistemin koruyucu uygulama işlemini de yapabiliyor olması ekstra işçilikleri ortadan kaldıracığından, sisteme artılar katacağı düşünülmektedir. El değmeden yapılan bir üretim ile standart kalitede ve hijyenik olarak elde edilen kuru domateslerin ülkemizi bu sektörde dünya liderleri arasına taşıyacağı beklenmektedir. Bakıldığında ülkemizin kuru sebze ihracatının hem parasal hem de miktar olarak %90'ından fazlasını kuru domatesin oluşturduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu sektörün gelişmeye açık ve üzerinde çalışma yapılmaya müsait olduğu belirlenmiştir.

İşletmelerin sıkıntılarının %70'inden fazlasını çalışan işçiler oluşturmaktadır. İşçiyi tamamen ortadan kaldıran bir sistem olmasa bile işçi sayısını azaltıp, el değmeden bu işlemleri gerçekleştirebilen bir makinenin çok büyük ihtiyaç olduğu belirlenmiştir. Gelecek çalışmaların bu konuda yoğunlaşmasına ve bu sektördeki sorunun çözülmesine yönelik adımlar atılmasına faydalı olacaktır.

Çalışmalar çerçevesinde yapılan görüşme ve araştırmalarda sabit yatırım gerektirmemesi nedeniyle en yaygın uygulamanın kurutulmuş domates üretiminde mekanizasyon uygulamalarının henüz yeterince yer bulamadığı, sektörün kullanımı için üretilmiş sınırlı sayıda boylama ve dilimleme mekanizasyon uygulamaları başarısının beklentileri karşılamakta yetersiz kaldıkları ifade edilmektedir.

Yapılan görüşmeler ve yerinde inceleme çalışmaları sonucu domates kurutma sektöründeki en büyük kaybın işçilerden kaynaklı yaşandığı tespit edilmiştir. Kurutma sergilerindeki en büyük zarar, işçi kaynaklı hatalı kesim, hatalı ve boşluklu serme olarak gerçekleşmektedir. Günümüz teknolojisi ve Ar-Ge çalışmaları sonucu yapılabilecek domates kesme, serme ve koruyucu uygulama işlemlerini yapabilen bir sistemin oluşturulması ile işçi kaynaklı zararların büyük oranda giderilebileceği düşünülmektedir.

Bu çalışma kapsamında, domatesi eşit olarak yarıya kesebilen, en az ve homojen bir şekilde koruyucu madde (tuz/sodyum metabisüfit) uygulayabilen, minimum boşlukla domatesleri güneşe serebilen, kurutma süresini kısaltan bir prototip sistemin geliştirilmesi gerekli görülmektedir. Sistem, kısmi kurutma ünitesi için kurutma havasını üreten ve aynı zamanda domates dilimleme başarısını artırmak üzere domates yıkama suyunu soğutabilen ısı pompasıyla donatılmalıdır. Kurutulmuş domates üretim sürecini iyileştirici mekanizasyon uygulamalarını içeren prototip sistemde dilimleme, koruyucu uygulama, kısmi kurutma ve serme düzenlerinin farklı domates boylarına göre hızlarının kontrol edilebileceği, sıcaklık, nem, hava hızı, ağırlık kaybı verilerinin izlenebildiği otomasyon sisteminin geliştirilmesi ve sistem performansının belirlenmesine yönelik çalışmalar ile donatılır ise başarılı bir makine ile bu sektörün sorunlarına çözüm bulunabileceği düşünülmektedir.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Doç. Dr. Serkan BOYAR tarafından sunulan SDÜ-BAP 4180-Sİ-14 numaralı Süleyman Demirel Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, Sanayi İş Birliği projesi kapsamında desteklenmiştir, katkılarından dolayı teşekkürlerimizi sunarız.

#### KAYNAKLAR

- Anonim, 2003. Türkiye kurutulmuş meyve ve sebze ihracatı verileri, Devlet İstatistik Enstitüsü Bilgi İşlem Merkezi (DİE BİM) Kayıtları.
- Anonim, 2013. TOBB İzmir İl Kadın Girişimciler Kurulu, "Gonca Harman, Kurutulmuş domatesi matematikle formüle etti" [www.izmirkadingirisimci.com/?l=tr&p=46](http://www.izmirkadingirisimci.com/?l=tr&p=46) Erişim Tarihi: 03.03.2015.
- Ayan, H., 2010. Güneşte ve yapay kurutucuda kurutulmuş domates (*Lycopersicon esculentum*) üretimi ve proses sırasındaki değişimlerin belirlenmesi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 109 s. Ankara.
- Bağdatlıoğlu, N., Demirbükür, B., 2001. Kurutulmuş domateslerin raf ömrü üzerine depolanma koşullarının etkisinin araştırılması. TÜBİTAK, TOGTAG-2572.
- Boyar, S., Dikmen, E., Boyar, İ., Akdeniz, R.C., 2014. Dried tomato production and mechanization in Turkey, 18th World Congress of CIGR, Poster No: 148, 16-19 September, Beijing -China.
- Cemeroğlu, B.S., 2004. Meyve sebze işleme teknolojisi, 2. cilt. ISBN 975-98578- 2-0.
- Codex Alimentarius- International Food Standards, 2008. Codex Standard For Tomatoes (CODEX STAN 293-2008) [www.codexalimentarius.org/download/standards/11013/CXS\\_293e.pdf](http://www.codexalimentarius.org/download/standards/11013/CXS_293e.pdf), Erişim Tarihi: 17.01.2020.
- Codex Alimentarius-International Food Standards, 2013. Codex Standard For Preserved Tomatoes (CODEX STAN 13-1981). Formerly CAC/RS 13-1969 Rev.1. Revision 2007. Amendment 2013. Codex Committee on Processed Fruits and Vegetables [www.codexalimentarius.org/download/standards/225/CXS\\_013e.pdf](http://www.codexalimentarius.org/download/standards/225/CXS_013e.pdf), Erişim Tarihi: 17.01.2020.

- Demiray, E., 2009. Kurutma işleminde domatesin likopen,  $\beta$ -karoten, askorbik asit ve renk değişim kinetiğinin belirlenmesi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 113 s. Denizli.
- Demiray, E., Tulek, Y., 2012. Thin-layer drying of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill. cv. Rio Grande) slices in a convective hot air dryer, *Heat Mass Transfer*. 48: 841–847.
- Demirbüker Akdeniz, B., Bağdathoğlu, N., 2007. Değişken depolama koşullarının güneş-kurusu domateslerin bazı kalite özellikleri üzerine etkisi, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*. 1: 1-6.
- Doymaz, İ., 2003. Convective air drying characteristics of thin layer carrots, *Journal of Food Engineering*. 61: 359–364.
- Düzyaman, E., Duman, İ., 2003. Dried tomato as a new potential in export and domestic market diversification in Turkey, *Proceedings of the English International ISHS Symposium on the Processing Tomato, Acta horticulturae*. 613: 433-436.
- Erden, M., 2008. Kurutma sürecindeki bazı tarımsal ürünlerin elektriksel iletkenlik, nem ve sıcaklık değerleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 88 s. Aydın.
- FAO, 2017. FAOSTAT Agricultural Database Web Page. <http://faostat.fao.org/site/567/desktopdefault.aspx#ancor> Erişim Tarihi: 15.12.2017.
- Günhan, T., 2005. Farklı kurutma havası şartlarının rio grande çeşidi domatesin kuruma karakteristiklerine etkilerinin belirlenmesi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi. 3-8 s. İzmir.
- Gürlek, G., 2005. Tünel tipi kurutucuda domates kurutma koşullarının araştırılması, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 145 s. İzmir.
- Hastürk Şahin, F., 2010. Domates kurutmada farklı yöntemlerin karşılaştırılması, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi. 154 s. Tekirdağ.
- İzgi, C., 2012. Farklı kurutma metodlarının domatesteki likopen miktarına etkisi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 48 s. Tekirdağ.
- Kocabıyık, H., Sümer, S.K., Tuncel N.B., Büyükcan, M.B., Yılmaz, N., 2012. İnfrared kurutma yönteminin domates kurutmada kullanılması ve kurutulmuş domatesin bazı kalite özellikleri ve özgül enerji tüketimi üzerine etkilerinin belirlenmesi, TÜBİTAK Proje No: 109 O 578.
- Kutlu, N., 2013. Domates, kabak ve patlıcanın kurutma karakteristiklerinin belirlenmesi ve modellenmesi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 148 s. Ankara.
- Mechlouch, R.F., Elfalleh, W., Ziadi, M., Hannachi, H., Chwikhi, M., Ben Aoun, A., Elakesh, I., Cheour, F., 2012. Effect of different drying methods on the physico-chemical properties of tomato variety 'rio grande', *International Journal of Food Engineering*. 8: 2, 4.
- Mutlu, A., 2007. Tokat'ta güneş enerjili raflı kurutucu ile domates kurutma koşullarının belirlenmesi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 66 s. Tokat.
- Olorunda, A.O., Aworh, O.C., Onuoha, C.N., 1990. Upgrading quality of dried tomato: effects of drying methods, conditions and pre-drying treatments, *Science of Food and Agriculture*. 52 (4): 447-454.
- Polatçı, H., 2013. Tokat ilinde güneş enerji destekli ısı pompalı bir kurutucu sistem geliştirilmesi ve domates kurutma performansının farklı kurutma sistemleri ile karşılaştırılması, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi. 25 s. Erzurum.
- Shi, J., Le Maguer, M., 2000. Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing, *Critical Reviews in Biotechnology*. 40 (1): 1-42.
- Şeniz, V.B., Eser, Y., Daşgan, N., Akbudak, H., İlbi Sürmeli, N., Başar, S., 2005. Sebze üretiminde gelişme ve hedefler. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi Bildiri Kitabı, Cilt 1. 557-563.
- Tezer Or, D., 2010. İnfrared enerji ve infrared enerji – sıcak hava kombinasyonu ile domatesin kurutulması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 38 s. Çanakkale.
- TS, 2002. Türk Standard TS 794/Nisan Domates (*Lycopersicon lycopersicum* L.) ICS 67.080.20.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2019. Bitkisel Üretim İstatistikleri, Meyvesi İçin Yetiştirilen Sebzeler, [www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001) Erişim Tarihi: 15.12.2019.
- Ural, A., 1996. Kurutulmuş domates yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Meyve Sebze İşleme Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Semineri. İzmir.

## Karaman İlinde Tarımsal Üretimde Traktör ve Tarım Makineleri Kaynaklı Kazaların Değerlendirilmesi

### Evaluation of Accidents from Tractors and Agricultural Machinery in Agricultural Production in Karaman Province

Adem Özkan<sup>1</sup> , Yusuf Dilay<sup>1,\*</sup> 

<sup>1</sup> Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi TBMYO, Karaman, Türkiye.

\* Corresponding author (Sorumlu Yazar): Y. Dilay, e-mail (e-posta): ydilay@kmu.edu.tr

#### Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 01 Ağustos 2019  
Düzeltilme tarihi : 14 Nisan 2020  
Kabul tarihi : 22 Nisan 2020

#### Anahtar Kelimeler:

Traktör Kazaları  
Tarım Makineleri  
Tarımsal İş Güvenliği

#### ÖZET

Gelişen teknolojiye bağlı olarak iş sahalarında meydana gelen kazalardaki ölümler ya da yaralanmalar azımsanmayacak büyüklüktedir. ILO verilerine göre dünyada iş kazaları nedeniyle günde 5.000, yılda yaklaşık 2 milyon kişi hayatını kaybetmektedir. Bunların 12 bini ise çocuk işçilerdir. Türkiye’de 2016 yılında 2.812 kişi iş kazalarında hayatını kaybetmiştir. Sektörel bazda bakıldığında ise, dünyada en çok iş kazalarının meydana geldiği sektör madenciliktir. Bunu tarım ve inşaat sektörü takip etmektedir. Ülkemizde de tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu dönemlerde meydana gelen tarım iş kazaları da önemli bir yer tutmaktadır. Ancak bu kazaların büyük çoğunluğunun kırsal kontrolsüz alanlarda meydana gelmesi, gerçek rakamların elde edilmesini zorlaştırmaktadır. Bu araştırmada, Karaman İli merkez ve ilçelerinde, 2016-2018 yılları arasında, tarımsal üretimlerde meydana gelmiş traktör ve tarım makinelerinden kaynaklanan kazaların değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada belirtilen yıllarda meydana gelen kazalara ait verilere yer verilmiştir. Yapılan çalışma ile 2016-2018 yılları arasında traktör ve tarım makinelerinden kaynaklanan 34 kazanın meydana geldiği belirlenmiştir. Bu kazaların sonuçlarından elde edilen bulgular, traktör ve tarım makineleri bazında dağılımlarını, oluş biçimlerini, meydana geldiği yeri, zamanını vb. içermektedir. Veriler, yerel basından, gazete ve internet sayfalarından, kazaya uğrayanların kendileri veya yakınlarından elde edilmiş, bilgisayar (Excel) ortamında değerlendirilmiş ve sonuçlar çizelgelere aktarılarak, yorumlanmıştır. Araştırma sonuçlarının literatür ile büyük oranda paralellik gösterdiği görülmüştür. Sonuç olarak kazaların azaltılması için alınması gereken tedbirler ve yapılması gerekenler öneriler kısmında verilmiştir.

#### Article Info

Received date : 01 August 2019  
Revised date : 14 April 2020  
Accepted date : 22 April 2020

#### Keywords:

Tractor Accidents  
Agricultural Machinery  
Agricultural Work Safety

#### ABSTRACT

Deaths or injuries related to accidents in work areas due to developing technology have been increased dramatically. According to International Labor Organization (ILO), around 2 million people die annually in the world, resulting 5.000 deaths per day because of work accidents. Among them, 12 thousand are child workers. 2812 people in Turkey lost their lives in accidents at work in 2016. When considered on a sectoral basis, the most work accidents in the world occur in mining sector, followed by agriculture and the construction sector. In our country, agricultural work accidents occurred during periods of intense agricultural activities are also significant. However, the fact that most of these accidents occur in uncontrolled areas makes obtaining the exact numbers difficult. In this study, it is aimed to evaluate the accidents in the central and districts of Karaman Province between 2016 and 2018 caused by tractors and agricultural machinery that occurred in agricultural production. The data of the accidents that occurred in the years specified in the study are included. With the study carried out, it was determined that 34 accidents caused by tractors and agricultural machinery occurred between 2016 and 2018. Findings obtained from the results of these accidents, on the basis of tractors and agricultural machinery, their distribution, form of occurrence, location, time, etc. comprising. The data were obtained from local media, newspapers and internet pages, themselves or their relatives, evaluated in computer (Excel) environment, and the results were transferred to the tables and interpreted. The results of the research have been shown to be largely in line with the literature. As a result, the precautions and actions to be taken to reduce accidents are given in the suggestions section.

