

ISSN 1306-0007  
e-ISSN 2651-4230

# TARIM MAKİNALARI BİLİMİ DERGİSİ

Journal of Agricultural Machinery Science



**2021**

**CİLT  
VOLUME**

**17**

**SAYI  
NUMBER**

**1**

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

YIL (YEAR) 2021

CİLT (VOLUME) 17

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*

Habip KOCABIYIK

*18 Mart Üniversitesi, Çanakkale*

Y. Benal ÖZTEKİN

*Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun*

Bernhard STREIT

*Bern University of Applied Sciences, Switzerland*

Shuichi YAMAMOTO

*Yamaguchi University, Japan*

Hüseyin YÜRDEM

*Ege Üniversitesi, İzmir*

**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>

<b>Balıkesir İlinde Tarım Makinaları Sanayi Çalışanlarının İş Güvenliği ve Ergonomi Algılarının Değerlendirilmesi</b> The Assessment of Perceptions of Workers in Agricultural Machinery Industry in Balıkesir Province on Occupational Safety and Ergonomics Mesut YAŞAR, Türker SARAÇOĞLU	<b>1-13</b>
<b>Energy Balance for Production of Selected Crops in Turkey</b> Türkiye'de Seçilmiş Bitkilerin Üretiminde Enerji Bilançosu Koç Mehmet TUĞRUL	<b>14-21</b>
<b>Aydın İlinde Zeytin Üreten İşletmelerin Tarımsal Mekanizasyon Durumunun Belirlenmesi</b> Determination of the Agricultural Mechanization Status of Olive Producing Enterprises in Aydın Province Buse DEMİRALİ, Türker SARAÇOĞLU	<b>22-33</b>
<b>Biçerdöverle Mısır Hasadında Dane Kayıplarının Belirlenmesi</b> Determination of Grain Losses in Corn Harvest with Combine-Harvester Abdullah SESSİZ, İbrahim Erkan DEMİREL	<b>34-41</b>
<b>Mersin (Myrtus Communis L.) Bitkisi Mevyesinin Kurutma Karakteristiklerinin Belirlenmesi</b> Determination of the Drying Characteristics of Myrtle (Myrtus Communis L.) Fruits Ebubekir ALTUNTAŞ, Gülcan ŞAHİN, Hakan POLATCI	<b>42-54</b>

## Balıkesir İlinde Tarım Makinaları Sanayi Çalışanlarının İş Güvenliği ve Ergonomi Algılarının Değerlendirilmesi

### The Assessment of Perceptions of Workers in Agricultural Machinery Industry in Balıkesir Province on Occupational Safety and Ergonomics

Mesut Yaşar<sup>1</sup>, Türker Saraçoğlu<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Aydın, Türkiye.

<sup>2</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Aydın, Türkiye

\* Corresponding author (Sorumlu Yazar): T. Saraçoğlu, e-mail (e-posta): tsaracoglu@adu.edu.tr

#### Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 06 Ağustos 2020  
Düzeltilme tarihi : 22 Eylül 2020  
Kabul tarihi : 25 Eylül 2020

#### Anahtar Kelimeler:

Ergonomi  
Tarım makinaları  
İmalat  
İş sağlığı ve güvenliği.

#### Dipnot:

Bu çalışma aynı isimli Yüksek Lisans tezinin bir kısmını kapsamaktadır.

#### Article Info

Received date : 06 August 2020  
Revised date : 22 September 2020  
Accepted date : 25 September 2020

#### Keywords:

Ergonomics  
Agricultural machinery  
Manufacturing  
Occupational health and safety

#### Footnote:

This study covers part of master's thesis with same title.

#### ÖZET

Bu çalışmada, Balıkesir ilindeki tarım makinaları imalat sanayisinde çalışanların iş güvenliği ve ergonomi algıları belirlenmiştir. Bu kapsamda, Balıkesir ilinde yer alan tarım makinaları imalat sektöründe çalışanlarla yüz yüze görüşülerek 305 çalışana anket uygulaması yapılmış, elde edilen anket sonuçları ile Balıkesir ilinde tarım makinaları imalat sektöründe çalışanların ergonomi ve iş sağlığı güvenliği algı düzeyleri belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre ankete katılan çalışanların %67,87'si iş kazası geçirmemiş (207 kişi), %32,13'ü en az bir iş kazası geçirmiştir (98 kişi). Çalışanların yaklaşık %75'i işçilerden oluşurken, geri kalan %25 teknisyen-tekniKER, mühendis ve yöneticilerden oluşmaktadır. Sonuçlar değerlendirildiğinde; çalışanların iş yerlerindeki görev sürelerinin artmasına bağlı olarak iş kazası geçirme oranlarının arttığı belirlenmiştir. Sonuç olarak çalışanların algı düzeyleri yükseldikçe kazalara karşı tedbir alma, iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyum sağlama, gelişen teknolojiye ayak uydurma ve eğitim öğretimle kazandıkları nitelikleri uygulamada değerlendirebildikleri tespit edilmiştir.

#### ABSTRACT

In this study, occupational safety and ergonomic perceptions of the workers in the agricultural machinery manufacturing industry in Balıkesir province were determined. In this context, 305 employees were interviewed face-to-face with employees working in the agricultural machinery manufacturing sector in Balıkesir province, and the ergonomic and occupational health and safety perception levels of those working in the agricultural machinery manufacturing sector in Balıkesir province were determined with the obtained survey results. According to the results of the study, 67.87% of the employees who participated in the survey did not have a work accident (207 people), 32.13% had at least one work accident (98 people). Approximately 75% of the employees are workers, while the remaining 25% are technicians-technicians, engineers and managers. When the results are evaluated; it has been determined that the rate of work accidents increases due to the increase of the working period of the employees increased the workplaces. As a result, it was determined that as the perception level of the employees increased, they could evaluate the qualities they gained by taking precautions against accidents, complying with occupational health and safety rules, keeping up with the developing technology and training.

## 1. GİRİŞ

Tarım, insanoglunun köklü ve zahmetli uğraşlarından biridir. Yüzyıllar boyunca insan ve hayvanların kas gücüne dayalı olarak yapılan tarımsal üretim, 18. yüzyılın sonlarına doğru başta traktör olmak üzere çeşitli tarım alet ve makinaların geliştirilmesi ve kullanıma kazandırılmasıyla farklı bir evreye geçmiştir. Günümüzde hayvan ve insan gücüne dayalı tarımsal işlemler azalmış duruma gelmekle birlikte yerini traktör ve makinalar almıştır (Öz ve Çakmak, 2017).

Tarımsal üretimin artması ile çiftçi isteklerine uygun şekilde gelişen tarım makinaları imalat sektörü, ülkemizdeki imalat sektörleri içerisinde de önemli bir yere sahip olmuştur. Günümüzde traktör sektöründe yer alan 30 firma ile birlikte toplam 1464 imalatçı firma faaliyet göstermektedir. Tohum yatağı hazırlığından tohum ekimine, sulamadan, gübrelemeye ve hasada kadar 130 farklı makinanın üretimi gerçekleştirilmekte ve 22.550 kişiye iş olanağı sağlanmaktadır (Anonim, 2019a).

Geçmiş tarihlerden bugüne gerçekleştirilen işlemlerin standartlaştırılması ya da farklı yapıda olması çalışanın sağlıklı ve güvende olmasını gerektirmektedir. Nitekim sanayideki gelişim ve değişimler sonucunda ortaya çıkan iş kazası ve meslek hastalıklarındaki artış iş sağlığı ile iş güvenliği kavramının uzun yıllar farklı kitlelerce bir araya gelinerek belirlenmesi gereken bir tanımının olması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. İş sağlığı ve iş güvenliği kavramını anlamlı kılabilmek için, öncelikle işi gerçekleştiren kişinin en doğal kazanımları arasında yer alan sağlık, güvenlik ile yaşama hakkı üzerinde düşünmek gerekmektedir. Çalışma alanı içerisinde ve de sosyal yaşamında sağlıklı ve huzur içerisinde yaşaması, çalışanın iş sağlığı ve güvenliğinin olmazsa olmazıdır. Çalışanlar hayatlarını idame edebilmek ve temel olan ihtiyaçlarını karşılayabilmek için belirli bir ücret alarak kendilerine verilen işlemleri yerine getirmektedirler. Bu yüzden çalışan kişiler çalışma alanları dışında bulunan ortamlarda da sağlık, huzur ve güven içerisinde yer almalıdır (Çiçek ve Öçal, 2016).

Türkiye açısından konu ele alındığında, ülkemizde yer alan küçük ve orta ölçekli firmaların iş güvenliği eğitimi, denetimi ve kontrolü noktasında eksik kaldıkları söylenebilir. Ayrıca, bu tür işletmelerde sigortasız işçi çalıştırma oranı yüksek olduğundan herhangi bir kaza durumunda kayıtlara geçme durumu da olmayacağı için bu alandaki kayıtlarında tam ve doğru olduğu tartışma konusu olmaktadır (Camkurt, 2007). Özellikle iş sağlığı güvenliği konusunda firmalarda farkındalığın artırılması açısından, 2012 yılında çıkan iş sağlığı ve güvenliği kanunu önemli yer tutmaktadır. Bu Kanunun amacı; işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması ve mevcut sağlık ve güvenlik şartlarının iyileştirilmesi için işveren ve çalışanların görev, yetki, sorumluluk, hak ve yükümlülüklerini düzenlemektir.

Bu kanuna göre işveren, çalışanların işle ilgili sağlık ve güvenliğini sağlamakla yükümlü olup bu çerçevede;

a) Mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi dâhil her türlü tedbirin alınması, organizasyonun yapılması, gerekli araç ve gereçlerin sağlanması, sağlık ve güvenlik tedbirlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi için çalışmalar yapar.

b) İşyerinde alınan iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyulup uyulmadığını izler, denetler ve uygunsuzlukların giderilmesini sağlar.

c) Risk değerlendirmesi yapar veya yaptırır.

ç) Çalışana görev verirken, çalışanın sağlık ve güvenlik yönünden işe uygunluğunu göz önüne alır.

d) Yeterli bilgi ve talimat verilenler dışındaki çalışanların hayati ve özel tehlike bulunan yerlere girmemesi için gerekli tedbirleri alır.

İşyeri dışındaki uzman kişi ve kuruluşlardan hizmet alınması, işverenin sorumluluklarını ortadan kaldırmaz. Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği alanındaki yükümlülükleri, işverenin sorumluluklarını etkilemez.

İş sağlığı ve güvenliği, Avrupa Birliği (AB) sürecinde olan ülkemizde son yıllarda fazlaca önem kazanmış bir kavramdır. Bu kavramlardan iş sağlığı, şu şekilde tanımlanmaktadır; "Farklı mesleğe mensup çalışanların fiziksel yapılarını, ruhsal ve sosyal özelliklerini korumayı ve geliştirmeyi, çalışan kişilerin çalışma ortamlarından kaynaklı sağlığının bozulmasının önlenmesini, çalışanların çalışma ortamından kaynaklı tehlikelerden korunmasını, çalışanların fiziksel ve psikolojik yapısına uygun işlerde çalıştırılmasının gerçekleştirilmesini ve işin insana uyarlanmasını amaç edinir" (WHO, 2005).

İş güvenliği kavramı ise; "Çalışma ortamındaki faaliyetler sırasında, çalışanın sağlığında karşılaşılabilecek olumsuz durumlardan çalışanı korumak" olarak tanımlanabilir. İş güvenliği kavramının temelinde insan vardır ve insanı çalışma alanında oluşabilecek tehlikelerden korumayı amaç edinir (Altınel, 2013). Bu iki ayrı kavramdan oluşan iş sağlığı ve güvenliği (İSG); işin gerçekleştirilmesi esnasında çalışma ortamındaki çevre şartlarından dolayı çalışanların etkisi altında kaldıkları problemleri, meslek kaynaklı riskleri yok etmeyi veya minimum seviyeye indirmeyi amaçlayan bilim dalıdır. Diğer bir tanımıyla, bir iş yerinin yaptığı çalışmalardan etkilenen kişilerin (geçici olarak çalışanların, işçilerin, taşeron firma elemanlarının, ziyarete gelen kişilerin, iş yaptıran firma temsilcilerinin ve çalışma ortamında veya yakınında bulunan herhangi birinin) sağlık yapısına, güvenliğine etkide bulunan sebepleri ve şartları inceleyen bilim dalıdır (Cerev ve Yıldırım, 2018).

İş sağlığı ve güvenliğinin amacı; çalışma ortamında yer alan tehlikeli durumları yok edip riskleri minimum seviyeye indirmek ve çalışan kişileri iş kazaları ile meslek hastalıklarından korumak, kendilerini risksiz bir çalışma ortamında güvende hissederek işlerini yapmalarını, çalışan kişi ile yapacağı işin uyumunun sağlanmasını ve çalışan performansının yüksek verimde kullanılmasını sağlamaktır. Ayrıca, çalışma ortamında kullanılan çeşitli el aletleri ile makina ve çalışma alanının güvenli olmasına risk teşkil eden yapıların iş güvenliği ile ilgili kontrollerini yaparak, çalışan işçilerin ve çalışma ortamının güvenliğinin yanı sıra çalışma ortamı çevresinde yer alan diğer ortamların da güvenli olarak kalmasını sağlamaktır (Altınel, 2013).

Ergonomi, insan-makina-ortam özelliklerini ve bu özelliklerin birbiriyle ilişkisini inceleyen bir bilim alanıdır. Anlam olarak ergonomi; ergos kelimesi iş, nomos ise bilim anlamına gelen Yunanca kelimelerden oluşmuştur. Bu yüzden ergonomi kelimesine, TDK tarafından "İŞ BİLİM" sözcüğü ile Türkçe anlamı verilmiştir (Sabancı, 1999).

Ergonominin en temel amacı, en az insan işgücü maliyetiyle en yüksek iş verimini elde etmektir (Sönmez, 2011). Ergonomi kavramı gerek iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanmasında temel olması gerekse çalışanların bedenleri daha az zorlanacak şekilde işlemleri yerine getirebilmeleri açısından oldukça önemli bir yere sahiptir.

Tüm Dünyada olduğu gibi ülkemizde de ergonomi ve iş güvenliği kavramını içeren farklı sektörlerde çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Örneğin; Obuz (2016) İnşaat sektöründe çalışanların iş sağlığı ve güvenliği hakkındaki bilgi düzeylerini belirlediği çalışmada, İstanbul sınırları içinde kaba yapı şantiyesinde görevli 110 çalışan ile anket çalışması yapmış ve bu anketlerden 101 adedini geçerli sayarak değerlendirmeye almıştır. Yapılan anket çalışmasına göre çalışanların iş sağlığı ve güvenliği eğitimi ve iş sağlığı ve güvenliği bilinçlerinin istatistiksel değerlendirmesi yapılmıştır. Araştırmacı çalışanların iş güvenliği konusunda bilgilerini orta düzeyde olarak belirlemiş olmasına rağmen yaşadıkları iş kazaları seviyesi dikkat edici düzeyde olduğu sonucuna varmıştır. Çalışmanın sonucunda İnşaat sektöründe çalışanların eğitim düzeyleri de göz önüne alınarak, iş sağlığı ve güvenliği konusunda bilincin daha artırılması için çalışmaların yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Külekçi (2012) çalışmada, iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının, özellikle yaşanan ölümlü kazalar ile dikkat çeken gemi inşa endüstrisindeki işleyiş ve iş güvenliğinin algılanış biçimlerini inceleyerek nasıl farklılaştığı ve hangi eksiklikleri taşıdığı anlatmaya çalışmıştır. Çalışmada, emek yoğun üretim süreçlerine entegre bir sağlık ve güvenlik anlayışı için gerekli olan geliştirici ve düzenleyici yaklaşımlara yol göstermek amaçlanmıştır.

Öz ve Çakmak (2017) yapmış oldukları çalışmalarında, inceledikleri işletmede iş güvenliği ve ergonomi yönünden ciddi risklerin bulunduğunu ortaya koymuşlardır. İnceledikleri işletmede mevcut sorunların çözümünün öncelikle yerleşim düzeninin sürekli akışa uygun şekilde yeniden tasarlanmasından geçtiğini ifade etmişlerdir. Böylelikle işletme içinde ergonomik açıdan da risk yaratan malzeme trafiğinin önüne geçilebileceğini düşünmektedirler.

Tozkoparan ve Taşoğlu (2011) çalışmalarında iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları ile ilgili iş görenlerin tutumlarını belirlemeye yönelik araştırmada bulunmuşlardır. İş sağlığı ve güvenliğini kavram olarak inceledikten sonra, hâli hazırdaki uygulamalar ile işçilerin görüş ve tutumlarının belirlenmesi amacıyla, İzmir ilinde çalışmalarını sürdüren 6 adet orta ve büyük ölçekli firmada, toplam 400 mavi yakalı ile çalışmayı gerçekleştirmişlerdir. İş kazaları ve meslek hastalıkları, çalışanlar ve firma yönünden büyük bir maliyet faktörü olup çalışan ve çalışan gruplarının verimliliğini negatif yönde etkilediğini belirlemişlerdir. Bu sebeple, firmalarda iş kazası ve meslek hastalıklarına sebep olan faktörlerin belirlenmesi, gerekli önlemlerin alınması ve denetlenmesi, daha sağlıklı ve refah içerisinde etkili ve verimli bir halde faaliyet gösterebilmek için temel şartlardan biri olduğunu düşünmektedirler.

Atay (2006) endüstri alanında çalışan bireylerin iş memnuniyeti düzeylerini iş güvenliği algıları açısından incelediği çalışmada, çalışanların iş güvenliği algı seviyeleri yükseldikçe iş tatminlerinin de yükseldiği, iş tatminleri yükseldikçe iş güvenliği algılarının da arttığını belirlemiştir. Ayrıca endüstri alanında çalışanlarının iş güvenliği algı biçimlerinin sosyo-ekonomik yapıdan kaynaklı farklılaştığını belirlemiştir. Bu yüzden sosyo-ekonomik yapı yükseldikçe çalışanların iş güvenliği algı düzeyi de artmakta, eğitim düzeyleri açısından bakıldığında ise, eğitim düzeyleri arttıkça iş güvenliği algı düzeylerinin de arttığını belirlemiştir.

Girgin (2018) Balıkesir'de faaliyet gösteren bazı tarım makinaları üreticilerinin iş güvenliği ve risk analizi üzerine bir çalışmada bulunmuş ve Balıkesir ili kapsamında belirlenen firmaların iş sağlığı ve güvenliği kapsamında risk değerlendirilmesi yapmıştır. Çalışmada 5X5 L matris kullanılarak risk analizi yapılmış ve bu hususta alınması gereken önlemler belirlenmiştir. Araştırma sonucunda firmaların risk seviyelerinin yüksek ve çok yüksek skorlarında yoğunlaştığı tespit edilmiştir.

Tarım makinaları imalat sektörünün genel makina sektörü içerisinde önemli bir yer tutmasına karşın bu sektörde çalışanların iş güvenliği ve ergonomi algılarının belirlenmesine yönelik çalışma bulunmamaktadır. Özellikle bu sektörde çalışan kişiler için iş güvenliği adına gerekli önlemlerin alınması ve planlamanın yapılabilmesi amacıyla iş güvenliği ve ergonomi algılarının belirlenmesi oldukça önem arz etmektedir.

Bu çalışmada Balıkesir ilinde tarım makinaları imalat sektöründe çalışanların iş güvenliği ve ergonomi algı düzeyleri belirlenerek eksik kalan noktalarda bilgi ve farkındalıkların yükseltilmesine yönelik çalışmaların yapılmasına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın materyalini Balıkesir ili ve ilçelerinde yer alan Balıkesir Sanayi Odası, Balıkesir Ticaret Odası ve Türk Tarım Alet ve Makinaları İmalatçıları Birliği'ne (TARMAKBİR) kayıtlı organize sanayi, sanayi sitesi vb. üretim yerlerinde tarım makinaları imalatı yapan (traktör kabini, römork, tamburlu çayır biçme makinası vb.) işletmelerde yer alan işçi, teknisyen-tekniyer, mühendis ve yönetici konumunda çalışanlar ile yüz yüze yapılan görüşmeler oluşturmaktadır.

Anket soruları iki kısımdan oluşmaktadır. İlk kısımda, çalışanların genel bilgilerinin yer aldığı sorular bulunmakta olup, ikinci kısımda ise çalışanların 5'li likert ölçeği ile hazırlanmış iş güvenliği ve ergonomi algılarını belirlemeye yönelik sorular bulunmaktadır. Anketin son kısmında ise katılımcıların konu ile ilgili genel yorum ve katkılarının eklenmesi istenmiştir.

Çalışma kapsamında ankete katılım gönüllü olarak sağlanmış ve ulaşılan imalatçılarda çalışanlardan toplam 305'i ile yüz yüze anket uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Verilerin toplanması amacıyla öncelikle Balıkesir ilinde yer alan ve tarım makinaları imalatı gerçekleştiren işletmeler belirlenmiştir. Genel olarak Balıkesir ili ve ilçelerinde tarım makinaları imalat sektöründe faaliyet gösteren sanayi ve ticaret odası ile Tarım Makinaları İmalatçılar Birliği'ne üye (TARMAKBİR) 35 işletme ile bunların dışında yer alan 8 işletme (toplam 43 işletme) belirlenmiştir. Bu işletmelerden 3 tanesi kapanmış olup, 1 tanesi faaliyetini durdurarak yedek parça satışı yapmaya başlamıştır. Bu 39 işletme içerisinde bazılarının anket uygulamasını kabul etmemesinden dolayı, anket çalışmasına gönüllü olan, mikro işletmelerden 12, küçük ölçekli işletmelerden 9, orta ölçekli işletmelerden 5 ve büyük ölçekli bir işletmede (toplam 27 işletme) toplam 1545 çalışan ile anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Hedef kitle büyüklüğü belli olduğundan örneklem büyüklüğü, %95 güven aralığında ve %5 örneklem hatası kabul edilerek aşağıda yer alan formüle göre hesaplama yapılarak belirlenmiştir (Baş, 2013).

$$n = \left[ \frac{N \cdot t^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N - 1) + t^2 \cdot p \cdot q} \right] \quad (1)$$

Burada;

$N$ : Hedef kitledeki birey sayısı,

$n$ : Örneklem alınacak birey sayısı,

$p$ : İncelenen olayın görülüş sıklığı,

$q$ : İncelenen olayın görülmeyiş sıklığı,

$t$ : Belirli bir anlamlılık düzeyinde, t tablosuna göre bulunan teorik değer,

$d$ : Olayın görülüş sıklığına göre kabul edilen  $\pm$  örneklem hatasıdır.

$$[n=(1545) \cdot (1,96)^2 \cdot (0,05 \cdot 0,95) / (0,05)^2 \cdot (1545-1) + (1,96)^2 \cdot (0,05 \cdot 0,95) = 69,74 \approx 70]$$

Ancak hedef kitledeki çalışan sayısının fazlalığı sebebiyle örneklemin bütünü temsil etme kabiliyetinin artırılması amaçlanarak "Gayeli Örneklem Yöntemi" uygulanarak 70 olan anket sayısı 305'e çıkarılarak anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu 305 anketin firma büyüklüğü bazındaki dağılımı ise şu şekildedir; mikro işletmelerden 12'sinde bulunan 32 çalışan, küçük ölçekli işletmelerden 9'unda bulunan 77 çalışan, orta ölçekli işletmelerden 5'inde bulunan 96 çalışan ve büyük ölçekli bir işletmede bulunan 100 çalışan olmak üzere toplam 305 çalışana anket uygulaması yapılmıştır. Anket sonuçları kapsamında sağlanan veriler SPSS 19.0 paket programında analiz edilmiştir.

Demografik sorulardan elde edilen verilerin değerlendirilmesinde frekans değerleri, yüzdelik oranlar, ortalama değerler ve standart sapma gibi temel olan istatistik yöntemlerinden faydalanılmıştır. İş güvenliği ve ergonomi bilincinin ölçülmesi amacıyla 5'li likert tipi ölçek kullanılmıştır. Bu kapsamda anket çalışmasında verilen cevapların durumu kesinlikle katılmıyorum (1), katılmıyorum (2), kararsızım (3), katılıyorum (4), tamamen katılıyorum (5) şeklinde belirlenmiştir.

İş güvenliği ve ergonomi algılarına yönelik sorulardan elde edilen verilerin analizini kolaylaştırmak için faktör analizi, likert tipi sorulara ait verilerin faktör yapısını belirlemek amacıyla, KMO ve Bartlett küresellik testi, faktör analizi sonucunda ölçeğin güvenilirliğini yani her bir ölçekteki soruların iç tutarlılığının var olup olmadığını belirlemek amacıyla Cronbach alfa yöntemi ve faktörlerin demografik sorular ile demografik soruların kendi aralarındaki ilişkisini belirlemek için Ki-kare ilişki analizi yapılmıştır.

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

#### 3.1. Demografik Özellikler

Çalışmanın ilk bölümünü oluşturan demografik sorulara verilen yanıtların ortalama ve standart sapma verileri belirlenmiştir. Ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanıp Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Demografik özellikler ile ilgili ortalamalar ve standart sapma değerleri

Soru	Örnek Adedi (N)	Ortalama	Standart Sapma
<i>Cinsiyetiniz?</i>	305	1,049	0,217
<i>Medeni durumunuz?</i>	305	2,334	0,858
<i>Yaşınız?</i>	305	2,482	0,811
<i>Meslekteki toplam görev süreniz?</i>	305	3,328	0,927
<i>Öğrenim Düzeyiniz?</i>	305	2,603	0,982
<i>Çalıştığınız pozisyon?</i>	305	1,357	0,703
<i>Göreviniz esnasında iş kazası geçirdiniz mi?</i>	305	1,679	0,468
<i>Daha önce çalıştığınız yerden ayrılma sebebiniz?</i>	305	5,275	2,699
<i>Sigara kullanma durumu?</i>	305	1,377	0,485



Çalışanların, anketin ilk kısmında bulunan demografik sorulara verdikleri cevapların frekans, yüzdelik değerleri ise Çizelge 3.2'de görülmektedir. Çizelge 3.2'de yer aldığı gibi çalışanların yaklaşık %95,08'i erkek, %4,92'si kadındır. Bu da göstermektedir ki tarım makinaları imalat sektöründe çalışan kişiler diğer makina imalat sektörlerinde olduğu gibi çoğunlukla erkek çalışanlardan oluşmaktadır. Erkeklerin çoğunluğunun sebebi ise, bu sektörde ağır ve tehlikeli işler nedeniyle çalışanların beden gücüyle çalışma gerekliliği olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.2. Demografik özellikler ile ilgili veriler

<b>Cinsiyet</b>	<b>Frekans</b>	<b>%</b>
<i>Erkek</i>	290	95,08
<i>Kadın</i>	15	4,92
<b>Medeni Durum</b>		
<i>Bekar</i>	78	25,57
<i>Evli ve Çocuksuz</i>	47	15,41
<i>Evli ve Çocuklu</i>	180	59,02
<b>Yaş</b>		
<i>18-25</i>	34	11,15
<i>26-35</i>	118	38,69
<i>36-50</i>	125	40,98
<i>50 ve üzeri</i>	28	9,18
<b>Çalışanların Meslekteki Toplam Çalışma Süresi</b>		
<i>1 yıldan az</i>	19	6,23
<i>1-3 yıl</i>	40	13,11
<i>4-5 yıl</i>	68	22,30
<i>5 yıl ve üzeri</i>	178	58,36
<b>Öğrenim Düzeyi</b>		
<i>İlkokul</i>	55	18,03
<i>Ortaokul</i>	66	21,64
<i>Lise</i>	129	42,30
<i>Lisans ve Lisansüstü</i>	55	18,03
<b>İşyeri Pozisyonları</b>		
<i>İşçi</i>	230	75,41
<i>Teknisyen-tekniker</i>	47	15,41
<i>Mühendis</i>	22	7,21
<i>Yönetici</i>	6	1,97
<b>İş Kazası Geçirme Durumları (Ramak kala hariç tutulmuştur)</b>		
<i>Evet</i>	98	32,13
<i>Hayır</i>	207	67,87
<b>Önceki İşyerinden Ayrılma Nedeni</b>		
<i>Kötü Çalışma Koşulları</i>	33	10,82
<i>Ücret Düşüklüğü</i>	54	17,70
<i>Düzensiz Mesai Saatleri</i>	23	7,54
<i>Kötü Tutum</i>	11	3,61
<i>Ulaşım Problemi</i>	7	2,30
<i>Çalışanlar Arası Problemler</i>	4	1,31
<i>Birden Çok Neden</i>	88	28,85
<i>Yok (İlk iş yerim)</i>	85	27,87
<b>Sigara Kullanım Durumu</b>		
<i>Evet</i>	190	62,30
<i>Hayır</i>	115	37,70
<b>Toplam</b>	<b>305</b>	<b>100</b>

Anket sorularına verilen cevaplardan elde edilen verilere bakıldığında (Çizelge 3.3) KMO değerinin 0,843 bulunduğu görülmektedir. Bu sonuç verilerin (0,843>0,800) faktör elde edebilmek için kullanımının iyi olduğunu göstermektedir (Katipoğlu, 2019).

Çizelge 3.3. KMO ve Bartlett Küresellik Testi

<b>Kaiser-Mayer Olkin Örneklem</b>	<b>Yeterlilik Ölçüm Değeri</b>	0,843
	<b>Yaklaşık Ki-kare</b>	3526,226
<b>Bartlett Küresellik Testi</b>	<b>Serbestlik Derecesi</b>	351
	<b>Anlamlılık</b>	0,000

Faktör analizi uygulamasında Varimax döndürme yöntemi uygulanarak değişkenlerin yapısının aynı kalması sağlanmıştır. 27 sorudan oluşan iş güvenliği ve ergonomi ölçeği için açıklayıcı bir faktör analizi uygulandığında maddeler 7 faktörde gruplanmış ve Bartlett Küresellik testi anlamlı olarak elde edilmiştir ( $p < 0,05$ ).

### 3.2. Faktör Analizi

Çizelge 3.4'te faktör analizi yönteminde yer faktörlerin özdeğerleri (faktörlerin varyansı) ve varyansı açıklama yüzdeleri yer almaktadır. Çizelge 3.4'te görüleceği üzere ilk yapılması gereken analizde yer verilen değişkenlerin sayısı kadar yani 27 faktör belirlenmiştir. Çizelge 3.4'te yer alan özdeğerleri gösteren kısım ise, faktörlerin varyansını belirtmektedir. İlk faktörün varyansı 6,802 olarak bulunmuştur. Analizde yer alan değişken sayısı 27 olduğundan toplam varyans 27'ye eşittir. İlk faktörün toplam varyansın %25,192'sini, ikinci faktörün toplam varyansın %10,290'ını, üçüncü faktörün toplam varyansın %9,055'ini açıklamakta ve faktör sayısı arttıkça varyansın açıklanma oranı küçülmektedir. Toplam varyansın %65,144'ünü ilk yedi faktör açıklamaktadır. Açıklanan varyans tablosu da faktör analiz yöntemi ne olursa olsun önemli bir tablodur. Açıklanan varyansın toplam varyans üzerinden %50'yi geçiyor olması faktör analizinin önemli bir kriteridir. Çünkü oluşturulan faktör yapısı toplam değişken varyansının yarısından azını açıklıyor ise temsil yeteneğinden söz etmek yanlış olur. Elde edilen değer %65,144 > %50 olduğunda oluşturulan faktör yapısı toplam değişken varyansının %65,144'ünü açıklıyor demektir ve bu da temsil yeteneğinin iyi olduğunu göstermektedir (Yaşoğlu, 2017).