**Reference / Atıf:** Özkan, A., ve Dilay, Y. (2020). "Karaman İli'nde Tarımsal Üretimde Traktör ve Tarım Makineleri Kaynaklı Kazaların Değerlendirilmesi", Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 16(1): 32-39.

## 1. GİRİŞ

Yeryüzünde artan nüfusun gereksinimlerini karşılayabilmek için, daha geniş tarımsal alanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak birçok ülkede tarım alanlarının yerleşime açılmasıyla birlikte, bu alanlar daha da azalmıştır. Dolayısıyla az alandan daha fazla ürün almak gerekir. Bu artış; bitki ıslahı, genetik çalışmalar ya da tarımsal üretimde makineleşmenin artırılması ile sağlanabilir. Islah ve genetik çalışmaların, uzun denemeler sonucunda tamamlanması ve insan sağlığı üzerinde zararlı etkilerinin tam olarak bilinmemesi nedeniyle, üretimin artırılmasında tarımda makineleşmenin daha çok tercih edilen bir yöntem olduğu söylenebilir. Bu çalışmada ıslah ve genetik faktörlere değinilmeyip, yalnızca tarımsal üretimdeki makine kullanımının artırılması ele alınmıştır. Tarımsal üretimde, verim artışı sağlamak, işi kolaylaştırmak, üreticinin kârını artırmak amacıyla tercih edilen makine kullanımının, tüm bu yararlarının yanında, bilinçsiz kullanımı ciddi kazalara yol açmaktadır. Büyük kapasiteli ve oldukça karmaşık yapıdaki makinelerin, eğitim almayan kişiler tarafından kullanımı, kazaların başlıca nedenlerini oluşturmaktadır.

Çalışma sahası olan Karaman ilinin ekonomisi tarıma dayanmaktadır. Özellikle yıllık elma üretim miktarı açısından Isparta'dan sonra ikinci sırada yer alan ilde, geniş alanlarda mısır, hububat ve baklagil tarımı yapılmaktadır. Bilindiği gibi, tarımsal faaliyetlerin belli dönemlerde yoğunlaşması nedeniyle, işletmeler bu dönemlerde yetişmiş eleman bulmakta zorlanmaktadırlar. Bu durum, tarımsal üretimde makine kullanımının yaygınlaşmasına yol açmaktadır.

Tarımsal üretimde makineleşme denildiğinde ilk olarak akla traktörler gelmektedir. Traktörler, tarımsal üretimde çeşitli tarım makineleri için güç kaynağı olarak kullanılmaktadır. Tarım alet ve makinelerinin büyük çoğunluğu tarım traktörleri tarafından tahrik edilmektedir. Bunlar, modern tarımın vazgeçilmez unsurlarından biridir. Ancak tarım sektöründe, her yıl traktör ve tarım makinelerinden kaynaklanan birçok kaza meydana gelmektedir. Bu kazaların; yaralanmalar, ciddi sakatlanmalar ve yaşam kayıpları ile sonuçlandığı söylenebilir. Kazalar aynı zamanda, işlerin aksaması, ürün kayıpları ile verimde azalma ve sigorta maliyetleri gibi giderlerin ortaya çıkmasına da neden olmaktadır (Başer ve Aybek, 2007).

Her sektörde olduğu gibi tarım kesiminde de teknolojik değişim ve gelişmeler yaşanmaktadır. Teknolojik gelişmeler, yalnızca traktörün gücü ve performansı değil, aynı zamanda sürücü konforu ve güvenliği açısından da olmaktadır. Yeni araçların birçoğunda sürücü güvenliği ön plandadır. Yakın gelecekte, gelişen teknoloji ile birlikte otonom araçların tarımsal alanlarda kullanımının yaygınlaşması, sürücülerin maruz kalacağı kazaları da en aza indirecektir.

Tarımsal üretimin, yılın her döneminde farklı hava koşullarında yapılması, yapılan işlemlerde kullanılan çeşitli kimyasalların insan sağlığına zararlı etkilere sahip olması, sürücüye konforlu ve güvenli bir çalışma ortamının sağlanmasını zorunlu kılar. Dünya Çalışma Örgütü (ILO)'nün 2019 yılı verilerine göre, dünyada iş kazaları nedeniyle günde 5000, yılda yaklaşık 2 milyon kişi hayatını kaybetmektedir. Bunların 12 bini ise çocuk yaştaki işçilerdir. Türkiye'de 2016 yılında 2812 kişi iş kazalarında hayatını kaybetmiştir (Anonim, 2019a).

Traktör ve tarım makineleri ile çalışırken oluşan kazalardan bazıları şöyle sıralanabilir;

- Diskli çayır biçme makinesi kesicilerinden cisim fırlatılması,
- Balya makinesinin besleme düzenine elle materyali yedirirken kolun kaptrılması,
- Karayolunda seyreden araçların, traktör, tarım makinesi ya da biçerdöverle çarpışma,
- Tarım arabasından siloya ürün boşaltmada, silo içerisine düşme ve silo gazları etkisiyle boğulma,
- Traktör ile seyir halinde iken tarım arabasından düşme,
- Traktöre binmeden çalıştırma sonucu oluşan kazalardır (Doğan, 1992).

İngiltere'de yapılan bir araştırmaya göre, tarımda ölümcül olmayan kazaların ekonomik açıdan değerlendirilmesinde, traktör devrilmesinde 33 kazanın ortalama giderinin, kaza başına 4.486 dolar olduğu, bunun %61'inin hasar, %17'sinin iş gecikmesi, %15'inin önlem ve %7'sinin de sağlık giderlerinden oluştuğu bildirilmiştir. Kendi yürür makinelerde ise 43 kazanın, ortalama giderinin kaza başına 2.228 dolar olduğu, bu giderlerin %17'sinin hasar, %50'sinin iş gecikmesi, %22'sinin önlem ve %13'ünün ise sağlık giderlerinden oluştuğu bildirilmiştir (Doğan, 1992).

1992 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde Ulusal Güvenlik Konseyi'nin (NSC) yaptığı araştırmaya göre; ölümlü ve yaralanmaya yol açan kazaların %50'sinin çeşitli tarımsal faaliyetlerde, %50'sinin de dolaylı olarak oluştuğu saptanmıştır. Ayrıca, tarımla ilgili kazaların sadece bitkisel üretim ve çiftlik hayvanları üretimini değil, aynı zamanda ormancılık, balıkçılık ve tarımsal hizmetleri de içerdiği bildirilmiştir (Müngen, 1993). Ulusal Güvenlik Konseyi'nin aynı yılın bir başka araştırma sonucunda ise, tarım iş kolunun madencilik ve yapı iş kolu ile birlikte üç riskli meslek grubunda yer aldığı bildirilmiştir (Aybek ve Sabancı, 2001).

Peker ve Özkan (1994), çalışmalarında 1973-1993 yılları arasında Karaman bölgesinde meydana gelen 135 adet traktör ve 105 adet tarım makinesi kazasını incelemişlerdir. Traktör kazalarında en fazla ölümün %66'lık bir oranla devrilme sonucunda olduğunu, %48'inin köy yolunda meydana geldiğini, kazaların %13'ünde 11 yaşından küçük çocukların hayatını kaybettiğini belirlemişlerdir. Ayrıca, tarım makinelerinden kaynaklı 6 kazanın, çoğunun kuyruk miliyle çalıştırılan tarım makinelerde meydana geldiğini, kazaların %43'ünün 15.00 ile 16.00 saatleri arasında gerçekleştiğini saptamışlardır. Diğer taraftan, tarımda traktörün önemli bir risk kaynağı oluşturduğunu, kazaların teknik bilgi eksikliği, amaç dışı kullanım, yetkisiz kişilerin sürücülük yapması, yetersiz tamir bakım vb. unsurlardan kaynaklandığını ifade etmişlerdir (Peker ve Özkan, 1995).

Springfeldt ve ark. (1998), İsveç'te traktör devrilmeleri ile ilgili 1957-1964 döneminden 1986-1990 dönemine kadar devrilme ile oluşan ölümlerin 100 000 traktör başına 12'den 0,2'ye düştüğünü, aynı dönemde İsveç'teki tarım traktörlerinin toplam sayısının %275 oranında arttığını ve ROPS ile donatılmış traktörlerin oranının ise, %6'dan %93'e yükseldiğini bildirmektedirler. Ölümcül ve ölümcül olmayan traktör devrilme yaralanmalarının önlenmesine yönelik İsveç yaklaşımının başarılı olduğunu ve çiftlik traktörlerinde ROPS'u gerektiren kamu politikasının önemini vurgulamışlardır.

Gölbaşı (2002), 1167 tarım makinesi ve 880 traktör kazasının nedenlerinin araştırıldığı çalışmada, traktör kazalarının çoğunlukla devrilme, takla atma ve şarampole yuvarlanma şeklinde meydana geldiğini, bunu çarpma, çarpışma gibi kazaların izlediğini ortaya koymuştur. Ayrıca sürücünün dikkatsizliğinin en önemli kaza nedeni olduğunu bildirmiştir.

Alçayır (2018), Konya'nın Çumra ilçesindeki tarım işletmelerinde son 20 yılda meydana gelen traktörler ve tarım makinelerinden kaynaklanan kazaları incelemiştir. Çalışmada 43 tarım işletmesi ile yüz yüze anket uygulaması yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, işletmelerin %95,30'unun bitkisel üretim yaptığı ve ortalama tarım alanı miktarının 189,7 da olduğunu belirtmiştir. Kaza başına, kazaya karışan insan sayısının 1,74, kaza yapanların %95,30'unun erkek, traktörle gerçekleşen kazaların oranının ise %41,90 olduğunu bildirmiştir.

Baydaş ve ark. (2017), Türkiye'nin bazı yörelerine (Isparta, Ankara, Ege Bölgesi, Karaman, Tokat, Erzurum) ait traktör ve tarım makineleriyle gerçekleşmiş kazaları içeren verileri derlemişlerdir. Tarımsal üretimdeki kazalarının ağırlıklı olarak traktör ile çalışırken, traktör devrilmesi şeklinde meydana geldiğini, duran ya da hareketli bir cisme çarpma, düşme ve ezilme şeklinde kazaların da, yaygın görülen kaza şekilleri arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, Karaman İli merkez ve ilçelerinde, 2016-2018 yılları arasında, tarımsal üretimlerde meydana gelmiş traktör ve tarım makinelerinden kaynaklanan kazaların değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada belirtilen yıllarda meydana gelen kazalara ait verilere yer verilmiştir. Araştırma sonuçlarının literatür ile büyük oranda paralellik gösterdiği görülmüştür. Sonuç olarak kazaların azaltılması için alınması gereken tedbirler ve yapılması gerekenler öneriler kısmında verilmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, Karaman İli'nin Merkez, Ermenek, Başyayla, Ayrancı, Kâzımkarabekir İlçeleri ile bağlı köylerde tespit edilen traktör ve tarım makinelerinden kaynaklanan kazalar ile sınırlıdır. Yapılan çalışma ile 2016-2018 yılları arasında traktör ve tarım makinelerinden kaynaklanan 34 kazanın meydana geldiği belirlenmiştir. Bu kazaların sonuçlarından elde edilen bulgular, traktör ve tarım makineleri bazında dağılımlarını, oluş biçimlerini, meydana geldiği yeri, zamanını vb. içermektedir. Veriler, yerel basından, gazete ve internet sayfalarından, kazaya uğrayanların kendileri veya yakınlarından elde edilmiş, bilgisayar (Excel) ortamında değerlendirilmiş ve sonuçlar çizelgelere aktarılarak, yorumlanmıştır.

Karaman'da tarımsal üretimde kullanılan traktör ve tarım makineleri parkına ait bazı bilgiler Çizelge 1 ve Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Türkiye ve Karaman'daki traktör, biçerdöver parkı (Anonim, 2019b).

Yıllar	Türkiye Traktör Parkı (Adet)	Türkiye biçerdöver Parkı (Adet)	Karaman Traktör Parkı (Adet)	Karaman/Türkiye Traktör Parkı Oranı (%)*
2016	1.273.531	16.247	11.776	0,924
2017	1.306.736	17.199	12.096	0,956
2018	1.332.139	17.266	12.176	0,914

\*Yazarlar tarafından hesaplanmıştır.

Çizelge 2. 2018 Yılı sonu itibarıyla Karaman'da mevcut bazı tarım alet makineleri parkı (Anonim, 2019b).

Tarım Makineleri	Adet	Tarım Makineleri	Adet
Çeşitli tipte Pulluklar	15.351	Toprak frezesi (Rotovator)	2.209
Kültivatör	8.406	Merdane	1.771
Çeşitli Tipte Tırmıklar	3.011	Kombine hububat ekim makinesi	9.800
Gübre Dağıtma Makineleri	7.704	Patates sökme makinesi	6
Orak makinesi	1.288	Mısır hasat makinesi	23
Balya makinesi	149	Sap parçalama makinesi	60
Pancar sökme makinesi	1.397	Kuyruk milinden hareketli pülverizatör	6.616
Çayır biçme makinesi	310	Santrifüj pompa	1.930
Silaj makinesi	523	Derin kuyu pompa	3.453
Selektör (seyyar veya sabit)	23	Süt sağım makinesi (seyyar)	2.271
Sırt pülverizatörü	4.876	Tarımda kullanılan su tankeri	1.469
Motorlu pülverizatör	813	Rototiller	2.268
Elektro-pomp	1.707	Traktörle çekilen ara çapa makinesi	3.710
Süt sağım tesisi	92	Sap toplamalı saman yapma makinesi	325
Tarım Arabası	13.988	Meyve hasat makineleri	7
Dip kazan	197	Pnömatik ekim makinesi	1.109
Toprak tesviye makinesi	467	Harman makinesi (Batöz)	2.114

Çizelge 1 ve 2'den de görüleceği gibi, 2018 yılı itibariyle Karaman'da 12.000'den fazla traktör ve yaklaşık 14.000 tarım arabası bulunmaktadır. Ayrıca, 15.351 adet çeşitli tipte pulluk ve 9.800 adet ekim makinesi de en çok kullanılan tarım makineleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kazalarda meydana gelen can kayıplarının önemini vurgulamak için, ölümlerle sonuçlanan kazalardaki can kayıpları, Olası Ömür Kayıp Yılları (OÖKY) ölçütüne göre değerlendirilmiştir. Türk insanının ortalama yaşam süresi erkekler için 75,8 yıl; kadınlar için 82,3 yıl olarak alınmıştır (Anonim, 2019b). Toplam Ömür Kaybı değerlerini belirlemek için, (1) nolu eşitlik kullanılmıştır (Peker ve Özkan, 1994).

$$OÖKY = \sum_{i=1}^n (OÖ - KY) \quad (1)$$

OÖKY : Olası ömür kayıp yılları (Yıl),  
 OÖ : Ortalama ömür (Yıl)  
 KY : Kaza anındaki yaşı (Yıl)  
 n : Ölen sayısı (adet)

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Yapılan çalışmada, Karaman İlinde 2016-2018 yılları arasında tarımsal üretimde belirlenen kazaların yıllara göre dağılımı Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 3'ten de görüleceği gibi en fazla kaza 2016 yılında, en az kaza ise 2018 yılında görülmüştür. 2016 yılında yörede yağışların fazla olması, tarımsal faaliyet yapılan süreyi kısaltmıştır. Kısa zamanda işlerini yetiştirmek isteyerek aceleci davranan üreticilerin kazalara neden olduğu söylenebilir.

Araştırmada tespit edilen 34 kazanın, 10'unun traktörden, 24'ünün ise tarım makinesinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Tarım makinelerinden kaynaklanan kazalarda 8 kişi, traktörden kaynaklanan kazalarda ise 7 kişi hayatını kaybetmiştir (Çizelge 3). Tiwari ve ark. (2002) ise, Hindistan'da, tarımda yaşanan kazaların %46'sının traktörlerden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Ayrıca, benzer şekilde Hard ve ark. (2002)'de tarımda yaşanan kazaların %75'nin traktör ile çalışmada meydana geldiğini ve ölüm ile sonuçlanan kazaların da 1/3 'ünü oluşturduğunu belirtmişlerdir. Öz (2005) ise yaptığı çalışmada, çiftçilerin %82'sinin kazalar sonucunda yaralandığını tespit etmiştir.

Çizelge 3. Karaman'da tarımsal üretimde meydana gelen kazalardaki can kayıplarının ve yaralanmaların yıllara göre dağılımı.

Kazalar Yıllar	Kaza Sayısı (Adet)	Traktör kazaları (kişi)		Tarım makinesi kazaları (kişi)		Toplam (kişi)	
		Ölüm	Yaralanma	Ölüm	Yaralanma	Ölüm	Yaralanma
2016	20	2	3	2	4	4	7
2017	9	3	5	4	10	7	15
2018	5	2	4	2	4	4	8
<b>Toplam</b>	<b>34</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>30</b>

Kazalar en fazla pat pat adı verilen, hem taşıma hem de çapa amaçlı kullanılan, araçlar ile meydana gelmiştir. Bunları, traktör-tarım arabası devrilmesi, çarpışma ve çarpma takip etmektedir. Ayrıca; tarım arabasından düşme, sıkışma, ilaçlama makinesi ile çalışmada kardan miline dolanma, süt sağım tesisinde tedbirsizlik nedeniyle elektrik çarpması, yem kırma makinesine besleme yapılırken kolun kaptırılması, harman makinesi ile çalışmada makine içerisine düşme, damlama sulama sistemlerinin traktör ile toplanması esnasında, hortum dolanması ile meydana gelen kazalar tespit edilmiştir. Gölbaşı (2002) ise çalışmada, traktör kazalarının çoğunlukla devrilme, takla atma ve şarampole yuvarlanma şeklinde meydana geldiğini, bunu çarpma, çarpışma gibi kazaların izlediğini ortaya koymuştur. Bu kazaların büyük bir kısmının tedbirsizlikten kaynaklandığı söylenebilir. Örneğin, süt sağım tesisinde, kabloların korunaksız ve açıkta bulunması nedeniyle, hayvanların zarar verdiği kablodan kaynaklanan kazada, 2 kişi elektrik çarpması sonucunda hayatını kaybetmiştir. Akbulut (2007) ise, ABD'de 1954-1963 yılları arasında tarım kesiminde meydana gelen, yıllık ortalama 2.409 kazanın %41,5'inin traktörden kaynaklandığını ve bunun da yaklaşık %50'den fazlasının, traktörün devrilmesi şeklinde sonuçlandığını bildirmiştir. Ayrıca hasat sırasında meydana gelen kazalar, tüm tarımsal faaliyetlerdeki kazaların %37'sini oluşturduğunu ifade etmektedir. Benzer şekilde Hard ve ark. (2002)'de, tarım işletmelerinde traktör devrilmelerinin çoğunlukla ölümlerle sonuçlandığını, yaşlı çiftçilerin kazaya maruz kalma bakımından en yüksek risk grubunda olduğunu ve travmatik yaralanmaların ABD'deki çiftliklerde yaşayan ve çalışan gençler için de, büyük bir endişe oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Kazalardaki can kayıpları ve yaralanmaların tarım makinelerine göre dağılımı Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi pat pat, tarım arabası, süt sağım makinesi ve harman makinesinden kaynaklı kazalarda 2'şer, damlama sulama sistemlerinin toplanması ve yem kırma makinesi ile çalışmada meydana gelen kazalarda ise 1'er kişi hayatını kaybetmiştir. En fazla yaralanmanın ise Pat Pat'tan kaynaklandığı tespit edilmiştir. Öz (2005), yaptığı çalışmada, kazaların çoğunluğunun devrilmeden kaynaklandığını belirtmiştir. Kazaya karışan tarım makinelerinin %33'ünün tarım arabaları olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4. Kazalardaki can kayıpları ve yaralanmaların tarım makinelerine göre dağılımı

Makinenin Adı	Can Kaybı (Kişi)	Yaralanma (Kişi)	Toplam
Pat pat	2	30	32
Tarım Arabası	2	5	7
Damlama Sulama Sistemi	1	1	2
Yem Kırma Makinesi	1	0	1
Süt Sağım Makinesi	2	0	2
İlaçlama Makinesi	0	1	1
Harman Makinesi	2	0	2

Ölümlerle sonuçlanan kazalarda, Olası Ömür Kayıp Yılları (OÖKY) (1) nolu eşitlikten yararlanılarak bulunulmuştur (Çizelge 5). Traktör devrilmesi ve çarpması sonucu 19, 60, 23, 53 yaşlarında 4 erkek, otomobilin pancar yüklü römorka çarpması sonucu ise 2 yaşında bir kız çocuğu hayatını kaybetmiştir. Ayrıca tarım makinelerinden kaynaklanan kazalarda ise; 73, 23, 35 yaşlarında 3 kadın ve 41, 53, 9, 41, 15, 30, 60 yaşlarında 7 erkeğin öldüğü tespit edilmiştir. Bu bulgulara paralel olarak, Öz (2005) de yaptığı çalışmada, 250 çiftçiye tarımsal faaliyetlerde meydana gelen kazalar hakkında sorular içeren bir anket uyguladığını ve katılanların %70'inin 20 ile 40 yaş aralığında olduğunu bildirmiştir.

Anonim (2019b) verilerine göre, Türkiye'deki ortalama yaşam süresi 79 yıl ile Avrupa Birliği ülkeleri içinde alt sıralarda yer almaktadır.

Çizelge 10'dan da görüleceği gibi, kazalarda ölen 15 kişinin Olası Ömür Kayıp Yılları toplamı 626 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu da gösteriyor ki; ölenlerin beklenen ömür yıl kadar tarımsal üretim faaliyetlerinden uzaklaşacağı ve üretime katkılarının olamayacağı anlamına gelmektedir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Kazalardaki olası ömür kayıp yılları (OÖKY)

Kazalar	Ölen (Kişi)	Ölen (%)	OÖKY (Yıl)	OÖYK(%)	
Traktör	Kadın	1	6,66	80,3	12,83
	Erkek	4	26,67	148,2	23,68
Tarım Makinesi	Kadın	3	20,00	115,9	18,51
	Erkek	7	46,67	281,6	44,98
<b>TOPLAM</b>	<b>15</b>	<b>100,00</b>	<b>626</b>	<b>100,00</b>	

Yerleşim yerlerine göre kazaların dağılımına bakıldığında, en çok il merkezi ve bağlı köy yollarında (%55,88) kazaların meydana geldiği görülmektedir. Bunu sırasıyla, Ermenek (%20,59) ve Başyayla'da (%8,82) meydana gelen kazalar izlemiştir (Çizelge 6). İl merkezinin diğer yerlere göre daha kalabalık olması, tarım yapılan alanların da geniş olmasının, kaza sayısını artırdığı söylenebilir. Ayrıca Ermenek, Başyayla gibi yerlerin coğrafi konumu ve tarım işletmelerinin küçük ve dağınık olması makineleşmenin gelişiminde bir engel teşkil etmektedir. Bu nedenle buralarda daha çok pat patların neden olduğu kazalara rastlanmaktadır.

Çizelge 6. Yerleşim yerine göre kazaların dağılımı

Yerleşim Yeri	Kaza Sayısı	(%)
Merkez	19	55,88
Ermenek	7	20,59
Başyayla	3	8,82
Sarıveliler	2	5,88
Kazımkarabekir	1	2,94
Karaman-Konya yolu	1	2,94
Ayrancı	1	2,94
<b>Toplam</b>	<b>34</b>	<b>100</b>

Kazaların meydana geldiği yer itibariyle bakıldığında, ilk sırayı şehirlerarası karayolunda (%41,18) meydana gelen kazalar alırken, bunu köy yollarında (%29,41) meydana gelen kazalar izlemiştir (Çizelge 7). Tarımsal faaliyetlerin yoğun yapıldığı dönemlerde, özellikle gün batımından sonra, karayollarında traktör ve tarım makinelerinin yeteri kadar aydınlatma ve ışıklandırma yapılmadan, düşük hızlı seyirleri, ciddi kazalara yol açmaktadır.



Çizelge 7. Meydana geldiği yere göre kazaların dağılımı

<b>Kazanın Meydana Geldiği Yer</b>	<b>Kaza Sayısı (Adet)</b>	<b>(%)</b>
Tarla içi	3	8,82
Köy içi	3	8,82
Köy yolu	10	29,41
Şehirlerarası karayolu	14	41,18
Yayla yolu	2	5,88
İşletme içi	2	5,88
<b>Toplam</b>	<b>34</b>	<b>100</b>

Meydana gelen kazaların aylara göre dağılımı incelendiğinde en fazla Haziran ve Ağustos aylarında olduğu Çizelge 8'de görülmektedir. Bunları sırasıyla Ekim ve Mayıs ayları izlemiştir. Tarımsal faaliyetlerin yaz aylarında yoğunlaşması nedeni ile kaza sayısının bu dönemde arttığı görülmektedir. İlimizde tarımsal faaliyetlerin en az olduğu Ocak ve Mart ayında herhangi bir kazaya rastlanmamıştır. Şubat ayındaki kazalar ise, içsel tarım yapılan süt hayvancılığı tesislerinde, yem kırma makinesi ile çalışmada ve sağıım ünitesinde görülmüştür.

Çizelge 8. Meydana geldiği aylara göre kazaların dağılımı

<b>Kazanın Meydana Geldiği Ay</b>	<b>Kaza Sayısı (Adet)</b>	<b>(%)</b>
Ocak	0	0
Şubat	2	5,88
Mart	0	0
Nisan	3	8,82
Mayıs	4	11,77
Haziran	6	17,65
Temmuz	2	5,88
Ağustos	6	17,65
Eylül	3	8,82
Ekim	5	14,70
Kasım	2	5,88
Aralık	1	2,94
<b>Toplam</b>	<b>34</b>	<b>100</b>

Gün itibariyle bakıldığında ise, kazaların en fazla pazartesi günü meydana geldiği görülmektedir. Bunu sırası ile pazar ve Perşembe günleri izlemiştir. En az kazanın ise Salı, Cuma ve Cumartesi günleri meydana geldiği tespit edilmiştir (Çizelge 9). Ancak, bu durumunun nedeni belirlenememiştir.

Çizelge 9. Meydana geldiği günlere göre kazaların dağılımı

<b>Kazanın Meydana Geldiği Gün</b>	<b>Tespit Edilen Kaza Sayısı (Adet)</b>	<b>(%)</b>
Pazartesi	8	23,53
Salı	3	8,82
Çarşamba	5	14,71
Perşembe	6	17,65
Cuma	3	8,82
Cumartesi	3	8,82
Pazar	6	17,65
<b>Toplam</b>	<b>34</b>	<b>100</b>

Gün içerisinde meydana gelen kazaların, yorgunluğun arttığı, çalışmaların ilerleyen saatlerinde yoğunlaştığı söylenebilir. 15.00-18.00 saatleri arasında kaza sayısının arttığı, bunun nedeninin çalışanların fiziksel yorgunluğu olduğu söylenebilir (Çizelge 10). Benzer şekilde Samulis (2007)'de tarımsal çalışmalarda meydana gelen kazaların gün içerisinde, 10.00-12.00 ve 15.00-17.00 saatleri arasında meydana geldiğini ifade etmektedir.