Çizelge 3.4. Faktörlerin özdeğerleri ve varyansı açıklama yüzdeleri

Faktör	Başlangıç Özdeğerler			Döndürülmüş Faktör Yükleri		
	Toplam	Varyansı Açık. Yüzdesi	Toplam Yüzdesi	Toplam	Varyansı Açık. Yüzdesi	Toplam Yüzdesi
1	6,802	25,192	25,192	4,364	16,163	16,163
2	2,778	10,290	35,482	2,837	10,509	26,671
3	2,445	9,055	44,537	2,516	9,319	35,990
4	1,699	6,294	50,831	2,292	8,490	44,480
5	1,486	5,504	56,335	2,163	8,011	52,492
6	1,232	4,563	60,898	1,917	7,101	59,592
7	1,147	4,247	65,144	1,499	5,552	65,144
8	0,918	3,401	68,545			
9	0,848	3,140	71,685			
10	0,717	2,657	74,342			
11	0,691	2,559	76,901			
12	0,606	2,243	79,145			
13	0,572	2,120	81,264			
14	0,524	1,941	83,205			
15	0,504	1,866	85,071			
16	0,488	1,808	86,880			
17	0,471	1,746	88,626			
18	0,424	1,570	90,195			
19	0,377	1,398	91,593			
20	0,365	1,350	92,943			
21	0,359	1,329	94,272			
22	0,328	1,215	95,487			
23	0,316	1,170	96,657			
24	0,288	1,067	97,724			
25	0,259	0,959	98,684			
26	0,231	0,857	99,540			
27	0,124	0,460	100,000			

Çizelge 3.5'te gösterildiği gibi, faktörlerin kavramsal anlamlılığının daha etkin şekilde belirlenmesi amacıyla, Varimax döndürme yöntemi kullanılarak döndürülmüş faktör yükü matrisi belirlenmiştir.

Çizelge 3.5. Döndürülmüş faktör yükleri matrisi

	<i>Değişkenler</i>	<i>Faktörler</i>						
		1	2	3	4	5	6	7
20	Yeni işe başlayan kişiler göreve başlamadan önce yeteri kadar eğitim görür.	0,813						
21	Eğitim hem teknik hem de kişisel yetenekleri içerir.	0,768						
22	İş güvenliği konusunda ihtiyaç duyulan bilgi tüm işçilerde mevcuttur.	0,735						
17	Çalışanlar ilgilendikleri iş güvenliği konuları hakkında üst yönetimle müzakere edebilir (tartışabilir).	0,728						
18	Çalışanların düzenli olarak işyeri sağlık ve güvenlik konuları hakkında fikri alınır.	0,727						
19	Bu iş yerinden memnunum.	0,722						
16	Bu iş yerinde iş güvenliği konuları hakkında yoğun bir iletişim vardır.	0,634						
27	İşletmenin ergonomi ve iş sağlığı üzerine yeterli bilgiye sahip olduğunu düşünüyorum.		0,782					
29	Kişisel koruyucu malzemeleri kullanırım.		0,679					
28	Kullandığım makinanın koruyucu ekipmanları tam ve çalışır durumdadır.		0,678					
26	İş yerinde malzeme taşıma ya da kaldırma işlemleri sağlıklı bir şekilde ekipman kullanılarak yapılmaktadır.		0,643					
25	Çalışma ortamındaki yerleşim düzeninden memnunum.		0,633					
34	Molaların sayısını ve süresini yeterli buluyorum.			0,835				
33	Çalışma saatlerini süre olarak uygun buluyorum.			0,765				
35	İş yerinde fazla mesai uygulaması sonucu ücretlendirme tam ve doğru olarak yapılmaktadır.			0,726				
36	İş yerinde fazla mesai uygulaması olduğunda, ekstra olarak dinlenme imkânı verilmektedir.			0,632				
31	Tezgâhın çalışma yüksekliği, vücut ölçülerime uygun değilse, bu yüksekliği ayarlama imkânım vardır (platform yerleştirme vb.).				0,862			
32	Tezgâhın kumanda düğmelerini ve kollarını rahatça kullanabiliyorum.				0,813			
30	Çalıştığım tezgâhın çalışma yüksekliği vücut ölçülerime uygundur.				0,808			
14	İş güvenliği eğitim programlarına yapılan parasal yatırım ve gayret, değerli bir yatırımdır. Çünkü çalışanların işteki performansını arttırır.					0,828		
15	İş güvenliği eğitim kursu alan çalışanların, almanlara göre daha fazla yükselme şansı vardır.					0,802		
13	İş güvenliği eğitim kursu almış olan çalışanlar, bu eğitimi almayanlardan daha iyi ve sağlıklı iş yaparlar.					0,741		
11	Şu anda yaptığım işi stresli buluyorum.						0,781	
10	Şu anda yaptığım işi yorucu buluyorum.						0,763	
12	Amirlerimle olan ilişkilerde sorunlar yaşıyorum.						0,560	
24	Çalıştığımız ortam ya da makinada oluşan titreşimler rahatsız edici boyuttadır.							0,841
23	Ortamdaki gürültü rahatsız edici düzeydedir.							0,755

Çizelge 3.6'da faktörlerin adlandırılması ve yorumlanması yapılmıştır. Ayrıca Çizelge 3.6'da ankette yer alan likert tipi 27 değişkenin 7 faktöre indirgenmiş ve yeni isimlendirilmiş faktörler ile bu faktörlere ait Cronbach alfa değerleri görülmektedir. Bu çalışmada ölçeğin güvenilirliği düşürdüğü için 3 soru analiz dışında tutulup ve Cronbach alfa değeri 0,849 olarak belirlenmiştir. Bu belirlenen değer 0,80-1,00 arasında olduğundan verilerin iç tutarlılığının ve güvenilirliğinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Balıkesir ili Tarım Makinaları İmalat Sanayinde çalışanların iş sağlığı ve güvenliği ile ergonomi algısını belirlemek ve bu sektörde çalışan kişilerin duyu durumlarının belirlenmesi için gerçekleştirilen analiz işleminin sonucunda belirlenen faktörler, faktörde yer alan değişkenlerin yoğunluk gösterdiği alanlara göre isimlendirilmiş, ilk faktöre "İş Ortamında İletişim ve Memnuniyet Algısı", ikinci faktöre "Çalışma Düzeni Algısı", üçüncü faktöre "Çalışma Saati ve Mola Algısı", dördüncü faktöre "Kontrol Elemanları Algısı", beşinci faktöre "İş Güvenliği Eğitimi Algısı", altıncı faktöre "İş Yeri Psikolojisi Algısı" ve yedinci faktöre de "Titreşim ve Gürültü Algısı" ismi verilmiştir.

Çizelge 3.6. Likert tipi soruların faktör adı ve alfa değerleri

Sorular	Faktör Adı	Cronbach alfa değeri
S16		
S17		
S18		
S19	İş ortamında iletişim ve memnuniyet algısı	0,893
S20		
S21		
S22		
S25		
S26		
S27	İş yeri düzeni algısı	0,790
S28		
S29		
S33		
S34	Çalışma saati ve mola süreleri algısı	0,786
S35		
S36		
S30		
S31	Kontrol elemanları algısı	0,829
S32		
S13		
S14	İş güvenliği eğitimi algısı	0,779
S15		
S10		
S11	İş yeri psikolojisi algısı	0,631
S12		
S23		
S24	Titreşim ve gürültü algısı	0,615

### 3.3. Faktörleri Oluşturan Öğelerin Frekans Analizi

Öne çıkan bazı faktörlerin frekans analizleri şu şekildedir; Ankete katılan çalışanların çalışma saati ve mola süreleri algılarına yönelik olarak sorulan; “Çalışma saatlerini süre olarak uygun buluyorum” şeklinde sorulan soruya 305 çalışandan 117’si (%38,4) uygun bulmadığını dile getirmiştir. “Mola sayı ve süresini yeterli buluyorum” şeklindeki sorulan soruya 305 çalışandan 115’i (%37,7) mola sayı ve sürelerini yetersiz bulmaktadır. “İşyerinde fazla mesai uygulaması sonucu ücretlendirme tam ve doğru olarak yapılmaktadır” şeklindeki soruya 305 çalışandan 92’sinde (%30,2) ücretlendirmenin tam ve doğru yapılmadığı kanısı hakimdir. “İşyerinde fazla mesai uygulaması olduğunda, ekstra dinlenme imkanı verilmektedir” şeklinde sorulan soruya 305 çalışandan 138’i (%45,3) ekstra dinlenme imkanının verilmemesini dile getirmişlerdir.

Ankete katılan çalışanların işyeri psikolojisi algılarına yönelik olarak sorulan; “Şuanda yaptığım işi stresli buluyorum” şeklinde sorulan soruya 305 çalışandan 88’i (%28,9) yapılan işin stresli olduğunu dile getirmiştir. “Amirlerle olan ilişkilerde sorunlar yaşıyorum” şeklinde sorulan soruya 305 çalışandan 188’i (%61,7) çalışma esnasında amirlerle ilgili olarak sorunlar yaşadığını dile getirmektedir.

Ankete katılan çalışanların titreşim ve gürültü algılarına yönelik olarak sorulan; “Ortamdaki gürültü rahatsız edici düzeydedir” şeklinde sorulan soruya 305 çalışandan 192’si (%63) ortamdaki gürültüden rahatsız olduklarını dile getirmektedirler. “Çalıştığımız ortam ya da makinada oluşan titreşimler rahatsız edici boyuttadır” şeklinde sorulan soruya 305 çalışandan 135’i (%43,3) titreşimden rahatsız olduklarını dile getirmektedirler.

### 3.4. Değişkenler ve Oluşturulan Faktörler Arasında Ki-kare ( $X^2$ ) İlişki Analizi

Faktörlerin demografik sorular ile ve demografik soruların kendi aralarında Ki-kare ( $X^2$ ) ilişki analizi için aşağıda yer alan hipotezler kullanılmıştır. Ki-kare analizi iki değişken arasında ilişki olup olmadığını belirlemek için uygulanmıştır.

- $H_0$ : ..... değişkeni ile ..... demografik özellikler değişkeni (ya da faktör değişkeni) arasında istatistiksel ilişki bulunmamaktadır.
- $H_1$ : ..... değişkeni ile ..... demografik özellikler değişkeni (ya da faktör değişkeni) arasında istatistiksel ilişki bulunmaktadır.

Gerçekleştirilen Ki-kare ( $X^2$ ) ilişki analizi neticesinde hesaplanan ve ortaya koyulan ( $p$ ) değeri, anlamlılık düzeyini temsil eden  $\alpha$  ( $= 0,05$ ) değerinden küçük olması neticesinde  $H_0$  hipotezi reddedilir ve  $H_1$  hipotezi kabul edilir. Buradan da anlaşılacağı gibi değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki elde edilmiştir sonucuna ulaşılabilir. Bunun tam tersi olarak hesaplanan ( $p$ ) değeri  $\alpha$  ( $= 0,05$ ) değerinden büyük çıkmış ise  $H_0$  hipotezi reddedilememiştir. Buradan da anlaşılacağı gibi değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Güven seviyesi %95 ve %5 anlamlılık düzeyinde testler gerçekleştirildiğinden dolayı,  $p$  değerinin %5’den büyük olması  $H_0$  hipotezinin reddedilmesi

esnasında yapılacak hata oranının %5'den büyük olacağı anlamını taşımaktadır bu da kabul edilebilir hata oranından daha büyüktür (Anonim, 2019b).

Çalışma öncesi ortaya konan bazı hipotezlere göre bilinç düzeyi;

- Yaş ile artmaktadır,
- Cinsiyetten etkilenmektedir,
- Öğrenim düzeyi yüksek olanlarda artmaktadır,
- Medeni durumdan etkilenmektedir,
- İş yerindeki görevden etkilenmektedir,
- İş yerinde çalışma süresi ile artmaktadır,
- Vardiyalı çalışma durumundan etkilenmektedir,
- Sigara kullanımından etkilenmektedir.

Bu hipotezler neticesinde Ki-kare ilişki analizleri oluşturulmuştur. “Yaş” değişkeni ile “İş ortamında iletişim ve memnuniyet algısı” faktörü arasındaki Ki-kare ilişki analizi Çizelge 3.7’de görülmektedir.

Çizelge 3.7. “Yaş” değişkeni ile “İş ortamında iletişim ve memnuniyet algısı” faktörü arasında Ki-kare ilişki analizi

		<i>İş ortamında iletişim ve memnuniyeti algısı</i>			<i>Toplam</i>
		<i>Katılmıyorum</i>	<i>Kararsızım</i>	<i>Katılıyorum</i>	
<i>Yaş</i>	<i>18-25</i>	<i>Sayı</i>	2	0	32
		<i>%</i>	5,88	0	94,12
	<i>26-35</i>	<i>Sayı</i>	4	1	113
		<i>%</i>	3,39	0,68	95,76
	<i>36-50</i>	<i>Sayı</i>	4	8	113
		<i>%</i>	3,20	6,40	90,40
	<i>50 üzeri</i>	<i>Sayı</i>	4	0	24
		<i>%</i>	14,29	0	85,71
	<i>Toplam</i>	<i>Sayı</i>	14	9	282
		<i>%</i>	4,59	2,95	92,46

“Yaş” değişkeni ile “İş ortamında iletişim ve memnuniyet algısı” faktörü arasında Ki-kare ( $X^2$ ) değeri 15,737 ve anlamlılık değeri  $p=0,015$  olarak belirlenmiştir.  $p<0,05$  nedeniyle  $H_0$  hipotezi reddedilmiş,  $H_1$  hipotezi kabul edilmiştir. Bu durumda “Yaş” değişkeni ile “İş ortamında iletişim ve memnuniyet algısı” faktörü arasında istatistiksel bir ilişki bulunmaktadır. Çizelge 3.7 incelendiğinde 18-25 yaş aralığındaki çalışanların %94,12’si, 26-35 yaş aralığına sahip çalışanların %95,76’sı, 36-50 yaş aralığına sahip çalışanların %90,40’ı ve 50 yaş üzeri çalışanların %85,71’i iş ortamındaki iletişim ve memnuniyetin iş güvenliği açısından önemli olduğu algısına sahip olduğu görüşüne varılmaktadır.

“Yaş” değişkeni ile “Göreviniz esnasında iş kazası geçirdiniz mi?” değişkeni arasında Ki-kare ilişki analizi Çizelge 3.8’de görülmektedir.

Çizelge 3.8. “Yaş” değişkeni ile “Göreviniz esnasında iş kazası geçirdiniz mi?” değişkeni arasında Ki-kare ilişki analizi

		<i>Göreviniz esnasında iş kazası geçirdiniz mi ?</i>		<i>Toplam</i>
		<i>Evet</i>	<i>Hayır</i>	
<i>Yaş</i>	<i>18-25</i>	<i>Sayı</i>	9	25
		<i>%</i>	26,47	73,53
	<i>26-35</i>	<i>Sayı</i>	24	94
		<i>%</i>	20,34	79,66
	<i>36-50</i>	<i>Sayı</i>	53	72
		<i>%</i>	42,40	57,60
	<i>50 üzeri</i>	<i>Sayı</i>	12	16
		<i>%</i>	42,86	57,14
	<i>Toplam</i>	<i>Sayı</i>	98	207
		<i>%</i>	32,13	67,87

“Yaş” değişkeni ile “Göreviniz esnasında iş kazası geçirdiniz mi?” değişkeni arasında Ki-kare ( $X^2$ ) değeri 15,546 ve anlamlılık değeri  $p=0,001$  olarak belirlenmiştir.  $p>0,05$  nedeniyle  $H_0$  hipotezi reddedilmiş,  $H_1$  hipotezi kabul edilmiştir. Bu durumda “Yaş” değişkeni ile “Göreviniz esnasında iş kazası geçirdiniz mi?” değişkeni arasında istatistiksel bir ilişki bulunmaktadır. Çizelge 3.8 incelendiğinde 18-25 yaş aralığında yer alan çalışanların %73,53’ü, 26-35 yaş aralığındaki çalışanların %79,66’sı, 36-50 yaş aralığındaki çalışanların %57,60’ı ve 50 yaş üstü çalışanların %57,14’ü görevleri esnasında herhangi bir iş kazası geçirmemişlerdir. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Eğitim Araştırma Merkezi tarafından 2017 yılında yapılan çalışmada (Anonim, 2019b) çeşitli sebeplerle iş kazalarına maruz kalan çalışanların yaşları ile iş kazası

yapması arasında bir ilişki olduğu ortaya koyulmuştur. 2015 yılında iş kazası ile karşılaşan sigortalıların %4'ü 18 yaş ve altı, %45'i ise 30 yaş ve altındaki kişilerden oluştuğu ve en çok iş kazası 33-35 yaş aralığındaki çalışanlarda görüldüğü belirtilmiştir.

“Öğrenim düzeyi” değişkeni ile “İş ortamında iletişim ve memnuniyet algısı” değişkeni arasında Ki-kare ilişki analizi Çizelge 3.9’da görülmektedir.

Çizelge 3.9. “Öğrenim düzeyi” değişkeni ile “İş ortamında iletişim ve memnuniyet algısı” değişkeni arasında Ki-kare ilişki analizi

		İş ortamında iletişim ve memnuniyet algısı			Toplam
		Katılmıyorum	Karasızım	Katılıyorum	
Öğrenim düzeyi	İlkokul	Sayı	5	5	45
		%	9,09	9,09	81,82
	Ortaokul	Sayı	3	1	62
		%	4,55	1,52	93,93
	Lise	Sayı	5	3	121
		%	3,88	2,33	93,79
	Lisans ve Lisansüstü	Sayı	1	0	54
		%	1,82	0	98,18
	Toplam	Sayı	14	9	282
		%	4,59	2,95	92,46

Ki-kare ( $X^2$ ) değeri 13,682 ve anlamlılık değeri  $p=0,033$  olarak belirlenmiştir.  $p<0,05$  nedeniyle  $H_0$  hipotezi reddedilmiş.  $H_1$  hipotezi kabul edilmiştir. Bu durumda “Öğrenim düzeyi” değişkeni ile “İş ortamında iletişim ve memnuniyet algısı” faktörü arasında istatistiksel bir ilişki bulunmaktadır. Çizelge 3.9 incelendiğinde çalışanlardan ilkökul düzeyinde eğitim seviyesinde olanların %81,82’si, ortaokul düzeyinde eğitim seviyesi olanların %93,93’ü, lise düzeyinde eğitim seviyesinde olanların %93,79’u ve lisans veya lisansüstü eğitim seviyesinde olanların %98,18’i iş ortamındaki iletişim ve memnuniyetin iş güvenliği açısından önemli olduğu görüşüne katıldıklarını belirtmişlerdir. İş ortamında iletişim ve memnuniyet algısı eğitim seviyesinin artmasıyla artmaktadır. Atay (2006) endüstri alanında çalışan bireylerin iş memnuniyeti düzeylerini iş güvenliği algıları açısından incelediği çalışmada, çalışanların iş güvenliği algı seviyeleri yükseldikçe iş tatminlerinin de yükseldiği, iş tatminleri yükseldikçe iş güvenliği algılarının da arttığını belirlemiştir. Ayrıca endüstri alanında çalışanlarının iş güvenliği algı biçimlerinin sosyo-ekonomik yapıdan kaynaklı farklılaştığını belirlemiştir. Bu yüzden sosyo-ekonomik yapı yükseldikçe çalışanların iş güvenliği algı düzeyi de artmakta, eğitim düzeyleri açısından bakıldığında ise, eğitim düzeyleri arttıkça iş güvenliği algı düzeylerinin de arttığını belirlemiştir.

“İş yerindeki pozisyon” değişkeni ile “Görev esnasında iş kazası geçirdiniz mi?” değişkeni arasında Ki-kare ilişki analizi Çizelge 3.10’da görülmektedir.

Çizelge 3.10. “İş yerindeki pozisyon” değişkeni ile “Görev esnasında iş kazası geçirdiniz mi?” değişkeni arasında Ki-kare ilişki analizi

		Göreviniz esnasında iş kazası geçirdiniz mi ?		Toplam
		Evet	Hayır	
İş yerindeki pozisyon	İşçi	Sayı	78	152
		%	33,91	66,09
	Teknisyen/Tekniker	Sayı	18	29
		%	38,30	61,70
	Mühendis	Sayı	1	21
		%	4,55	95,45
	Yönetici	Sayı	1	5
		%	16,67	83,33
	Toplam	Sayı	98	207
		%	32,13	67,87

Ki-kare ( $X^2$ ) değeri 9,490 ve anlamlılık değeri  $p=0,023$  olarak belirlenmiştir.  $p<0,05$  nedeniyle  $H_0$  hipotezi reddedilmiş.  $H_1$  hipotezi kabul edilmiştir. Bu durumda “İş yerindeki pozisyon” değişkeni ile “Göreviniz esnasında iş kazası geçirdiniz mi?” değişkeni arasında istatistiksel bir ilişki bulunmaktadır. Çizelge 3.10 incelendiğinde çalışanlardan işçi pozisyonunda olanların %33,91’i, teknisyen-tekniKER pozisyonunda çalışanların %38,30’u, mühendislerin %4,55’i ve yöneticilerin %16,67’si görevleri esnasında iş kazası geçirmişlerdir. İş kazası oranlarının çalışanların yaptıkları iş ve buldukları çalışma ortamından kaynaklı olarak değiştiği söylenebilir.

“Göreviniz esnasında iş kazası geçirdiniz mi?” değişkeni ile “Sigara kullanım durumu” değişkeni arasında Ki-kare ilişki analizi Çizelge 3.11 ’de görülmektedir.

Çizelge 3.11. “Göreviniz esnasında iş kazası geçirdiniz mi?” değişkeni ile “Sigara kullanım durumu” değişkeni arasında Ki-kare ilişki analizi

Göreviniz esnasında iş kazası geçirdiniz mi?	Sigara kullanım durumu			Toplam
		Evet	Hayır	
	<b>Evet</b>	<b>Sayı</b>	74	24
	<b>%</b>	75,51	24,49	100
<b>Hayır</b>	<b>Sayı</b>	116	91	207
	<b>%</b>	56,04	43,96	100
<b>Toplam</b>	<b>Sayı</b>	190	115	305
	<b>%</b>	62,30	37,70	100

Ki-kare ( $X^2$ ) değeri 10,736 ve anlamlılık değeri  $p=0,001$  olarak belirlenmiştir.  $p<0,05$  nedeniyle  $H_0$  hipotezi reddedilmiş.  $H_1$  hipotezi kabul edilmiştir. Bu durumda “Göreviniz esnasında iş kazası geçirdiniz mi?” değişkeni ile “Sigara kullanımı” değişkeni arasında istatistiksel bir ilişki bulunmaktadır. Çizelge 3.11 incelendiğinde Balıkesir bölgesinde çalışanların %75,51’i, sigara kullanan ve daha önce iş kazası geçirmiş kişilerden oluştuğu öne çıkarken; kişilik yapısı stresli olan kişilerin iş kazasına yatkın olma durumunun incelendiği Ersoy (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, sigara ve alkol alışkanlığının merkezi sinir sistemini etkilediği, bulunmadığı durumlarda huzursuzluğun ortaya çıktığı ve bu sebeple de sürekli veya periyotlar halinde kullanma isteğinin oluştuğu durumların ortaya çıktığı belirlenmiştir. Özellikle sigarada bulunan nikotinin beyne alkolden daha hızlı ulaşması ve etkisinin ortadan yok olma süresinin daha kısa sürmesi sebebiyle daha fazla tüketme ihtiyacı oluşmaktadır. Bu nedenle, işe ara vermelerin sıklaşması, ara verilmediği durumda da stres ve dikkat dağınıklığı oluşmasına sebep olmaktadır.

Tüm bunların sonucunda sigara kullanımındaki artışın iş kazalarının artması ile doğru orantılı olduğu sonucuna varılmıştır.

“Göreviniz esnasında iş kazası geçirdiniz mi?” değişkeni ile “Çalışma saati ve mola süreleri algısı” faktörü arasında Ki-kare ilişki analizi Çizelge 3.12’de görülmektedir.

Çizelge 3.12. “Göreviniz esnasında iş kazası geçirdiniz mi?” değişkeni ile “Çalışma saati ve mola süreleri algısı” faktörü arasında Ki-kare ilişki analizi

Göreviniz esnasında iş kazası geçirdiniz mi?	Çalışma saati ve mola süreleri algısı			Toplam	
		Katılmıyorum	Kararsızım		Katılıyorum
	<b>Evet</b>	<b>Sayı</b>	31	17	50
	<b>%</b>	31,63	17,35	48,98	100
<b>Hayır</b>	<b>Sayı</b>	21	38	148	207
	<b>%</b>	10,14	18,36	71,50	100
<b>Toplam</b>	<b>Sayı</b>	52	55	198	305
	<b>%</b>	17,05	18,03	64,92	100

Çizelge 3.12’de çalışanların iş kazası geçirip geçirmedikleri ile çalışma süresi ve mola sürelerinin iş güvenliği anlamında önemli olup olmadığı algıları arasındaki ilişkiyi gösteren Ki-kare ( $X^2$ ) değeri 22,346 ve anlamlılık değeri  $p=0,000$  olarak belirlenmiştir.  $p<0,05$  nedeniyle  $H_0$  hipotezi reddedilmiş.  $H_1$  hipotezi kabul edilmiştir. Bu durumda “Göreviniz esnasında iş kazası geçirdiniz mi?” değişkeni ile “Çalışma saati ve mola süreleri algısı” faktörü arasında istatistiksel bir ilişki bulunmaktadır. Çizelge 3.12 incelendiğinde, iş kazası geçirenlerin 48,98’i çalışma süresi ve mola sürelerinin iş güvenliği açısından önemli olduğu görüşüne katıldıklarını belirtirlerken, iş kazası geçirmemiş olanların ise %71,50’si aynı görüşe katıldıklarını belirtmişlerdir. Buna göre; iş kazası geçiren ya da geçirmeyen çalışanların büyük çoğunluğu çalışma saati ve mola sürelerinin iş sağlığı ve güvenliği açısından önemli olduğu konusunda hemfikir oldukları belirlenmiştir. Camkurt (2007) tarafından yapılan çalışmada ise, işyeri çalışma sisteminin ve işyeri fiziksel faktörlerinin iş kazaları üzerine etkilerinin incelemiş ve işyerindeki çalışma saatleri ile molaların sıklığı ve süresinin çalışanların fiziksel ve ruhsal yapıları üzerinde yüksek oranda etkili olduğunu, insan yapısına en uygun çalışma süresi günlük 7,5 saat, haftalık ise 45 saat olması gerektiği belirlemiştir. Çalışma saatlerinin uzaması ve mola sürelerinin kısaltılmasıyla ilgili olarak, iş kazalarının yaşanmasındaki en önemli faktörün yorgunluk olduğu, çalışma saatlerinin artması sonucunda çalışanların daha fazla yorulduğu ve bu yorgunluğa sebebiyle iş kazalarının etkisinde daha fazla kaldığı, öğle molasına yakın saatler ile mesai bitimine yakın saatlerde iş kazalarının arttığını belirtmiştir.

### 3.5. Açık Uçlu Soruya Verilen Cevaplar

Anketin son kısmında 40. soru olarak, anket soruları haricinde belirtmek istediğiniz sorun, görüş ve önerileriniz varsa belirtiniz şeklindeki ifade için çalışanların görüş, öneri ve rahatsızlıkları aşağıda özetlenmiştir;

- Ülkemizde 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği yasının çıktığı 2012 yılı sonrası, yani iş güvenliği kavramının yoğunlaştığı ilk dönemlerde denetim ve kontroller iyi seviyede iken şu anda sistemde bir azalma ve konsantrasyon eksikliği görülmektedir.

- Kullanılan kişisel koruyucu donanımların doğru ve uygun kullanılmaması çalışanlarda rahatsızlık oluşturmaktadır. Bu durumda ileri seviyede meslek hastalıklarına sebep olmaktadır.
- Alınan maaşın yapılan işi tam olarak karşılayamaması çalışanların motivasyonundaki düşüşte oldukça etkili olmaktadır.
- Her ne kadar büyük ölçekli işletmelerde standarda uygun olmasına rağmen, özellikle küçük ölçekli işletmelerde çalışma saatleri, mola süreleri ve çalışma günleri konusunda belirli bir standart yakalanmalı ve işverenin keyfi uygulamasından kaçınılmalıdır.
- İşyerinde amirlerle işçiler arasında iletişimin uygun olmaması, amirlerle işçiler arasındaki iletişim problemleri, çalışma verimini olumsuz etkilemektedir.
- İş güvenliği uzmanlarının uyarılarına firma tarafından önem verilmemektedir. İş güvenliği uzmanlarının işverenin emrinde çalışmaları ve iş kaybetme endişesi nedeniyle işverenin istekleri doğrultusunda hareket etme zorunluluğu hissetmeleri iş güvenliği konusunda standarttan uzak uygulamaların yapılmasına sebep olmaktadır
- Vardiya amirleri çoğu noktada personelin sorunlarını çözmede yetersiz kalmaktadırlar.

#### 4. SONUÇ

İş kazaları ve meslek hastalıkları, çalışanlar ve firmalar açısından önemli bir maliyet faktörü olup, çalışana ve işverene hem maddi hem manevi açıdan negatif etkiler oluşturmaktadır. İş kazaları ve meslek hastalıkları neticesinde ortaya çıkan maddi ve manevi değerdeki azalışlar, ülke ekonomisinde de ciddi kayıplara neden olmaktadır. Bu sebeple, işletmelerde iş kazası ve meslek hastalıklarına sebep olan nedenlerin belirlenmesi, gerekli tedbirlerin alınması ve kontrol edilmesi, sağlıklı ve güven veren huzurlu bir ortamda etkili ve yüksek verimli bir şekilde çalışabilmek için en önemli şartlardan biridir.

Ergonomik olmayan şartlara maruz kalan çalışanların iş kazası ve meslek hastalıklarına yakalanma oranları bir hayli yüksektir. İş kazaları ve meslek hastalıkları tüm dünya çalışanları için önemli birer sorun kaynağı olmaktadır. İş kazalarının ve meslek hastalıklarının minimum seviyeye indirilebilmesi için işverenlerin gerekli tedbirleri alması gerekmekte, ancak bu tedbirler tek başına yeterli düzeyde olmamaktadır. İş kazaları birden fazla sebepten dolayı ortaya çıkabileceğinden yalnızca önlem ya da yasa ile değil hepsinin bir bütün olarak ele alınıp irdelenmesi gerekmektedir. Aksi halde bir çözüme kavuşması ve risklerin azaltılması düşünülemez.

Tüm bu temel verilerin ışığında yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Balıkesir ilinde tarım makinaları sanayi işçilerinin ergonomi ve iş güvenliği algılarının değerlendirilmesi üzerine yürütülen bu araştırmaya 305 kişi katılmış ve bu katılımcıların %95,08'ini erkekler, %4,92'sini kadın çalışanlar oluşturmuştur.
- Araştırmaya katılan çalışanların demografik özellikleri ile ilgili öne çıkan veriler incelendiğinde, %40,98'i 36-50 yaş %38,69'u 26-35 yaş aralığında bulunmaktadır. Çalışanların %42,30'u lise ve dengi okul mezunu, %74,43'ü evlidir. İş yerlerinde 5 yıl ve üzeri çalışma oranı %58,36'dır. İş kazası yaşayan çalışanların oranı %32,13. Sigara kullanım oranı %62,30'dur.
- 305 çalışana anket uygulaması sonucu, 115 (%37,70) çalışan tarafından mola süresi ve sayısının yetersiz olduğu, 188 (%61,64) çalışanın ise amirleriyle sorun yaşadığı belirlenmiştir. 192 (%62,95) çalışan ortamdaki gürültüden rahatsız olduğunu belirtirken, 135 (%44,26) çalışanın ise ortam ya da makinada oluşan titreşimlerden rahatsız olduğu belirlenmiştir.
- Ki-kare ilişki analizi sonucunda; 18-25 yaş aralığında bulunan çalışanların %94,12'si, 26-35 yaş aralığına sahip çalışanların %95,76'sı 36-50 yaş aralığına sahip çalışanların %90,40'ı ve 50 yaş üzeri çalışanların %85,71'inin iş ortamındaki iletişim ve memnuniyetin iş güvenliği açısından önemli olduğu algısına sahip olduğu görüşüne ulaşılmıştır.
- İş kazası geçiren çalışanların iş yerlerindeki görev sürelerinin artmasına bağlı olarak iş kazası geçirme oranlarının da arttığı belirlenmiştir.
- İş ortamında iletişim ve memnuniyet algısı öğrenim düzeyi arttıkça yükselmektedir.
- Çalışanların %75,51'i sigara kullanan ve daha önce iş kazası geçirmiş kişilerdir.
- Çalışanlardan iş kazası geçirenlerin %15,31'i çalışma alanındaki psikolojinin iş güvenliği açısından önemli olduğunu düşünürken, iş kazası geçirmeyenlerin %34,30'u önemli olduğu düşüncesine katıldıklarını dile getirmişlerdir.

Çalışma kapsamında elde edilen bilgiler neticesinde aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur.