Çizelge 10. Meydana geldiği saatlere göre kazaların dağılımı

Kazanın Saati	Tespit Edilen Kaza Sayısı (Adet)	(%)
0-3	1	2,94
3-6	1	2,94
6-9	3	8,82
9-12	4	11,77
12-15	8	23,53
15-18	9	26,47
18-21	6	17,65
21-24	2	5,88
<b>Toplam</b>	<b>34</b>	<b>100</b>

Kazalarda hayatlarını kaybedenlerin ölüm yerlerine göre dağılımı Çizelge 11’de verilmiştir. Kazalarda ölen 15 kişiden 12’sinin (%80) olay yerinde hayatını kaybettiği görülmektedir. Bunun da en büyük nedeninin, şiddetli çarpışma ve devrilmeye dayalı kazalar olduğu söylenebilir. Diğer 3 kişinin (%20) ise, ya sağlık merkezlerinde ya da yolda hayatlarını kaybettikleri tespit edilmiştir (Çizelge 11).

Çizelge 11. Kazada ölenlerin ölüm yerlerine göre dağılımı

Kazada Ölenlerin Ölüm Yeri	Kaza Sayısı (Adet)	(%)
Olay yerinde	12	80
Sağlık merkezlerinde ya da yolda	3	20
<b>Toplam</b>	<b>15</b>	<b>100</b>

#### 4. SONUÇ

Karaman ilinin ekonomisinin tarıma dayalı olduğu düşünüldüğünde, tarımsal üretimde makine kullanımının yaygın olduğu söylenebilir. Özellikle geniş tarım alanlarına sahip işletmeler, yetişmiş eleman teminindeki zorluklar ve mevsimsel sınırlılıklar nedeni ile işleri yetiştirebilmek için, yoğun bir makine kullanımına yönelmişlerdir. Tarımsal üretimde kullanılan traktör ve makinelerin büyük kütleli ve karmaşık yapıda oluşu, makinelerin eğitimsiz kişilerce kullanılması, çalışılan alanların birçoğunun düzensiz zemine sahip olması gibi nedenlerle meydana gelen kazaların büyük bir kısmının, trajik sonuçlara yol açtığı söylenebilir. Bölgede, tarımsal üretimde çalışanların neredeyse hemen hepsinin geçmişinde kazaya uğradığı, yapılan görüşmelerden anlaşılmaktadır. Kazaya uğrayanların bir kısmının sosyal güvenceden yoksun olması nedeniyle, kazaları gizledikleri görülmüştür. Benzer şekilde Öz (2005) yaptığı çalışmada, anket uyguladığı çiftçilerin %27’sinin son beş yılda kazaya uğradığını, kazaların yaklaşık %80’inin de, yetkili kurumlara bildirilmediğini saptamıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, kazaya uğrayan kişilerin tümü geçirdiği kazalar sonucu ya yaralanmış ya da hayatını kaybetmiştir. Yaralanmalar kişilerde ciddi zararlar yol açmıştır. Bazılarında organ kayıpları meydana gelmiştir. Tiwari ve ark. (2002), Hindistan’da, tarımsal üretim esnasında kazaya maruz kalanların yaklaşık % 43’ünün hayatını kaybettiğini belirlemiştir. Samulis (2007) ise, çiftlik işlerindeki ölümlerin yarısının traktör kazalarından meydana geldiğini ve traktör devrilmelerinin de yüksek oranda ölümlerle sonuçlandığını bildirmiştir. Ayrıca, benzer şekilde Hard ve ark. (2002)’da alınan tüm tedbirlere rağmen, tarım sektöründe yaşanan kazaların sayısının, madencilikten sonra ikinci sırayı aldığı ifade edilmiştir. Araştırmacıların bu bulguları, yapılan çalışmayı destekler niteliktedir.

Kaza nedenleri arasında, traktör ve patpat devrilmesi ilk sıraları almaktadır. Özellikle patpat ile meydana gelen kazaların, çoğunlukla dağlık kesimlerde, virajlı ve eğimli yollarda olduğu tespit edilmiştir.

Güvenlik güçlerinin kontrollerinin ana yollar ile sınırlı olması, tarımsal faaliyet yapan kişilerin kırsal alan içerisinde yeteri kadar denetlenememesi, sürücü belgesi olmayan kişilerin de traktör kullanması, zaman zaman, kazalara neden olmaktadır.

Tarımsal üretimde kullanılan traktörlerin tümünde koruyucu kabinlerin kullanımının zorunlu olması, gerekmektedir. Bu tip donanımlar yeni traktörlerde mevcut olmasına rağmen, eski traktörlerin birçoğunda yoktur. Araştırmada geçen kazalara neden olan traktörlerin güvenlik sistemlerinin durumuna ulaşamamıştır. Gölbaşı (2002) da çalışmada, kabinsiz traktörlerde ölüm oranının %40’a yaklaştığını bildirmiştir.

Kazaların azaltılabilmesi için yürütülecek çalışmaların geniş kitlelere ulaşması gerekmektedir. Bu nedenle, radyo, televizyon aracılığıyla eğitim çalışmalarının yapılması gerekir (Alçayır, 2018). Tarımsal faaliyetlerin yoğun olmadığı dönemlerde, çiftçilere verilecek eğitimler, tarım makinelerinin güvenli kullanımı konusunda fayda sağlayacaktır.

Ülke genelinde meydana gelen tüm kazalarda, kaza yerinin koordinatlarının raporlarda yer alması, ilk yardım faaliyetlerini hızlandırırken, aynı zamanda yollarda yapılacak düzenlemelere de katkı sağlayacaktır.

Ana arter karayollarına paralel tali yollar yapılarak, traktör ve tarım makinelerinden kaynaklanan kazaların azaltılması ya da önlenmesi sağlanabilir.

Tarım arabaları ile insan taşımacılığı yapılmamalı, yük taşımada ise, kapasitelerinin aşılması halinde, uyarı sinyali verecek sensörler ile donatılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Akbolat,D.,2007. İş Güvenliği. SDÜ. Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü. (Basılmamış ders notları).
- Alçayır, A. 2018. Konya İli Çumra İlçesi Tarım İşletmelerinde Meydana Gelen Traktör ve Tarım Makineleri Kaynaklı İş Kazalarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya.
- Anonim, 2019a. International Labor Organisation. Erişim tarihi:03.03.2019. [https://www.ilo.org/ilostat/faces/oracle/webcenter/portallapp/pagehierarchy/Page27.jspx?indicator=INJ\\_FATL\\_SEX\\_MIG\\_NB&subject=OSH&datasetCode=A&collectionCode=YI&\\_adf.ctrl-state=2djv72t8s\\_78&\\_afLoop=2169811016488907&\\_afWindowMode=0&\\_afWindowId=2djv72t8s\\_75#!%40%40%3Findicator%3DINJ\\_FATL\\_SEX\\_MIG\\_NB%26\\_afWindowId%3D2djv72t8s\\_75%26subject%3DOSH%26\\_afLoop%3D2169811016488907%26datasetCode%3DA%26collectionCode%3DYI%26\\_afWindowMode%3D0%26\\_adf.ctrl-state%3D8wabbyr89\\_4](https://www.ilo.org/ilostat/faces/oracle/webcenter/portallapp/pagehierarchy/Page27.jspx?indicator=INJ_FATL_SEX_MIG_NB&subject=OSH&datasetCode=A&collectionCode=YI&_adf.ctrl-state=2djv72t8s_78&_afLoop=2169811016488907&_afWindowMode=0&_afWindowId=2djv72t8s_75#!%40%40%3Findicator%3DINJ_FATL_SEX_MIG_NB%26_afWindowId%3D2djv72t8s_75%26subject%3DOSH%26_afLoop%3D2169811016488907%26datasetCode%3DA%26collectionCode%3DYI%26_afWindowMode%3D0%26_adf.ctrl-state%3D8wabbyr89_4), Erişim: Mart 2019.
- Anonim, 2019b. Türkiye İstatistik Kurumu Verileri. Erişim tarihi:12.04.2019. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)
- Aybek, A., Sabancı A., 2001. Tarım Makineleri İle Çalışmada Oluşan İş Kazaları, Kaza Giderleri, Kazaların Önlenmesi ve Önemli Güvenlik Kuralları. 8. Ergonomi Kongresi. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, S 152-158, İzmir.
- Başer, E., Aybek A., 2007. Tarım Traktörlerinde Güvenlikle İlgili Özellikler. Tarımsal Mekanizasyon 24. Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı, S 118-132, Kahramanmaraş.
- Baydaş, F.ve Altuntaş, E., 2017. Türkiye'deki Bazı Yörelere Ait Traktör ve Tarım Makineleri Kullanımından Kaynaklanan İş Kazalarına Ait Sonuçların Değerlendirilmesi .GBAD.Sayfa 33-45.Cilt 6 ,sayı 1. ISSN: 2146-8168,Tokat.
- Doğan, H., 1992. Çukurova Bölgesinde Tarımsal Mekanizasyon İş Güvenliği Sorunları Üzerinde Bir Araştırma . (Yüksek Lisans Tezi) Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Adana.
- Gölbaşı, M., 2002. Tarım Alet-Makine ve Traktörlerin Kullanımından Kaynaklanan İş Kazaları Nedenlerinin ve Tahmini Kaza Maliyetleri İndeksinin Belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Hard, D. L., J. R. Myers and S. G. Gerberich., 2002. Traumatic Injuries in Agriculture Journal of Agricultural Safety and Health, 8 (1): 51-65.
- Müngen, M.U., 1993. Türkiye'deki İnşaat İş Kazalarının İncelenmesi ve İş Güvenliği Sorunu, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği (İnceleme ve Araştırmalar), S 25-47, Ankara.
- Peker, A. ve Özkan, A., 1994. 1973-1993 Yılları Arasında Karaman Yöresinde Meydana Gelen Traktör ve Tarım İş Makineleri Kazalarının Değerlendirilmesi. S. 475-484, Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Bursa.
- Peker, A. ve Özkan, A., 1995. Traktör ve Tarım İş Makinaları Kazalarında Meydana Gelen Can Kayıplarının Risk Analizi. S. 618-626, Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Antalya.
- Samulis, J.R., 2007. Burlington County Agricultural Agent. Erişim tarihi:11.01.2019. <http://njaes.rutgers.edu/farmsafety/news/FARMSAFETYNEWS902.pdf>
- Tiwari, P. S., L. P. Gite, A. K. Dubey and L. S. Kot., 2002. Agricultural Injuries in Central India: Nature, Magnitude, and Economic Impact. Journal of Agricultural Safety and Health, 8 (1): 95-11.
- Springfeldt, B., Thorson, J. ve Lee, B., 1998, Sweden's thirty-year experience with tractor rollovers, Journal of agricultural safety and health, 4 (3), 173.
- Öz, E., 2005. Ege Bölgesi'nde Meydana Gelen Traktör Kazalarının Tarımsal İş Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 42 (2).

## Makinalı Tarımsal Faaliyetlerde Tehlike ve Risklerin İş Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi

### Assessment of Hazards and Risks in Use of Agricultural Machinery in Terms of Occupational Safety

Çağdaş Kanvermez<sup>1,\*</sup>, Sarp Korkut Sümer<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Güvenliği Anabilim Dalı, Çanakkale, Türkiye  
\* Corresponding author (Sorumlu Yazar): Ç. Kanvermez, e-mail (e-posta): kanvermez.c@gmail.com

#### Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 08 Şubat 2019  
Düzeltilme tarihi : 16 Nisan 2020  
Kabul tarihi : 22 Nisan 2020

#### Anahtar Kelimeler:

Tarım Makinaları  
Tehlike  
Risk  
İş Güvenliği

#### ÖZET

Tarım sektöründe meydana gelen ölümlü iş kazalarının büyük kısmı tarım makinalarının kullanımından kaynaklanmaktadır. Kullanılan makinaların güç büyüklüğü yanında, keskin köşelere, dişli ve zincirli ve kayışlı mekanizmalara, dönen millere ve hareketli parçalara sahiptirler. Bu nedenle yalnızca makinaları kullanan kişiler değil, makina çevresinde bulunan kişiler de risk altında olmaktadır. Bu çalışmada tarımsal faaliyetlerde kullanılan makinaların iş güvenliği açısından tehlike ve risklerinin belirlenmesi ve tarım sektöründe yapılacak risk değerlendirmeleri için kaynak niteliğinde sonuçların ortaya konulması amaçlanmıştır. Tarımsal mekanizasyon sistemini oluşturan kuvvet ve tarım-iş makinaları için yapılan değerlendirmelerde toplam 106 farklı tehlike ve bu tehlikeler için çok sayıda kaza ve meslek hastalığı ile sonuçlanabilecek 48 farklı risk tanımlanmıştır. Kuvvet makinaları içerisinde tarım traktörlerinin, makinalı faaliyetler için saptanan tüm tehlikeleri %69 oranında kapsadığı belirlenmiştir. Tarım-iş makinaları kapsamında ise Hasat-harman makinalarının %61 oranıyla diğer makina sınıflarına göre daha yüksek çeşitlilikte tehlikeler içerdiği saptanmıştır. Makinalı tarımsal faaliyetlerde saptanan tehlikeler, fiziksel-ergonomik, kimyasal ve biyolojik risk etmenlerini kapsamaktadır. Tüm tehlikelerin %83'ünü fiziksel ve ergonomik risk etmenlerinin oluşturduğu belirlenmiştir. Kimyasal ve biyolojik risk etmenleri kapsamındaki tehlikelerin ise sırasıyla %13 ve %4 oranlarında olduğu bulunmuştur.

#### Article Info

Received date : 08 February 2019  
Revised date : 16 April 2020  
Accepted date : 22 April 2020

#### Keywords:

Agricultural Machinery  
Hazards  
Risks  
Occupational Safety

#### ABSTRACT

Most fatal accidents at the agricultural sector are due to the use of agricultural machinery. They have sharp corners, gear and chain and belt mechanisms, rotating shafts and moving parts, as the machines used are very strong. Therefore, not only people who use machines, but also people around the machine are at risk. In this study, it is aimed to determine the hazards and risks of the machines used in agricultural activities in terms of occupational safety and to present the results of the resource for the risk assessments in the agricultural sector. A total of 106 different hazards and 48 different risks have been identified that could result in many accidents and occupational diseases for these hazards. It was determined that agricultural tractors covered 69% of all hazards identified for machinery activities in the force machines. In the context of agricultural-work machines, it was determined that the harvest-threshing machines had a higher variety of hazards with 61% compared to other machine classes. The hazards identified in machine agricultural activities include physical-ergonomic, chemical and biological risk factors. It was determined that 83% of all hazards were physical and ergonomic risk factors. Hazards within the scope of chemical and biological risk factors were found to be 13% and 4%, respectively.

**Reference / Atıf:** Kanvermez, Ç., ve Sümer, S. K. (2020). "Makinalı Tarımsal Faaliyetlerde Tehlike ve Risklerin İş Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi", Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 16(1): 40-49.

## 1. GİRİŞ

Diğer sektörlerde olduğu gibi tarım sektöründe de her geçen gün insan gücüne dayalı çalışma, yerini makinalara bırakmaktadır. Dünya genelinde özellikle 1990 yılları sonrasında tarım alanlarının azalması ve nüfusun artması nedeniyle birim alandan daha fazla ürün elde etme gerekliliği kaçınılmaz bir hal almıştır. Bu gereklilik sonucunda, teknolojideki gelişmelere paralel olarak tarım teknolojileri de gelişmiştir (Altuntaş ve Demirtola, 2004; Sessiz ve ark., 2006; İleri, 2014). Tarımda teknolojilerin gelişmesi ve güç makinaların kullanımının artmasıyla çalışanlar için tehlikeler ve riskler de artmıştır. Tehlike, çalışma ortamında herhangi bir unsurun zarar verme potansiyeli, risk ise tehlikeli durumun meydana gelme olasılığı ve sonuçlarının bileşkesi olarak tanımlanmaktadır (Sabancı ve Sümer, 2011; Sabancı ve ark., 2012). Dünya genelinde meydana gelen ölümlü iş kazalarının büyük kısmı tarım sektöründe olup tarım makinalarından kaynaklanmaktadır. Kullanılan makinalar güç gruplarının büyüklüğü yanında, keskin köşelere, dişli ve zincirli ve kayışlı mekanizmalara, dönen millere ve hareketli parçalara sahiplerdir. Bu nedenle yalnızca makinaları kullanan kişiler değil, makina çevresinde bulunan kişiler de risk altında bulunmaktadır (Yıldırım ve Altuntaş, 2015; Pessina ve Facchinetti, 2017).

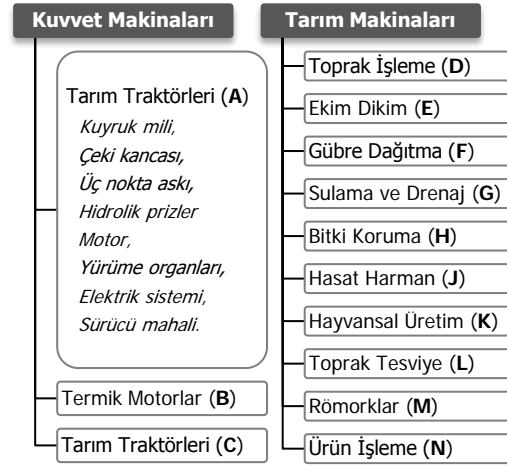
Tarım sektörü içerisinde kazaların kullanılan makinalar odaklı gerçekleşmesi, çok sayıda araştırmacının ilgisini çekmekte ve bu kapsamda çeşitli çalışmalar yürütülmektedir. Özgüven (2012) kapalı alanlarda kullanılan tarım makinalarının gürültü haritaları ile çalışanlar için riskli bölgelerini belirlemiş, buna göre gerekli önlemlerin alınmasını önemini vurgulamıştır. Coble ve ark. (2002) ve Hoppln ve ark. (2004), tarımsal faaliyetler kapsamında karşılaşılan kimyasal risk etmenleri arasında, traktör egzoz gazları, zirai ilaçlar ile organik ve inorganik tozların olduğunu belirtmişlerdir. Tiryaki ve ark. (2010), tarım ilaçları kullanım risklerinin değerlendirilmesine üzerine yürütmüş oldukları çalışmada, pestisitlerin insanlarda toksik olmaları nedeniyle mücadelede çalışanların meydana gelebilecek potansiyel zarardan sakınmaları gerektiğini vurgulamışlardır. Yıldız ve ark. (2005), insan ve çevre sağlığı yönünden tarım alanında kullanılan ilaçlarının olumsuz etkilerine karşı değişik önlemler alınması gerekliliğini bildirmişlerdir. Çakmak ve Alayunt (2009), motorlu tırpan ile çalışan işçilerde beyaz parmak sendromu meslek hastalığı ile karşılaştığı bunun da ilerleyen çalışma sürecinde el-kol titreşimine maruz kalınmasıyla ilişkili olduğu belirtilmiştir. Çalısır ve ark. (2007), su pompalarının devir sayısının artışına bağlı olarak gürültü şiddetinin de arttığı sonucunu rapor etmişlerdir. Baesso ve ark. (2014) traktörlerin hem fiziksel hem de ergonomik olarak tarım çalışanları için önemli riskler içerdiğini rapor etmişlerdir. Pessina ve Facchinetti (2017), tarım sektöründe meydana gelen ölümlü iş kazalarının büyük oranda traktör kaynaklı gerçekleştiğini rapor etmişlerdir. Etherton ve ark. (1991), traktör kazalarının ise neredeyse yarısının devrilme sonucu ters dönme ve takla atma şeklinde olduğunu bildirmişlerdir. Reynolds ve ark. (2000), traktör devrilmeleri sonucunda ölümlü iş kazalarını incelemişler ve önlem olarak devrilme önleyici yapıların (Roll-Over Protective Structures-ROPS) etkinliğini değerlendirmişlerdir. Yurtlu ve ark. (2012), tarımsal faaliyetler sırasında kullanılan tarım makinalarının, bu sektörde yaşanan kazaların ana sebeplerinden birisi olduğunu belirtmişlerdir. Tarımsal kazalar ve sonucunda ortaya çıkan yaralanmalar sadece bu makinalar ile çalışılırken değil, aynı zamanda makinaların tamir, bakım, ayarlama, temizleme gibi işlem basamaklarında da ortaya çıktığını vurgulamışlardır.

Görüldüğü gibi tarım makinalarının kullanımında sadece fiziksel ve ergonomik riskler değil, kimyasal ve biyolojik risklerin de bulunduğu literatürlerde yer almaktadır. Çeşitli araştırmacılar tarafından yürütülen çalışmalarda, tarım makinaları kaynaklı tehlike ve risk etmenleri, spesifik olarak ele alınmıştır. Ancak 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu gereğince yapılacak risk değerlendirmelerine genel olarak kaynak olabilmesi noktasında, tarım makinalarından kaynaklanan tehlike ve risklerin literatür çalışmaları incelenmesinde eksiklikler olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmanın, tarım makinaları ile yürütülen faaliyetlerde, iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin ilgili yönetmelikler dikkate alınarak değerlendirilmesi ile tarımsal faaliyetlerde çalışan iş sağlığı ve güvenliği uzmanları, akademik çalışmalar yürüten kişiler ve tarım çalışanları için rehber niteliği taşıması amaçlanmıştır. Bu amaçla, çalışmada, tarım makinalarına ait tehlike ve riskler detaylı bir şekilde belirlenmiş ve koruma-önlemeye yönelik öneriler sunulmaya çalışılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada öncelikle, tarımsal faaliyetlerde kullanılan makinaların tehlikeleri ve risklerinin belirlenmesi için makinalar temel sınıflara ayrılmış ve her bir sınıf için alt sınıflar oluşturulmuştur. Tarımsal faaliyetlerde kullanılan tüm makinalar, "Kuvvet Makinaları" ve Tarım Makinaları olarak iki ana sınıfa ayrılmıştır (Şekil 1). Türkiye'de yürürlükte olan kanun ve yönetmelikler tarım çalışanları açısından incelenmiş ve tarım sektöründe mevcut iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları değerlendirilmiştir. Tarım sektöründe yer alan tüm tehlike ve risklerin yalnızca çalışan sağlığını değil, toplum sağlığını da etkileme olasılığı nedeniyle fiziksel-ergonomik, kimyasal ve biyolojik riskler de literatür çalışmalarından incelenmiştir. Oluşturulan ana sınıflar ve alt sınıfların tehlikeleri, riskleri, alınacak önlemler ve bu önlemleri kapsayan ilgili yönetmelikler, çizelgeler halinde sunulmuştur.



Şekil 1. Tarım makinaları temel ve alt sınıfları

Kuvvet makinaları, traktörler ve motorlar alt sınıflarından oluşmaktadır. Kuvvet makinaları kapsamında bulunan tarım traktörlerine ait tehlike ve risklerinin belirlenmesinde, güç çıkış noktaları ve motor vb. ünitelerinin yanı sıra, diğer ekipmanlar ile etkileşimleri de dikkate alınmıştır. Tarım makinaları alt sınıflarında ise dikkate alınan özellikler sırasıyla: Toprak işleme alet ve makinaları için işleyici organı hareketli ve işleyici organı sabit olanlar, ekim ve dikim makinaları için tahrik düzenlerinin özellikleri, gübre dağıtma makinaları için kimyasal ve biyolojik ajanlar ile tahrik düzenekleri, sulama ve drenaj ekipmanları için yerleştirme ve toplama faaliyetleri, drenaj ekipmanlarında tahrik ve hareket iletim mekanizmaları, bitki koruma makinaları için her bir alet ve makinanın işlevi ve tahrik düzenleri, hayvansal üretim makinaları için kimyasal ve biyolojik ajanlar, toprak tesviye makinalarında bu makinalara ait işlevler ve tahrik özellikleri, römorklarda aks sayısı, ürün işleme makinalarında ise işleyici ünitelerin işlevleri ve kullanılan materyaller öncelikli olarak dikkate alınmıştır. Yapılan alt sınıflamalar sonucunda, kullanılan her makina için özgü özellikler ve kullanım ortamı dikkate alınarak iş sağlığı ve güvenliği açısından tehlikeler, riskler ve önlemler ilgili kanun ve yönetmelikler kapsamında değerlendirilmiştir.

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Her bir makina grubu için çok sayıda tehlike ve riskler belirlenmiştir. Aynı tehlikeyi ya da riski içeren çok sayıda makina ve aksamı bulunmaktadır. Örneğin kimyasal bir risk etmeni olan egzoz gazı, bir termik sulama motoru ve traktör için risk olarak değerlendirilmektedir. Çalışmada sonuçların sade ve tekrara düşülmeden sunulabilmesi için, sırasıyla tehlike, tehlike kaynakları ve riskler dikkate alınmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Tarım makinaları kullanımındaki tehlikeler, tehlike kaynakları ve riskler

Tehlike	Makina Sınıfları	Risk
Makinaların periyodik bakımlarının yapılmaması ya da yetkisi olmayan kişilerce yapılması	A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N	Patlama, yangın, yaralanma, ağır yaralanma, ölüm
Kırık, hasarlı, arızalı parçaların kullanılması, bağlantı noktalarının çalışmadan önce kontrol edilmemesi	A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N	Çevreye fırlayan cisimlere temas, devrilme, ezilme, kırılma, düşme, hareketli parçalara uzuv kaptırma, yaralanma, ağır yaralanma, ölüm
Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerini almamış olmaları	A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N	Patlama, yangın, zehirlenme, hareketli parçalara uzuv kaptırma, makinanın çevredeki cisim ya da insanlara çarpması, devrilme, meslek hastalıkları, yaralanma, ölüm
Tahrik mekanizması çalışır durumda iken işlem yapılması	A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N	Hareketli parçalara uzuv kaptırma, yaralanma, ağır yaralanma, ölüm
Koruma donanımlarının işe ve ekipmana uygun olmaması	A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N	Çevreye fırlayan cisimlere temas, yaralanma
Açıkta bulunan döner aksamla temas	A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N	Hareketli parçalara uzuv kaptırma, çevreye fırlayan cisimlere temas, yaralanma, ölüm
Uygun kişisel koruyucu donanımların kullanılmaması/hatalı kullanılması	A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N	Meslek hastalıkları, yaralanma, ağır yaralanma, ölüm
Çalışanların üzerine yük ya da ağır parçalar düşmesi	A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N	Ezilme, kırılma, yaralanma, ölüm
Ağır malzemelerin uygun olmayan şekilde kaldırılması veya taşınması	A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N	Kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, ezilme, yaralanmalar
Makinanın traktöre bağlantısının hatalı yapılması	A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N	Devrilme, yaralanma, ağır yaralanma, ölüm
Makinaların takoza alınması	A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N	Ezilme, yaralanma, ölüm
Çalışma alanında görevli olmayan kişilerin bulunması	A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N	Çevreye fırlayan cisimlere temas, hareketli parçalara uzuv kaptırma, meslek hastalıkları, enfeksiyonlar, zehirlenmeler, yaralanma, ölüm
Makinaların krikolo ile kaldırılması	A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N	Kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, ezilme, yaralanma, ölüm

Çizelge 1. Tarım makinaları kullanımındaki tehlikeler, tehlike kaynakları ve riskler (Devamı)