- Çalışan işçilere verilecek işler işçinin kapasitesine uygun olmalıdır.
- Yeni işe giren ve uzun süre yaptığı işe ara veren çalışanlara eğitimler verilerek iş becerisi ve İSG tam olarak kavraması sağlanmalıdır.
- Gürültü, titreşim, toz ve aydınlatma ölçümleri yapılmalı, çıkan sonuçlar doğrultusunda çalışana uygun ergonomik ortam sağlanmalıdır.
- İSG ile ilgili mevzuata uyulmalıdır.



- Çalışanlara taşıma ve kaldırma işlerinin İSG kurallarına uygun olarak nasıl yapılacağı hakkında bilgi verilmeli ve yük bele değil kol ve bacak kasaları kullanılarak kaldırılmalıdır.
- Kişisel koruyucu donanımlar eksiksiz şekilde çalışanlarca kullanılmalıdır.
- İşletmelerin ergonomik koşullarında yapılacak iyileştirme çalışmaları ile çalışanların işten ayrılma sayıları azaltılabilir.
- Çalışanlarla, amir ve işverenlerin iyi diyalog halinde olması sağlanarak çalışan verimliliği artırılabilir.
- İSG uzmanlarının işverene değil, devlete bağlı olarak çalışması gerektiği, bu tarz bir uygulamanın İSG ile ilgili uyulması gereken kural ve yasakların belirlenmesinde ve düzenlenmesinde daha etkili olacağı düşünülmektedir.
- Firmalarda iş güvenliği bilincinin yerleşmesini sağlamak için ele alınması gereken kavramların en önemlilerinden biri, çalışanların algı düzeyidir. Çalışanların algı düzeyleri yükseldikçe kazalara tedbir alma, İSG kurallarına uyum sağlama, gelişen teknolojiye ayak uydurma ve eğitim öğretimle kazandıkları nitelikleri uygulamada kullanmada olumlu izlenimler kazandıkları tespit edilmiştir.

#### NOT


Bu makale, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalında Mesut Yaşar tarafından tamamlanan "Balıkesir İlinde Tarım Makinaları Sanayi Çalışanlarının İş Güvenliği ve Ergonomi Algılarının Değerlendirilmesi" başlıklı Yüksek Lisans Tezi kapsamında hazırlanmıştır.

#### KAYNAKLAR

- Altınel, H. 2013. *İş Sağlığı ve İş Güvenliği*, Detay Yayıncılık (2. Baskı), Ankara.
- Anonim, 2019a. <http://www.tarmakbir.org/haberler/tarmakbirsekrap.pdf>. Erişim Tarihi: 18.12.2019.
- Anonim, 2019b. <http://www.casgem.gov.tr/dosyalar/kitap/117/dosya-117-5309.pdf>. Erişim Tarihi: 10.05.2019.
- Atay, F. 2006. Endüstri Alanında Çalışan Bireylerin İş Doyumu Düzeylerinin İş Güvenliği Algıları Açısından İncelenmesi. Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Eğitimde Psikolojik Hizmetler Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Sakarya.
- Baş, T. 2013. *Anket*. Seçkin Yayıncılık, (7. Baskı), s. 40-44, Ankara.
- Camkurt, M.Z. 2007. İşyeri Çalışma Sistemi ve İşyeri Fiziksel Faktörlerinin İş Kazaları Üzerindeki Etkisi. *TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi*, 21:80-106.
- Cerev, G., Yıldırım, S. 2018. Çalışanların Kişisel Özelliklerinin İş Kazası ve Meslek Hastalıklarına Etkisi Üzerine Bir İnceleme. *Fırat Üniversitesi İİBF Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 2: 53-72.
- Çiçek, Ö., Oçal, M. 2016. Dünya'da ve Türkiye'de İş Sağlığı ve İş Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi. *HAK-İŞ Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 11: 107-129.
- Ersoy, A.D. 2016. Stresli Kişilik Yapısı ve İş Kazasına Yatkınlığı Arasındaki İlişki. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İnsan Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalı, İnsan Kaynakları Yöneticiliği Yüksek Lisans Programı, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), İstanbul.
- Girgin, M. 2018. Balıkesir'de Faaliyet Gösteren Bazı Tarım Makinaları Üreticilerinin İş Güvenliği ve Risk Analizi Üzerine Bir Çalışma. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Tekirdağ.
- Katipoğlu, P. 2019. Tarımda Ekonomik, Beşerî ve Sosyal Sermayenin Kırsal Kalkınmada Önemi. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Aydın.
- Külekcı, B. 2012. Gemi İnşa Endüstrisi Çalışanlarının İş Sağlığı Ve Güvenliği Algılarının Değerlendirilmesine Yönelik Bir Araştırma. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, İnsan Kaynakları Yönetimi Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), İstanbul.
- Obuz, S. 2016. İnşaat Sektöründe Çalışanların İş Sağlığı Ve Güvenliği Hakkındaki Bilgi Düzeyleri. İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), İstanbul.
- Öz, E., Çakmak, B. 2017. Tarım Makinaları Üreten Bir İşletmede İş Akışının Ergonomi ve İş Güvenliği Yönünden Değerlendirilmesi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5: 275-282.
- Sabancı, A. 1999. *Ergonomi*, Baki Kitapevi, 1. Basım, Yayın No: 13, s. 1-27, Adana.
- Sönmez, N. 2011. Elma Hasadının Ergonomik Analizi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi (Yayımlanmamış), Ankara.
- Taştan, M. 2018. Alüminyum Profil İşleme Endüstrisinde İş Güvenliği. Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İş Güvenliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Çanakkale.
- Tozkoparan, G., Taşoğlu, J. 2011. İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları İle İlgili İş görenlerin Tutumlarını Belirlemeye Yönelik Bir Araştırma. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1:181-209.
- Yaşlıoğlu, M.M. 2017. Sosyal Bilimlerde Faktör Analizi ve Geçerlilik: Keşfedici ve Doğrulayıcı Faktör Analizlerinin Kullanılması, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 46: 74-85.
- WHO (2005). World Health Organisation, Regional Strategy on Occupational Health and Safety in SEAR Country, New Delhi: WHO Publications.

## Energy Balance for Production of Selected Crops in Turkey

### Türkiye'de Seçilmiş Bitkilerin Üretiminde Enerji Bilançosu

Koç Mehmet Tuğrul<sup>1,\*</sup> 

<sup>1</sup> Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, 26160 Odunpazarı/Eskişehir, Turkey  
\* Corresponding author (Sorumlu Yazar): K. M. Tuğrul, e-mail (e-posta): kmtugrul@yahoo.com

#### Article Info

Received date : 06 October 2020  
Revised date : 02 December 2020  
Accepted date : 02 December 2020

#### Keywords:

Energy consumption  
Energy ratio  
Efficiency  
Field crops

#### ABSTRACT

The main purpose of this study was to analyze the energy input, energy output and energy output/input ratio of four selected crops (sugar beet, wheat, sunflower and maize) during 2017 and 2018 cultivation seasons in Turkey. The data were determined by a questionnaire applied to 140 farms in 25 regions according to the stratified sampling method. The results showed that the highest average energy input was 65389.32 MJ ha<sup>-1</sup> for sugar beet and least was 24595.23 MJ ha<sup>-1</sup> for wheat. In these data, the highest energy requirements were found for seedbed preparation, harvesting and hoeing respectively. Average energy use efficiency varied from 16.49, 2.84, 2.36 and 4.28 for sugar beet, wheat, sunflower and maize respectively. It was found that the highest direct energy input was 44.31% for sugar beet. The non-renewable form of energy input was determined about 85.98-89.67% of the total energy input. In the light of these results; it can be said that methods such as applying new soil processing systems in large agricultural areas, introducing different agricultural and alternative fertilizer usage methods, planning in irrigation properly, switching to new irrigation methods and spreading the use of alternative energy sources in agriculture are important factors in reducing energy consumption and usage in agriculture.

#### Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 06 Ekim 2020  
Düzeltilme tarihi : 02 Aralık 2020  
Kabul tarihi : 02 Aralık 2020

#### Anahtar Kelimeler:

Enerji tüketimi  
Enerji oranı  
Verimlilik  
Tarla bitkileri

#### ÖZET

Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'de 2017 ve 2018 ekim sezonlarında seçilen dört mahsulün (şeker pancarı, buğday, ayçiçeği ve mısır) enerji girdisi, enerji çıktısı ve enerji çıktı/girdi oranını analiz etmektir. Veriler, tabakalı örnekleme yöntemine göre 25 bölgede 140 çiftliğe uygulanan anket ile belirlenmiştir. Sonuçlar, ortalama enerji girdisinin şeker pancarı için 65389.32 MJ ha<sup>-1</sup> ile en yüksek ve buğday için 24595.23 MJ ha<sup>-1</sup> ile en düşük olduğunu göstermiştir. Bu verilerde en yüksek enerji ihtiyacı sırasıyla tohum yatağı hazırlama, hasat ve çapalama için bulunmuştur. Ortalama enerji kullanım verimliliği şeker pancarı, buğday, ayçiçeği ve mısır için sırasıyla 16.49, 2.84, 2.36 ve 4.28 arasında değişmiştir. Direkt enerji girdisinin % 44,31 ile şeker pancarında en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yenilenemez enerji girdisinin toplam enerji girdisinin yaklaşık olarak % 85.98-89.67'si olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar ışığında; Geniş tarım alanlarında yeni toprak işleme sistemlerinin uygulanması, farklı tarımsal ve alternatif gübre kullanım yöntemlerinin tanıtılması, sulamada doğru planlama, yeni sulama yöntemlerine geçiş ve tarımda alternatif enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması gibi yöntemlerin tarımda enerji tüketimini ve kullanımını azaltmada önemli faktörler olduğu söylenebilir.

## 1. INTRODUCTION

The rapid growth of the world economy and population are leading to big increases in energy demand. Today, as the importance of sustainable development is increasingly understood, the efforts to the value of energy efficiency are also rising. For this reason, the development of energy efficiency at all stages, the prevention of unconscious use and waste, and the reduction of energy intensity in all sectors are the primary components of energy policies. The efficient use of energy in the agricultural sector also has very direct effects on production costs. Tipi *et al.* (2009) indicated that agriculture had a relatively larger share in the total output and employment than what it was in other sectors.

The energy required in agricultural process is mainly divided into two sub-categories: direct energy and indirect energy. Direct energy refers to the energy sources, which are directly used in the operations and processes related to agricultural production in the field, such as fuel and electricity (Hulsbergen *et al.* 2001). On the other hand, indirect energy refers to those which are not used as direct energy sources in agriculture, but used to increase the quality of agricultural production. Fertilizers, seeds, chemicals and other labors can be shown as the indirect energy sources. Also, energy may be grouped as physical, chemical and biological energy.

Alluvione *et al.* (2011) evaluated the energy requirements of maize, wheat and soybean in Italian conditions. This study highlights the energy flows of three crops rotation of three different cropping systems such as; low-input integrated farming, integrated farming and conventional farming. They found that integrated farming techniques improved energy efficiency by reducing energy inputs without affecting energy outputs. Strnad and Misa, (2016) studied the energy input-output of wheat and barley cultivation in Czech Republic. They found that the energy ratio was 8.65 for wheat and 8.63 for barley cultivation. Shahgholi *et al.* (2018) analyzed the work efficiency balance for producing sugar beet. They reported that the energy output-input ratio was 13.8, the major energy consumers were chemical fertilizers (34%) and irrigation (22%). Memon *et al.* (2012) studied the work efficiency and energy consumption of alternative production systems for producing maize. As a result of this study, the most suitable system, which resulted in the highest yield with the lowest energy consumption, was determined.

The livelihood of agriculture, the amount of cultivated area and the level of mechanization are the main factors determining the amount of energy use in agriculture (Özgöz *et al.* 2017). Mohammadi and Omid, (2010) indicated that the amount of energy used in agricultural production, processing and distribution was significantly high. A sufficient supply of the right amount of energy and its effective and efficient usage are important to be able to improve the agricultural production. When the developed countries in the world are examined in particular, agricultural production increases and direct energy use decreases in agriculture (Gellings and Parmenter, 2001). However, in 25% of EU countries, energy efficiency in agriculture is still low (Kempen and Kraenzlein, 2008). The renewable energy usage has been increasing in agriculture day by day until the beginning of 2000 (Beckman *et al.* 2013; Abdul Rahman *et al.* 2017; Miranowski, 2016).

Worldwide, cropland per capita has declined 20% during the past decade. During the same period, more than 100 million hectares of cropland have been degraded and lost due to the wind and water erosion. In the arid regions, farmers must use irrigation water. However, available irrigated cropland per capita has declined about 10% during the past decade due to the effects of population growth, salinization, water logging, and depletion of ground water resources (Pimentel, 2009). Although the renewable energy is insufficient to meet requirements, scientists claim that renewable energy sources will increasingly become important alternatives to replace the gradually declining fossil fuels.

The purpose of this study is to define the energy balance for sugar beet, wheat, sunflower and maize productions in Turkey, which are the most important means of livelihood in terms of macro and micro terms. Although all sorts of energy resources are used as input for crop production, the output of these crops is still low. If economic, sustainable development and change are considered in agricultural production, firstly energy input must be reduced or used optimally, and agricultural output should be increased. Therefore, the assessment of energy consumption for crop production is required to understand the current situation related to usage of energy resources.

## 2. MATERIALS AND METHODS

Although Turkey (36°-42° N - 26°-45° E) is located in a geographical area where climatic conditions are quite temperate, the diverse nature of the landscape and especially presence of the mountains extending parallel to the coasts cause the climatic conditions to differ significantly from one region to another. While the coastal regions of the country enjoy milder climates, the inland Anatolia plateau experiences hot summers and cold winters with limited precipitation (Climate, 2018). Due to irregular topography, different climates are experienced in different regions of Turkey.



Figure 1. Sugar beet growing areas in Turkey (Tuğrul et al. 2012)

Agricultural operations and the energy input and output values of field crops cultivated in these regions were determined from a questionnaire given to farmers from 66 villages selected due to their regional properties. The evaluation data are based on the survey studies that Türkşeker regularly conducts every year to determine the next year's beet purchase price. Accordingly, the data obtained from the surveys conducted in 140 farmers in 25 regions according to the stratified sampling method for sugar beet and competing products in the 2017-2018 production season were evaluated (Karagölge and Peker, 2002; Turkseker, 2017-2018) (Figure 1). The 25 sugar factories in mentioned are separated into three regions according to their geographical location and their climate characteristics. The first region has the subtropical marine climate and covers the Alpullu, Susurluk and Çarşamba sugar factories. The second has the subtropical land climate and covers the Afyon, Ankara, Bor, Burdur, Çorum, Elazığ, Elbistan, Ereğli, Eskişehir, Iğın, Kastamonu, Kırşehir, Malatya, Turhal, Uşak and Yozgat sugar factories. The third has terrestrial climate and covers the Ağrı, Erciş, Erzincan, Erzurum, Kars and Muş sugar factories. Within the scope of this study, a total of 140 farms including 15 farms from the first region, 95 farms from the second region and 30 farms from the third region were evaluated. Due to the climate characteristics, maize and sunflower farming cannot be done in regions including the 3rd region. For this reason, maize and sunflower were evaluated on the basis of data from the remaining 110 farms. In the scope of the research; a total area of 1335 ha, including 177 ha (13%) in the first region, 945 ha (71%) in the second region and 213 ha (16%) in the third region were assessed.

The average land size of 140 farms in 25 regions where the survey was conducted in Turkey was 3.3 ha for sugar beet, 3.8 ha for wheat, 2.5 ha for sunflower and 2.2 ha for maize. These land sizes were not sufficient for efficient production. Therefore, as the input was increasing, the output was decreasing. Approximately 50 ha (4%) wheat planting area was irrigated by surface irrigation, 620 ha was irrigated by sprinkler irrigation method in 2<sup>nd</sup> region and the rest of the area and also wheat area in 3<sup>rd</sup> region was not irrigated (Turkseker, 2017-2018). In the calculation of the energy ratio, human, machinery, electricity, seed and fertilizer amounts and yield values of 4 crops were used (Mohammadi and Omid, 2010; Azizi and Heidari, 2013).

Table 1. Energy equivalents of inputs and outputs of the selected crops

Inputs	Unit	Energy equivalent coefficient (MJ/unit)			Sources
Human labor	h	1.96			Mohammadi and Omid, 2010
Machinery	h	62.70			Tipi <i>et al.</i> 2009
Nitrogen	kg	60.60			Singh, 2002
Phosphorous	kg	11.10			Singh, 2002
Potassium	kg	6.70			Singh, 2002
Chemicals	kg	120.00			Mandal <i>et al.</i> 2002
Fuel	l	56.31			Singh <i>et al.</i> 2002
Irrigation	m <sup>3</sup>	1.02			Azizi and Heidari, 2013
Electricity	kWh	3.60			Ozkan <i>et al.</i> , 2004
Crop	Unit	Energy equivalent coefficient (MJ/unit)			
		Seed	Output	By-product	
Sugar beet		50.00	16.80	7.90	
Wheat	kg	5.00	14.70	12.50	Chamsing <i>et al.</i> , 2006
Sunflower		3.60	25.00	12.50	
Maize		14.70	14.70	12.50	

In this study, in order to estimate output energy values, sugar beet, wheat, sunflower and maize were taken into account (Table 1). Total energy input (ha) in a unit area constituted of the sum of input energy. Human labor, machinery, chemical fertilizers, chemicals, irrigation, electricity, Fuel and sugar beet seed were used as the inputs in calculation process (Mandal *et al.* 2002; Singh 2002; Singh *et al.* 2002; Ozkan *et al.* 2004; Tipi *et al.* 2009; Mohammadi and Omid, 2010; Azizi and Heidari, 2013). The output of the crop production consisted of main product and by products. Straw and bagasse were considered as by-products. The average ratio of grain and straw was about 1/1.5. In this study, it was assumed that utilization of straw as the by-product was equal to 20% of the grain weight with an energy equivalent to approximately 12.5 MJ/kg. For sugar beet, about 25% of it was assumed as bagasse with the energy equivalent to 7.9 MJ/kg (Chamsing *et al.* 2006) (Table 1).

The annual average temperature is approximately 15.8, 12.4, 8.5 °C and the total rainfall is 882, 403, 511 mm, of which about 72, 69, 64% falls from October to April in 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup> group regions respectively (SugInst, 2017). The average land size in the regions where the survey is conducted is 2.1, 4.0, 2.9 ha respectively. Soil texture is clayey (32.1-47.3 % clay, 26.2-36.2 % silt, 17.5-41.7 % sand) and organic matter content is low (1.0-1.9%) in all regions (Sueri and Turhan, 2002).

Table 2. Energy inputs used per hectare (MJ ha<sup>-1</sup>)

Inputs	Sugar beet	Rate (%)	Wheat	Rate (%)	Sunflower	Rate (%)	Maize	Rate (%)	
1 <sup>st</sup> region	Total Human Labor	93.69	0.15	25.68	0.10	42.53	0.14	61.15	0.16
	Total Machinery	2225.85	3.45	1210.11	4.48	2445.30	8.06	3316.83	8.85
	Chemical fertilizers	35579.00	55.22	14576.07	54.02	15394.02	50.75	20305.47	54.18
	Chemicals	264.00	0.41	144.00	0.53	228.00	0.75	276.00	0.74
	Irrigation	7324.01	11.37	3645.68	13.51	3930.67	12.96	4135.69	11.04
	Electricity <sup>1</sup>	3771.86	5.85	2819.52	10.45	3550.43	11.71	3580.60	9.55
	Fuel	14967.20	23.23	3513.74	13.02	4723.85	15.57	5213.74	13.91
	Seed	200.00	0.31	1050.00	3.89	16.20	0.05	588.00	1.57
2 <sup>nd</sup> region	Total Human Labor	96.04	0.15	27.44	0.10	44.49	0.11	61.15	0.14
	Total Machinery	2671.02	4.15	1335.51	4.71	2746.26	6.93	3473.58	8.06
	Chemical fertilizers	29938.80	46.54	14161.80	49.96	23225.68	58.59	24892.80	57.75
	Chemicals	220.80	0.34	151.20	0.53	240.00	0.61	288.00	0.67
	Irrigation	8568.71	13.32	3730.24	13.16	4287.67	10.82	4441.69	10.30
	Electricity <sup>1</sup>	4516.56	7.02	3028.32	10.68	3622.32	9.14	3762.36	8.73
	Fuel	18120.56	28.17	4660.22	16.44	5456.44	13.76	5552.17	12.88
	Seed	200.00	0.31	1250.00	4.41	18.00	0.05	632.10	1.47
3 <sup>rd</sup> region	Total Human Labor	117.21	0.17	22.34	0.12	43.71	0.15	59.19	0.17
	Total Machinery	2677.29	3.97	1548.69	8.39	2696.10	9.49	3555.09	10.19
	Chemical fertilizers	34869.80	51.73	10161.78	55.06	16503.16	58.09	16007.22	45.87
	Chemicals	220.80	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	336.00	0.96
	Irrigation	6528.61	9.68	0.00	0.00	1890.67	6.66	4320.83	12.38
	Electricity <sup>1</sup>	3414.24	5.06	0.00	0.00	1822.32	6.41	3660.12	10.49
	Fuel	19381.90	28.75	5473.33	29.66	5433.92	19.13	6357.40	18.22
	Seed	200.00	0.30	1250.00	6.77	18.00	0.06	602.70	1.73

<sup>1</sup> Electricity for pumping in irrigation of sugar beet

The input energy can also be classified as direct, indirect, renewable and non-renewable forms. While the indirect energy consists of pesticide and fertilizer, the direct energy includes human power, diesel fuel and electricity energy used in the production process. On the other hand, whereas non-renewable energy includes petrol, diesel, electricity, chemicals, fertilizers and machinery, renewable energy consists of human (Mandal *et al.* 2002). The calculations for energy input and output analysis is given in Table 2. Following formulas were used for calculation of the energy inputs, and output as well as the energy ratio for each crop (Mohammadi *et al.* 2008).

$$\text{Energy use efficiency} = \text{output energy (MJ ha}^{-1}\text{)} / \text{input energy (MJ ha}^{-1}\text{)} \quad (1)$$

$$\text{Energy productivity} = \text{crop output (kg ha}^{-1}\text{)} / \text{input energy (MJ ha}^{-1}\text{)} \quad (2)$$

$$\text{Specific energy} = \text{input energy (MJ ha}^{-1}\text{)} / \text{crop output (kg ha}^{-1}\text{)} \quad (3)$$

$$\text{Net energy} = \text{output energy (MJ ha}^{-1}\text{)} - \text{input energy (MJ ha}^{-1}\text{)} \quad (4)$$

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

Regarding this study, the distributions of the inputs are given in Table 2. It can be seen that the first, second and third of the highest energy inputs in the selected productions are chemical fertilizer, diesel fuel and irrigation energy. On average, fertilizer had 45.87-58.59%, diesel fuel had 12.88-29.66%, and irrigation had 6.66-13.51 of physical energy inputs contributed to farm operations for all crops (Table 2).

The contribution of energy input to the farm operations for different crops is presented in Table 3. It shows that energy input varied according to the cultivated crop. In the farm operations, the energy input for sugar beet production was the highest (64425.61, 63587.80, 67767.48 MJ ha<sup>-1</sup> in 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> regions respectively). The highest energy input in sugar beet was obtained in the third region. In this region, the high level of diesel energy as 19381.90 MJ ha<sup>-1</sup> is decisive (Table 2). This is mainly due to the fact that the land was relatively small, amorphous. In addition, older generations tractors that had small-medium power (35-50 kW) were widely used. Maize is the second product with the highest energy input in all regions. The second region with the highest use of chemical fertilizers in particular has the highest energy input. The lowest energy input among the three regions is wheat. Especially non-irrigated wheat farming and chemical use in the third region, low chemical fertilizer usage and low fuel consumption in other regions caused low energy input.

Compared to human labor, mechanical energy had the highest input in the total physical energy inputs for different crops. Its contribution was about 95.95-98.58% of the total physical energy input for all crops (Table 2). Whereas the contribution of mechanical (1210.11, 1335.51, 1548.69 MJ ha<sup>-1</sup>) and human labor energy input (25.68, 27.44, 22.34 MJ ha<sup>-1</sup>) was the lowest for wheat production and the highest for maize production. For each crop, the variation in energy inputs in terms of farm operations depended on the cultural practices, type of machinery used and the required farm operations (Table 2).

According to the table, the highest direct energy inputs were 48.66, 40.38 % for sugar beet, wheat in second region respectively, 40.38 % for sunflower in first region and 41.26% for maize in third region. On the other hand the highest indirect energy inputs were 70.22 % for wheat in third region, 67.94 % for maize second region, 67.65 % for sunflower in third region and 59.40% of total energy input for sugar beet respectively in first region (Table 3).

Table 3. Total energy input according to energy type for different crops in each region

Type of energy	Sugar beet	Ratio (%)	Wheat	Ratio (%)	Sunflower	Ratio (%)	Maize	Ratio (%)	
1 <sup>st</sup> region	Direct energy a	26156.76	40.60	10004.62	37.08	12247.48	40.38	12991.18	34.66
	Indirect energy b	38268.85	59.40	16980.18	62.92	18083.52	59.62	24486.30	65.34
	Total	64425.61	100.00	26984.80	100.00	30331.00	100.00	37477.48	100.00
	Renewable energy c	7617.70	11.82	4721.36	17.50	3989.40	13.15	4784.84	12.77
	Non-renewable energy d	56807.91	88.18	22263.44	82.50	26341.59	86.85	32692.64	87.23
	Total	64425.61	100.00	26984.80	100.00	30331.00	100.00	37477.48	100.00
2 <sup>nd</sup> region	Direct energy	31301.87	48.66	11446.22	40.38	13410.92	33.83	13817.37	32.06
	Indirect energy	33030.62	51.34	16898.51	59.62	26229.94	66.17	29286.48	67.94
	Total	64332.49	100.00	28344.73	100.00	39640.86	100.00	43103.85	100.00
	Renewable energy	8864.75	13.78	5007.68	17.67	4350.16	10.97	5134.94	11.91
	Non-renewable energy	55467.74	86.22	23337.05	82.33	35290.70	89.03	37968.91	88.09
	Total	64332.49	100.00	28344.73	100.00	39640.86	100.00	43103.85	100.00
3 <sup>rd</sup> region	Direct energy	29441.96	43.68	5495.68	29.78	9190.62	32.35	14397.54	41.26
	Indirect energy	37967.89	56.32	12960.47	70.22	19217.26	67.65	20501.01	58.74
	Total	67409.85	100.00	18456.15	100.00	28407.88	100.00	34898.55	100.00
	Renewable energy	6845.82	10.16	1272.34	6.89	1952.38	6.87	4982.72	14.28
	Non-renewable energy	60564.03	89.84	17183.80	93.11	26455.50	93.13	29915.83	85.72
	Total	67409.85	100.00	18456.15	100.00	28407.88	100.00	34898.55	100.00

a Includes human labor, fuel, electricity and irrigation

b Includes seed, chemical fertilizers, chemicals and machinery

c Includes human labor, seed and irrigation

d Includes diesel, chemicals, chemical fertilizers, machinery and electricity (Baran and Gökdoğan, 2016)

The energy from material inputs included chemical energy from fertilizer and pesticide, and biological energy from seeds. Non-renewable energy had the highest input to total energy inputs for different crops. It contributed about 82.33-93.13% of total energy input for all crops. Wheat had the lowest non-renewable energy input in 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> regions and maize in 3<sup>rd</sup> region. Energy output included main product and by-product. Total energy input and output for sugar beet production was the highest (Table 3).

For different crops and regions, energy use efficiency (energy ratio) varied between 2.09 and 19.48 (Table 4). High energy ratios were corresponding to high efficiency in the use of energy and low mechanization level. Sugar beet showed the highest energy ratio in all regions, primarily in the first region (19.48). The main reason for the high yield of sugar beet in the first region is that sugar beet is started to cultivate about one month ago (late February - early March) depending on the climatic conditions. On the other hand, the high night temperatures in July and August months cause sugar content to be 20% lower than other regions. The second highest value was taken from the 2<sup>nd</sup> region for maize (4.63) and followed by sugar beet in other regions.

Table 4. Energy input-output and efficiency calculations for different crops

Calculations	Unit Values	Unit	Sugar beet	Wheat	Sunflower	Maize
1 <sup>st</sup> region	Yield	kg ha <sup>-1</sup>	66830.00	4500.00	2506.00	8200.00
	Energy input	MJ ha <sup>-1</sup>	64425.61	26984.80	30331.00	37477.48
	Energy output	MJ ha <sup>-1</sup>	1254733.25	77400.00	68915.00	141040.00
	Energy use efficiency		19.48	2.87	2.27	3.76
	Energy productivity	kg MJ <sup>-1</sup>	1.04	0.17	0.08	0.22
	Specific energy	MJ kg <sup>-1</sup>	0.96	6.00	12.10	4.57
	Net energy	MJ ha <sup>-1</sup>	1190307.64	50415.20	38584.00	103562.52
2 <sup>nd</sup> region	Yield	kg ha <sup>-1</sup>	58840.00	3912.40	3006.00	11600.00
	Energy input	MJ ha <sup>-1</sup>	64332.49	28344.73	39640.86	43103.85
	Energy output	MJ ha <sup>-1</sup>	1104721.00	67293.28	82665.00	199520.00
	Energy use efficiency		17.17	2.37	2.09	4.63
	Energy productivity	kg MJ <sup>-1</sup>	0.91	0.14	0.08	0.27
	Specific energy	MJ kg <sup>-1</sup>	1.09	7.24	13.19	3.72
	Net energy	MJ ha <sup>-1</sup>	1040388.51	38948.55	43024.14	156416.15
3 <sup>rd</sup> region	Yield	kg ha <sup>-1</sup>	46000.00	3502.40	2806.00	9000.00
	Energy input	MJ ha <sup>-1</sup>	67409.85	18456.15	28407.88	34898.55
	Energy output	MJ ha <sup>-1</sup>	863650.00	60241.28	77165.00	154800.00
	Energy use efficiency		12.81	3.26	2.72	4.44
	Energy productivity	kg MJ <sup>-1</sup>	0.68	0.19	0.10	0.26
	Specific energy	MJ kg <sup>-1</sup>	1.47	5.27	10.12	3.88
	Net energy	MJ ha <sup>-1</sup>	796240.15	41785.13	48757.13	119901.45

Efficiency of the energy use for sugar beet production was the highest with the values of 19.48, 17.17 and 12.81 in the regions respectively. On the other side the energy use efficiency was ranked as maize (3.76, 4.63, 4.44), wheat (2.87, 2.37, 3.26) and sunflower (2.27, 2.09 and 2.72) (Table 3). Some researchers reported that energy use efficiency was between 8.35 and 19.15 for sugar beet, 2.97 and 8.65 for wheat, 2.97 and 5.3 for maize and 2.95 for sunflower (Uzunoz *et al.* 2008; Asgharipour *et al.* 2012; Lorzadeh *et al.* 2012; Baran and Gökdoğan, 2016; Strnad and Misa, 2016; Shahgholi *et al.* 2018). This high energy ratio indicated to the lower inputs, especially to the low level of mechanization.

The specific energy that represents the energy used per unit of product, was the lowest in sugar beet production with the value of 0.96, 1.09, 1.47 MJ kg<sup>-1</sup>, and the highest in sunflower 12.10, 13.19, 10.12 MJ kg<sup>-1</sup> respectively. In terms of net energy, whereas the sugar beet production had the highest value in all regions particularly in 1<sup>st</sup> region with 1190307.64 MJ ha<sup>-1</sup>, wheat production in the 2<sup>nd</sup> region had the lowest value with 38948.55 MJ ha<sup>-1</sup> (Table 3). Examining some other countries, it is seen that the specific energy is 2.57, 2.66, 2.42, 3.99, 2.08, 2.60, 4.29 and 3.31 MJ kg<sup>-1</sup> for wheat in the USA, Finland, Germany, Greece, Netherland, Poland, Portugal and Kenya, respectively; it is 4.11, 1.08 MJ kg<sup>-1</sup> for maize in the USA and Indonesia, respectively; it is 0.22, 0.20 and 0.29 MJ kg<sup>-1</sup> for sugar beet in Germany, Netherland and Poland, respectively and it is 5.06, 3.98 MJ kg<sup>-1</sup> in Germany and Portugal for sunflower (Pimentel, 2009; Gołaszewski and de Visser, 2012). Abbas *et al.* (2018) described the specific energy as 6.68 MJ kg<sup>-1</sup> for maize in Pakistan conditions. The high specific energy value in a product group refers to the high energy input, low output or both. In terms of Turkey, the specific energy value appears to be higher than the mentioned countries for these four products.