Tehlike	Makina Sınıfları	Risk
Makinanın çevresindeki engellere ya da havai hatlarına takılması	A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N	Devrilme, yangın, çarpma, yaralanma, ölüm
Makinaların kapasitelerinin üzerinde çalıştırılması, işe uygun olmayan makina kullanılması	A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N	Devrilme, çevreye cisim fırlayan cisimlere temas, yaralanma, ölüm
Makinalar ile ilgili yönetmeliklerde belirtilen sürelerin üzerinde uzun ve yetersiz aralar ile çalışma	A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N	Yorgunluk, dikkat dağınıklığı, yaralanma, meslek hastalıkları
Kaza halinde kazazedeye ilk yardımcı yapacak eğitimli personelin olmaması	A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N	Yaralıya müdahalenin gecikmesi/yanlış müdahale yapılması
Toz	A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N	Pnömonyoz (akciğer hastalığı)
Makinaların kuyruk miline yanlış bağlanması	A	Devrilme, çevreye fırlayan cisimlere temas, yaralanma
Çeki oku bağlantısının yanlış yapılması ve emniyet pimi takılmaması	A	Devrilme, ezilme, yaralanmalar, ölüm
Tekerleklerin uygun aralıkta ayarlanmaması	A	Devrilme, yaralanma, ölüm
Ön lastik tekerleklerden biri olmaksızın çalışma	A	Devrilme, yaralanma, ölüm
Makinanın traktöre bağlanması sırasında el freninin çekilmemesi	A	Makinanın çevredeki cisim ya da insanlara çarpması, yaralanma, ölüm
Makina bağlantı kollarının ayarlarının doğru yapılmaması	A	Devrilme, makinanın çevredeki cisim ya da insanlara çarpması, yaralanma, ölüm
Makinanın traktörden uygun olmayan şekilde sökülmesi	A	Devrilme, makinanın çevredeki cisim ya da insanlara çarpması, yaralanma, ölüm
Üst bağlantı kolundan makinanın hareket ettirilmesi	A	Ezilme, uzuv sıkışması, yaralanma
Traktöre bağlanan ekipmanın iş bitiminde indirilmemesi	A	Ezilme, yaralanma, ölüm
Çeki oku ya da üç nokta bağlantı sistemi üzerine kişilerin çıkması	A	Bağlantı noktalarının kırılması/hasar görmesi, düşme, yaralanma
Traktöre uygun olmayan ekipman bağlanması	A	Devrilme, yaralanma, ölüm
Üç nokta askı sisteminin kontrolsüz kaldırılması-indirilmesi	A	Ezilme, hareketli parçalara uzuv kaptırma, yaralanma
Yükün dengesiz ve fazla olması	A	Devrilme, ezilme, yaralanma, ölüm
Yerleşim yeri içerisinde traktör park edilmesi	A	Trafik kazaları, yaralanma, ölüm
Römorkun, hareket eden kısımlardan ya da çeki okundan tutulması	M	Hareketli parçalara uzuv kaptırma, ezilme, yaralanma, ölüm
Yükün yanlış konumlandırılması, aşırı yükleme, yan kapakların açılması	M	Devrilme, ezilme, düşme, ağır yaralanma, ölüm
Tek akslı römorklarda yükün aks üzerinde binmesi ve/veya römorkun arka tarafında yığılması	M	Devrilme, ezilme, yaralanma, ölüm
Manevralar sırasında römorkun çeki okunun lastiğe çarpması	M	Lastik patlaması, trafik kazaları, yaralanma, ölüm
Kalkık konumdaki damperli römorkun altında destek olmadan çalışanın altına girmesi	M	Ezilme, yaralanma, ölüm
Yokuşta römork takma	M	Makinanın kayması, makinanın çevredeki cisim ya da insanlara çarpması, yaralanma, ölüm
Arızalı markörlerin kullanılması	E	Markörlerin yuvalarından çıkması ya da kırılması sonucunda iş kazaları
Ön arka ayarının yapılmaması/hatalı yapılması	E	Devrilme, ezilme, yaralanma, ölüm
Pnömatik ekim makinalarında sağ sol ayarının yapılmaması/hatalı yapılması	E	Devrilme, ezilme, yaralanma, ölüm
Ses düzenekleri ile zararlı mücadelesi	H	Geçici/kalıcı işitme kaybı, LPG ile çalışan patlama düzeneği ile temas, yaralanma
Saçılan gübre partikülleri	F	Zehirlenmeler, enfeksiyonlar, solunum sistemi rahatsızlıkları
Kapalı ortamdaki amonyak buharının hava ile karışması	F	Patlama
Buharlaşarak atmosfere karışan amonyak azotunun solunması	F	Zehirlenme, derinin tahriş olması, solunum sistemi rahatsızlıkları
Kazı göçükleri	G	Düşme, devrilme, ezilme, makinanın kayması, yaralanma, ölüm
Sepetin (depo) çalışanın üzerine düşmesi	J	Ezilme, yaralanma, ölüm
Depoların boşaltılması sırasında dengenin bozulması	J	Devrilme, ezilme, yaralanma, ölüm
Tabla altında, bakım, onarım ve ayar çalışmaları	J	Ezilme, yaralanma, ölüm
Çalışanların materyali harmanlama ünitesine yedirmesi	J	Hareketli parçalara uzuv kaptırma, ünite içine düşme, yaralanma, ölüm.
Kazıcı kepçesinde dengiyi bozacak fiziksel özelliklerde (çok uzun yükler gibi) yüklerin bulunması	L	Devrilme, ezilme, yaralanma, ölüm
Kayış-kasnak tahrik mekanizması	J, N	Hareketli parçalara uzuv kaptırma
Tıkanıklıkların giderilmemesi	J, K	Yangın, yaralanma, ölüm
Isticıcıların hayvan yemlerine yakın olması	K, N	Yangın, yaralanma, ölüm
Sabitlenme ayaklarının dengesiz durması/zemine tam oturmaması	L, K	Devrilme, ezilme, yaralanma, ölüm

Çizelge 1. Tarım makinaları kullanımındaki tehlikeler, tehlike kaynakları ve riskler (Devamı)

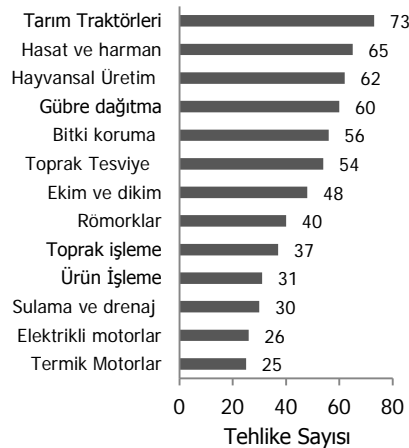
Tehlike	Makina Sınıfları	Risk
Uzama özelliği içeren ünitelerin (teleskobik, hidrolik) havada asılı bırakılması ve kontrolsüz kullanımı	L, K	Devrilme, ezilme, yaralanma, ölüm
Römorklarda uygun olmayan bağlama düzeni kullanılması	A, M	Traktörün Şahlanması, Devrilme, yaralanma, ölüm
Yüklerin operatör görüşünü kapatması	A, M	Trafik kazaları, yaralanma, ölüm
Tekerlek iz genişliği ayarlanması	A, J	Devrilme, yaralanma, ölüm
Tekrarlı hareketler	A, L	Kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, karpal tünel sendromu
Kimyasal maddelerin deriye teması, solunması, yakınında yiyecek ve/veya içeceklerin tüketilmesi	H, F	Zehirlenme, derinin tahriş olması, solunum sistemi rahatsızlıkları, ölüm
Hijyen koşullarının sağlanmaması ve/veya yanlış depolama koşulları	F, K, N	Enfeksiyonlar
Kullanılan kimyasal maddelerin riskleri, depolama koşulları ile korunma önlemlerinin bilinmemesi	F, H, K	Patlama, yangın, meslek hastalıkları, yaralanma, kanser, ölüm
Kimyasalın çalışma alanındaki toprağa ve su kaynaklarına karışması	F, H, N	Zehirlenme, ölü doğumlar ve/veya düşükler, kanser
Balya veya silaj makinalarına tek akslı römork bağlanması	M, J, K	Devrilme, ezilme, yaralanma, ölüm
Elektrikli aksamlardaki problemler nedeniyle kısa devre, akımın kesilmemesi	A, B, C, J, N	Yangın, yaralanma, ölüm
Makinanın operatörü olmadan kontrolsüzce hareket etmesi	A, G, J, K, H, L, F, E	Devrilme, makinanın çevredeki cisim ya da insanlara çarpması, yaralanma, ölüm
Kendi yürür makinalarda motorun kısa devre yaptırılarak çalıştırılması	A, J, K, H, L, F, E	Makinanın çevredeki cisim ya da insanlara çarpması, yaralanma, ölüm
Makinalara çıkarken veya inerken merdivenleri kullanmama, hareket halinde inme-binme	A, J, K, H, L, F, E	Düşme, yaralanma
Egzoz borusu çevresinde biriken saman, ot gibi maddeler	A, B, J, K, H, L, F, E	Yangın (A, B Sınıfı)
Aynaların kirlenme, kör nokta oluşması gibi operatörün görüşünü engelleyecek durumda olması	A, J, K, H, L, F, E	Trafik kazaları, yaralanma, ölüm
Farların arızalı ya da kirli olması nedeniyle diğer kişi/araçlar tarafından fark edilememesi	A, J, K, H, L, F, E, M	Trafik kazaları, yaralanma, ölüm
Tekerlek basıncının uygun olmaması	A, J, K, H, L, F, E, M	Lastik patlaması, trafik kazaları, yaralanma, ölüm
Hidrolik sistemlerin hortumlarının kullanım ömürlerinin bitmesi	A, J, K, H, L, F, E, D, M	Hidrolik sistem arızası, yaralanmalar, ağır yaralanmalar
Hidrolik hortumlarda yırtık gibi sızıntıya neden olacak açıkların olması	A, J, K, H, L, F, E, D, M	Sinir hücrelerinin zarar görmesi, kangren, zehirlenme, yaralanma
Hidrolik akümülatör	A, J, K, H, L, F, E, D, M	Patlama
Hidrolik sistem hortumlarının uygun olmayan hortumlar ile değiştirilmesi, hasarlı/ömrünü tamamlamış hortumların kullanılması	A, J, K, H, L, F, E, D, M	Arızalanma, patlama, yaralanma, ölüm
Hidrolik yağlara temas	A, J, K, H, L, F, E, D, M	Sinir hücrelerinin zarar görmesi, kangren, zehirlenme, yaralanma
Asılır tip makinalar ile güvensiz dönüşler	A, J, K, H, L, F, E, D	Devrilme, ezilme, yaralanma, ölüm
Kuyruk milinin olması gerekenden daha yüksek devirde kullanılması	A, J, K, H, L, F, E, D, N	Çevreye fırlayan cisimlere temas, yaralanma, ölüm
Makinanın dönüşü sırasında kuyruk miliyle bağlantısının kesilmemesi	A, J, K, H, L, F, E, D	Hareketli parçalara uzuv kaptırma, yaralanma, ölüm
Makina üzerinden çalışma	A, J, K, H, L, F, E, D, N	Düşme, yaralanma, ölüm
Frenlerin arızalı veya hatalı kullanılması	A, J, K, H, L, F, E, D, M	Devrilme, trafik kazaları, yaralanma, ölüm
Operatörün ya da yanında oturan diğer kişinin kabinden düşmesi	A, J, K, H, L, F, E, D	Düşme, yaralanma, ölüm
Makinanın ağırlık dengesinin bozulması	A, J, K, H, L, F, E, D, M	Devrilme, trafik kazaları, ezilme, yaralanma, ölüm
Çeki okunun yeterli kalınlıkta olmaması ve emniyet kilidi olmadan bağlanması	A, J, K, H, L, F, E, D, M	Devrilme, yaralanma, ölüm
Çeki okunun traktöre düz bağlanmaması	A, J, K, H, L, F, E, D, M	Devrilme, yaralanma, ölüm
Operatörlük belgesi olmayan kişilerin makinaları kullanması	A, J, K, H, L, F, E, D	Trafik kazaları, devrilme, ezilme, çevreye fırlayan cisimlere temas, makinanın çevresindeki cisim ya da insanlara çarpması, kırılma, lastik patlaması, makinanın kayması, yaralanma, ölüm
Yangına zamanında müdahale edilememesi	A, B, C, J, K, H, F	Yangının büyümesi/kontrol edilememesi/yanlış müdahale, patlama, yaralanma, ağır yaralanma, ölüm
Yakıt ikmali sırasında yakıt yakınında sigara içme, sıcak motor ile yakıtın doğrudan teması,	A, B, J, K, H, F	Yakıt ile sıcak ya da kıvılcım teması, patlama, yangın (B Sınıfı), yaralanma, ölüm



Çizelge 1. Tarım makinaları kullanımındaki tehlikeler, tehlike kaynakları ve riskler (Devamı)

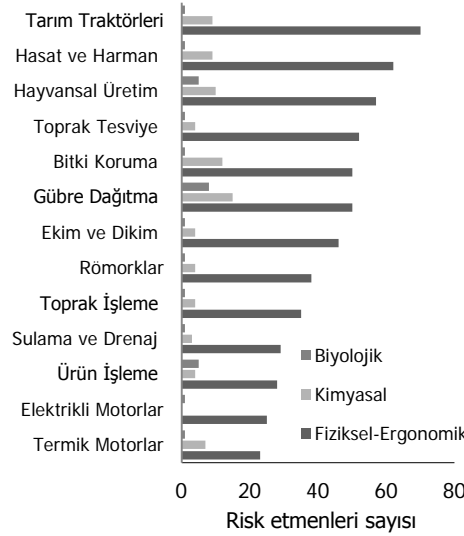
Tehlike	Makina Sınıfları	Risk
Sıcak havalarda ve uzun süre Güneş altında çalışmalarda yakıt deposunun genleşmesi	A, B, J, K, H, F	Patlama, yangın
Yakıt ikmalinin tarlada yapılması	A, B, J, K, H, F	Yangın
Gürültü	A, B, C, G, J, K, L, N	Geçici/kalıcı işitme kayıpları
Titreşim	A, B, C, G, J, K, H, L, N, F	Merkezi sinir sistemi rahatsızlıkları, omurga rahatsızlıkları, dolaşım sistemi rahatsızlıkları, solunum hızının artması, dikkat dağınıklığı, uyku bozuklukları, Karpal Tünel Sendromu
Makina kullanılırken, çalışma alanının termal konfor şartlarını sağlamaması	A, G, J, K, H, L, N, F	Güneş yanıkları, Güneş çarpması, vücutta su kayıpları, dikkat dağınıklığı, tansiyon sorunları, kalp rahatsızlıkları
Operatörün fizyolojik özelliklerinin denetim elemanları konularına ve ölçütlerine uygun olmaması	A, G, J, K, H, L, F	Kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları
Dönerek çalışan aksamaların toprak, taş vb. madde fırlatması	G, J, K, L, F, E	Çevreye fırlayan cisimlere temas, yaralanma
Operatörün makinaryı ideal hızından yüksek hızda kullanması	A, G, J, K, H, L, F	Devrilme, trafik kazaları, yaralanma, ölüm
Makina üzerinde trafik işaretlerinin olmaması	A, G, J, D, K, H, L, F, E, M	Trafik kazaları, yaralanma, ölüm
Egzoz gazı	A, B, J, K, H, F	Gözlerin tahriş olması, akciğer kanseri (özellikle dizel egzoz gazı bulunduğu)
Elektrik kaçağı/Elektrik akımına kapılma	C, J, K, L, N	Yangın, yaralanma, ölüm
Tepe lambası, aydınlatma ve işaret lambaları ve sesli uyarıların çalışır durumda olmaması	A, G, J, D, K, H, L, F, E, M	Trafik kazaları, yaralanma, ölüm
Aynaların yanlış ayarlanması ve/veya kullanılmaması sonucunda çevredeki kişi/araçların görülmemesi	A, G, J, D, K, H, L, F, E	Trafik kazası, yaralanma, ölüm
Elektrik iletim hatlarına temas	C, D, E, J, N	Elektrik çarpması sonucu ölüm
Elektrikli tahrik sistemleri	A, C, G, N, N	Elektrik çarpması sonucu yaralanma, ölüm