#### 4. CONCLUSION

The average energy ratio of sugar beet, wheat, sunflower and corn production, which are the crops evaluated in the study, was calculated as 16.49, 2.84, 2.36, 4.28 respectively. The increasing crop productivity also increases the intensive agricultural practices that rely primarily on fossil fuel and some inputs such as fertilizers, pesticides and irrigation. Most of the developing countries generally utilize fertilizers and irrigation. In fact, it has been found that in the regions where the research was carried out, the tractor pulling power capacity owned by the farmer was matched to the farming technique applied by the farmer. On the other hand, the fact that 60% of the tractors in the second and third regions are aged 20 or over is considered as one of the factors that increase the fuel consumption. However, Turkey now has to search for ways in order to make agriculture more efficient with large machines in large-scale agricultural areas. There is a positive linear relationship between energy output/input ratio and crop production; that is, methods of farming with high energy output/input ratio must be used to accomplish greater production. In addition, despite the state support, most of the farmers were still applying fertilizer with traditional understanding and methods instead of soil sampling, and generally two or three times more than recommended amount.

Looking at the distribution of inputs used in the production of crops according to the direct, indirect, renewable and non-renewable energy groups, it can be seen that the use of indirect energy was higher than the direct energy, and non-renewable energy was higher than renewable energy for all crops. Efficiency of the energy usage is one of the principal requirements of sustainable agriculture.

In conclusion, developing countries such as Turkey must use more effective methods and policies that may reduce the negative effects of high energy inputs. Besides, these countries should find a solution to make larger-scale agriculture by combining fragmented small-scale land as soon as possible. In addition, they must do more research on precision agriculture by using variable rate applications (VRA). They also have to develop more efficient, economical and environment friendly agricultural production systems that can be increase efficiency of energy usage. Apart from these, applications that can be made to reduce energy use in agriculture and increase energy efficiency can be summarized as follows:

1. Conservation, reduced or no tillage system can be applied instead of the traditional tillage method.
2. The use of chemicals can be reduced by applying different farming systems, such as sequential or mixed cultivation techniques.
3. In addition to determining the effective fertilizer need with soil analysis, expanding the use of liquid and solid organic fertilizers and microbial fertilizers, fertilizer application with irrigation can be beneficial in terms of reducing energy input.
4. Irrigation of agricultural crops has an important consumption of electricity or fuel after fertilization. Energy saving in agricultural irrigation is possible with proper selection of irrigation equipment and arrangement with more efficient pump usage in irrigation as well as with a good irrigation program.
5. Other way farmers can protect themselves against high energy consumption and cost is through the adoption of on farm renewable energy systems such as wind or solar technology and use of biofuels instead of fossil fuels in various applications.

#### REFERENCES



- Abbas, A., Yang, M., Yousaf, K., Khan, K.A., Iqbal, T. and Hassan, S.G. 2018. Comparative Analysis Energy Use Efficiency in Food Grain Production System of Pakistan. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27, 1053-1059, Pakistan.
- Abdul Rahman, F., Abdul Rahman, F., Maniruzzaman, M.D., Aziz, A. and Saidur, R. 2017. The Impact of Alternative Energy to Human Sustainability: A Review. *Proceeding Persidangan Antarabangsa Kelestarian Insan (INSAN2017)*, Ayer Keroh, Malacca, Malaysia, 1-2 November 2017.
- Alluvione, F., Moretti, B., Sacco, D. and Grignani, C. 2011. EUE (energy use efficiency) of cropping systems for a sustainable agriculture. *Energy*, 36:4468-4481.
- Asgharipour, M.R., Mondani, F. and Riahinia, S. 2012. Energy use efficiency and economic analysis of sugar beet production system in Iran: a case study in Khorasan Razavi province. *Energy*, 44:1078-1084.
- Azarpour, E. 2012. Determination of energy balance and energy indices in wheat production under watered farming in north of Iran. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, 7(4):250-255.
- Azizi, A. and Heidari, S. 2013. A comparative study on energy balance and economical indices in irrigated and dry land barley production systems. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 10:1019-1028.
- Baran, M.F. and Gokdoğan, O. 2016. Determination of energy balance of sugar beet production in Turkey: a case study of Kırklareli Province. *Energy Efficiency*, 9:487-494 (In Turkish).
- Beckman, J., Borchers, A. and Jones, C.A. 2013. Agriculture's Supply and Demand for Energy and Energy Products, EIB-112, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, May 2013. [www.ers.usda.gov](http://www.ers.usda.gov) (01.10.2020).
- Chamsing, A., Salokhe, V. and Singh, G. 2006. Energy Consumption Analysis for Selected Crops in Different Regions of Thailand. *Agricultural Engineering International: the CIGRE journal*, Manuscript, 8, 6-13.
- Climate 2018. Climate of Turkey. <https://www.climatestotravel.com/climate/turkey#start>. (01.10.2020).



- Gellings, C.W. and Parmenter, K.E. 2001. Efficient Use and Conservation of Energy in the Agricultural Sector, Vol. II. <http://www.eolss.net/sample-chapters/c08/E3-18-04.pdf> (01.10.2020).
- Gołaszewski, J. and de Visser, C. 2012. State of the art on energy efficiency in agriculture. FP7 Program of the EU, Agreement Number: 289139. [https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/8766/1/AGREE\\_D3.1\\_Econ%2Benviro\\_analysis\\_of\\_EE\\_measures\\_in\\_AgrFinal27.06.2013.pdf](https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/8766/1/AGREE_D3.1_Econ%2Benviro_analysis_of_EE_measures_in_AgrFinal27.06.2013.pdf). (01.10.2020).
- Hulsbergen, K.J., Feil, B., Biermann, S., Rathke, G.W., Kalk, W.D. and Diepenbrock, W.A. 2001. Method of energy balancing in crop production and its applications in a longterm fertilizer trial. *Agriculture Ecosystem and Environment*, 86:303-321.
- Karagölge, C. and Peker, K. 2002. Using Stratified Sampling Methods in the Resource of Agricultural Economics. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 33(3):313-316 (In Turkish).
- Kempen, M. and Kraenzlein, T. 2008. Energy Use in Agriculture: A Modeling Approach to Evaluate Energy Reduction Policies. 107th EAAE Seminar "Modelling of Agricultural and Rural Development Policies". January 29th -February 1st, Sevilla, Spain.
- Lorzadeh, S.H., Mahdavidamghani, A., Enayatgholizadeh, M.R. and Yousefi, M. 2012. Research of Energy use efficiency for maize production systems in Izeh, Iran. *Acta Agriculturae Slovenica*, 99:137-142.
- Mandal, K.G., Saha, K.P., Ghosh, P.K., Hati, K.M. and Bandyopadhyay, K.K. 2002. Bioenergy and economic analysis of soybean based crop production systems in central India. *Biomass and Bioenergy*, 23:337-345.
- Memon, S.Q., Mirjat, M.S., Mughal, A.Q. and Amjad, N. 2012. Evaluation of Inputs and Outputs Energy for Maize Grain Yield, *Sarhad J. Agric.* Vol.28, No:3.
- Miranowski, J.A. 2016. Energy Consumption in US Agriculture. <https://www.researchgate.net/publication/5132863> (01.10.2020).
- Mohammadi, A., Tabatabaeefar, A., Shahin, S., Rafiee, S. and Keyhani, A. (2008). Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province. *Energy Conversion Management*, 49, 3566–3570.
- Mohammadi, A. and Omid, M. 2010. Economical analysis and relation between energy inputs and yield of greenhouse cucumber production in Iran. *Applied Energy*, 87:191-196.
- Özgöz, E., Altuntas, E. and Asiltürk, M. 2017. Effects of soil tillage on energy use in potato farming in Central Anatolia of Turkey. *Energy*, 141:1517-1523.
- Ozkan, B., Kurklu, A. and Akcaoz, H. (2004). An input-output energy analysis in greenhouse vegetable production: a case study for Antalya region of Turkey. *Biomass and Bioenergy*, 26, 89–95.
- Pimentel, D. 2009. Energy Inputs in Food Crop Production in Developing and Developed Nations. *Energies*, 2:1-24.
- Shahgholi, G., Gundoshmian, T.M., Molaie, F. and Eskandari, O. 2018. Energy use pattern in production of sugar beet in western Azerbaijan province of Iran. *AgricEngInt: CIGR Journal*, 20:118-127.
- Singh, J. M. (2002). On farm energy use pattern in different cropping systems in Haryana, India. International Institute of Management University of Flensburg, Sustainable Energy Systems and Management. Master of Science, Germany.
- Singh, H., Mishra, D., Nahar, N.M. (2002). Energy use pattern in production agriculture of a typical village in Arid Zone India–Part I. *Energy Convers Manage*. 43(16):2275–86.
- Strnad, L. and Misa, P. 2016. Energy Use of Different Farming Systems in Long-Term Trial. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 64:1667-1674.
- Sueri, A. and Turhan, M. 2002. Physical and Chemical Characteristics and Plant Nutrient Content of Sugar Beet Growing Area Soils of Some Sugar Factories. Second National Sugar Beet Production Symposium. p: 142-155, 10-11 September, Ankara, Turkey (in Turkish).
- SugInst. 2017. Long-term precipitation and temperature measurement charts. Sugar Institute, Ankara, Turkey (in Turkish).
- Tipi, T., Cetin, B. and Vardar, C. 2009. An analysis of energy use and input costs for wheat production in Turkey. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 7:352-356.
- Tuğrul, K.M., İçöz, E. and Perendeci, A. 2012. Determination of Soil Loss by Sugar Beet Harvesting, *Soil & Tillage Research*, 123(2012):71-77.
- Turkseker. 2017. Cost analysis reports. Turkey Sugar Factories Corporation. Ankara, Turkey.
- Turkseker. 2018. Cost analysis reports. Turkey Sugar Factories Corporation. Ankara, Turkey.
- Uzunoz, M., Akcay, Y. and Esengun, K. 2008. Energy Input-output Analysis of Sunflower Seed (*Helianthus annuus* L.) Oil in Turkey, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 3:215-223.

## Aydın İlinde Zeytin Üreten İşletmelerin Tarımsal Mekanizasyon Durumunun Belirlenmesi

### Determination of the Agricultural Mechanization Status of Olive Producing Enterprises in Aydın Province

Buse Demirali<sup>1</sup> , Türker Saraçoğlu<sup>2,\*</sup> 

<sup>1</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Aydın, Türkiye

<sup>2</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Aydın, Türkiye

\* Corresponding author (Sorumlu Yazar): T. Saraçoğlu, e-mail (e-posta): tsaracoglu@adu.edu.tr

#### Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 11 Kasım 2020  
Düzeltilme tarihi : 03 Şubat 2021  
Kabul tarihi : 03 Şubat 2021

#### Anahtar Kelimeler:

Aydın ili  
Zeytin  
Zeytin yetiştiriciliği  
Mekanizasyon düzeyi

#### ÖZET

Aydın ilinin 16 ilçesinde yürütülmüş olan bu çalışmada; araştırmanın temelini, zeytin üreticiliği yapan ve farklı büyüklükte zeytin bahçelerine sahip olan zeytin işletmeleri oluşturmuştur. Gönüllülük esasına dayalı bir anket çalışması şeklinde yürütülen bu çalışmadaki anket sayıları ilçeler bazında, üretici sayılarına bağlı olarak oransal bir belirleme ile gerçekleştirilmiştir. Öncelikle anket yapılacak üretici sayısı belirlenmiş ve Aydın genelinde 16 ilçede gayeli örnekleme yöntemiyle belirlenen toplam 103 üreticiyle anket yapılmıştır. Üreticilerin %74,8'ini ilkököl, %4,9'unu ortaokul, %13,6'sını lise ve %6,8'ini üniversite mezunları oluşturmaktadır. İşletmelerin %58,3'ü 5 ha'dan küçük, %52,4'ü 1-5 adet parselden oluşan arazilere sahiptir ve işletmelerin %87,4'ünün 2000 adetten az ağacı bulunmaktadır. Yetiştirilen zeytin çeşitlerinin %79,6'sını Memecik zeytin çeşidi oluşturmaktadır. Üretilen zeytinlerin yaklaşık %92'si yağlık, %8'i sofralık olarak değerlendirilmektedir. İşletmelerin %72,8'i zeytinliklerinden 1-50 kg/ağaç oranında ortalama verim elde etmektedirler. Traktör sahibi olan işletmelerin oranı %65 olup, %36,36'sının sahip olduğu traktörün gücü 40.1 ile 50 kW arasında, %31,81'inin sahip olduğu traktör gücü ise 30.1 ile 40 kW arasında değişmektedir. Traktör başına düşen makine sayısı 2,53 makine/traktör olup, işletme başına düşen makine sayısı ise 2.1 makine/işletmedir. Düz plantasyona sahip arazilerde pulluk, diskli tırmık ve kültivatör kullanılmaktadır. Gübreleme uygulayan işletmelerin %58,2'si bu işlemi makine kullanmaksızın elle yapmaktadır. İşletmelerin %3,8'i gübreleme işlemi için traktöre bağlı bir römork, %2,0'si gübre dağıtım makinesi kullanmaktadır. Pestisit uygulamaları işletmelerin %39,8'i tarafından ve çoğunlukla sırt pülverizatörü ile yapılmakta olup, bahçe tipi pülverizatör de kullanılmaktadır. İşletmelerin %39,8'i budama için yalnızca el testeresi, %42,7'si el testeresi, budama makasının yanı sıra motorlu testere de kullanılmaktadır. İşletmelerin yalnızca %17,5'i sulama yapmaktadır ve sulama yapan işletmelerin %66,0'si damlama sulama yöntemi kullanmaktadır.

#### Article Info

Received date : 11 November 2020  
Revised date : 03 February 2021  
Accepted date : 03 February 2021

#### Keywords:

Aydın province  
Olive  
Olive cultivation  
Mechanization level

#### ABSTRACT

In this study conducted in 16 districts of Aydın province; The basis of the research was the olive enterprises, which are engaged in olive production and have olive orchards of different sizes. The number of surveys in this study, which is carried out in the form of a survey study based on volunteerism, was determined by a proportional determination depending on the number of producers on the basis of districts. First of all, a total of 103 surveys were conducted with the purposive sampling in 16 districts in Aydın and the number of productions to be surveyed. 74,8% of the producers are primary school graduates, 4,9% secondary school, 13,6% high school and 6,8% university graduates. 58,3% of the enterprises have lands smaller than 5 ha, 52,4% of them 1-5 parcel of land, and 87,4% of the enterprises have less than 2000 trees. 79,6% of the grown olive varieties are Memecik olive variety. Approximately 92% of the olives produced are used for oil and 8% for table. 72,8% of the farms obtain an average yield of 1-50 kg/tree from their olive farmers. The rate of the enterprises that own tractors is 65%, 36,36% of them have the tractor power between 40.1 and 50 kW, and the tractor power of 31,81% varies between 30.1 and 40 kW. The number of machines per tractor is 2,53 machines/tractors, and the number of machines per enterprise is 2.1 machines/enterprises. Animal plow takes the first place in soil cultivation tools for tillage application. Plow, disc harrow and cultivator are mostly used in land with flat plantations. 58.2% of the enterprises fertilization do this process manually without using a machine. 3.8% of the enterprises use a trailer connected to the tractor for the fertilization process, and 2% use a fertilizer spreader machine. Spraying is carried out by 39,8% of the enterprises, mostly with a backpack sprayer, and a hanging type sprayer is also used. 39,8% of the enterprises use only hand saws for pruning, 42,7% use hand saws, pruning shears, hand tools as well as a chainsaw. Only 17,5% of the enterprises do land irrigation and 66,0% of the enterprises that do land irrigation use drip irrigation.

Reference / Atf: Demirali, B., Saraçoğlu, T. (2021). "Aydın İlinde Zeytin Üreten İşletmelerin Tarımsal Mekanizasyon Durumunun Belirlenmesi", Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 17(1): 22-33.

## 1. GİRİŞ

Oleaceae familyasından olan zeytin *Olea* genusuna aittir. *Olea europaea* L'nin yaklaşık 35 türü bulunmaktadır. *Olea europaea*, *Olea europaea oleaster* ile *Olea europaea sativa* olmak üzere iki alt türe ayrılmaktadır (Saraçoğlu, 2008).

Dünya'da en çok zeytin üretimi Akdeniz ülkelerinde yapılmaktadır. Güney Amerika, Kuzey Amerika ve Avustralya'nın zeytin üretim değerleri Akdeniz ülkelerine oranla daha düşüktür. Akdeniz iklim kuşağında dağların denizlere paralel uzandığı yerlerde zeytin ağacı iç kısımlara giremez, ancak kıyıları tarayarak gider. Oysa kıyılara dikey uzanan dağ eteklerinde vadileri izleyerek 100–150 km kadar içerilere sokulmuştur. Yetiştirme sınırlarına yakın olan geçit bölgelerde ve kuzeye çıkıldıkça zeytin ağacı için yetiştirme hassasiyeti daha da artmaktadır (Aykas, 1998).

Dünya zeytin üretiminin yaklaşık %97'si Akdeniz iklimi etkisi gösteren ülkelerde gerçekleşmektedir. FAO 2010-2018 yılları arası kıtalara göre ortalama zeytin üretimi verileri incelendiğinde dünyada en fazla zeytin %63,9'luk oranla Avrupa Kıtası'nda üretilmektedir. Avrupa Kıtası'nı %18,3 ile Afrika Kıtası izlemektedir. En az zeytin üretimi yapan kıta ise %0,4 ile Okyanusya'dır. Dünyada zeytin üretimi yapan ülkeler bakıldığında İspanya, 6.900.308 ton ile birinci sırada gelmektedir. Türkiye, dünyada en çok zeytin üretimi yapan dördüncü ülke konumundadır. Türkiye'de 2010-2019 yılları arasında ortalama 1.717.718 ton zeytin üretimi yapılmıştır (FAO, 2020).

Ülkemizde geniş bir ekolojiye yayılmış olan zeytin, çeşit bakımından oldukça zengin olup bu çeşitlerden bir kısmı endemik özellik göstermektedir. Akdeniz havzası ülkelerinden biri olan Türkiye hem zeytin ağacı sayısı hem de zeytin üretimi bakımından dünyada üst sıralarda yer almaktadır. Türkiye'de 2019 yılı itibarıyla 154.037.245 adet meyve veren yaşta zeytin ağacı varlığı ile 879.176,5 hektar alanda, 1.515.000 ton zeytin üretimi yapılmıştır (TUIK, 2020). Zeytin üretimi Türkiye'de tarım sektörünün en önemli faaliyetlerden biridir. Türkiye'de zeytin üretimi 400 bin çiftçi ailesinin geçim kaynağını oluşturmaktadır. Ayrıca zeytin 8-10 bin kişinin gelir elde ettiği ticari bir üründür (Aygün ve ark., 2019).

Tarımsal mekanizasyon faaliyetlerinin üretim alanlarındaki etkinliğini belirleyebilmek için tarım işletmeleri arasında karşılaştırmalar yapılarak elde edilen verilerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Tarımsal mekanizasyon göstergelerinin karşılaştırılması için ortalama değerler üzerinden değerlendirmeler gerçekleştirilir. Özellikle bu değerlendirmeler için mekanizasyon düzeyini gösteren bazı kriterlerden yararlanılması gerekmektedir. Bu kriterlerin ortalama verileri ile araştırma bölgesinde yer alan tarım işletmeleri mekanizasyon verilerinin karşılaştırılması ve farklılıklarının ortaya konulması son derece önemlidir. Tarım işletmelerinin tarımsal mekanizasyon düzeylerinin hesaplanmasıyla birlikte işletmelerin birim miktarına düşen güç, zaman ve verimlilik konuları ortaya konulmuş olacaktır (Oğuz ve ark. 2017).

Tarımsal üretimde verimliliğin artırılmasında rol oynayan tarımsal mekanizasyon, tarımın devamlılığı açısından vazgeçilmeyen temel girdilerdendir. Bu girdiler tarımın modern bir şekilde daha geniş alanlarda yapılmasının yanında tarımla uğraşan nüfusun sosyal, kültürel ve ekonomik olarak gelişmesinde de katkıda bulunmaktadır (Yeşilyurt ve ark. 2013). Bu anlamda farklı bölgelerde yetiştirilen, farklı ürünler için tarımsal mekanizasyon düzeyi ve özellikleri ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Zeytin yetiştiriciliğinde mekanizasyon düzeyini belirlemeye yönelik çalışmalardan, Ülger ve ark. (1996), Marmara Bölgesi'nde zeytin üretim alanlarında hangi işlemlerin olduğu, bu işlemlerin hangi zamanlarda uygulandığı, işlemlerde kullanılan mekanizasyon ve insan işgücünün ne oranda kullanıldığı gibi sorulara cevap oluşturmayı amaç edinmişlerdir. Çalışmaları, anket ve hasat sonrası fabrikalarda yürütülen araştırma sonuçlarını içeren iki basamaktan oluşmaktadır. Anket işlemi 3 farklı ilde, 84 üreticiyle yapılmıştır. Topuz (1997), Ege Bölgesi'nde zeytinciliğin yoğun olarak yapıldığı Aydın, İzmir, Manisa ve Balıkesir'de anket çalışmaları düzenlemiştir. Çalışmada 115 adet anket yapmıştır. Yapılan çalışma sonucunda Manisa'daki mekanizasyon düzeyinin Aydın, Balıkesir ve İzmir illerine göre daha yüksek olduğu ancak Manisa ilinde de mekanizasyon durumunun henüz istenen düzeyde olmadığı belirtilmektedir. Öksüz (1998), araştırmasını anket çalışması şeklinde yürütmüş ve 5 ilde toplam 141 üreticiyle görüşmüştür. Çalışma sonucunda zeytin hasat işleminin çoğunlukla elle ya da sırıkla yapıldığını, diğer Akdeniz ülkelerine kıyasla mekanizasyon düzeyinin oldukça düşük olduğunu ve elle hasadın oldukça maliyetli olduğunu belirtmiştir. Saraçoğlu (2008), çalışması kapsamında gerçekleştirdiği çiftçi toplantılarında Ege Bölgesi'nde zeytinciliğin yoğun olarak yapıldığı Edremit, Ayvalık, Akhisar ve Aydın yörelerinde çiftçilerle görüşmüş ve bu görüşmeler sonucunda gelecekte büyük ölçekli organize işletmelerin çoğalma eğiliminde olduklarını belirlemiştir. Çalışmasının diğer aşaması olan arazi denemelerinde ise Gemlik, Ayvalık ve Memecik zeytin çeşitlerinin mekanik hasat kriterlerini belirlemeye çalışmıştır. Duran (2014), çalışmasında Bursa iline ait Orhangazi ve Gemlik ilçelerinde zeytin üreticiliği yapan işletmelerin mekanizasyon durumunu belirlemek amacıyla bu ilçelerde toplam 150 anket çalışması gerçekleştirmiştir. Elde edilen mekanizasyon durumu sonuçları, daha önce aynı bölgede yapılan mekanizasyon durumu sonuçlarıyla kıyaslandığında mekanizasyon düzeyinde bir artış olduğu görülmüştür. Ancak özellikle alet-makine varlığında genel olarak bir artış görülmesine karşın tarımsal işlemlerin tamamına aynı oranda dağılmadığı saptanmıştır.

Ayrıca farklı ürünlere ait benzer çalışmalar da bulunmaktadır. Akdemir (1986), Tekirdağ bölgesinde soğan tarımının mekanizasyon durumunu araştırmıştır. Bu araştırma için anket tekniğini kullanmıştır. Yapmış olduğu anket ve deneme sonuçlarına göre, soğan yetiştiriciliğinde tarımsal mekanizasyon araçlarının en çok hangi basamakta kullanıldığını (toprak işleme ve taşıma), soğan dikimi için yörede kullanılan makine tiplerini, en yüksek verim ve en yüksek çimlenme durumunun hangi değerlerde en iyi olduğu sonucunu ortaya koymuştur. İçöz (1988), Trakya yöresinde yetiştirilen çekirdeklik kabağın mekanizasyon düzeyini belirleyebilmek adına yöredeki üretim yapısını arazi çalışmalarıyla incelemiştir ve bunun yanında literatür bilgilerini de gözden geçirmiştir. Sonuç olarak toprak işleme ve ekim, harman işlemlerinde tarım makinaları kullanımının fazla olduğunu ancak hasat işleminde tamamen insan işgücünden yararlanıldığını ortaya koymuştur. Trakya

yöresinde çeşitli üretim kademelerinde mekanizasyon araçlarının kullanılması için çeşitli önerilerde bulunmuştur. Durgut (2005), yapmış olduğu çalışmada Trakya yöresinde bağcılık yapan Tekirdağ, Edirne ve Kırklareli illerinde çeşitli işletmelerle görüşmüş ve traktör varlığı, alet-makine varlığı, arazi varlığı, kullanmış oldukları mekanizasyon yöntemi gibi bilgiler toplamıştır. Çalışma ile Trakya yöresindeki bağcılık işletmelerinin mekanizasyon düzeylerinin ne durumda olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak Trakya yöresinde yapılan bağcılık işletmelerinin mekanik güç kullanımını yalnızca toprak işleme, taşıma ve ilaçlamada kullandıkları görülmüştür. Bunların dışındaki mekanik güç kullanımının yok denecek kadar az olduğu ifade edilmiştir. Kipritci (2018) çalışmasında, Karaman ilinde dane mısır üretimi yapan işletmelerin tarımsal yapı ve mekanizasyon düzeyini belirlemek amacıyla 12 köy ve 91 ilçede yüz yüze anket çalışması gerçekleştirmiştir. Araştırma sonuçlarına göre işletme başına düşen traktör adedi, traktör başına düşen tarım makinesi, ortalama traktör gücü, ortalama işletme büyüklüğü gibi veriler saptanmıştır. Bal (2018), yapmış olduğu çalışmada Çorum ilinde ayçiçeği ve çeltik tarımı yapan tarımsal işletmelerin mekanizasyon düzeyini belirlemek amacıyla ayçiçeği ve çeltik üretiminin yoğun olarak yapıldığı 4 ilçe ve 20 köy olmak üzere toplam 363 adet anket çalışması gerçekleştirmiştir ve üreticilerin mekanizasyon düzeylerini Türkiye mekanizasyon durumuyla karşılaştırmıştır. Yapılan çalışma sonucunda Çorum ili ayçiçeği ve çeltik üreticisi işletmelerinin mekanizasyon düzeylerinin, Türkiye'nin mekanizasyon düzeyinden yüksek olduğu saptanmıştır.

Bu çalışmada önemli bir zeytin üreticisi olan Aydın ilinde zeytin yetiştiriciliği yapan tarımsal işletmelerinin mekanizasyon düzeylerinin belirlenmesi ve üretici sorunlarının ortaya konulması amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Araştırmanın materyalini farklı büyüklükte zeytin arazilerine sahip zeytin üreticiliği yapan işletmeler ile yüz yüze yapılan anketler oluşturmaktadır. 2019 yılı verilerine göre Aydın ilinde toplam 383.527 ton zeytin üretimi yapılmıştır. Bu zeytinin %81,1'i yağlık, %18,9'u sofralık olarak değerlendirilmiştir. Aydın ilinin 17 ilçesi bulunmaktadır ancak araştırma, Aydın ilinin 16 ilçesinde yürütülmüştür. Zeytin üretim değerlerinin oldukça düşük olması sebebiyle Aydın ilinin Buharkent ilçesi araştırmaya dahil edilmemiştir. Çizelge 1'de 2019 yılı Aydın iline bağlı ilçelerin zeytin ağaç sayıları ile üretim alanları ve üretim miktarları görülmektedir.

Çizelge 1. 2019 yılı Aydın ilinde bulunan anket kapsamındaki ilçelerin zeytin üretim değerleri (TUİK, 2020).

İlçeler	Meyve Veren Ağaç (adet)	Meyve Vermeyen Ağaç (adet)	Toplam Alan (ha)	Sofralık Zeytin Üretimi (ton)	Yağlık Zeytin Üretimi (ton)
Bozdoğan	2.046.500	565.000	9.771,0	5.000	15.000
Buharkent	130.470	4.550	8.225,0	450	50
Çine	2.523.408	64.885	21.558,5	4.166	37.500
Didim	775.814	406.437	5.925,0	12.000	8.000
Efeler	2.343.813	126.692	16.004,4	4.444	40.000
Germencik	1.472.340	50.040	9.425,0	2.222	20.000
İncirliova	631.983	30.000	3.808,0	1.111	10.000
Karacasu	1.558.300	594.000	9.496,0	6.099	14.231
Karpuzlu	1.374.590	46.142	11.971,5	789	15.000
Koçarlı	2.011.270	58.020	14.008,6	37	38.851
Köşk	1.046.500	25.500	6.560,0	3.889	35.000
Kuşadası	420.105	4.188	1.950,0	1.271	7.200
Kuyucak	1.008	98.500	5.222,0	22.500	5.000
Nazilli	839.697	75.510	5.265,0	1.389	12.500
Sultanhisar	1.457.000	13.000	6.200,0	1.389	12.500
Söke	1.774.460	127.035	22.520,0	6.176	35.000
Yenipazar	679.000	141.000	4.050,0	263	5.000
<b>TOPLAM</b>	<b>21.086.258</b>	<b>2.430.499</b>	<b>164.960</b>	<b>73.195</b>	<b>310.832</b>

## 2.2. Metod

Zeytin işletmelerinin yoğun olduğu ilçe ve köyleri saptayabilmek amacıyla Tarım ve Orman Bakanlığı, Aydın İl Müdürlüğü'nden ilçeler bazında kayıtlı olan zeytin işletmelerinin sayıları temin edilmiş ve bu sayılara bağlı olarak anket uygulanacak bölgeler belirlenmiştir. Ankette yer alan sorular 4 ana başlık altında (işletmeye ait bilgiler, ağaç ve ürün bilgileri, makine varlığı ile kültürel işlemler) toplam 34 sorudan oluşmaktadır. Anket yapılacak örnekleme büyüklüğü için "Gayeli Örnekleme Yöntemi" kullanılmıştır (Anonim, 2021). İlçeler bazında yapılan anket sayılarının belirlenmesi amacıyla, ilçelerde yer alan üretici sayılarına bağlı olarak oransal bir belirleme gerçekleştirilmiş ve anket yapılacak üretici sayıları belirlenmiştir. Çizelge 2'de ilçeler bazında üreticilerle yapılan anket sayıları dağılımı görülmektedir.

Çizelge 2. Anket sayılarının ilçelere göre dağılımı

İlçe Adı	Anket Sayısı	İşletme Sayısı
Bozdoğan	7	676
Çine	9	886
Didim	3	256
Efeler	7	866
Germencik	14	1382
İncirliova	6	441
Karacasu	6	612
Karpuzlu	5	337
Koçarlı	5	449
Köşk	9	917
Kuşadası	2	156
Kuyucak	3	49
Nazilli	7	390
Söke	5	476
Sultanhisar	9	525
Yenipazar	6	301
<b>TOPLAM</b>	<b>103</b>	<b>8719</b>

Araştırma sonucunda veriler MS Excel ve SPSS 19 istatistik paket programına aktarılarak analiz edilmiştir. Bu bulguların analizi sonucunda sonuçlar yüzde, ortalama olarak elde edilmiş ve de verilerin non-parametrik olması dolayısıyla ayrıca Ki-kare testi kullanılmıştır.

## 3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 3.1. İşletmeye Ait Bilgiler

Çizelge 3'te Aydın ilinde bulunan zeytin üreticilerinin eğitim durumları verilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde üreticilerin çoğunluğunun (%74,7) ilkökul mezunu olduğu görülmektedir.

Yapılan analizler sonucunda "üreticilerin yer aldığı ilçeler" ile "eğitim durumları" arasında Ki-kare ( $X^2$ ) değeri 42,494 ve anlamlılık değeri  $p=0,579$  olarak belirlenmiş ve bu nedenle ilçeler ve üretici eğitim durumları arasındaki değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Çizelge 3. Üretici eğitim durumu

Eğitim Durumu	Kişi Sayısı (adet)
İlkokul	77 (%74,7)
Ortaokul	5 (%4,9)
Lise	14 (%13,6)
Üniversite	7 (%6,8)
<b>TOPLAM</b>	<b>103 (%100)</b>

Çizelge 4'te işletmelerin arazi büyüklüklerine göre dağılımı görülmektedir. Anket kapsamındaki zeytin üreticilerinin %58,3'ü 5 ha'dan küçük, %31,0'i 5-10 ha, %2,9'u 0-15 ha, %4,9'u 15-20 ve %2,9'u ise 20 ha'dan büyük araziye sahiptir.

Çizelge 4. İşletmelerin arazi büyüklüklerine göre dağılımı

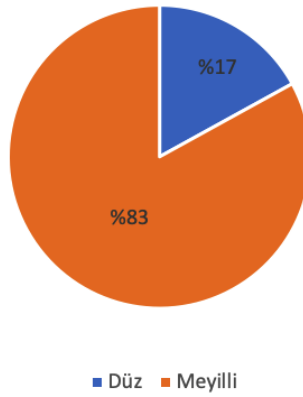
Arazi Büyüklüğü (ha)	İşletme (adet)
<5	60 (%58,3)
5-10	32 (%31,0)
10-15	3 (%2,9)
15-20	5 (%4,9)
20<	3 (%2,9)
<b>TOPLAM</b>	<b>103 (%100)</b>

İşletmeler birden fazla parselden oluşmaktadır. İşletmelerin parsel sayılarına göre dağılımı ve işletme oranları Çizelge 5'te gösterilmiştir.

Çizelge 5. İşletme sayılarının parsel sayılarına göre dağılımı

Parsel Sayısı (adet)	İşletme (adet)
1-5	54 (%52,4)
5-10	38 (%36,9)
10-15	6 (%5,8)
15-20	4 (%3,9)
20<	1 (%1,0)
<b>TOPLAM</b>	<b>103 (%100)</b>

Bunun sonucunda anket kapsamındaki işletmelerin %52,4'ünün 1-5 parselden, %36,9'unun 5-10 parselden, %5,8'inin 10-15 parselden, %3,9'unun 15-20 parselden ve %1,0'inin ise 20'den fazla parselden oluştuğu belirlenmiştir.



Şekil 1. Zeytin arazilerinin meyil durumu

### 3.2. Bitkisel Materyale Ait Bilgiler

Çizelge 6'da işletme sayıları ve bu işletmelerin sahip oldukları zeytin ağaçları sayılarının dağılımı gösterilmektedir.

Çizelge 6. İşletmelerin zeytin ağacı sayılarına göre dağılımı

Ağaç Sayısı (adet)	İşletme (adet)
<2000	90 (%87,4)
2000-4000	6 (%5,8)
4000-6000	6 (%5,8)
6000<	1 (%1,0)
<b>TOPLAM</b>	<b>103 (%100)</b>

Çizelge 6 incelendiğinde işletmelerin %87,4'ünün 2000'den az, %5,8'inin 2000-4000, %5,8'inin 4000-6000 ve %1,0'inin 6000'den fazla zeytin ağacı olduğu görülmektedir. Anket kapsamındaki işletmelerin toplam zeytin ağacı varlığı 104.833 adettir ve yetiştirdikleri zeytin çeşitlerinin %79,6'sını Memecik çeşidi, geri kalanını ise diğer zeytin çeşitleri (Dilmit, Domat, Yamalak Sarısı, Manzalina, Palamut, Gemlik, Eğri Çekirdek, Kara Yaprak, Eşek Zeytini, Çekişte) oluşturmaktadır. Zeytinlerin %92,0'si yağlık, %8,0'i sofralık olarak değerlendirilmektedir.

Topuz (1997) çalışmasında, Aydın ilinde 1997 yılında zeytinlerin %18,18'inin sofralık, %81,82'sinin yağlık olarak değerlendirildiğini ifade etmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre Aydın ilinde yağlık olarak değerlendirilen zeytin miktarında artış olduğu söylenebilir. Bu bölgede hakim zeytin çeşidi yağlık bir çeşit olan Memecik zeytin çeşidi olduğu için yeni kurulan zeytin bahçelerinde de bu çeşidin yetiştirilmesi yağlık zeytin miktarındaki artışın sebebi olarak gösterilebilmektedir.

Çizelge 7'de ve Çizelge 8'de 2018-19 ve 2017-18 sezonlarına ait zeytin üretim miktarları görülmektedir. Zeytin periyodisite (zeytin bitkisinin bir yıl fazla meyve verip, ertesi yıl dinlenme dönemine geçmesi) gösteren bir ürün olduğundan değerlendirme var-yok yılı dikkate alınarak yapılmıştır.

Çizelge 7. 2018-19 yılı zeytin üretim miktarının işletme sayısına göre dağılımı

Zeytin Üretim Miktarı (ton)	İşletme (adet)
<20	76 (%73,8)
20-40	19 (%18,5)
40-60	2 (%1,9)
60-80	3 (%2,9)
80<	3 (%2,9)
<b>TOPLAM</b>	<b>103 (%100)</b>

Çizelge 7'deki veriler dikkate alındığında işletmelerin %73,8'inin 20 tondan az, %18,5'inin 20-40 ton, %1,9'unun 40-60 ton, %2,9'unun 60-80 ton ve %2,9'unun 80 tondan fazla zeytin üretimi yaptığı görülmektedir. Çizelge 8'de 2017-18 yılına ait (bir önceki sezon üretimi) zeytin üretim miktarları verilmiştir.

Çizelge 8. 2017-18 yılı zeytin üretim miktarının işletme sayısına göre dağılımı

Zeytin Üretim Miktarı (ton)	İşletme (adet)
<10	90 (%87,4)
10-20	7 (%6,8)
20<	6 (%5,8)
<b>TOPLAM</b>	<b>103 (%100)</b>

Çizelge 8 incelendiğinde, işletmelerin %87,4'ünün 10 tondan daha az, %6,8'inin 10-20 ton ve %5,8'inin 20 tondan daha fazla zeytin üretimi yaptığı görülmektedir.

Çizelge 9'da çalışma kapsamındaki işletmelerin bir ağaçtan aldıkları ortalama zeytin miktarı verilmiştir.

Çizelge 9. Zeytin işletmelerinin ağaç başına ortalama verim durumu

Ortalama Verim (kg/ağaç)	İşletme (adet)
1-50	75 (%72,8)
50-100	26 (%25,3)
100<	2 (%1,9)
<b>TOPLAM</b>	<b>103 (%100)</b>

Elde edilen sonuçlara göre 1-50 kg/ağaç verime sahip işletmeler %72,8'lik, 50-100 kg/ağaç verime sahip işletmeler %25,3'lük ve 100 kg/ağaç'tan daha fazla verime sahip ise %1,9'luk dilimi oluşturmaktadır.

Üreticilere ürettikleri zeytini pazarlama durumları sorulduğunda, %65,1'inin tüccara, %1,9'unun komisyoncuya, %12,6'sının doğrudan pazarda, %3,9'unun kooperatife ve %12,6'sının da bu seçeneklerden herhangi ikisine ya da üçüne birden (diğer) ürün satışı yaptığı, %3,89'unun ise ürünü kendi tüketimleri için kullandıklarını belirtmişlerdir.

### 3.3. Makine Varlığı

Aydın ilinde zeytin yetiştiriciliği yapılan işletmelerin tarımsal mekanizasyon durumunu karakterize edebilecek düzeyde seçilen işletmelerin yaklaşık %35,0'inde hiç traktör bulunmazken, %60,2'sinin 1, %4,8'inin 2 traktörü bulunmaktadır. Topuz (1997) çalışmasında, üreticilerin %68,18'inin traktör sahibi olmadığını bildirmiştir. Elde edilen bu sonuca göre 1997 yılından günümüze Aydın ili zeytin işletmelerinin traktör sayılarında bir artış olduğu ortaya çıkmaktadır.

İşletmelerin 66 tanesinin traktör sahibi olması gerekçesiyle, güç dağılımları 66 işletme üzerinden gerçekleştirilmiş olup bu dağılım Çizelge 10'da sunulmuştur. Buna göre en az bir traktöre sahip olan işletmelerde 40.1 ile 50 kW güce sahip traktör oranı %36,4 iken, işletmelerin hiçbirinde 60.1 ile 70 kW arasında güce sahip traktör bulunmamaktadır.

Çizelge 10. İşletmelerin sahip oldukları traktörlerin güç dağılımları

Traktör Gücü (kW)	İşletme (adet)
10-20	1 (%1,5)
20.1-30	4 (%6,1)
30.1-40	21 (%31,8)
40.1-50	24 (36,4)
50.1-60	5 (%7,6)
60.1-70	-
70.1-80	2 (%3,0)
80.1-90	4 (%6,1)
100<	5 (%7,5)
<b>TOPLAM</b>	<b>66 (%100)</b>

Çizelge 4 ve Çizelge 10'daki veriler göz önüne alınarak, "arazi varlığı" ile "traktör gücü" dağılımı arasındaki ilişki Ki-kare testiyle tespit edilmiş ve bu değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ( $X^2=950,564$ ;  $p=1,000$ ).

Çalışma kapsamındaki işletmelerin toprak işleme, ilaçlama ve gübreleme işlemlerinde kullanmak üzere %56,3'ünün en az bir makinesi bulunmakta olup, %43,7'sinin ise makine sahibi olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 11). Elde edilen sonuçlara göre makinesi olan 58 işletmeye ait toprak işleme, ilaçlama ve gübreleme işlemleri için toplam 215 adet tarım alet ve makinesi bulunmaktadır.

Çizelge 11. İşletmelerin makine varlığı

Makine Varlığı	İşletme (adet)
Var	58 (%56,31)
Yok	45 (%43,69)
<b>TOPLAM</b>	<b>103 (%100)</b>

Yapılan analizler sonucunda "İşletmelerin sahip olduğu traktör gücü" ile "makine varlıkları" arasında Ki-kare ( $X^2$ ) değeri 74,200 ve anlamlılık değeri  $p= 0,000$  olarak belirlenmiştir. Bu nedenle işletmelerin sahip olduğu traktör gücü ve makine varlıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmaktadır ( $p<0,05$ ).

Çizelge 12'de toprak işleme, ilaçlama ve gübreleme işlemleri için kullanılan toplam makine durumu görülmektedir. Çizelge 12 incelendiğinde hayvan pulluğunun %18,1'lik oranla en yüksek yüzdelik dilime sahip olduğu, hayvan pulluğundan sonra %15,8'lik eşit oranla pulluk ve pülverizatör gelmektedir. Hayvan pulluğunun fazla oluş nedeni olarak arazilerin topografik yapısı gösterilebilir.

Çizelge 12. İşletmelerde yer alan alet-makine çeşitleri ve sayıları

Alet-Makine Adı	Alet-Makina Sayısı (adet)
Römork	28 (%13,0)
Diskli Tırmık	27 (%12,6)
Kültivatör	18 (%8,4)
Pulluk	34 (%15,8)
Pülverizatör	34 (%15,8)
Çizel	11 (%5,1)
Elde Kullanılan Çapa Makinesi	4 (%1,9)
Rotovator	1 (%0,5)
Tırmık	7 (%3,3)
Hayvan Pulluğu	39 (%18,1)
Sürgü	2 (%0,9)
Merdane	1 (%0,5)
Sırt Pülverizatörü	5 (%2,3)
Bahçe Pülverizatörü	2 (%0,9)
Gübreleme Makinesi	2 (%0,9)
<b>TOPLAM</b>	<b>215 (%100)</b>



Traktör başına düşen makine sayısı 2,53 makine/traktör, işletme başına düşen makine sayısı ise 2,1 makine/işletme olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 13'te zeytin hasat makinasına sahip işletmelerin sahip oldukları hasat makinesi varlığı verilmiştir. İşletmelerin %58,2'si 1 adet, %11,7'si 2 adet, %1,9'u 3 adet zeytin hasat makinesine sahiptir. Anket yapılan işletmelerden %28,2'sinde zeytin hasat makinesi bulunmamaktadır. Topuz (1997), Aydın ilinde yapmış olduğu çalışma sonucunda hasadın yalnızca elle ya da elle ve sırkla yapıldığını belirtmiştir. Elde edilen sonuçlara göre işletmelerin hasat işlemi için hasat makinesi kullanma oranının önemli oranda artış gösterdiği görülmektedir. Saraçoğlu (2008), yapmış olduğu çalışmada, Aydın ilinde mekanik zeytin hasadına olan ilginin son yıllarda giderek artış gösterdiğini vurgulamıştır.

Çizelge 13. İşletmelerin zeytin hasat makinesi varlığı

Hasat makinesi (adet)	İşletme (adet)
Yok	29 (%28,2)
1	60 (%58,2)
2	12 (%11,7)
3	2 (%1,9)
<b>TOPLAM</b>	<b>103 (%100)</b>

Yapılan analizler sonucunda "İşletme sahiplerinin eğitim durumu" ile "zeytin hasat makinesi varlığı" arasında Ki-kare değeri  $X^2=7,107$  ve anlamlılık değeri  $p=0,069$  olarak belirlenmiştir. Bu nedenle üreticilerin eğitim durumu ile zeytin hasat makinesi varlığı arasındaki değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ).

İşletmelerdeki ağaç sayıları ile işletmelerin hasat makinesi varlığı arasındaki ilişki  $X^2$  analizi ile saptanmıştır. Yapılan analizler sonucunda "işletmelerdeki ağaç sayıları" ile "işletmelerin hasat makinesi varlığı" arasında Ki-kare ( $X^2$ ) değeri 2,974 ve anlamlılık değeri  $p=0,396$  olarak belirlenmiştir. Bu nedenle işletmelerdeki ağaç sayıları ve işletmelerin hasat makinesi varlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ).

Çizelge 14'te işletmelerin gübreleme işlemini nasıl yaptıkları gösterilmektedir. Çizelge 14 incelendiğinde işletmelerin %62,1'nin gübreleme işlemini elle, %1,9'unun gübre dağıtma makinesiyle, %1,0'inin bahçe pülverizatörü ile ve %1,0'inin de damlama sulama sistemiyle gerçekleştirdiği görülmektedir. İşletmelerin %34,0'ünde ise gübreleme yapılmamaktadır.

Çizelge 14. İşletmelerin gübre dağıtma yöntemleri

Gübre Dağıtma Yöntemi	İşletme (adet)
Elle	64 (%62,1)
Gübre Dağıtma Makinesi	2 (%1,9)
Damla Sulama	1 (%1,0)
Bahçe Pülverizatörü	1 (%1,0)
Yapılmıyor	35 (%34,0)
<b>TOPLAM</b>	<b>103 (%100)</b>

Anket kapsamındaki işletmelerin tamamı budama yapmaktadır. Budama işlemi için işletmelerin %39,8'i yalnızca el testeresi kullanmakta olup, %17,5'i el testeresi ve budama makasını birlikte kullanmaktadır. İşletmelerin %42,7'si ise el testeresi, budama makasının yanı sıra daha yaşlı dallar için motorlu testere kullanmaktadır.

### 3.4. Kültürel İşlemler

İşletmelerin %69,9'u toprak işleme yaparken, %30,1'i toprak işleme yapmamaktadır. Çizelge 15'te işletmelerin hangi sıklıkta toprak işleme yaptıkları görülmektedir.

Çizelge 15. İşletmelerin toprak işleme sıklıkları

Toprak İşleme Periyodu	İşletme (adet)
Yılda bir	40 (%38,9)
Yılda iki	12 (%11,6)
Yılda üç	4 (%3,9)
Yılda beş	2 (%1,9)
İki yılda bir	8 (%7,8)
Üç yılda bir	5 (%4,9)
Beş yılda bir	1 (%0,9)
Yapılmıyor	31 (%30,1)
<b>TOPLAM</b>	<b>103 (%100)</b>

Çizelge 15 incelendiğinde toprak işlemeyi işletmelerin %38,9'unun yılda bir defa, %11,6'sının yılda iki defa, %3,9'unun yılda üç defa, %1,9'unun yılda beş defa %7,8'inin iki yılda bir, %4,9'unun üç yılda bir ve %0,9'unun beş yılda bir defa yaptığı görülmektedir. İşletmelerin %30,1'inin ise toprak işleme yapmadığı belirtilmiştir.

Topuz (1997), Aydın ilinde yapmış olduğu çalışmada işletmelerin %81,82'sinin toprak işleme işlemini uygulayıp, %18,18'inin uygulamadığını belirtmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, toprak işleme uygulaması oranının azaldığı görülmektedir. Bunun sebebi olarak; zeytin plantasyonlarının çoğunlukla meyilli alanlarda kurulmuş olması ve toprak işleme maliyetlerinden kaçınma isteği olarak gösterilebilir.

Sulamayı, anket kapsamındaki işletmelerin, %17,5'i uygulamakta olup, %82,5'i uygulamamaktadır. Çizelge 16'da sulama işlemini uygulayan işletmelerin bu işlemi hangi sıklıkta gerçekleştirdikleri gösterilmektedir.

Çizelge 16. İşletmelerin sulama uygulama sıklıkları

Sulama Periyodu	İşletme (adet)
Yılda bir	6 (%5,7)
Yılda iki	3 (%2,8)
Yılda üç	2 (%2,0)
Yılda üçten fazla	7 (%7,0)
Yapılmıyor	85 (%82,5)
<b>TOPLAM</b>	<b>103 (%100)</b>

Çizelge 16 incelendiğinde işletmelerin %5,7'sinin yılda bir, %2,8'inin yılda iki ve %2,0'sinin yılda üç defa sulama uyguladığı, %7,0' sinin ise bir yılda üçten fazla sulama yaptığı görülmektedir. İşletmelerin %82,5'i ise sulama uygulamamaktadır. Sulama işlemini gerçekleştiren işletmelerin %66,0'sı damlama sulama, %26,0'sı karık sulama, %7,0'si tava sulama ve %1,0'i ise salma sulama yöntemi kullanmaktadır.

İşletmelerin arazilerindeki zeytin ağaçlarından elde ettikleri zeytinlerin "ortalama verimi" ve "işletmelerin sulama uygulaması durumu" arasında ilişki olması analizi Ki-kare testiyle yapılmış, test sonucunda bu iki durum arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ( $\chi^2= 2,443$ ;  $p= 0,295$ ).

Çizelge 17'de ilaçlama uygulaması yapan üreticilerin bu uygulamayı hangi sıklıkta yaptıkları gösterilmektedir.

Çizelge 17. İşletmelerin pestisit uygulaması yapma sıklıkları

İlaçlama Periyodu	İşletme (adet)
Yılda bir	19 (%18,5)
Yılda iki	8 (%7,8)
Yılda üç	2 (%1,9)
Yılda üçten fazla	10 (%9,7)
İki yılda bir	2 (%1,9)
Yapılmıyor	62 (%60,2)
<b>TOPLAM</b>	<b>103 (%100)</b>

Anket sonuçlarına göre işletmelerin %39,8'i pestisit uygulaması yaparken, %60,2'si pestisit uygulaması yapmamaktadır. Pestisit uygulaması yapan işletmeler bu işlemi sırt pülverizatörü, bahçe pülverizatörü ile gerçekleştirmektedirler.

Topuz (1997), Aydın ilinde gerçekleştirmiş olduğu anket çalışmasında ilaçlama uygulamasının işletmelerin %59,09'unda gerçekleştiğini belirtmiştir ve bu işlem için sırt tipi ve asma tip pülverizatör kullanıldığı sonucuna ulaşmıştır. Bu verilerden elde edilen sonuçlar, Aydın ilinde çeşitli sebeplerden dolayı (örneğin maliyetler) zeytin bahçelerinde pestisit uygulamasında azalma olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

İşletmelerin %18,5'i yılda bir, %7,8'i yılda iki, %1,9'u yılda üç ve %9,7'si yılda üç defadan fazla pestisit uygulaması yapılmakta olup, işletmelerin %62,1'i pestisit uygulaması yapılmamaktadır.

İşletmelerin arazilerindeki zeytin ağaçlarından elde ettikleri zeytinlerin "ortalama verimi" ve "işletmelerin pestisit uygulaması durumu" arasında ilişki olup olmaması Ki-kare testiyle saptanmıştır. Test sonucunda bu iki durum arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ( $\chi^2= 4,979$ ;  $p= 0,083$ ).

İşletmelerin %66,0'sı gübreleme uygulaması yapmaktadır. Gübreleme uygulaması yapan işletmeler bu uygulamayı arazilerin çoğunluğunun meyilli olması ve mekanizasyona imkân vermemesi gerekçesiyle elle yapmaktadır. Düz plantasyonlu arazilere sahip işletmeler ise gübreleme uygulamasını gübre dağıtma makinesiyle yapmaktadır. Çizelge 18'de işletmelerin hangi sıklıkta gübreleme yaptıkları bilgisi görülmektedir.

Çizelge 18. İşletmelerin gübreleme sıklıkları

Gübreleme Periyodu	İşletme (adet)
Yılda bir	54 (%52,4)
Yılda iki	3 (%2,9)
Yılda dört	3 (%2,9)
İki yılda bir	5 (%2,9)
Üç yılda bir	3 (%4,9)
Yapılmıyor	35 (%34,0)
<b>TOPLAM</b>	<b>103 (%100)</b>

Çizelge 18 incelendiğinde işletmelerin çoğunluğunun (%52,4) gübrelemeyi yılda bir defa yaptığı, %34'ünün ise gübreleme yapmadığı görülmektedir.

1997 yılında Aydın ilinde yapılan bir anket çalışmasına göre işletmelerin %83,36'sı gübreleme yaparken, %13,64'ü gübreleme yapmamaktadır (Topuz, 1997). Elde edilen sonuçlara göre Aydın ilinde gübreleme oranında azalma olduğu görülmektedir.

İşletmelerin zeytinlerden elde ettikleri "ortalama verim" ile "işletmelerde gübreleme uygulanması" arasındaki ilişki durumu Ki-kare testiyle tespit edilmiştir. Ki-kare değeri ( $X^2$ ) 6,845 ve anlamlılık değeri  $p= 0,033$  olarak belirlenmiştir. Test sonucunda bu iki durum arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ( $p<0,05$ ).

Anket kapsamındaki işletmelerin tamamı zeytin ağaçlarını gençleştirmek ya da daha sağlıklı duruma getirmek için budama yapmaktadır. İşletmeler daha genç dallar için el testeresi ve budama araç-gereçleri kullanırken, daha yaşlı dallar için motorlu testere kullanılmaktadır. Çizelge 19'da işletmelerin budama uygulamaları yapma sıklıkları gösterilmektedir.

Çizelge 19. İşletmelerin budama uygulaması yapma sıklıkları

Budama Periyodu	İşletme (adet)
Yılda bir	47 (%45,6)
İki yılda bir	42 (%41,0)
Üç yılda bir	9 (%8,6)
Dört yılda bir	4 (%3,9)
Beş yılda bir	1 (%0,9)
<b>TOPLAM</b>	<b>103 (%100)</b>

Çizelge 19 incelendiğinde işletmelerin %45,6'sının yılda bir, %41,0'inin iki yılda bir, %8,6'sının üç yılda bir, %3,9'unun dört yılda bir ve %0,9'unun beş yılda bir budama uygulaması yaptığı görülmektedir. İşletmelerin %73,8'i budama işlemini makineli hasada uygun şekilde yapmakta olup, %26,2'si budama işlemini makineli hasada uygun yapmamaktadır. Budama işlemini makineli hasada uygun şekilde yapmamalarının sebebi bir zeytin hasat makinesine sahip olmamaları ya da zeytin hasat makinesi ile budama arasındaki ilişkiyi bilmemeleridir.

Çalışma kapsamındaki zeytin yetiştiren işletmelerle yapılan anket sonuçlarına göre işletmelerin tamamı zeytincilik yetiştiriciliği konusundaki bilgileri ailelerinden edindikleri belirlenmiştir. Zeytincilikle ilgili budama, aşılama, zeytin zararlıları, bitki koruma, ilaçlama, zeytin toplama konularında kursa katılan üreticilerin oranı %19,4 iken, üreticilerin %80,6'sı zeytincilikle ilgili herhangi bir konuda düzenlenen kursa katılmamıştır.

"Üreticilerin eğitim durumları" ile "zeytin yetiştiriciliği ile ilgili herhangi bir kursa katılma durumları" arasındaki ilişki Ki-kare testi ile saptanmıştır. Uygulanan Ki-kare testi sonucunda bu iki durum arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ( $\chi^2= 0,649$ ;  $p= 0,885$ ).

Uygulanan anket sonucunda üreticilerin %15'inin zeytin arazilerine tarım sigortası yaptırdığı, %85'inin ise tarım sigortası yaptırmadığı belirlenmiştir.

Zeytin üreticileri zeytin bitkisinin hasadı ve bakımı aşamalarında çeşitli problemler yaşamaktadır. Bunlardan en belirgin olanı ilaç, gübre ve yakıt fiyatlarının çok yüksek olması, buna karşılık zeytin satış fiyatının oldukça düşük olmasıdır.

Bu sebeple zeytin üreticilerinin birçoğu zeytinlerin bakım döneminde gerekli bakım işlemlerini yapmamakta buna bağlı olarak yeterli verim alınamamaktadır. Zeytin üreticileri yaşadıkları diğer problemleri ise; işçi bulma problemi, kooperatifleşmenin olmaması, hasat makinesi edinebilmek için devletten yeterli teşvikin alınamaması ve pazarlama sorunları şeklinde ifade etmişlerdir.

#### 4. SONUÇ

Türkiye’de zeytincilik önemli geçim faaliyetlerinden olup, ülke ekonomisinde de önemli bir yere sahiptir.

Aydın ilinde bulunan 16 ilçede belirli sayıdaki işletmelerle anket şeklinde yürütülen çalışma sonuçları aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir:

- Üreticilerin çoğunluğunu birinci sırada (%74,7) ilkökul mezunları oluştururken ikinci sırada lise (%13,6) mezunları, üçüncü sırada üniversite (%6,8) mezunları yer almaktadır. Üreticiler arasında ortaokul (%4,9) mezunları en az orana sahiptir.

- İşletmelerin %58,3’ü 5 ha’dan küçük, %52,4’ü 1-5 adet parselden oluşan arazilere sahiptir. Zeytinlikler çoğunlukla meyilli arazilerde bulunmaktadır. Çalışmada incelenen işletmelerin %87,4’ünün 2000 adetten az ağacı bulunmaktadır.

- Yetiştirilen zeytin çeşitlerinin %79,6’sını Memecik zeytin çeşidi oluşturmaktadır. Üreticiler sofralık zeytinin bakım ve hasat maliyetlerinin yağlık zeytine oranla daha fazla olması gerekçesiyle daha çok yağlık zeytin üretmektedirler. Üretilen zeytinlerin yaklaşık %92’si yağlık, %8’i sofralık olarak değerlendirilmektedir.

- Zeytin periyodisite özelliği gösteren bir bitki olmasından dolayı 2018-19 yılında üreticilerin %73,8’i 20 tondan daha az, 2017-18 yılında ise %87,4’ü 10 tondan daha az zeytin üretimi yapmıştır. Ancak üreticiler gerekli bakım işlemlerini gerçekleştirdiklerinde, bakım işlemlerini gerçekleştirilmeyen üreticilere göre zeytin bitkisinin periyodisite özelliğinden daha az etkilendiklerini belirtmişlerdir.

- İşletmelerin 72,8’i bir dekar bahçeden ortalama 1-50 kg/ağaç oranında ortalama verim elde etmektedirler.

- Bölgedeki üreticilerin %65,1’i ürün satışını tüccarlar aracılığı ile gerçekleştirmektedirler.

- Traktör sahibi olan işletmelerin oranı %65 olup, %36,4’ünün sahip olduğu traktörün gücü 40.1 ile 50 kW arasında, %31,81’inin sahip olduğu traktör gücü ise 30.1 ile 40 kW arasında değişmektedir.

- Traktör başına düşen makina sayısı 3 makina/traktör olup, işletme başına düşen makina sayısı ise 2,1 makine/işletmedir.

- İşletmelerin %69,9’u toprak işleme yapmaktadır. %38,9’u yılda bir defa, %11,6’sı yılda iki defa yapmaktadır. Toprak işleme uygulaması için arazilerin mekanizasyona imkân vermemesi sebebiyle toprak işleme aletlerinde ilk sırayı hayvan pulluğu almaktadır. Düz plantasyona sahip arazilerde ise daha çok pulluk, diskli tırmık ve kiltivatör kullanılmaktadır.

- Üreticilerin %66,0’sı gübreleme yapmaktadır. Bu işlemi gerçekleştiren işletmelerin çoğunluğu (%52,4) yılda bir defa yapmaktadır. Gübreleme uygulayan işletmelerin %58,2’si bu işlemi makina kullanmaksızın elle yapmaktadır. İşletmelerin %3,8’i gübreleme işlemi için traktöre bağlı bir römork kullanırken, %2,0’si gübre dağıtma makinesi kullanmaktadır.

- Hastalık ve zararlılara karşı yapılan kimyasal mücadele uygulaması olan ilaçlama uygulaması işletmelerin %39,8’i tarafından ve çoğunlukla sırt pülverizatörü ile yapılmakta olup, asma tip pülverizatör de kullanılmaktadır. İlaçlama işlemi çoğunlukla yılda bir defa yapılmaktadır.

- Budama işlemini anket kapsamındaki tüm üreticiler gerçekleştirmektedir. Üreticilerin %45,6’sı yılda bir defa budama yapmaktadır. İşletmelerin %39,8’i bu uygulama için yalnızca el testeresi, %42,7’si el testeresi, budama makası, yardımcı el aletlerinin yanı sıra motorlu testere de kullanmaktadır.

- Zeytin arazilerinin konum olarak su kaynaklarına uzak olması sebebiyle işletmelerin yalnızca %17,5’i arazi sulaması yapmaktadır ve arazi sulaması yapan işletmelerin %66,0’sı damla sulama yöntemi kullanmaktadır. Sulama uygulaması yapan işletmeler bu uygulamayı çoğunlukla yılda bir kere yapmaktadır.

- Çalışma kapsamındaki üreticilerin tamamı zeytinciliği ailelerinden öğrenmişlerdir. İşletmelerin %19,4’ü zeytincilik konusunda bilgilenmek amaçlı çeşitli konularda kurslara katılmıştır.

- Üreticilerin yalnızca %15,0’i arazisine tarım sigortası yaptırmıştır.

- Zeytin üreticilerinin zeytin bakımı ve hasadı aşamalarında en belirgin problemleri giderlerin oldukça maliyetli olması ve ürün satışıyla bu maliyetlerin karşılanamamasıdır. Birçok üretici bu sebeple zeytin bakımı yapmamaktadır. Dolayısıyla Aydın bölgesinde özellikle sofralık zeytin üretimi değerleri düşüş göstermektedir.

- Kooperatifleşmenin olmaması sebebiyle üreticiler ürünü değerinin çok altında satmak zorunda kalmaktadır ve ürün satışının yapıldığı kişi ya da kurum ürünü kâr amacıyla ucuz fiyattan alıp kendi pazarında daha pahalıya satmaktadır.

- Her ne kadar gövde sarsıcı ve kendi yürür makinelerinin kullanımı kısıtlı alanlarda olsa da maliyetleri dolayısıyla satın alınamamaktadır. Bu nedenle özellikle büyük ve pahalı makineler için ortak makine kullanımı teşvik edilebilir.

- Hasat makinesini kullanmayı bilen ya da kültürel işlemleri gerçekleştirebilmek adına çalışacak işçi bulunamamaktadır. Bu durum mekanizasyonun gerekliliğini sonraki yıllarda çok daha ön plana çıkartacak en önemli unsurlardan biridir.