Çalışmada tüm tarım makinaları sınıflarının toplam 106 farklı tehlike içerdiği belirlenmiştir. Traktörler, belirlenen toplam tehlike sayısının %69'unu kapsamakta ve en fazla çeşitlilikte tehlike içermektedir. Traktörleri, %61 kapsama oranıyla hasat-harman makinaları takip etmektedir (Şekil 2). Belirlenen tehlikelerin toplam 48 farklı risk içerdiği saptanmıştır. Tanımlanan herhangi bir riskin farklı tehlike çeşitlerinden kaynaklanabilmesi nedeniyle, belirlenen risk sayısı toplam tehlike sayısının altında bulunmuştur. Örneğin, devrilme suretiyle ezilme ve yaralanma riski, tüm tarım makinası sınıfları dikkate alındığında farklı 32 tehlikeden kaynaklanmaktadır (traktöre uygun olmayan ekipman bağlanması, makinaların takoza alınması vb.). Belirlenen tehlikeler ve risklerin makina sınıflarına göre sayısal dağılımı ile her bir sınıf kapsamındaki tehlikelerin içerdiği risk etmenleri Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 2. Tehlikelerin makina sınıflarına göre dağılımı

Çizelge 1'de görülen tarım makinalarına ait ortak tehlikelerin, metal aksamlar ve hareketli parçalardan kaynaklanması, risk şiddetlerinin ölümle sonuçlanmasının nedeni olarak düşünülmelidir. Ayrıca tarımsal faaliyetlerde mekanik aksamalara ek olarak kimyasal ve biyolojik materyallerin de bulunması nedeniyle, söz konusu tehlikeler; hafif yaralanmalar, uzun kayıpları, meslek hastalıkları ve ölüm ile sonuçlanabilecek çeşitli risk etmenlerini içermektedir (Şekil 2). Tüm tehlikelerin %83'ünü fiziksel ve ergonomik risk etmenlerinin oluşturduğu, kimyasal ve biyolojik risk etmenleri kapsamındaki tehlikelerin ise sırasıyla %13 ve %4 oranlarında olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3. Risk etmenlerinin makina sınıflarına göre dağılımı

Makinalı tarımsal faaliyetlerin tamamı dikkate alındığında fiziksel-ergonomik risk etmenlerinin, tüm makina sınıfları için diğer risk etmenlerine kıyasla daha yüksek oranlarda tehlike çeşitleri içerdiği saptanmıştır. Özellikle tarım traktörleri ile hasat harman makinalarında fiziksel-ergonomik risk etmenlerinin diğer makina sınıflarına göre daha yüksek çeşitlilikte tehlikeler içermektedir. Traktörlerde diğer makinalarda da yoğun bulunan fiziksel etmenlerin yanı sıra operatör ile ilgili ergonomik faktörler, bu sınıfın tehlike çeşitliliğini artıran bir unsur olmuştur. Tarım-iş makinaları içerisinde, kendi yürür tip makinaların daha fazla bulunduğu hasat harman makinaları da (biçerdöver, pamuk toplama, pancar hasat vb.), traktörlerde olduğu gibi operatörün maruz kaldığı ergonomik faktörler nedeniyle diğer makina sınıflarına kıyasla daha yüksek oranda fiziksel-ergonomik risk faktörleri içermektedir. Kimyasal risk etmenleri içeren tehlike çeşitleri için yapılan değerlendirmede, gübre dağıtma ve bitki koruma makinalarının diğer makina sınıflarına göre daha yüksek oranlarda bu tehlikeleri içerdiği belirlenmiştir. Bunun nedeni, yürütülen faaliyetlerde yoğun olarak kimyasal materyallerin kullanılmasıdır. Çalışanlar üzerinde önemli etkileri bulunan diğer bir kimyasal etken egzoz gazlarıdır. Termik motorlar ile tahrik edilen diğer makina sınıflarında da (termik motorlar, tarım traktörleri, hasat-harman, hayvansal üretim makinaları) kimyasal risk etmenleri içeren tehlikelerin dikkate değer oranlarda bulunduğu görülmektedir. Organik materyaller kaynaklı olarak tehlikeler oluşturan biyolojik risk etmenleri dikkate alındığında; hayvansal üretim makinaları, gübre dağıtma makinaları ile ürün işleme makinaları ön plana çıkmaktadır (Şekil 3).

Termik motorlarda yakıt olarak benzin, dizel ya da LPG nedeniyle patlama nedenli sonuçları önemli bir risk olarak nitelendirilmelidir. Kapalı alanlar içerisinde termik motorların çalıştırılması sonucu egzoz gazının solunması da diğer önemli bir risktir. Elektrikli motorların kullanımında elektrik çarpmaları sebepli yaralanma ve ölüm, sıklıkla karşılaşılabilecek risklerdendir.

Tarım sektöründe karşılaşılan kazaların büyük bir kısmı traktör kaynaklıdır. Özellikle devrilmeler nedeniyle bu kazalar çok sayıda ölüme yol açmış ve açmaktadır. Traktörler; fiziksel, kimyasal ve ergonomik birçok risk etmenlerine sahiptir. Traktörler üzerinde güç çıkış noktaları olarak tanımlanan kuyruk mil, hidrolik çıkışlar, çeki kancası ve üç nokta askı düzeni donanımları, çok çeşitli gereksinimleri olan tarım makinaları için enerji sağlamaktadır. Bu nedenle de en fazla tehlike çeşitliliğine sahip olan makinalar traktörlerdir. Çok çeşitli enerji iletim özelliklerine sahip olması, kendi yürür olması (motor ve yürüme organları) ve operatör ile doğrudan temas halinde olan arayüzlere (operatör mahali, denetim elemanları) sahip olması nedeniyle, traktörler, tarımsal mekanizasyon sistemi içerisinde iş güvenliği bakımından en önemli makina olarak tanımlanabilir. Güç çıkış noktalarına diğer makina ve ekipmanların bağlanması nedeniyle tekrara düşülmemesi için traktöre bağlanan makinalarda bu tehlikeler ve riskler tekrar değerlendirilmemiştir. Kuyruk milinden hareketini alan makinalarla yürütülen faaliyetlerde risk oluşturan etmen açıkta bulunan döner aksamlardır. Traktöre bağlanarak çalışan tüm makina ve ekipmanlar için dikkat edilmesi gereken diğer bir tehlike kaynağı da operatör mahali ve denetim elemanlarının yerleşimidir ve dolayısıyla ergonomik risk etmenleri de değerlendirilmesi gereken önemli unsurlardandır.

Tarım makinaları incelendiğinde, toprak işleme alet ve makinaları içerisinde kazalar genellikle hareketli ve hareketsiz işleyici organlara sahip makinalarda, tarımsal faaliyetler sırasında yanlış kullanım ve müdahalelerden kaynaklanmaktadır. Ekim ve dikim makinalarına ait tehlike ve risklerin belirlenmesinde, tahrik düzenlerinin özellikleri dikkate alınmıştır. Örneğin, kuyruk milinden hareket alan (serpme ekim) ya da kendi tekerleklerinden hareket alan (sıraya ekim) makinalar ayrı gruplar altında değerlendirilmiştir. Karşılaşılabilecek tehlikeler; hareketli parçalara temas (özellikle pnömatik ekim makinalarında), gürültü, ağır yüklerin ekipman kullanılmadan kaldırılması ve taşınmasıdır. Toprak işleme alet ve makinaları sınıfı için de benzer değerlendirmeler yapmak mümkündür. İşleyici organın hareketli veya sabit olmasına göre

tehlikeler değişim göstermektedir. Sulama ve drenaj makinalarının kullanımında, diğer makinaların kullanımından farklı olarak göçük tehlikesi vardır. Diğer tehlikeler ise yüksekte çalışmadır. Kazıcılar, küreyiciler ve yükleyicileri kapsayan değerlendirmede, küreme makinalarının işleyici organı sabit toprak işleme makinalarına benzer özelliklerde olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle tehlike, riskler ve önlemler bu makinalara benzemektedir.

Gübre dağıtma makinalarında dikkat edilmesi gereken tehlike mikroorganizmalardır. Benzer tehlike, hayvansal üretim makinaları alt sınıfında yer alan süt sağım makinaları için de geçerlidir. Hayvansal üretim makinaları hem mekanik hem biyolojik hem de kimyasal tehlikelere sahip olabilmektedirler. Biyolojik risk etmenlerini içeren bu makinalarda gerek çalışan gerekse halk sağlığı için öncelikle hijyen kuralları dikkate alınmalıdır. Kimyasal gübreler, çiftlik gübreleri gibi toplum sağlığı ve çalışan sağlığı için riskler içermektedir. Ancak çiftlik gübrelerinden farklı yanı, etken maddelerin kimyasal olması ve kanser gibi ölümcül hastalıklara da neden olma potansiyelinin bulunmasıdır. Bitki koruma makinaları; hem uygulama şekli hem de kullanılan koruma ürünleri açısından çok çeşitlilik göstermektedir. Gübre dağıtma makinaları ve bitki koruma makinaları kullanılmadan önce mutlaka kullanılan malzeme ile ilgili MSDS (malzeme güvenlik bilgisi) formları temin edilmeli ve gerekli korunma önlemleri bu bilgilere göre alınmalıdır.

Hasat ve harman makinaları içerisinde traktöre bağlanarak kullanılan makinalar ile kendi yürür makinaların tehlikeleri ve risklerinin ortak noktaları da bulunurken ayrıldıkları noktalar da vardır. Kendi yürür makinaların kullanımında öncelikli olarak dikkat edilmesi gereken hususlar; trafikte kullanımları sırasında uyulması gereken kurallar, operatörün makinaları kullanırken arazi yapısı ve makinanın ağırlık merkezi gibi fiziksel özelliklerini de dikkate alarak kullanımı ile çalışma alanında bulunan elektrik iletim hatlarıdır. Hayvansal üretim makinalarında, yem mekanizasyonu makinaları için yapılan değerlendirmede, balya ve silaj makinalarının, benzer tehlike ve riskler içermekte olduğu görülmüştür. Balya makinalarında yaygın olarak makinanın yanlarından otların sarkması ve/veya iplik değişimi/düğümlemesi gibi durumlarla karşı karşıya kalınabilir. Bu işlemler açıkta bulunan döner aksamlar tehlikesini barındırmaktadır ve bu nedenle motor durdurulup döner aksamların durması beklenmeden makinalara müdahale edilmemelidir.

Isıtıcıların kullanımı sırasında en olası tehlike yemlerin tutuşması ve yangına neden olmasıdır bu nedenle ısıtıcılar konumlandırılırken ve ısı seviyesi ayarlanırken yemler ile arasındaki mesafe dikkate alınmalıdır.

Toprak işleme makinalarının tehlike ve riskleri için yapılan değerlendirmeler, lazerli/lazersiz tesviye makinaları içinde geçerlidir. Ancak, kazıcı ve yükleyici makinalar, kendi yürür de olabilmeleri, özellikle yoğun hidrolik sistemler ile donanmış olmaları nedenleriyle daha çeşitli tehlike ve riskler içermektedir. Ekskavatörlerin neden olduğu iş kazaları genellikle devrilmelerdir. Bu makinaları kullanan kişilerin operatörlük belgesi olmalıdır. Römorklar ile meydana gelen iş kazaları incelendiğinde yaygın olarak devrilme nedeni olduğu ve insanları taşıma amacıyla kullanılması nedeniyle birden fazla ölümlü kazalar olduğu görülmektedir. Römorkların kapakları kapalı tutulmalı ve zincirle kapağın açılmaması için ek güvenlik önlemi alınmalıdır. Özellikle tek akslı römorklarda yükün ağırlık merkezinin arka bölümde olması, çeki okunun kırılmasına ve devrilmelere neden olabilir.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırma sonucunda tarım makinaları ile yapılan faaliyetlerde, tarım çalışanlarının birçok risk etmenine (fiziksel ve ergonomik risk etmenleri, biyolojik risk etmenleri ve kimyasal risk etmenleri) maruz kalabileceği görülmüştür. Bu risk etmenlerine maruziyet sonucunda yaşanabilecek iş kazaları ise yüksek oranda ölümle sonuçlanabilme ihtimaline sahiptir.