## KAYNAKLAR

- Anonim, 2021. Tarımsal İşletmecilik Araştırmalarında Kullanılabilecek Örneklemeye Metodları. Erişim Tarihi: 20.09.2020 [https://tarekoder.org/1975Dergi/1975\\_03\\_cakir.pdf](https://tarekoder.org/1975Dergi/1975_03_cakir.pdf)
- Akdemir, B. 1986. Türkiye’de Soğan Üretiminde Mekanizasyon ve Soğanın Mekanizasyonuna Yönelik Bazı Özelliklerin Saptanması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Aygun, İ., Urkan, E., Alayunt, F.N., Yalçın, H., Tekin, A.B. 2019. İzmir İlinde Zeytin Hasadında Kullanılan Yerli ve İthal Çırpıcı Tip Makinaların Hasat Performanslarının Değerlendirilmesi. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(2): 265-271.
- Aykas, B. 1998. Zeytin Yetiştirme Koşulları, Tesisi ve Modern Yetiştiricilik, Zeytin Yetiştiriciliği Kursu, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bornova İzmir, 61:39.
- Bal, M. 2018. Çorum İlinin Ayçiçeği ve Çeltik Tarımı Yapan İşletmelerinin Mekanizasyon Düzeyinin Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Duran, E. 2014. Bursa İline Bağlı Orhangazi ve Gemlik İlçelerindeki Zeytin Üreticilerinin Mekanizasyon Düzeyinin Belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- Durgut, M.R. 2005. Trakya Yöresindeki Bağcılığın Mekanizasyon Düzeyi Sorunları ve Mekanizasyon Girdisinin Optimum Kullanımı Üzerine Araştırma. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, Tekirdağ.
- FAO, 2020. FAOSTAT Agricultural Database Web Page. Erişim Tarihi: 17.03.2020 <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
- İçöz, İ. 1988. Trakya Yöresinde Yetiştirilen Çekirdeklik Kabağın Mekanizasyon Durumunun Saptanması. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Kipritci, D.A. 2018. Karaman İlinde Dane Mısır Üreten İşletmelerin Tarımsal Mekanizasyon Düzeyinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Oğuz, C. Bayramoğlu, Z. Ağızan, S. ve Ağızan, K. 2017. Tarım İşletmelerinde Tarımsal Mekanizasyon Kullanım Düzeyi, Konya İli Örneği. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 31(1): 63-72.
- Öksüz, 1998. Ülkemizde Zeytin Hasat Mekanizasyon Düzeyi, Hasat Edilebilirlik Kriterleri ve Maliyetinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Saraçoğlu, T. 2008. Ege Bölgesi’nde Bazı Yağlık Zeytin Çeşitlerinin Mekanik Hasat Kriterlerinin Belirlenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, İzmir.
- Topuz, N. 1997. Ege Bölgesi’nde Zeytin Tarımında Mekanizasyon Düzeyinin Belirlenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- TUİK, 2020. Bitkisel Üretim ve İstatistikleri. Erişim Tarihi: 20.09.2020 <http://www.tuik.gov.tr>
- Ülger, P. Akdemir, B.A. Sağlam, C. ve Aktaş, T. 1996. Marmara Bölgesinde Zeytin Üretiminde Mevcut Mekanizasyon Durumunun ve Sorunlarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma. 6. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi Bildiri Kitabı, 2-6 Eylül 1996 Ankara, s. 168-176.
- Yeşilyurt, M. K., Eryılmaz, T., Gökdoğan, O. ve Yumak, B. 2013. Kırıkkale İlinin Tarımsal Mekanizasyon Düzeyi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(2): 7-13.

## Bıçerdöverle Mısır Hasadında Dane Kayıplarının Belirlenmesi

### Determination of Grain Losses in Corn Harvest with Combine-Harvester

Abdullah Sessiz<sup>1,\*</sup>, İbrahim Erkan Demirel<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye.

<sup>2</sup> Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği ABD, Diyarbakır, Türkiye.

\* Corresponding author (Sorumlu Yazar): A. Sessiz, e-mail (e-posta): [asesiz@dicle.edu.tr](mailto:asesiz@dicle.edu.tr)

#### Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 02 Şubat 2021  
Düzeltilme tarihi : 04 Mart 2021  
Kabul tarihi : 07 Mart 2021

#### Anahtar Kelimeler:

Mısır  
Hasat  
Bıçerdöver  
Dane kayıpları  
Kırık dane  
Çimlenme.

#### ÖZET

Bu çalışmada; mısır hasat sezonunda bıçerdöverle yapılan I. ürün mısır hasadında bıçerdöver ilerleme hızının dökülme kayıplarına, batör devir sayılarının ise kırık taneye ve çimlenmeye olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda bıçerdöverle 4 farklı ilerleme hızında (3, 4, 5 ve 6 m/h) ve 4 farklı batör devir hızında (470, 570, 670, 770 d/d) denemeler yapılmıştır. Denemeler, Diyarbakır ili Çınar ilçesinde 2020 yılı I. ürün mısır hasat sezonunda Pioneer P2105 tohum çeşidinin ekili olduğu bir üreticiye ait tarlada gerçekleştirilmiştir. Hasat denemeleri için New Holland firmasına ait TC-56 model bıçerdöveri kullanılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre bıçerdöverin hasat sırasındaki çalışma hızının artışıyla tarlada kalan tane miktarı önemli oranda artmıştır. Hızların hasat kayıplarına etkisi istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur (P<0.01). En düşük çalışma hızı olan 3 km/h'lik ilerleme hızında ölçülen dane kaybı % 0.285 iken, en yüksek hız olan 6 km/h'lik ilerleme hızında % 1,13'e yükselmiştir. Ayrıca, batör dönü hızı artışına bağlı olarak kırık tane veya çatlamış tane şeklindeki kayıplar doğrusal olarak artmıştır. Devir sayıları arasındaki fark istatistiksel olarak da önemli önemli olmuştur (p<0.01). Kırık tane ve hasarlı oranı 470 d/d'da % 7.23, 570 d/d'da %11.30' a, 670 d/d'da % 14.80'a ve 770 d/d'da % 16.92' yükselmiştir. Batör devir sayısının çimlenmeye olan etkisi de önemli bulunmuştur. Batör devir sayısının artışı çimlenme oranını doğrusal olarak azaltmıştır. Kontrol için alınan örneklerden çimlenme oranı % 90 iken, bu değer 470 d/d'da % 82.67, 570 d/d'da %78.67, 670 d/d'da % 75.34 ve 770 d/d'da % 72.67'e düşmüştür. Bu devir sayısından sonra bıçerdöverin aşırı zorlandığı ve ölçüm alınmayacak kadar kırık tane oluştuğundan ölçüm yapılamamıştır. Bu sonuçlar, tohumların çimlenme yeteneklerini yüksek tutmak için düşük batör devirlerinde çalışılması gerektiği ortaya çıkmıştır.

#### Article Info

Received date : 02 February 2021  
Revised date : 04 March 2021  
Accepted date : 07 March 2021

#### Keywords:

Corn  
Harvest  
Combine-harvester  
Grain losses  
Broken grain  
Germination.

#### ABSTRACT

In this study; It was aimed to determine the effect of the forward speed of the combine harvester on the loss of grain, the cylinder peripheral speed on broken grain and the germination rate in the first crop corn with a combine harvester during the corn harvest season. For these purposes, the experiments were conducted with the combine harvester at 4 different forward speed (feed rates) (3, 4, 5 and 6 km / h) and 4 different threshing peripheral speeds (470, 570, 670, 770 rpm). The experiments were carried out in a field belonging to a farmer where Pioneer P2105 seed variety was planted during the first crop corn harvest season in 2020 in Çınar district of Diyarbakır. The New Holland TC-56 model combine harvester was used for the harvest trials.

According to the results, the amount of grain remaining in the field increased significantly with the increase in the forward speed of the combine harvester during corn harvest. The effect of speed on harvest losses was found to be statistically significant (P <0.01). While the grain loss measured at the lowest forward speed of 3 km / h was 0.285%, the highest values were obtained as 1.13% at the highest speed of 6 km / h. Also, grain losses in the form of broken grains or cracked grains increased linearly due to the increase in threshing cylinder peripheral speed. The difference between cylinder rotation speed was found also statistically significant (p <0.01). Broken grains and damaged rate increased to 7.23% at 470 rpm, 11.30% at 570 rpm, 14.80% at 670 rpm and 16.92% at 770 rpm. The effect of threshing cylinder peripheral speed on corn germination rate was also found important. Threshing drum speed increase linearly decreased the germination rate. While the germination rate from the samples taken for control was 90%, this value decreased to 82.67% at 470 rpm, 78.67% at 570 rpm, 75.34% at 670 rpm and 72.67% at 770 rpm. More than these cylinder peripheral speed, the measurement could not be taken because the combine harvester was overstrained and there were too many broken grains to be measured. These results revealed that seeds should be studied at low cylinder peripheral speed to keep their germination ability high.

## 1. GİRİŞ

İnsan ve hayvan beslenmesinde büyük öneme sahip olan mısır, dünyada tahıllar içerisinde buğday ve arpadan sonra en fazla ekimi ve üretimi yapılan bitkidir. İnsan gıdası, hayvan yemi ve endüstride çok sayıda üretimin ham maddesini oluşturmaktadır. Türkiye’de iklim ve toprak koşullarının uygun olması nedeniyle yılda iki defa ekimi gerçekleştirilebilen mısır, hem üretim hem de ekonomik getirisi bakımından önemlidir. 2019 yılı itibariyle dünya toplam 1.05 milyar ton civarına mısır üretimi gerçekleşmiştir. Üretim bakımından ilk sırayı 346 milyon ton üretimle (% 32.96) ABD alırken, onu Çin, Brezilya, Arjantin, Ukrayna, Hindistan, Meksika, Güney Afrika, Rusya ve Kanada izlemektedir. İl 5 sırada yer alan ülkeler dünyanın toplam mısır üretiminin % 75’ini oluşturmaktadır (Anonymous a, 2019; Anonymous b, 2019). Türkiye, dünyada 18. Sırada yer almaktadır. TÜİK 2019 yılı verilerine göre Türkiye’de 639.000 ha’lık üretim alanından 6.000.000 ton ürün elde edilmiştir. Dünya mısır verimi ortalaması 580 kg/da’dır. Türkiye verim ortalaması 700-1000 kg/da aralığında değişmektedir (Anonymous a, 2019).

Mevcut durumda Türkiye’de mısır üretiminin en fazla yapıldığı bölgelerden birisi GAP bölgesidir. 2000’li yılların başından bu yana GAP bölgesinde sulu tarım alanları kademeli olarak artmaktadır. Sulu tarım alanlarının artışına bağlı olarak Şanlıurfa, Mardin ve Diyarbakır illerinde mısır üretimi yoğunlaşmıştır. 2019 yılında Diyarbakır ilinde 229.000 ton (Anonymous b, 2019) üretim gerçekleşmiştir. GAP Bölgesinde ortalama verim 1000 kg/da ’üzerindedir.

Bölgede, mısır tarımı için bir üretim sezonu boyunca yoğun bir toprak işlemeden sonra, ekim, bakım, mücadele, sulama ve biçerdöverle hasat işlemleri yapılmaktadır. Bu yüzden yoğun bir makina trafiği oluşmaktadır. Bu uzun üretim periyodunda çok önemli bir girdi kullanımı, yoğun bir emek ve zaman tüketimi söz konusudur. Dolayısıyla üretim sürecinin son aşamasını oluşturan hasat işleminin mümkün olduğunca en kısa sürede ve en az kayıpla gerçekleştirilmesi çiftçiler açısından oldukça önemlidir. Bölge çiftçileri arasında mısır tarımında belli bir yetiştiricilik kültürü ve deneyim gelişmesine rağmen başta biçerdöverle takılan mısır hasat başlığı olmak üzere, mısır bitkisinin makinalı hasat ile ilgili yeterli teknik bilgi ve deneyime sahip değildirler. Biçerdöver ile mısır hasadı yapılabilmesi için biçerdöver üzerinde bir takım düzenlerin veya ayarların yapılması gerekmektedir. Bu düzenlerden birisi de mısır bitkisi için özel geliştirilmiş biçme (tabla) düzenidir. Biçme yüksekliği biçerdöver ile ürün hasadında hasat kalitesini etkileyen en önemli parametrelerden birisidir. Hasat sırasında uygun ve sabit biçme yüksekliği olması gerekmektedir. Biçerdöverin tarla sonunda dönüşlerin de ve operatörden kaynaklanan sorunlardan dolayı çoğu zaman sabit biçme yüksekliğinde çalışılmamaktadır (Yılmaz ve Gökdoğan, 2018a). Bu tür tabla ayar sorunlarından dolayı çiftçilerle de yapılan görüşmelerde biçerdöverle hasat kayıplarının yüksek olduğunu ifade edilmiştir.

Anlaşılabileceği gibi mısır üretiminde en önemli ve en kritik işlemlerden bir tanesi hasattır. Çünkü hasat kayıpları doğrudan çiftçinin gelirini etkilemektedir. Hasat kayıpları genellikle doğal dökülme ve biçerdöverle hasat sırasında oluşmaktadır.

Biçerdöverle hasadı sırasında meydana gelen ürün kayıplarına; makinadan öte ürün koşulları ve işletmecilik parametreleri de etkilidir (Güzel, 2008; Chinsuwan ve ark., 2001). Özellikle, hasat sırasındaki ürün nem içeriği, dolap dönüş hızı, tabla yüksekliği, biçerdöver çalışma hızı, besleme miktarı, batör-kontrbatör tipi, düzenleme şekli, elek ve silindir arası açıklık, silindir dönüş hızı ve temizleme ünitesi, dolap indeksi, biçme ünitesinin genişliği, biçerdöverin bakım-onarım durumu, biçerdöver yaşı, operatörün becerisi gibi parametreler etkilidir (Hofman, 1978; Jung, 1981; Griffin, 1987, hay ve ark., 1993; Sessiz ve ark., 2005; Sessiz ve ark., 2006; Hanna, 2008; Digman, 2009; Sumner ve ark., 2009; Yılmaz ve Gökdoğan 2017; Yılmaz ve Gökdoğan 2018b; Anonymous, 2020; Sessiz ve ark., 2020).

Kayıp oranı çoğunlukla, biçerdöverin tarladaki çalışma hızı ve ürün koşullarına bağlıdır. Biçerdöver operatörünün biçerdöverin etkinliğini iyileştirmek ve hasat kayıpları açısından en önemli faktörlerden birisi çalışma hızıdır. Biçerdöverde oluşan kayıpların % 80’inini biçme ve toplama kayıpları oluşturmaktadır (Staton ve Harrigan, 2008; Anonymous, 2020). Genel olarak hız ayarı, tabla ve harmanlama ünitesini tıkamayacak şekilde yapılmaktadır. Yüksek hızlar dane kayıplarını artırırken, düşük hasat hızları makinanın etkinliği düşürür, harmanlama verimliliğini azaltır ve yakıt tüketimini artırır (Butzen, 2020; Anonymous, 2020).

Makinadan öte dane kayıplarını artıran önemli parametrelerden bir tanesi nem içeriğidir. Tane nem içeriği % 18-25 arasında olduğu durumlarda hasat tercih etmektedirler. Tane nem seviyeleri yüksekken yapılan mısır hasadı, aşırı kurutma maliyetlerine, danenin zarar görmesine ve uygun olmayan harmanlama nedeniyle kayıpların artmasına neden olabilmektedir. Nem oranının istenilen seviyeye düşmesini beklemek ve dolayısıyla mısırın tarlada çok uzun süre kalması, koçanın veya danenin dökülmesine bağlı olarak aşırı hasat kaybına neden olabilmektedir (Huitnik, 2008; Humburg ve ark., 2009; Georgieva ve ark., 2016; Yılmaz ve Gökdoğan 2017). % 19-24 arasındaki nem seviyelerinde hasat kayıplarını en aza indirmek ve kurutma maliyetlerini düşürmek arasında iyi bir denge sağlayacaktır. Bu yüzden biçerdöverle mısır hasadının % 30’un altındaki nem içeriklerinde hasatın yapılması tercih edilmelidir. Düşük nem oranlarında biçerdöverle yapılan hasatta dane dökülmesinin yanı sıra harmanlama esnasında danenin kırılması ve parçalanması şeklinde mekanik kayıplarında artış olabilmektedir.

Türkiye’de ortalama olarak yılda 5-6 milyon ton üretimi yapılan mısırın özellikle dökülme şeklinde meydana gelen hasat kayıplarının azaltılması ülke ekonomisi ve çiftçi geliri açısından önemlidir. Bu yüzden biçerdöverle hasat sırasında meydana gelen kayıp oranının mutlaka azaltılması gerekmektedir. Hasat döneminde ürün koşullarının farklılık göstermesi nedeniyle tarla koşullarında biçerdöverin çalışma parametrelerinin bitkinin durumuna göre seçilmesi ve ayarlanması ürün kayıpları ve

kalitesi açısından önem taşımaktadır (Hofman., 1978; Sessiz ve ark., 2006; Ülger ve ark., 2006; Nikolai ve Hutchinson., 2006; Anonymous, 2020) .

Yukarıda da ifade edildiği gibi hasat kayıplarına hasat zamanı, makine çalışma hızı ve silindir dönü hızı gibi parametreler doğrudan etkilidir. Bunun için de özellikle biçerdöverin tarladaki ilerleme hızı ile harmanlama esansındaki harmanlama silindirinin dönü sayısını ne olması gerektiğinin bilinmesi dane kayıplarının azaltılması bakımından önemlidir.

Bu çalışmanın ana amacı; biçerdöverle I. Ürün mısır hasadında farklı ilerleme hızlarında ve farklı batör devir sayılarında meydana gelen döküleme kayıplarının belirlemektir. Çalışmanın diğer bir amacı ise batör dönü hızının neden olduğu kırık ve hasarlı dane ile devir sayının çimlenme oranı üzerine etkisini ortaya koymaktır. Bu amaçlar doğrultusunda biçerdöverle 4 farklı ilerleme hızında ve 4 farklı batör devir hızında tarla denemeleri yapılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Denemeler, Diyarbakır ili Çınar ilçesinde 2020 yılı I. ürün mısır hasat sezonunda Pioneer P2105 tohum çeşidinin ekili olduğu bir üreticiye ait tarlada gerçekleştirilmiştir. Bitkiye ait bazı fiziksel özellikleri belirlemek amacıyla denemelerin yapıldığı mısır tarlasında tarlanın farklı yerlerinden toprak seviyesinden rasgele 25 adet bitki hasat edilmiştir. Hasat edilen bu bitkilerin boyu, sap kalınlığı, koçan boyu, koçan çapı ve 1000 dane ağırlığı gibi parametreler ölçülmüştür. Ölçümlere ilişkin ortalama değerler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemede Kullanılan Tarım Makinaları

Ölçülen özellikler	Ölçülen değerler
Bitki boyu, cm	349.5
Sap kalınlığı, cm	
Alt kısım	2.7
Orta kısım	1.9
Üst kısım	0.8
Koçan uzunluğu, cm	22.4
Koçan kalınlığı, cm	
Alt kısım	5.1
Orta kısım	4.92
Üst kısım	4.25
1000 tane ağırlığı, gr (% 11 nemde)	335.8
Hasat sırasındaki ortalama tane nemi, %	% 16. 40
Ortalama verim, kg/da	1630

Tartım işleri 0,01 hassasiyetli VİBRA marka elektronik terazi ile yapılmıştır. Sap, koçan ve tane nem içeriklerinin belirlenmesinde NUVE marka kurutma dolabı (etüv) kullanılmıştır. Bitkiye ait fiziksel özelliklerin belirlenmesinde şerit metre ve kumpas, batör devir sayılarının kontrolünde devir takometresi kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Terazi, kurutma dolabı, kumpas ve devir takometresi.

### 2.2. Yöntem

Çalışmada hasat öncesi ve toplam hasat kayıpları ölçülmüştür. Hasat öncesi kayıplar için biçerdöver hasat denemelerine başlanmadan önce mısır tarlasının hasat edilmeyen 5 farklı yerinden (3.5 m x 0.43 m) 1.5 m<sup>2</sup> 'lik metal çerçeve kullanılarak dane ölçümleri yapılmıştır. Çerçeve içerisinde kalan yere dökülen danelerin yanı sıra, yere düşmüş koçanlar ve koçan üzerinde kalan tanelerin tümü elle toplanarak hassas terzi ile tartılmıştır. Tartım sonucu elde edilen değer 1 m<sup>2</sup>'deki toplam kayıp oranına dönüştürerek hasat öncesi kayıplar tespit edilmiştir. Dekar başına ortalama verimde aynı yöntemle belirlenmiştir (Şotnar ve ark., 2018; Anonymous, 2018).

Hasat denemeleri 3, 4, 5 ve 6 km/h'lik biçerdöver tarla çalışma hızlarında yapılmıştır. İlerleme hızları sürücü tarafından otomatik olarak ayarlanmıştır. Her bir hız değeri için biçerdöver dane hasat kayıpları ayrı ayrı belirlenmiştir. Harmanlama ve ayırma kayıplarının ayrı ayrı ölçülmesi çok zor bir işlem olduğundan başlık, harmanlama, ayırma ve temizleme kayıpları birlikte ölçülmüştür. Ölçümler Şekil 2’de görülen biçerdöverin arka kısımdan 50 m’lik mesafede hasat edilmiş yerden 10’ar metre arayla 5 tekerrürlü olarak yapılmıştır(Baran, 2017; Anonyomus, 2018; Sessiz ve ark.,2020; ). Kayıpların



belirlenmesinde 1.5 m<sup>2</sup>'lik ölçülerinde bir metal çerçeve kullanılmıştır. Çerçeve uzunluğu, biçerdöverin 5 sıralı hasat başlığı ve sıra arası mesafenin 70 cm olduğu varsayımı ile hesaplanmıştır. Her bir hız denemesi için çerçeve içerisinde kalan yerdeki danelerin yanı sıra, hasat edilemeyen koçanlarda kalan daneler de elle toplanarak tartılmıştır. Tartım sonucunda elde edilen tanelerin ağırlığı m<sup>2</sup>'deki dane ağırlığına dönüştürülmüştür. 1 m<sup>2</sup> de dökülen ortalama tane ağırlığının 1 m<sup>2</sup>'deki toplam tane ağırlığına oranlayarak dane kayıp yüzdesi (%) hesaplanmıştır. Tartım sonucunda ölçülen değerlerden hasat öncesi değerler çıkarılarak toplam makine hasat kayıpları belirlenmiştir.



Şekil 2. Denemelerde kullanılan biçerdöver ve mısır hasat kayıplarının ölçülmesi.

Ayrıca, batör devir sayılarının kırık ve zedelenmiş taneye ile tanenin çimlenmesine olan etkisini belirlemek amacıyla 4 km/h'lik biçerdöver çalışma hızında ve 470, 570, 670 ve 770 d/d'lık batör dönü hızlarında ölçümler yapılmıştır. Devir sayıları operatör tarafından ayarlanmış olup, ayrıca Şekil 1'de görülen devir takometresi ile de doğruluğu kontrol edilmiştir.

Her bir devir sayısı için meydana gelen kırık tane ve zedelenmiş tane gibi tanelerin oranını belirlemek için biçerdöver deposundan 2 kg'lık örnekler alınmıştır. Depodan alınan bu örneklerden kırık tane ve zedelenmiş tane oranı belirlemek için dört tekerrürlü 50'şer gramlık örnekler alınarak bu örnekler içindeki kırık ve zedelenmiş çatlak taneler 0.01 grama hassasiyetli elektronik bir terazi ile ölçülmüştür. Tartılan kırık ve zedelenen danelerin ağırlığı, toplam örnek dane ağırlığına bölünmesiyle kırık dane yüzdesi belirlenmiştir (Sessiz, 1998; Sessiz ve ark., 2005; Hiregoudar ve ark., 2011; Öztürk ve ark., 2017). Ayrıca, görünmeyen kayıpların olup olmadığını belirlemek için batör dönme hızının çimlenmeye olan etkisini belirlenmiştir. Bu amaçla her devir sayısı ile yapılan harmanlamada biçerdöver deposundan örnekler alınmıştır. Bu örneklerden dört tekerrürlü olarak 100 dane alınıp petri kaplarında çimlendirme testine tabi tutulmuştur. Tüm danelerin çimlenmesi için 7 gün beklendikten sonra çimlenen tohum taneleri sayılmıştır. Çimlenen tohum sayısının toplam örnek sayısına bölünerek çimlenme yüzdesi belirlenmiştir.

Karşılaştırmalar için MSTAT C programı kullanılmıştır. Bağımlı değişkenlerden elde edilen değerler VARYANS analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testine göre yapılmıştır.

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Hasat öncesi, mısır tarlasının farklı noktalardan yapılan ölçümlerde dökülme şeklinde meydana gelen kayıplara rastlanmadığından sadece makine hasat kayıplarının ölçümleri yapılmıştır. Biçerdöverin tarladaki ilerleme hızına bağlı olarak meydana gelen makine hasat kayıplarının değişimi Çizelge 2 ve Şekil 3'te verilmiştir.

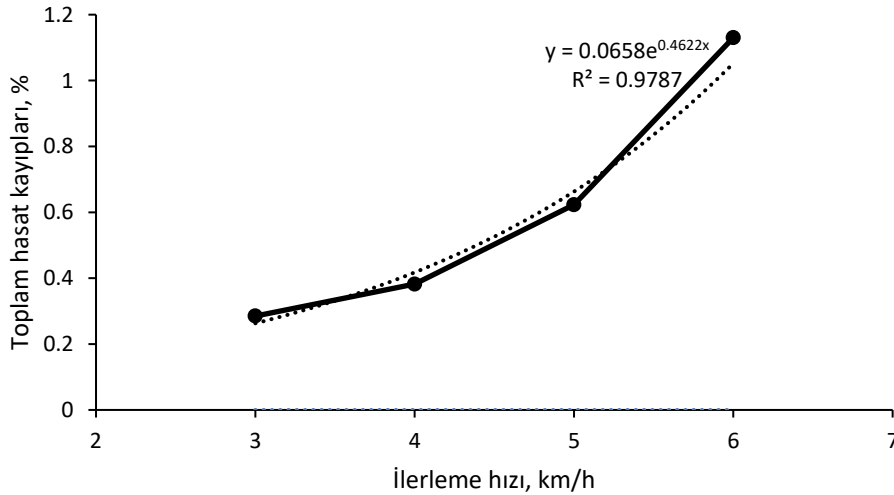
Çizelge 2 ve Şekil 3'ten görüleceği gibi biçerdöverin çalışma hızının artmasıyla tarlada kalan tane miktarı önemli oranda artmıştır. Bu oran şekilde 3'te de görüleceği gibi hız ile kayıp oranı arasındaki ilişkiye gösteren regresyon modelinde hızla bağlı olarak kayıp oranı üstel olarak artmıştır. Hızların hasat kayıplarına etkisi istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Hızlar arasındaki fark çok önemli bulunmuştur (P<0.01). En düşük çalışma hızı olan 3 km/h'lik ilerleme hızında ölçülen dane kaybı % 0.285 iken, 4 km/h'lik hızda % 0,382, 5 km/h'lik hızda % 0,623 ve 6 km/h'lik ilerleme hızında ise ilk hızla göre 4 kat artarak % 1,13'e yükselmiştir. Anayomus (2020) biçerdöverle yapılan mısır hasat kayıplarının %1-2 kabul edilebilir değer olarak bildirmiştir. McNeill ve Montross (2002)' göre normal biçerdöverle toplam makine kayıplarının % 6.1 olabileceği, hasat tabla kayıplarının % 4 olarak normal değer olarak kabul edilebileceği ancak deneyimli bir operatörün becerisiyle uygun

ayar ve makine çalışma hızında ve %14-24 nem içeriğinde bu değer % 1.8'e kadar düşürülebileceği araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir. Gliem ve ark. (1990), iyi hasat koşullarında ve 4,5 km/h'lik biçerdöver çalışma hızında tahmini verimin yaklaşık % 1'i kadar toplam tarla kaybı olarak değerlendirilebileceğini bildirmişlerdir. Biçerdöverle mısır hasat kayıplarının azaltılması ilerleme hızı, tabla yüksekliği, silindir veya rotor hızı ve temizleme ünitesinin iyi ayarlanmasıyla mümkün olabilmektedir (Digman, 2009). Uygun olmayan, eksik veya kötü makine ayarları sadece dane kayıplarını artırmıyor aynı zamanda kaliteyi de düşürmektedir (Butzen, 2020; Sessiz ve ark.,2020). Böylece uygun biçerdöver ayarının elde edilmesiyle ürün verimliliği, kalitesi artırılabilir, kayıplar ise kabul edilebilir değerlere düşürülebilir (Hanna, 2008). Kaygısız (2006) tarafından yapılan bir çalışmada farklı model ve yaşlarda 6 biçerdöverle mısır hasat kayıplarını ölçmüştür. İlerleme hızına bağlı olarak kayıpların arttığını ve çalışmada kullanılan biçerdöverlerde elde edilen ortalama kayıp oranları % 0.54 ile % 3.65 arasında değişmiştir. Tarafımızda yapılan bu çalışmada en yüksek çalışma hızı olan 6 km/h'lik hızda toplam makine hasat kayıplarının % 1.13 ölçülmesi tatmin edici bir değer olduğu ifade edilebilir. Hamburg (2019) göre kayıpları azaltmak için mısır başlığındaki zincirin hızı makine ilerleme hızıyla eşit olmalıdır. Ayrıca, hasat döneminde biçerdöver ilerleme hızının yaklaşık 4 km/h civarında yapıldığı dikkate alınır ise elde edilen değer oldukça düşük olduğu söylenebilir.

Çizelge 2. İlerleme hızına bağlı olarak meydana gelen kayıplar Çizelge 2'de verilmiştir.

İlerleme hızı, km/h	Toplam makine hasat kaybı, %
3	0.228 d*
4	0.382 c
5	0.623 b
6	1.13 a

\*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında % 1 önem seviyesinde fark yoktur.

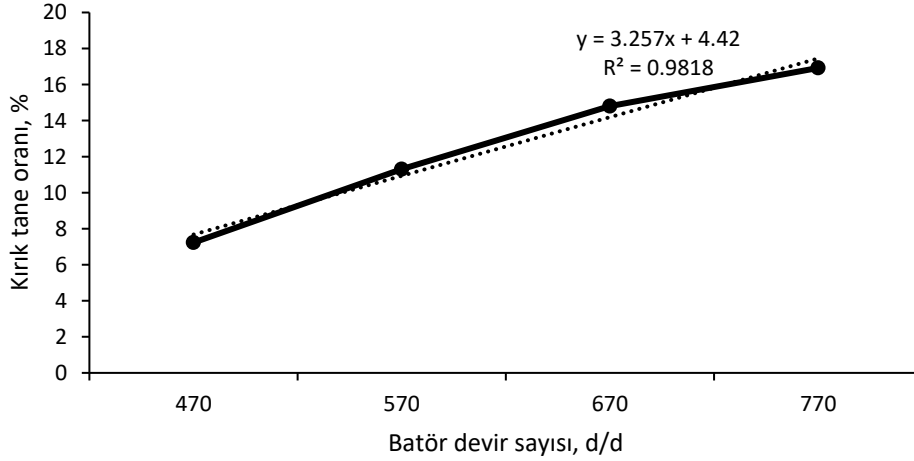


Şekil 3. İlerleme hızına bağlı olarak toplam makine hasat kayıplarının değişimi.

Batörün devir sayısının artışına bağlı olarak oluşan kırık dane ve çimlenme yüzdelere ilişkin ölçülen ortalama değerler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Batör devir sayılarına bağlı olarak KTO ve Çimlenme oranlarının değişimi.

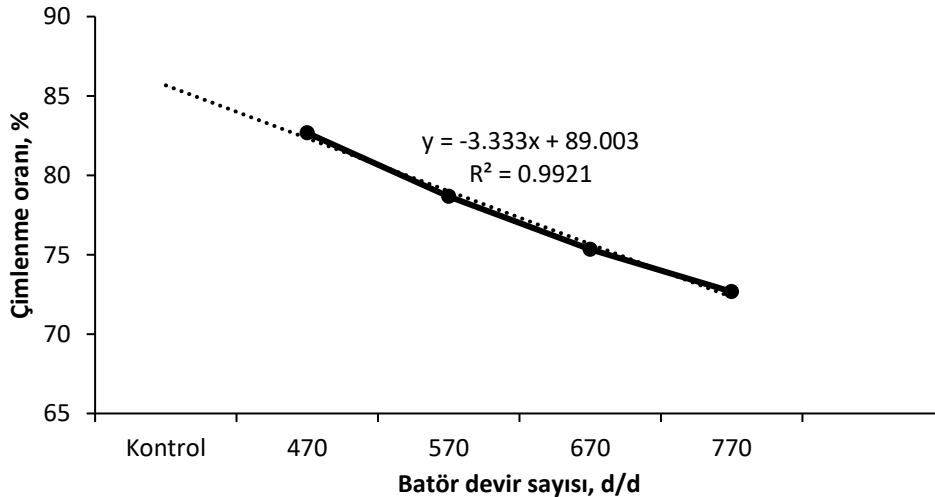
Batör devir sayısı, d/d	Kırık dane oranı, %	Çimlenme oranı, %
Kontrol (harmanlanmayan)	-	90.00
470	7.23 a	82.67 a
570	11.30 b	78.67 b
670	14.80 c	75.34 c
770	16.92 d	72.67 d



Şekil 4. Batör devir sayısı ile kırık tane oranı ilişkisi.

Çizelge 3 ve Şekilden 4'te görüleceği gibi batör dönü hızı artışına bağlı olarak kırık tane veya çatlamış tane şeklindeki ürün kayıpları doğrusal olarak artmıştır. Devir sayılar arasındaki fark istatistiksel olarak da önemli olmuştur ( $p < 0.01$ ). Ayrıca, Şekil 4'te görüleceği gibi dönü hızı ve kırık tane arasındaki ilişkiye bağlı olarak oluşturulan matematiksel denklemin  $R^2$  değerinin çok yüksek olduğu dikkate alınırsa bu denklemin de kayıp tahminleri için kullanılabilirliği ifade edilebilir. Kırık tane ve hasarlı oranı 470 d/d'da % 7.23', 570 d/d'da % 11.30' a, 670 d/d'da % 14.80 'a ve 770 d/d'da % 16.92' yükselmiştir. Normal şartlarda devir sayısının 400-450 d/d arasında tutulması gerekmektedir (Anonymous, 2020). Ancak, sap yoğunluğunun (beslenme miktarının) yüksek olması nedeniyle tıkanmalar oluşmuş bu yüzden en uygun çalışma devri olan 450 d/d'dan sonra çalışma olanağı oluşmuştur. Butzen (2020) tarafından yapılan bir çalışmada silindir hızının 300 d/d dan 600 d/d'ya çıkarmasıyla hasarlı tane miktarı % 5'in altındaki bir değerden % 30'un üzerine çıkmıştır. Bununla birlikte iyi bir harmanlama ve harmanlama sisteminin uygun ayarıyla kabul edilebilir değer olan % 1'in altına düşürmenin mümkün olabileceğini ifade etmiştir. Pishgar-Komleh ve ark (2012)' biçerdöverle mısır hasadında 400-600 arasında değişen batör devir sayılarında tarlada denemeler yapmışlardır. Araştırmacılara göre en uygun silindir dönü hızının 400 d/d olduğunu, devir sayısı arttıkça dane kayıplarının doğrusal olarak arttığını bildirmişlerdir. Anonymous (2020), günümüzde mısır üreticileri tercih ettiği devir sayıları 325-350 d/d'dır. Ancak ayırıcı kapasitesini artırmak ve olabildiğince dane kayıplarını azaltmak ve hasarlı dane kayıplarını düşürmek için en uygun hızın da 400 d/d olduğunu bildirmiştir.

Batör devir sayısı ile tohum çimlenme yüzdeleri arasındaki ilişki Şekil 5'te verilmiştir. Çizelge 3 ve Şekil 5'te görüleceği gibi batör devir sayısının çimlenmeye olan etkisi önemli bulunmuştur. Batör devir artışı çimlenme oranını doğrusal olarak azaltmıştır. Bu etki istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Hasat öncesi kontrol için alınan örneklerden çimlenme testlerine tabi tutulan tanelerin çimlenme oranı % 90 iken, bu değer 470 d/d'da % 82.67, 570 d/d'da % 78.67 a, 670 d/d'da % 75.34 'a ve 770 d/d'da % 72.67'e düşmüştür. Bu devir sayısından sonra biçerdöver aşırı zorlandığından ve ölçüm alınamayacak kadar kırık tane oluştuğundan ölçüm yapılamamıştır. Bu sonuçlar, tohumların çimlenme yeteneklerini yüksek tutmak için düşük batör devirlerinde çalışılması gerektiğini ortaya koymuştur. Devir sayısı arttıkça görünmeyen ancak içten zedelenen dane oranı artmıştır.



Şekil 5. Batör devir sayısının tane çimlenme oranına etkisi.

#### 4. SONUÇ

Hızların hasat kayıplarına etkisi önemli bulunmuştur. Hız arttıkça dökülme ve koçanda kalan tane şeklinde dane kayıpları üstsel olarak artmıştır. 3 km/h'lik ilerleme hızında ölçülen dane kaybı % 0.285 iken, 6 km/h'lik ilerleme hızında yaklaşık 4 kat artarak % 1,13 'e yükselmiştir. Biçerdöverle yapılan mısır hasat kayıplarının %1-2 kabul edilebilir değer olarak dikkate alınırsa bu kayıp oranının çok makul bir oran olduğu ifade edilebilir. Biçerdöverle mısır hasat kayıplarının azaltılması ilerleme hızı, tabla yüksekliği, silindir veya rotor hızı ve temizleme ünitesinin iyi ayarlanmasıyla mümkün olabileceğini göstermiştir. 4 km/h biçerdöver ilerleme hızında çalışıldığında kayıp oranının çok daha düşük olacağını göstermiştir.

Batör dönü hızı artışına bağlı olarak kırık tane veya çatlamış tane şeklindeki ürün kayıpları doğrusal olarak artmıştır. Kırık tane ve hasarlı oranı 470 d/da'da % 7.23', 570 d/d'da %11.30' a, 670 d/d'da % 14.80 'a ve 770 d/d'da % 16.92' yükselmiştir. Ayrıca, batör devir artışı çimlenme oranını doğrusal olarak azaltmıştır. Hasat öncesi kontrol için alınan örneklerden çimlenme testlerine tabi tutulan tanelerin çimlenme oranı % 90 iken, bu değer 470 d/da'da % 82.67, 570 d/d'da %78.67 a, 670 d/d'da % 75.34 'a ve770 d/d'da % 72.67'e düşmüştür. Sonuç olarak, normal şartlarda mısır için biçerdöverle ile hasatta en uygun devir sayısının 400-450 d/d arasında tutulması gerektiği görülmüştür.




#### KAYNAKLAR

- Altinel, H. 2013. *İş Sağlığı ve İş Güvenliği*, Detay Yayıncılık (2. Baskı), Ankara.
- Anonim, 2019a. <http://www.tarmakbir.org/haberler/tarmakbirsekrap.pdf>. Erişim Tarihi: 18.12.2019.
- Anonim, 2019b. <http://www.casgem.gov.tr/dosyalar/kitap/117/dosya-117-5309.pdf>. Erişim Tarihi: 10.05.2019.
- Atay, F. 2006. Endüstri Alanında Çalışan Bireylerin İş Doyumu Düzeylerinin İş Güvenliği Algıları Açısından İncelenmesi. Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Eğitimde Psikolojik Hizmetler Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Sakarya.
- Baş, T. 2013. *Anket*. Seçkin Yayıncılık, (7. Baskı), s. 40-44, Ankara.
- Camkurt, M.Z. 2007. İşyeri Çalışma Sistemi ve İşyeri Fiziksel Faktörlerinin İş Kazaları Üzerindeki Etkisi. *TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi*, 21:80-106.
- Cerev, G., Yıldırım, S. 2018. Çalışanların Kişisel Özelliklerinin İş Kazası ve Meslek Hastalıklarına Etkisi Üzerine Bir İnceleme. *Fırat Üniversitesi İİBF Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 2: 53-72.
- Çiçek, Ö., Öçal, M. 2016. Dünya'da ve Türkiye'de İş Sağlığı ve İş Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi. *HAK-İŞ Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 11: 107-129.
- Ersoy, A.D. 2016. Stresli Kişilik Yapısı ve İş Kazasına Yatkınlığı Arasındaki İlişki. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İnsan Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalı, İnsan Kaynakları Yöneticiliği Yüksek Lisans Programı, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), İstanbul.
- Girgin, M. 2018. Balıkesir'de Faaliyet Gösteren Bazı Tarım Makinaları Üreticilerinin İş Güvenliği ve Risk Analizi Üzerine Bir Çalışma. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Tekirdağ.
- Katipoğlu, P. 2019. Tarımda Ekonomik, Beşerî ve Sosyal Sermayenin Kırsal Kalkınmada Önemi. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Aydın.
- Külekcı, B. 2012. Gemi İnşa Endüstrisi Çalışanlarının İş Sağlığı Ve Güvenliği Algılarının Değerlendirilmesine Yönelik Bir Araştırma. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, İnsan Kaynakları Yönetimi Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), İstanbul.
- Obuz, S. 2016. İnşaat Sektöründe Çalışanların İş Sağlığı Ve Güvenliği Hakkındaki Bilgi Düzeyleri. İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), İstanbul.
- Öz, E., Çakmak, B. 2017. Tarım Makinaları Üreten Bir İşletmede İş Akışının Ergonomi ve İş Güvenliği Yönünden Değerlendirilmesi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5: 275-282.
- Sabancı, A. 1999. *Ergonomi*, Baki Kitapevi, 1. Basım, Yayın No: 13, s. 1-27, Adana.
- Sönmez, N. 2011. Elma Hasadının Ergonomik Analizi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi (Yayımlanmamış), Ankara.
- Taştan, M. 2018. Alüminyum Profil İşleme Endüstrisinde İş Güvenliği. Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İş Güvenliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Çanakkale.
- Tozkoparan, G., Taşoğlu, J. 2011. İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları İle İlgili İş görenlerin Tutumlarını Belirlemeye Yönelik Bir Araştırma. Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 1:181-209.
- Yaşlıoğlu, M.M. 2017. Sosyal Bilimlerde Faktör Analizi ve Geçerlilik: Keşfedici ve Doğrulamalı Faktör Analizlerinin Kullanılması, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 46: 74-85.
- WHO (2005). World Health Organisation, Regional Strategy on Occupational Health and Safety in SEAR Country, New Delhi: WHO Publications. Anonymous. 2018. *Philippine National Standard*. Agricultural Machinery – Corn Combine Harvester – Methods of Test. PNS/BAFS PAES 242:2018 ICS 65.060.99
- Anonymous a. 2019. Dünya Tarım Atlası.
- Anonymousb.2019.TUİK.2019. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111>

- Anonymous. 2020. S-Series combine and front end equipment optimization "Ready To Harvest" for Corn Grain Loss. John Deere Harvester Works. <https://www.deere.com/assets/pdfs/common/parts-and-service/manuals-training/Ready%20to%20Harvest%20Corn%20Grain%20Loss.pdf>
- Baran, M. F. 2017. Kanola hasadında harmanlama düzeninde oluşan kırık dane, sağlam dane, zedelenmiş dane ve dane-sap oranlarının belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(11), 38-48.
- Butzen, S. 2020. Measuring and reducing corn field losses crop. <https://www.pioneer.com/us/agronomy/corn-field-losses.html>
- Chinsuwan, W., Chuan-Udom, S., and Payom, W., 2001. Rice harvest losses assessment. *KKU Research Journal*, 6(2): 59-67.
- Digman M. 2009. Combine considerations for a wet corn harvest. University of Wisconsin-Extension.
- Esgici, R., Pekitkan, F. G., A. Sessiz. 2020. Evaluation of cylinder rotational speed for rice grain losses and broken grain ratio. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*. 16(2), 2020: 28-33. e-ISSN: 2651-4230.
- Georgieva, K., M. Mihov, N.Ivanova; [Nevena](#), V. 2016. Mechanised technology for growing and harvesting corn. *International Scientific Journal "Mechanization in Agriculture"* Web Issn 2534-8450; Print Issn 0861-9638
- Gliem JA, Holmes RG, Wood RK. 1990. Corn and soybean harvesting losses. *American Society of Agricultural Engineers* 1990:15.
- Griffin, GA. 1987. Combine Harvesting, fundamentals of machine operation (FMO), Third Edition
- Güzel, E., 1998. *Hasat Harman İlkeleri ve Makineleri*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın
- Hanna, M. 2008. [Profitable corn harvesting](#). Extension publication PM 574. Iowa State University, Ames, Iowa. [http://lib.dr.iastate.edu/extension\\_ag\\_pubs](http://lib.dr.iastate.edu/extension_ag_pubs)
- Huitink G. 2008. *Corn Production Handbook*. Cooperative Extension Service, University of Arkansas 2008: 65-66.
- Hofman V. 1978. Grain harvest losses. North Dakota State University, North Dakota 58102
- Humburg, D. 2019. Combine adjustments to reduce harvest losses. *iGrow Corn: Best Management Practices*. Chapter 37. South Dakota State University.
- Humburg, D.S, Nicolai RE, Reitsma KD. 2009. Best management practices for corn production in South Dakota. South Dakota State University.
- Jung, R., 1981. Measuring soybean harvesting losses. FactSheet. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs
- Kaygısız, M. 2006. Mısır Hasadında Tane Kayıpları İle Biçerdöver Marka Ve Model İlişkisinin Saptanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Tarım Makinaları Anabilim Dalı Adana, 2006.
- Lesoing, G. 2001. Reduce grain harvest losses. University of Missouri. <http://extension.missouri.edu>
- McNeill S, Montross M. Corn Harvesting, Handling, Drying, and Storage. University of Kentucky Extension Service 2002.
- Nicolai D, Hutchinson M. 2006. Reducing Harvest Losses with Proper Combine Settings in Lodged Corn. The University of Minnesota Extension Service 2006.
- Öztürk, F., Pekitkan, F.G., Esgici, R ve Eliçin, A.K. 2017. Some mechanical properties of soybean (glycine max) stems and seeds. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LX, pp : 352-355, ISSN : 2285-5785.
- Pishgar-Komleh, S.H., A. Keyhani , M.R. Mostofi-Sarkari ve A. Jafari. 2013. Assessment and determination of seed corn combine harvesting losses and energy consumption. *Elixir Agriculture* , 54 (2013) 12631-12637.
- Sessiz, A., 1998. Parmaklı ve pervazlı tip aksiyal akışlı harmanlama ünitelerinin tasarımı ve uygun prototiplerinin geliştirilmesi üzerinde araştırmalar. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Edirne.
- Sessiz, A., Özcan, M.T., ve Esgici, R., 2005. Mercimeğin harmanlama kayıpları ve çimlenme oranları üzerine harmanlama ünitesinin etkisi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 1(2), 159-165.
- Sessiz, A., Pekitkan, F.G., Ve Turgut, M.M., 2006. Hasat kayıpları, nedenleri, ölçme yöntemleri ve azaltma yolları. *Tarımsal Mekanizasyon 23 Ulusal Kongresi*, Çanakkale.
- Sessiz, A., A.K. Eliçin, M.M. Turgut, F.G. Pekitkan. 2020. *Tarım Makinaları Esasları*. [Nobel Akademik Yayıncılık](#). Yayın No:3056. ISBN: 978-625-406-658-0.
- Shay, C., Ellis. LV, Hires W. 1993. Measuring and reducing corn harvesting losses. University of Missouri Extension.
- Šotnar, M., J.Pospíšil, J.Mareček, T. Dokukilová, V.Novotný. 2018. Influence of the combine harvester parameter settings on harvest losses. *Acta Technologica Agriculturae*, DOI: 10.2478/ata-2018-0019
- Staton, M., Harrigan, T., 2008. Reducing soybean harvest losses. *Soybean Facts September*, MSU Extension Agricultural Educator and Soybean, MSU Biosystems Agricultural Engineering Department.
- Sumner, P.E, Williams, E.J. 2009. Measuring field losses from grain combines. 2009. The University of Georgia Cooperative Extension.
- Ülger, P., Güzel, E., Kayışoğlu, B., Eker, B., Akdemir, B., Pınar, Y. and Bayhan, Y. 1996. *Tarım Makinaları Esasları*. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No: 29.
- Vagts T. 2002. Reducing harvest losses in lodged corn fields. Iowa State University Extension.
- Yılmaz, D., Gökdoğan M. E., 2017. Design and development of a threshing system for some medicinal and aromatic plants. 13 th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture & International Workshop on Precision Agriculture. Book of Abstract, P: 56, September 13-15, 2017 Izmir, TURKEY
- Yılmaz, D., Gökdoğan M. E. 2018a. Mısır hasat tablasında hassas biçme kontrol sisteminin geliştirilmesi. *Academia Journal of Engineering and Applied Sciences*, pp. 240–246, Nov. 2018.
- Yılmaz, D., Gökdoğan M. E., 2018b. Determination of threshing performans of new desing threshing unit for sage. scientific papers. Series A. Agronomy, Vol. LXI, No: 1 2018, 218-222 p. ISSN 2285-5785; ISSN CD-ROM 2285-5793; ISSN Online 2285-5807; ISSN-L 2285-5785

## Mersin (*Myrtus Communis L.*) Bitkisi Meyvesinin Kurutma Karakteristiklerinin Belirlenmesi

### Determination of the Drying Characteristics of Myrtle (*Myrtus Communis L.*) Fruits

Ebubekir Altuntaş<sup>1,\*</sup> , Gülcan Şahin<sup>1</sup> , Hakan Polatçı<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 60250, Tokat, Türkiye.  
\* Corresponding author (Sorumlu Yazar): E. Altuntaş, e-mail (e-posta): ebubekir.altuntas@gop.edu.tr

#### Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 02 Şubat 2021  
Düzeltilme tarihi : 05 Mart 2021  
Kabul tarihi : 09 Mart 2021

#### Anahtar Kelimeler:

Murt  
Kurutma  
Kroma  
Matematiksel modelleme

#### ÖZET

Bu çalışmada, beyaz ve siyah Mersin (*Myrtus communis L.*) bitkisi meyvelerinin kurutma karakteristikleri incelenmiştir. Çalışmada beyaz ve siyah mersin meyveleri etüvde 50°C, 60°C ve 70°C sıcaklıklarda kurutularak taze ve kurutma sonraları renk özellikleri incelenmiştir. Kroma (C) renk skalası değerleri; 50, 60 ve 70°C'de sıcaklıklardaki kurutma sonrası sırasıyla; 11.27, 9.85 ve 10.19 olarak belirlenmiştir. Sıcaklık artışıyla, beyaz ve siyah mersin meyvelerinin kuruma sürelerinde azalmalar görülmüştür. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin kurutma karakteristiklerine ait bulunan sonuçların, hasat sonrası ürünün işleme, ürünün kalitesi, tüketici istekleri ve ekonomik değer açısından göz önünde bulundurulması önerilmektedir.

#### Article Info

Received date : 02 February 2021  
Revised date : 05 March 2021  
Accepted date : 09 March 2021

#### Keywords:

Myrtle  
Drying  
Chroma  
Mathematical modelling

#### ABSTRACT

In this study, drying characteristics of white and black myrtle (*Myrtus communis L.*) fruits were investigated. In this study, white and black myrtle fruits were dried at 50°C, 60°C and 70°C temperatures, and also, flesh and after the drying, the colour properties of the white and black myrtle fruits were investigated. Chroma (C) color scale values were determined as 11.27, 9.85 and 10.19 after drying at 50, 60 and 70°C temperatures, respectively. The drying time of white and black myrtle fruits was reduced with the increase of temperature. The results of the biotechnical properties and drying characteristics of white and black myrtle fruits should be taken into consideration in terms of processing, product quality, consumer requirements and economic value of the product at the harvest and post harvest

## 1. GİRİŞ

*Myrtus communis*; doğal olarak Akdeniz bölgesinde, Avustralya’da, Kuzey Amerika’nın ılıman bölgelerinde ve Orta Doğu ülkelerinde yayılma alanına sahiptir (Baytop, 1999; Jamoussi ve ark., 2005). *Myrtus communis*; Fransa, Türkiye, Tunus’un kıyı bölgeleri ile Fas’ta yabancı olarak yetişmekte, İran, Eski Yugoslavya, Korsika, İtalya ve İspanya’da ise, bu bitkinin kültürel olarak üretimi yapılmaktadır (Jamoussi ve ark., 2005). Akdeniz havzasında tipik olarak yetiştirilen doğal bitkilerinden biri olan *Myrtus communis*; ülkemizde Mersin, Antalya, Adana, Hatay, Çanakkale, İzmir ve Muğla illerinde doğal olarak yetişmektedir (Oğur, 1994). Mersin bitkisinin taze veya kuru yapraklarının uçucu yağları, şekerleme, kozmetik ve içecek sanayinde kullanılabilir. Mersin bitkisinin yapraklarından buhar distilasyonu ile elde edilen uçucu yağlar, ayrıca parfüm endüstrisi için de çok önemlidir (Akgül ve Bayrak, 1989; Boelens ve Jimenez, 1992; Akgül, 1993; Özek ve ark., 2000).

Mersin bitkisi meyveleri, üzümü meyve tipinde ve çoğunlukla siyahımsı mor renkli veya beyaz renkli olup, sonbaharda Ekim ve Aralık ayları arasında olgunlaşmaktadır (Anonim, 2011). Sert ve çok miktarda küçük tohum taşımakta olup, lezzeti ise buruktur. Mersin bitkisi, böceklerle tozlanmakta ve yaygın tohum dağıtıcıları kuşlar olmakla beraber, bazı memeliler de tohum yaydıkları gözlemlenmektedir (Aronne ve Russo, 1997). Mersin bitkisi önemli aromatik ve tıbbi bitkilerden birisidir. Mersin meyvesi, yüksek miktarda A vitamini, B ve C vitaminleri; %0.3-0.5 oranında uçucu yağ 1.8 cineole, myrtenol, alpha-pinene, beta-pinene, geraniol vb., şeker ve organik asitler (sitrik asit ve malik asit) içermektedir (Erlaçin ve Erciyas, 1978; Doğan, 1978). Mersin bitkisinin meyve ve yaprakları kabız, idrar yolları hastalıkları ve göğüs hastalıklarında antiseptik olarak verem, bronşit ve şeker hastalığına karşı dahilen kullanılmakla beraber; yara iyileştirici olarak haricen de kullanılabilir (Baytop, 1999; Oğur, 1994; Hayder ve ark., 2004).

Kurutma işlemi, biyolojik malzemeleri korumanın en popüler ve en ucuz yoludur. Amaç, su aktivitesini azaltmak (dehidrasyon), mikro organizmaların büyümesini ve biyokimyasal reaksiyonların oluşumunu engellemektir. Bu şekilde, ürüne ait kimyasallar stabilize edilir ve toz halindeki kuru ürünlerin çeşitli gıda formülasyonları içerisine dahil edilmesi kolaylaşır. Diğer uçucu yağ bitkileri gibi, mersin bitkisi meyvesi de raf ömrünü etkileyen oksijen ve ışığa karşı duyarlı bir bitkidir. Damıtma ile ekstra uçucu yağ toz halinde, sprey kurutma ile kapsüllenebilmektedir. Mersin bitkisi meyvesinin, piyasada yaygın olarak bulunan bir ürün olmasına rağmen, mevcut yayınlanmış literatürler incelendiğinde, ürünün lezzet, renk ve yaprak kalitesi açısından kaliteli bir kurutma işleminin yapılmadığı düşünülmektedir.

Mersin bitkisi üzerinde yapılan bir çok çalışma mevcuttur. Bunlar arasında; Boelens ve Jimenez (1992), İspanya’da yetişen mersin bitkisinin uçucu yağlarının kimyasal bileşim içeriğini yaprak, çiçek, ham ve olgun meyvelerinde incelemişlerdir. Özcan ve Akbulut (1998), Mersin ili Büyükeceli-Gülнар yöresinden toplanan farklı iki renkte ve büyüklükteki mersin bitkisinin meyvelerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini; Özek ve ark. (2000), Balıkesir ve Muğla illerinden toplanan mersin bitkisi yaprak ve dallarının uçucu yağlarının kimyasal kompozisyonunu araştırmışlardır. Mulas ve Fadda (2004), 10 farklı genotip mersin bitkisinin çiçek organlarının morfolojisini araştırmış; Aydın ve Özcan (2007), Mersin ilinde yabancı olarak yetişen mersin bitkisi meyvesinin bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerini incelemişlerdir. Gözlekçi ve Gübbük (2009), Batı Akdeniz florasında yetişen mersin bitkisinin mor ve beyaz renkli meyve tiplerinde yaprak ve meyvelerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile makro ve mikro besin element içeriklerini araştırmışlardır. Nassar ve ark. (2010), mersin bitkisinde biyoaktivite ve sekonder metabolitler açısından bitki yapraklarındaki uçucu yağ ana bileşenlerinin alpha-pinene, 1,8-cineole ve linalool olarak çıktığını; Serçe ve ark. (2010), mersin bitkisi meyvelerinin yağ asidi kompozisyonu ile antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. Haciseferoğulları ve ark. (2012), Mersin ilinde yetişen siyah ve beyaz renkli mersin bitkisi meyvelerinin biyokimyasal ve teknolojik özelliklerini; Yıldırım ve ark. (2013), çalışmalarında doğal olarak yetişen Adana (Karaisalı) ve Mersin (Tarsus ilçe merkezi, Yanıkkışla köyü ve Erdemli ilçesi) ekolojik koşullarındaki 60 adet mersin bitkisinin (*Myrtus communis* L.) seleksiyonunu incelemişlerdir. Uzun ve ark. (2014), iri meyveli siyah mersin bitkisi tiplerini selekte ederek, bu bitkilere ait sürgün ve meyvelerin fiziksel ve biyokimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Ancak, kurutma üzerinde herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, siyah ve beyaz mersin bitkisi meyvelerinin farklı sıcaklıklardaki kurutma karakteristiklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Mersin bitkisi meyvelerinin kurutma işlemi Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü Kurutma Laboratuvarı’nda yürütülmüştür. Çalışmada, deneme materyalleri olarak mersin iline bağlı Erdemli ilçesinden elde edilen ve doğal olarak yetişen beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvesi örnekleri kullanılmıştır. Beyaz ve siyah mersin bitki habituslarının Yıldırım ve ark. (2013)’nin belirtmiş olduğu 6 numaralı sarkık yapıda olduğu gözlemlenmiştir. Beyaz mersin bitkisi meyvelerinin hasadı 2016 yılı Eylül ayında, siyah mersin bitkisi meyvelerinin hasadı ise 2016 yılı Aralık ayında yapılmıştır. Beyaz mersin bitkisi meyveleri, tam olgunluk döneminden 1 hafta önce, siyah mersin bitkisi meyveleri ise tam olgunluk döneminde hasat edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Beyaz (a) ve siyah (b) mersin bitkisi meyveleri örnekleri

Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin kurutma özelliklerinin belirlenmesinde, etüde kurutma yöntemi uygulanmıştır. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyveleri tüm meyve olarak 50°C, 60°C ve 70°C sıcaklıkta kurutulmuştur. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin renk özelliklerinin belirlenmesinde, renk ölçer cihazı (Minolta Co., model CR-400, Tokyo, Japonya) kullanılmıştır. Bu çalışmada beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerine ait örneklerin nem içerikleri kuru etüde 70°C sıcaklıkta 24 saat bekletilerek belirlenmiştir. Beyaz mersin bitkisi meyveleri örneklerinin hasat sonrası nem içeriği %79±0.1 (y.b.) iken, siyah mersin bitkisi meyvesi örneklerinin nemi ise %62±0.1 (y.b.) olduğu belirlenmiştir.

### 2.1. Kurutma karakteristiklerinin belirlenmesi

Bu çalışmada beyaz ve siyah mersin bitkisi meyveleri etüde kurutma yöntemi uygulanmıştır. Etüde kurutma yönteminde 3 farklı sıcaklıkta kurutma yapılmıştır. Ön denemeler sonucunda, yapılan kurutma sıcaklıkları minimum 50°C, optimum 60°C ve maksimum 70°C olacak şekilde belirlenmiştir. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin kurutulmasında etüde kurutma yönteminde meyveler tüm olarak kurutulmuştur. Bu sıcaklık değerlerinin, meyve kurutma çalışmalarında verilen sıcaklık değerleri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Öncelikle materyalin hasat sonrası ilk nem seviyesini belirlemek amacıyla etüde nem tayini yapılmıştır.

Nem tayini örnekleri için meyvelerden yaklaşık olarak 20 g örnek alınmıştır. Örnekler 4 tekerrür olarak hazırlanmıştır. Nem tayini 70°C'de 24 saat NÜVE Marka F 500 model etüde bekletilerek yapılmıştır. Çalışmada yaş ürün nemini %9-11 (y.b) nem içeriğine düşürmek amaçlanmıştır. Buna göre her deneme için kullanılan materyalin dört tekerrürden üçü uygun ağırlığa ulaştığında, denemelere son verilmiştir. Mersin bitkisi meyvelerinin ağırlıklarının belirlenmesinde 0.001 g hassasiyette (Kern EW 620- 3 NM, Almanya) elektronik terazi kullanılmıştır. Etüde kurutma yapılırken belirlenen zaman dilimlerinde (tüm sıcaklıklarda ilk yarım saat sonra 2 kez, 1 saat sonra 1 kez, daha sonra belirlenen son nem değerine ulaşmaya kadar üçer saat arayla 1 kez), mersin bitkisi meyveleri örneklerinin sabit nem değerine gelinceye kadar ağırlık kayıpları hassas terazi ile tartım yapılarak belirlenmiştir.

**Renk özelliklerinin belirlenmesi:** Çalışmada, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin meyve kabuğu ve kabuk altı (meyve eti) için renk özelliklerini belirten değerler ölçülmüştür. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerine ait örneklerin renk ölçümleri için (Minolta, model CR-400, Tokyo, Japonya) renk ölçer kullanılmıştır (McGuire, 1992). Beyaz ve siyah mersin meyvelerinin meyve kabuğu ve meyve eti üzerinden renk özellikleri;  $L$ ,  $a$  ve  $b$  cinsinden belirlenmiştir. Hazırlanan renk skalasına göre;  $L$  değeri parlaklık (0 karanlık, 100 aydınlık);  $a$  değeri kırmızı/yeşil renk (+ kırmızılığı, - yeşilliği);  $b$  değeri sarı/mavi rengi (+ sarılığı, - maviliği) göstermektedir. Kroma ( $C$ ) ve hue açısı ( $h$ ) değerleri, Bernalte ve ark. (2003)'ün belirttiği aşağıdaki eşitliklerle elde edilmiştir. Kahverengileşme derecesi (Browning Index, BI), kahverengi rengin saflığını temsil eder ve esmerleşme ile ilişkili önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir (Mohammadi ve ark., 2008).

$$C = [a^2 + b^2]^{1/2} \quad (1)$$

$$h = \left[ \tan^{-1} \frac{b}{a} \right] \quad (2)$$

$$BI = \frac{[100(x - 0.31)]}{0.17} \quad (3)$$

$$x = \frac{(a + 1.75L)}{(5.645L + a - 3.012b)} \quad (4)$$



## 2.2. Kurutma verilerinin matematik modellenmesi

Çalışmada, araştırma materyali olarak kullanılan beyaz ve siyah mersin bitkisi meyveleri örneklerinin kurutma işlemi esnasında, zamana bağlı olarak üründen uzaklaştırılan nemi belirlemek için aşağıda verilen eşitlik kullanılmıştır.

$$ANO = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} \quad (4)$$

<i>ANO</i>	:Ayrılabilir nem oranı
<i>M</i>	:Kurutulan materyalin anlık nem içeriği (%y.b.)
<i>M<sub>e</sub></i>	:Kurutulan materyalin denge nem içeriği (%y.b.)
<i>M<sub>0</sub></i>	:Kurutulan materyalin ilk nem içeriği

Mersin bitkisi meyveleri örnekleri tüm meyve olarak kurutulmuştur. Kurutma işlemindeki nem değişiminin modellenmesi için 'Exponential Decay', 'Page' ve 'Midilli Küçük' modelleri kullanılmıştır. Bu matematiksel modellerin, farklı tarımsal materyaller için kullanılan önceki literatür çalışmalarındaki, model uygulamalarıyla da uyumlu olmasına dikkat edilmiştir.

Kullanılan kurutma modellerinin eşitlikleri aşağıda verilmiştir:

Kurutma Modeli	Model eşitliği	Referanslar
Page	$ANO = \exp(-k \cdot (t_2 - h))$	Page (1949); da Silva ve ark. 2005
Midilli Küçük	$ANO = h \cdot \exp(-j \cdot (t^k)) + (m \cdot t)$	Midilli ve ark. (2002)
Exponential Decay	$ANO = a \cdot \exp(-b \cdot x)$	Polatçı (2012)

Mersin bitkisi meyvelerinin kurutma çalışmalarında, üçer tekerrür halinde gerçekleştirilerek nem değişim değerlerinin ortalaması alınmıştır. Üç tekerrüre ait ortalama değerden tek bir kuruma modeli oluşturulmuştur. Kurutma modellerini oluşturmak için bir bilgisayar paket programı kullanılmış olup (SigmaPlot 10), matematiksel modellerdeki formüllerde kullanılan bazı katsayı değerleri, ilgili programda kullanılarak mersin bitkisi örneklerinin kuruma eğrileri oluşturulmuştur. Kuruma eğrilerinin sonuç raporlarında verilen ve modellere ait formüllerin katsayıları ile modellere ait kuruma eğrilerinin (*P*) ve *R*<sup>2</sup> değerleri de ayrıca verilmiştir (Polatçı, 2012).