6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (İSGK) kapsamında kalan tüm işletmelerde korunma önlemleri alınırken öncelikle toplu koruma önlemleri dikkate alınmaktadır. Makinalı tarımsal faaliyetlerde tehlikelerden korunmak için de öncelikle toplu koruma önlemleri uygulanmalıdır. Ancak tarım sektörünü endüstriyel sektörlerden ayrılan özellikleri (açık alanda çalışma, toplum sağlığını da etkileyecek riskler bulundurma, çalışma sürelerinin ve periyotlarının mevsime göre değişmesi gibi) nedeniyle toplu korunma ve önleme yaklaşımları her zaman uygulanamamaktadır. Örneğin; kapalı alanda çalışmada termal konfor şartlarının sağlanması için havalandırma sistemlerinden faydalanılırken, tarımda açık alanda çalışmada termal konfor şartları kapsamındaki tehlikeler (UV ışınlarına maruz kalma, sıcak çarpması vb.) için kişisel korunma önlemleri (koruyucu krem, kıyafetler vb.) zorunlu olarak tercih edilebilmektedir. Endüstriyel işletmelerde idari uygulamalar (çalışma saat ve sürelerinde düzenlemeler vb.) ile toplu koruma önlemleri alınabilmektedir. Ancak tarım makinaları ile yürütülen faaliyetlerde, üretilen ürüne bağlı olarak farklı mevsimlerde farklı saat ve sürelerde çalışma zorunlulukları, idari uygulamaları zorlaştırmaktadır. Toplu koruma önlemlerinin uygulanamaması, yetersiz kalması ya da başka riskleri ortaya çıkarabilmesi durumunda ise mutlaka kişisel koruyucu donanımlarla koruma önlemleri alınmalıdır. Sümer ve ark. (2006), kabinli ve kabinsiz biçerdöverlerde gürültü düzeyinin belirlenmesi ve etkilerinin değerlendirilmesi üzerine yürütmüş oldukları çalışmada, özellikle kabinsiz biçerdöverlerde operatörlerin önemli düzeylerde maruziyetlerinin olduğunu ve kulaklık ve manşon gibi kişisel koruma önlemlerinin alınması gerekliliğini vurgulamışlardır.

Tarım sektörünü endüstriyel sektörlerden ayıran diğer bir özellik, tarımsal faaliyetlerin büyük kısmının şehir merkezlerinden uzak alanlarda yapılmasıdır. Dolayısıyla meydana gelebilecek herhangi bir iş kazasında çalışana yapılabilecek ilkyardım müdahalesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle tüm tarım makinalarını kullanan ve çalışma alanında bulunan diğer çalışanlar için ilkyardım eğitimi almış çalışanın bulunması biyolojik risk etmeni kapsamında ortak parametre olarak belirlenmiştir. 2015 yılında yürürlüğe giren İlkyardım Yönetmeliği gereğince, kanun kapsamı içerisinde

yer alan tarım işletmelerinde tehlike sınıfına göre ilkyardımcı bulundurulması tarım sektörü için önem arz etmektedir (İlkyardım Yönetmeliği, 2015).

Çalışmada tüm makina sınıfları için potansiyel tehlikeler incelendiğinde, çalışanların en fazla sayıda karşılaşabilecekleri risk etmenlerinin fiziksel-ergonomik risk etmenleri olduğu belirlenmiştir (Şekil 3). Keskin köşelere, dişli ve zincirli ve kayışlı mekanizmalara, dönen millere ve hareketli parçalara sahip makineler ile çalışmada bu beklenen bir sonuçtur. Tarım makinelerinin açık arazilerde farklı fiziksel koşullarda kullanılması, bazı tehlikelerin (gürültü ve titreşim vb.) şiddetini etkileyebilir. Abd-El-Tawwab ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada motor gücü ve motor devri gibi makinaya özgü parametrelerin, tehlike ve risklerin belirlenmesinde dikkate alınması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu nedenle, kullanılan makinelerle ilgili fiziksel-ergonomik risklerin değerlendirilmesinde; makinenin işlevleri ve işleyici ünitelerine ait özellikleri ile çalışılan arazinin fiziksel koşulları dikkate alınarak risk değerlendirmeleri yapılmalıdır.

Tarım makineleri ile yapılan uygulamalar, toplum sağlığı ve çevreyi olumsuz etkileme potansiyeline sahiptir. Çalışmada hayvansal üretim, gübre dağıtma ve ürün işleme makinelerinin; hayvanlar, çiftlik gübresi vb. organik materyallerin kullanılması nedeniyle, çeşitli biyolojik ajanlar bulundurma potansiyeline sahip oldukları saptanmıştır. Poole ve Romberger (2012), organik tozların kapalı alanlı hayvancılık sektöründe çalışanlar için tehlike oluşturduğunu ve kronik bronşit, akciğer fonksiyonlarında azalma, astım, çiftçi akciğeri hastalığı riskini arttırdığını bildirmişlerdir. Kimyasal risk etmenleri dikkate alındığında, kimyasal ilaçlar ve gübre uygulamaları için tasarlanmış olan bitki koruma makineleri ve gübre dağıtma makineleri ile egzoz gazı salınımına sahip termik motor tahrikli makineler de (tarım traktörleri, kendi yürür makineler vb) çalışanlar ve toplum sağlığı üzerinde önemli riskler oluşturmaktadır. Sabancı (1996), tarımsal faaliyetlerde zehirli gazların önemli kimyasal risk etmenlerinden olduğunu ve termik motorların egzoz gazları, kimyasal ilaç ve gübreler, depolanan bitkisel malzeme ve çürüyen malzemelerden kaynaklandığını bildirmiştir. Son yıllarda küresel ısınma ve etkileri üzerine araştırmalar yürütülmektedir. Sabancı (1996), Cole ve ark. (1997), Paustian ve ark. (2004), Jhonson (2007) ve Smith ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmalarda, küresel ısınmaya neden olan sera gazları (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ve N<sub>2</sub>O) salınımının yaygın olarak endüstriyel faaliyetlerden kaynaklandığı düşünülmeye rağmen, tarımsal faaliyetlerin de sera gazı salınımına katkıda bulunduğu rapor edilmiştir. Dolayısıyla tarımsal faaliyetlerin biyolojik ve kimyasal risk etmenleri yalnızca çalışan sağlığını değil toplum ve çevre sağlığını etkileyen önemli faktörlerdir. Bu konuda çalışanların algısının da yeterli düzeyde olması gereklidir. Bazı araştırma sonuçlarına göre, tarım makinelerinin kaza riskleri ve güvenli makine kullanımı konusunda, tarım çalışanlarının eğitim düzeylerinin düşük olduğu belirtilmektedir. Kişilerin koruyucu önlem bilgi düzeyi, kaza tedbir bilgi düzeyi, tutum düzeyi ve yasa algısının yaş, tecrübe ve cinsiyet gibi faktörlere göre değişiklik gösterdiği rapor edilmiş ve kullanıcılara verilecek güvenli makine kullanımı eğitimlerinin, tarım makineleri ile ilgili kaza risklerini azaltılabileceği vurgulanmıştır (Yurtlu ve ark. 2012; Aktuna 2017).

2013 yılı Ocak ayında yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (İSGK) gereği tüm iş yerleri için zorunlu olan risk değerlendirme ve yönetimi uygulamaları kapsamında tarım işletmeleri de bulunmaktadır. Çeşitli risk etmenlerini içeren çok sayıda tehlike bulunan tarım sektöründe, tarım makineleri kaynaklı tehlikeler ölümle sonuçlanma ihtimali yüksek olan riskler içermektedir. Tarımsal işletmeler için yürütülecek risk değerlendirme ve yönetimi çalışmalarında, çalışan ve toplum sağlığı ile çevre güvenliğinin kabul edilebilir düzeylerde korunabilmesi için, bu araştırmada elde edilen ve sunulan bilgiler dikkate alınmalıdır.

## NOT

Bu makale, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Güvenliği Anabilim Dalında Çağdaş Kanvermez tarafından tamamlanan "Tarım Makinelerinin Kullanımında Tehlike ve Risklerin İş Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi" başlıklı Yüksek Lisans Tezi kapsamında hazırlanmıştır.

## KAYNAKLAR

- Abd-El-Tawwab, A.M., Abouel-Seoud, S.A., El-Sayed, F.M., Abd-El-Tawwab, T.A., 2000. Characteristics of Agriculture Tractor Interior Noise. Journal of Low Frequency Noise Vibration and Active Control 19(2): 73-81.
- Aktuna, A., 2017. Tarım Sektöründe Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Çerçevesinde Bilgi, Tutum ve Algı Düzeyleri; Tekirdağ Süleymanpaşa Örneği. Namık Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çalışma İktisadı Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. s:138.
- Altuntaş, E., Demirtola, H., 2004. Ülkemizin Tarımsal Mekanizasyon Düzeyinin Coğrafik Bölgeler Bazında Değerlendirilmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 21(2): 63-70.
- Baesso, M.M., Martins, G.A., Baesso, R.C.E., Fischer, C., Silvestrini, J.C., 2014. Noise and Vibration of Tractors: An Ergonomic Evaluation. International Journal of Applied Science and Technology 4(4): 46-54.
- Coble, J., Hoppin, J.A., Engel, E., Cinar Elci, O., Dosemeci, M., Lynch, C.F., Alavanja, M., 2002. Prevalence of Exposure to Solvents, Metals, Grain Dust, and Other Hazards Among Farmers in the Agriculture Health Study. Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology 12: 418-426.
- Cole, C.V., Duxbury, J., Freney, J., Heinemeyer, O., Minami, K., Mosier, A., Paustian, K., Rosenberg, N., Sampson, N., Sauerbeck, D., Zhao, Q., 1997. Global Estimates of Potential Mitigation of Greenhouse Gas Emissions by Agriculture. Nutrient Cycling in Agroecosystems 49(1-3): 221-228.

- Çakmak, B., Alayunt, N.F., 2009. İki Farklı Motorlu Tırpanın Titreşim ve Gürültü Değerlerinin Belirlenmesi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi 5(2): 167-173.
- Çalışır, S., Eryılmaz, T., Haciseferoğulları, H., Mengeş, H.O., 2007. Santrifüj Pompalarda Gürültü. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi 3(2): 105-110.
- Etherton, R.J., Myers, R.J., Jensen, C.R., Russell, C.J., Braddee, W.R., 1991. Agricultural Machine-Related Deaths. American Journal of Public Health 81: 766-768.
- Hoppln, J.A., Umbach, D.M., London, S.J., Alavanja, M.C.R., Sandler, D.P., 2004. Diesel Exhaust, Solvents, and Other Occupational Exposures as Risk Factors for Wheeze Among Farmers. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 169: 1308-1313.
- İleri, M.S., 2014. Türkiye Tarım Makinaları Sektörü Sektör Tanıtımı ve TARMAKBİR Bilgilendirme Sunumu, 8. TARMAKBİR Sektör Buluşması, 30 Ekim-2 Kasım 2014, Antalya.
- İlkyardım Yönetmeliği, 29 Temmuz 2015. Resmi Gazete Sayı: 29429.
- İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (İSGK), 30 Haziran 2012. Resmi Gazete Sayı: 28339.
- Jhonson, J.M.F., Franzluebbbers, A.J., Weyers Lachnicht, S., Reicosky, D.C., 2007. Agriculture Opportunities to Mitigate Greenhouse Gas Emissions. Environmental Pollution 150: 107:124.
- Özgülven, M.M., 2012. Kapalı Alanlarda Kullanılan Bazı Hasat Sonrası Tarım Makinalarının Gürültü Haritalarının İncelenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(3): 45-53.
- Paustian, K., Babcock, B., Kling, C., Hatfield, J., Lal, R., McCarl, B., McLaughlin, S., Post, W.M., Mosier, A., Rice, C., Robertson, G.P., Rosenberg, N.J., Rosenzweig, C., 2004. Agricultural Mitigation of Greenhouse Gases: Science and Policy Options. Council on Agricultural Science and Technology (CAST) Report, R141 2004, ISBN 1-887383-26-3, p. 120, May, 2004.
- Pessina, D., Facchinetti, D., 2017. A Survey on Fatal Accidents for Overturning of Agricultural Tractors in Italy. Chemical Engineering Transactions 58: 79-84.
- Poole, A.J., Romberger, J.D., 2012. Immunological and Inflammatory Responses to Organic Dust in Agriculture. Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology 12(2): 126-132.
- Reynolds, J.S., Groves, W., 2000. Effectiveness of Roll-Over Protective Structures in Reducing Farm Tractor Fatalities. American Journal of Preventive Medicine 18: 63-69.
- Sabancı A. 1996. Ergonominin Temel İlkeleri. Çukurova Üniversitesi Genel yayın No:142, yardımcı ders kitapları Yayın No: 14. S:90.
- Sabancı A., Sümer S.K., 2011."Ergonomi", Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic.Ltd.Şti., ISBN:978-605-5426-79-8. Geliştirilmiş 2. Baskı, 472 s. Ankara
- Sabancı, A., Sümer S.K., Say, S.M., 2012. Endüstriyel Ergonomi, Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic.Ltd.Şti., ISBN:978-605-133-329-8. Birinci Basım, 261 s. Ankara.
- Sessiz, A., Turgut, M.M., Pekitkan, F.G., Esgici, R., 2006. Diyarbakır İlindeki Tarım İşletmelerinin Tarımsal Yapı ve Mekanizasyon Özellikleri. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi 2(1): 87-93.
- Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scholes, B., Sirotenko, O., Howden, M., McAllister, T., Pan, G., Romanenkov, V., Schneider, U., Towprayoon, S., Wattenbach, M., Smith, J., 2008. Greenhouse Gas Mitigation in Agriculture. Philosophical Transactions 363: 789-813
- Sümer, S.K., Say, S.M., Ege, F., Sabancı, A., 2006. Noise Exposed of the Operators of Combine Harvesters with and without a Cab. Applied Ergonomics 37: 749-756.
- Tiryaki, O., Canhilal, R., Horuz, S., 2010. Tarım İlaçları Kullanımı ve Riskleri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 26(2): 154-169.
- Yıldırım, C., Altuntaş, E., 2015. Tokat İlindeki Traktör ve Tarım Makinaları Kullanımından Kaynaklanan İş Kazalarının İş Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 32(1): 77-90.
- Yıldız, M., Gürkan, O., Turgut, C., Kaya, Ü., Ünal, G., 2005. Tarımsal Savaşmada Kullanılan Pestisitlerin Yol Açtığı Çevre Sorunları. VI. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara, 3-7 Ocak 2005.
- Yurtlu, Y.B., Demiryürek, K., Bozoğlu, M., Ceyhan, V., 2012. Çiftçilerin Tarım Makineleri Kullanımına İlişkin Risk Algıları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 49(1): 93-101.