Yapılan çalışmada, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin kurutma karakteristiklerinin belirlenmesine yönelik parametrelere ait veriler, SPSS istatistik paket programı ile başka bir bilgisayar istatistik paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Renk ölçümleri, mekanik ölçümler ve kimyasal ölçümler için tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Çoklu karşılaştırma için ise 'Duncan testi' kullanılmıştır.

## 3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Çalışmada kullanılan mersin bitkisi meyvelerinin beyaz ve siyah tiplerine ait alınan meyvelerinin kurutma karakteristikleri ve model eşitlikleri de belirlenmiştir. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin nem içeriği değerleri, beyaz mersin meyveleri örnekleri için %79.72 (y.b) olarak belirlenirken, siyah mersin bitkisi meyveleri örnekleri için ise %63.36 (y.b) olarak bulunmuştur. Kurutma ile beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin nem seviyesinin yaş baza göre % 9-11 son nem seviyelerine kadar düşürülmesi sağlanmıştır. Çalışmada elde edilen son nem içeriği değerleri ve kurutma süreleri, Çizelge 1'de verilmiştir. Kurutma işleminde, son nem içeriği değerleri her bir kurutma sıcaklığı için üçer tekerrür halinde yapılmış, elde edilen sonuçların ortalamaları son veri olarak kullanılmıştır.

Çizelge 1. Kurutulan beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin son nem içeriği (%y.b) değerleri ve kuruma süreleri

Kurutma Sıcaklığı (°C)	Beyaz		Siyah	
	Son nem (% y.b)	Kuruma süresi (saat)	Son nem (% y.b)	Kuruma süresi (saat)
50	10.25	70.00	9.03	37.00
60	9.19	37.00	10.14	22.00
70	11.13	22.00	10.08	13.00

Çizelge 1 incelendiğinde, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin kuruma süreleri, beyaz mersin bitkisi meyvesi için kurutma süresi bakımından 50, 60 ve 70°C sıcaklıklardaki, son nem içeriğine ulaşmaları için geçen süreler sırasıyla; 70 h, 37 h ve 22 h olarak belirlenirken, siyah mersin bitkisinde bu süreler aynı sıcaklıklarda sırasıyla, 37 h, 22 h ve 13 h olarak bulunmuştur. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin ayrı ayrı değerlendirilmesi durumunda, her iki meyve örnekleri için de sıcaklık değerlerinin yükselmesiyle birlikte, kuruma sürelerinde azalmalar olduğu görülmüştür. Kurutma sıcaklıkları açısından kuruma süreleri incelendiğinde, 50°C kurutma sıcaklığında meyvelerin son nem içeriğine ulaşmaları için bulunan kuruma süresi değeri, beyaz mersin bitkisi meyve örnekleri için siyah mersin bitkisi meyve örneklerine göre

%89.19 oranında daha fazla iken, 60°C kurutma sıcaklığında %68.18 oranında bir fark söz konusu olup, sıcaklığın 70°C kurutma sıcaklığına gelmesinde ise, oran %69.23 olarak bulunmuştur. Çalışmada, beyaz mersin bitkisi meyveleri örneklerinin nem içeriğinin daha yüksek olmasından dolayı kuruma süreleri siyah mersin bitkisi meyve örneklerine göre daha uzun sürmüştür.

### 3.1. Kurutma Verilerinin Modellenmesi

Çalışmada, kurutma işlemlerinde kullanılan beyaz ve siyah mersin bitkisi meyveleri örneklerinin kuruma süresine bağlı olarak ayrılabilir nem oranı değişimini belirlemek için kuruma eğrileri oluşturulmuştur. Kurutma materyali olarak kullanılan beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin kuruma eğrilerini oluşturulurken bir bilgisayar paket programı kullanılmıştır. Bu çalışmada kuruma eğrilerini modellemek için 'Exponential Decay', 'Page' ve 'Midilli Küçük' matematiksel modeller yaygın olarak kullanılan ince tabaka kurutma modelleri oldukları için tercih edilmiş ve modellere ait eşitlikler kullanılarak varyans analiz sonuçları ile kararlılık katsayısı olan  $R^2$  değerleri elde edilmiştir. Uygulanan tüm modellemelerde modellerin güvenilirlik testi için, varyans analiz sonucunu ifade eden  $P$  değeri 0.05 değerinden daha düşük olarak belirlenmiştir. Kullanılan modellere ait katsayılar, varyans analizi ve  $R^2$  sonuçları, aşağıdaki tablolarda verilerek beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örnekleri için ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

### 3.2. 'Exponential decay' matematiksel model eşitliği

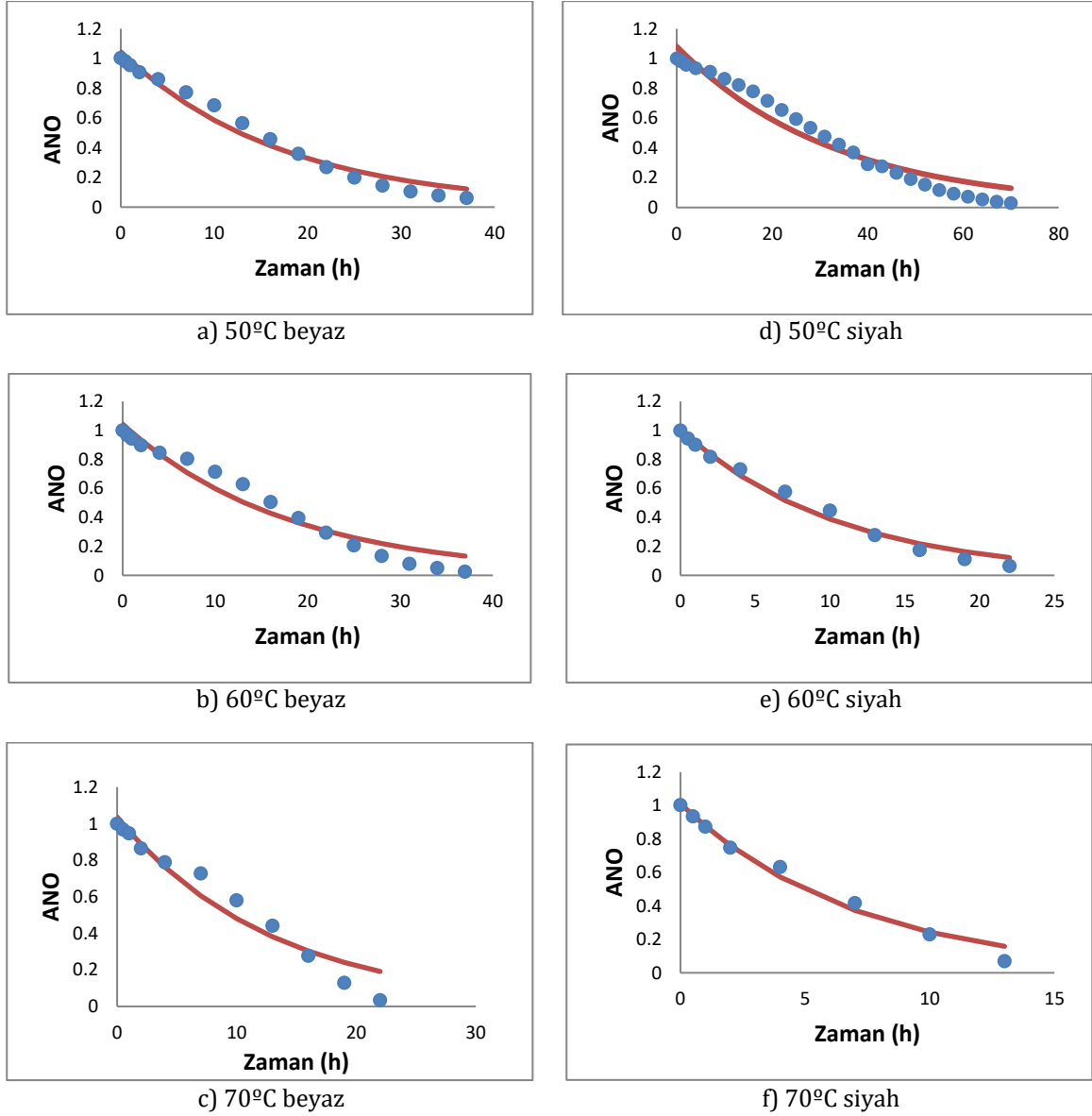
Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerine ait kuruma eğrilerinin 'Exponential Decay' modeli uygulanarak elde edilen model eşitliğinde yer alan  $a$ ,  $b$ ,  $R^2$  ve  $P$  değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin kuruma modelleri ayrı ayrı incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Çizelge 2 incelendiğinde beyaz mersin bitkisi meyve örneklerine ait en büyük ' $b$ ' değerinin 0.0768 ile 70°C sıcaklığında; en küçük ' $b$ ' değerinin ise 0.0304 ile 50°C sıcaklığında olduğu görülmektedir. ' $a$ ' değeri için ise; en büyük değer 1.0808 ile 50°C sıcaklığında ve en küçük değeri ise 1.0360 ile 70°C sıcaklığında olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 2. 'Exponential Decay' eşitliğinin sayısal değerleri ile modele ait  $a$ ,  $b$ ,  $R^2$  ve  $P$  değerleri

Mersin meyvesi	Kurutma sıcaklığı (°C)	$a$	$b$	$R^2$	$P$
Beyaz	50	1.0808	0.0304	0.9520	<0.0001
	60	1.0432	0.0557	0.9502	<0.0001
	70	1.0360	0.0768	0.9420	<0.0001
Siyah	50	1.0447	0.0580	0.9748	<0.0001
	60	1.0093	0.0958	0.9854	<0.0001
	70	1.0125	0.1426	0.9829	<0.0001

Siyah mersin bitkisi meyve örneklerine ait en büyük ' $b$ ' değerinin 0.1426 ile 70°C sıcaklığında; en küçük ' $b$ ' değerinin ise 0.0580 ile 50°C sıcaklığında olduğu görülmektedir. ' $a$ ' değeri için ise; en büyük değeri 1.0447 ile 50°C sıcaklığında ve en küçük değeri ise 1.0093 ile 60°C sıcaklığında olduğu gözlemlenmiştir. 'Exponential Decay' modeline göre beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin en büyük  $R^2$  değerinin 0.9520, en küçük  $R^2$  değerinin ise 0.9420 olduğu, bulunan en büyük değeri 50°C sıcaklığında ve en küçük değeri ise 70°C sıcaklığında olduğu gözlemlenmiştir. 'Exponential Decay' modeline göre siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin en büyük  $R^2$  değerinin 0.9854, en küçük  $R^2$  değerinin ise 0.9748 olduğu, bulunan en büyük değeri 60°C sıcaklığında ve en küçük değeri ise 50°C sıcaklığında olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, varyans analiz sonuçlarına göre, 'Exponential Decay' modelinin geçerlilik ve güvenilirlik kriter değeri olan 0.05'ten küçük olduğu hem beyaz hem de siyah mersin bitkisi meyvesi örneklerinde gözlemlenmiştir. 'Exponential Decay' modeline ait farklı sıcaklıklardaki kurutma eğrilerinin değişimi beyaz ve siyah bitkisi meyve örnekleri için Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. 'Exponential Decay' modeline ait beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin (a, b, c) ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin (d, e, f) farklı sıcaklıklardaki kurutma eğrilerinin değişimi (noktalı değerler ölçülen değerler ve çizgili değerler model tahmin değerleridir)

Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerine ait kurutma işlemi boyunca, 'Exponential Decay' modeli için kurutma süresinin uzamasıyla birlikte nem içeriği değerlerinin sürekli azaldığı görülmektedir (Şekil 2). Düşük sıcaklıklarda nemin daha yavaş, yüksek sıcaklıklarda ise uzaklaştığı görülmektedir.

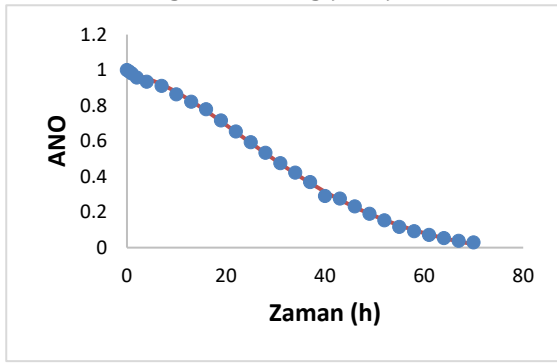
### 3.3. 'Page' matematiksel model eşitliği

Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerine ait kuruma eğrilerinin 'Page' modeli uygulanarak elde edilen ve model eşitliğinde yer alan;  $k$ ,  $h$ ,  $R^2$  ve  $P$  değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 3'te 'Page' eşitliği ile oluşturulan kuruma eğrilerine ait model eşitliğinde yer alan  $k$ ,  $h$  için sayısal değerler,  $R^2$  ve varyans analiz değerleri  $P$  değerleri verilmiştir. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin ' $k$ ' değerlerinin 0.0022 ile 0.0157 aralığında değiştiği görülmektedir. En küçük ' $k$ ' değerinin 50°C sıcaklığında olduğu, en büyük değer ise 70°C sıcaklığında olduğu gözlemlenmiştir. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin ' $k$ ' değerlerinin 0.0148 ile 0.1061 aralığında değiştiği görülmektedir. En küçük ' $k$ ' değerinin 50°C, en büyük değer ise 70°C sıcaklığında olduğu gözlemlenmiştir.

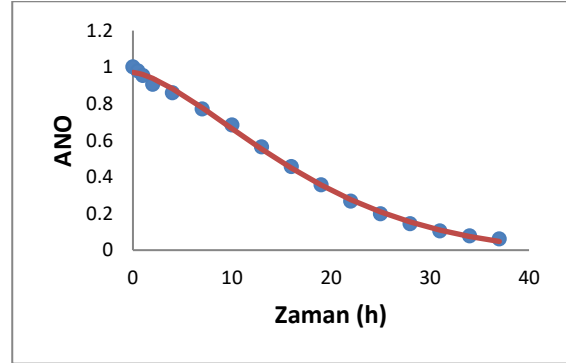
Çizelge 3. 'Page' eşitliğinin sayısal değerleri ile modele ait k, h, R<sup>2</sup> ve P değerleri

Materyal	Kurutma sıcaklığı (°C)	k	h	R <sup>2</sup>	P
Beyaz	50	0.0022	1.7012	0.9973	<0.0001
	60	0.0076	1.6544	0.9885	<0.0001
	70	0.0157	1.602	0.974	<0.0001
Siyah	50	0.0148	1.448	0.9962	<0.0001
	60	0.0614	1.1811	0.991	<0.0001
	70	0.1061	1.1469	0.9873	<0.0001

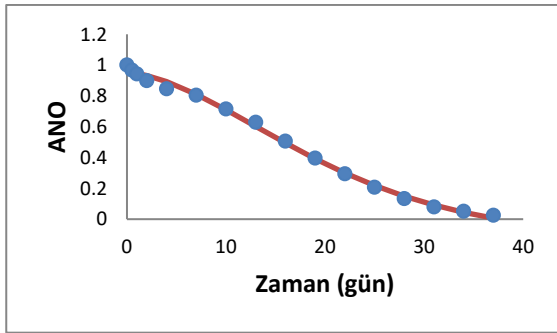
Çizelge 3'te görüleceği gibi, 'h' değerleri incelendiğinde, beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin sayısal verilerin 1.6020 ile 1.7012 aralığında değiştiği, en büyük 'h' değerinin 1.7012 ile 50°C sıcaklığında, en küçük 'h' değerinin ise 70°C sıcaklığında olduğu görülmektedir. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin 'h' değerleri sayısal verilerinin 1.4480 ile 1.1469 aralığında değiştiği, en büyük 'h' değerinin 1.4480 ile 50°C sıcaklığında en küçük 'h' değerinin ise 70°C sıcaklığında olduğu görülmüştür. 'Page' kurutma model eşitliğinde 'R<sup>2</sup>' değerlerinin Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin sayısal verilerin 0.9740 ile 0.9973 aralığında değiştiği, en büyük 'R<sup>2</sup>' değerinin 0.9740 ile 50°C sıcaklığında en küçük 'R<sup>2</sup>' değerinin ise 70°C sıcaklığında olduğu görülmüştür. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin en büyük 'R<sup>2</sup>' değerinin; 0.9962 ile 50°C olduğu, en küçük değer ise, 0.9873 ile 70°C sıcaklığında olduğu belirlenmiştir. Varyans analiz sonuçlarının ise; modelin geçerlilik ve güvenilirlik kriter değeri olan 0.05'ten küçük olduğu hem beyaz hem de siyah mersin bitkisi meyvesi örneklerinde gözlemlenmiştir. 'Page' modeline ait beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin (a, b, c) ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin (d, e, f) farklı sıcaklıklardaki kurutma eğrilerinin değişimi Şekil 3'te verilmiştir.



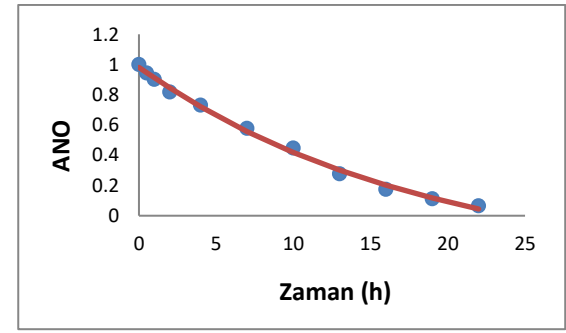
a) 50°C beyaz



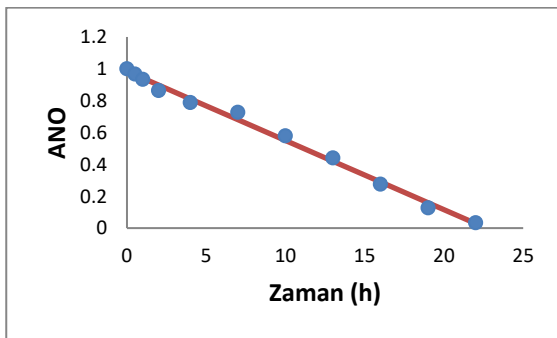
d) 50°C siyah



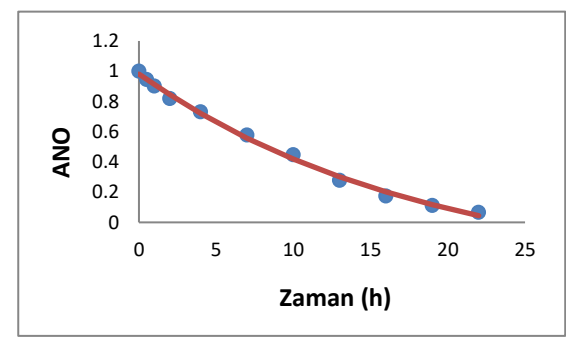
b) 60°C beyaz



e) 60°C siyah



c) 70°C beyaz



f) 70°C siyah

Şekil 3. 'Page' modeline ait beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin (a, b, c) ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin (d, e, f) farklı sıcaklıklardaki kurutma eğrilerinin değişimi (noktalı değerler, ölçülen değerler ve çizgili değerler model tahmin değerleridir).

Şekil 3 incelendiğinde, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin kurutma işlemi boyunca 'Page' modeli için kurutma süresinin uzamasıyla birlikte nem içeriği değerlerinin sürekli azaldığı görülmektedir. Düşük sıcaklıklarda nemin daha yavaş, yüksek sıcaklıklarda ise daha hızla materyalden uzaklaştığı görülmektedir.

### 3.4. 'Midilli Küçük' matematiksel model eşitliği

'Midilli Küçük' eşitliği ile oluşturulan beyaz ve siyah mersin bitkisi meyveleri örneklerinin kuruma eğrilerine ait sayısal değerler, model eşitliğinde yer alan  $k$ ,  $h$ ,  $j$ ,  $m$ ,  $R^2$  ve varyans analiz değerleri ile  $P$  değerleri, Çizelge 4'te verilmiştir.

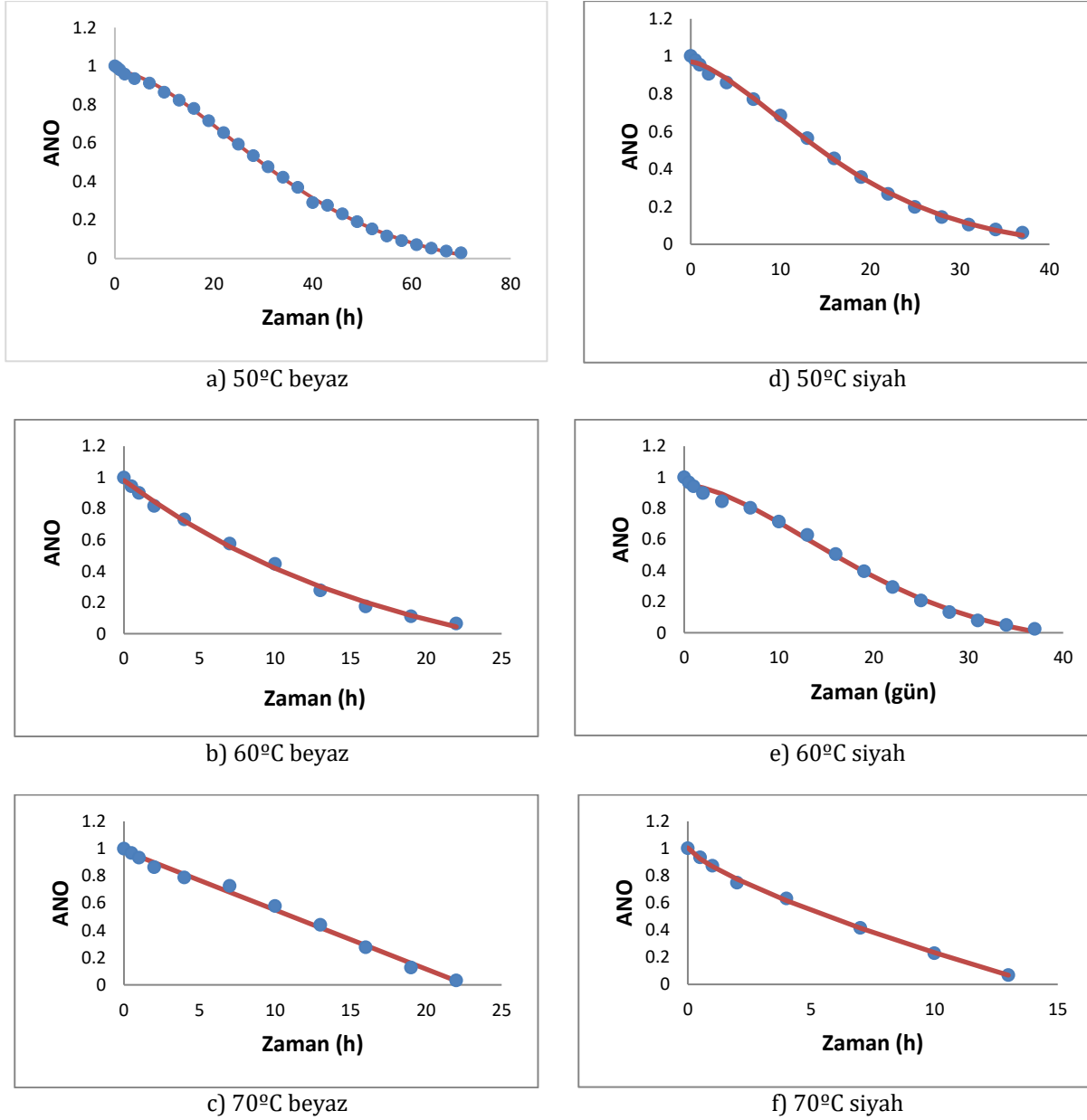
Çizelge 4. 'Midilli Küçük' eşitliğinin sayısal değerleri ile model eşitliğinde yer alan  $k$ ,  $h$ ,  $j$ ,  $m$ ,  $R^2$  ve  $P$  değerleri

Mersin meyvesi	Kurutma sıcaklığı (°C)	$k$	$h$	$j$	$m$	$R^2$	$P$
Beyaz	50	1.6843	0.9526	0.0021	-0.0007	0.9992	<0.0001
	60	1.7005	0.9779	0.0053	-0.002	0.996	<0.0001
	70	0.0019	0.9945	0.0101	-0.0436	0.9924	<0.0001
Siyah	50	1.5027	0.9714	0.0117	-0.0006	0.998	<0.0001
	60	1.0315	0.9807	0.0641	-0.0074	0.9965	<0.0001
	70	0.7034	1.0053	0.1069	-0.0352	0.9986	<0.0001

Çizelge 4'te görüldüğü gibi, beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin ' $k$ ' değerinin en büyük sayısal değerinin 1.7005 ile 60°C sıcaklığında, en küçük değer ise 0.0019 ile 70°C sıcaklığında olduğu belirlenmiştir. ' $h$ ' değerleri incelendiğinde ise; en büyük değer 0.9945 ile 70°C sıcaklığında, en küçük değer ise, 0.9526 ile 50°C sıcaklığında olduğu görülmektedir.

Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin ' $k$ ' değerinin en büyük sayısal değerinin 1.5027 ile 50°C sıcaklığında, en küçük değer ise 0.7034 ile 70°C sıcaklığında olduğu belirlenmiştir. ' $h$ ' değerleri incelendiğinde ise; en büyük değer 1.0053 ile 70°C sıcaklığında, en küçük değer ise, 0.9714 ile 50°C sıcaklığında olduğu görülmektedir. Çizelge 4'te görüleceği gibi, beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin model eşitliğinde yer alan en büyük ' $j$ ' değerinin 0.0101 ile 70°C, en küçük ' $j$ ' değerinin ise 0.0021 ile 50°C olduğu gözlemlenmiştir. Beyaz mersin bitkisi meyve örnekleri için yapılan kurutmada, ' $m$ ' değerlerinin en büyük değerinin -0.0007 ile 50°C en küçük değer ise -0.0436 ile 70°C olduğu saptanmıştır. ' $R^2$ ' değerlerinin en büyük değerinin; 0.9992 ile 50°C sıcaklığında en küçük ' $R^2$ ' değerinin ise; 0.9924 ile 70°C sıcaklığında olduğu gözlemlenmiştir. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin model eşitliğinde yer alan en büyük ' $j$ ' değerinin 0.1069 ile 70°C, en küçük ' $j$ ' değerinin ise 0.0117 ile 50°C olduğu gözlemlenmiştir. Siyah mersin bitkisi meyve örnekleri için yapılan kurutmada, ' $m$ ' değerlerinin en büyük değerinin, -0.0006 ile 50°C en küçük değer ise -0.0352 ile 70°C olduğu saptanmıştır.

' $R^2$ ' değerlerinin en büyük değerinin; 0.9986 ile 70°C sıcaklığında en küçük ' $R^2$ ' değerinin ise; 0.9965 ile 50°C sıcaklığında olduğu gözlemlenmiştir. Ergüneş ve Taşova (2018), yaptıkları çalışmada bu eşitlik için benzer sonuçlar elde etmiştir. Varyans analiz sonuçlarının ise; modelin geçerlilik ve güvenilirlik kriter değerinin 0.05'ten küçük olduğu hem beyaz hem de siyah mersin bitkisi meyvesi örneklerinde gözlemlenmiştir. 'Midilli Küçük' modeline ait beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin (a, b, c) ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin (d, e, f) farklı sıcaklıklardaki kurutma eğrilerinin değişimi Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4.'Midilli Küçük' modeline ait beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin (a, b, c) ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin (d, e, f) farklı sıcaklıklardaki kurutma eğrilerinin değişimi (noktalı değerler, ölçülen değerler ve çizgili değerler model tahmin değerleridir)

Şekil 4 incelendiğinde, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerine ait kurutma işlemi boyunca 'Midilli Küçük' modeli için kurutma süresinin uzamasıyla birlikte nem içeriği değerlerinin sürekli azaldığı görülmektedir. Düşük sıcaklıklarda nemin daha yavaş, yüksek sıcaklıklarda ise daha hızlı materyalden uzaklaştığı görülmektedir.

### 3.5. Renk Özellikleri

Çalışmada, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin kurutma sonrası renk özellikleri belirlenmiştir. Taze halde beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin renk ölçümleri alındıktan sonra kurutma sonrası da meyvelerin kabuk üzerindeki renk ölçümleri dikkate alınmıştır. Minolta renk ölçer cihazı ile  $L$ ,  $a$ ,  $b$  renk özelliklerinin ortalaması alınmıştır. Ayrıca, Kroma ( $C$ ) ve Hue açısı ( $h$ ) değerleri ile kahverengileşme derecesi (*Browning Index, BI*) de hesaplanmıştır. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin renk ölçümlerine ait istatistiksel analizler ayrı ayrı yapılmıştır. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin taze haldeki (kontrol) ve etüvde farklı sıcaklıklardaki (50°C, 60°C ve 70°C) kurutma sonrası; renk ölçüm değerlerine ( $L$ ,  $a$ ,  $b$ , kroma, hue açısı ve kahverengileşme derecesi) kurutma sıcaklıklarının etkisini belirlemek için tek yönlü varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin taze halde ve kurutma sonucu elde edilen *L*, *a*, *b*, kroma, hue açısı ve kahverengileşme derecesi değerlerine kurutma sıcaklığının etkisine ait tek yönlü varyans analizi

V.K	S.D.	<i>L</i>		<i>a</i>		<i>b</i>		Kroma		Hue açısı		Kahverengileşme derecesi	
		K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Gruplar arası	3	10605.7	1121.9**	872.5	583.2**	1034.5	346.9**	407.3	256.9**	54725.6	826.7**	2095.3	62.46**
Grupları içi	76	9.453		1.496		2.982		1.585		66.20		33.55	
Toplam	79												

\*\* : p&lt;0.01

Çizelge 5 incelendiğinde, tek yönlü varyans analiz sonucu, beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin renk özelliklerinden *L*, *a* ve *b* renk değerlerine, kurutma sıcaklıklarının etkileri p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak önemli etkisinin olduğu görülmüştür. Aynı zamanda, kroma, hue açısı ve kahverengileşme derecesi renk değerlerine kurutma sıcaklıklarının etkisinin de p<0.01 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin taze haldeki ve etüvdeki farklı sıcaklıklardaki kurutma sonucu elde edilen renk özelliklerine ait olarak *L*, *a*, *b*, kroma, hue açısı ve kahverengileşme derecesi ortalama değerleri, Çizelge 6'da verilmiştir. Çizelge 6'dan görüleceği gibi, beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin taze ve kurutma sonrası *L*, *a* ve *b* renk değişimlerine ait değerler incelendiğinde; 50, 60 ve 70°C'deki sıcaklıklar sonrası kurutmada, elde edilen *L* değeri sırasıyla; 30.75, 24.55 ve 21.79 olarak saptanmıştır. Sıcaklık değişimiyle beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin renk değişimi beyazdan koyu renge doğru artış göstermiş, yani *L* parlaklık değerlerinde düşüşler görülmüştür. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin *L* parlaklık renk değişimi taze haldeki 71.14 değerine göre, kurutma sıcaklık artışındaki değişim incelendiğinde, parlaklık değerlerinde azalma eğilimindeki değişimi, taze haldeki renk durumuna göre 70°C'de %69.37 oranında olmuştur. Aral ve Beşe (2016), alıç meyvesi zerinde yaptıkları çalışmada sıcaklığın renk üzerine etkisini benzer sonuçlar ile elde etmişlerdir.

Çizelge 6. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin taze halde ve etüvdeki farklı sıcaklıklardaki kurutma sonucu elde edilen *L*, *a*, *b*, Kroma, Hue açısı ve Kahverengileşme derecesi renk değerleri

Kurutma sıcaklığı (°C)	<i>L</i> (Parlaklık)	<i>A</i> (Kırmızılık)	<i>B</i> (Sarılık)	Kroma	Hue açısı	Kahverengileşme derecesi (Browning Index)
Taze materyal	71.14 a**,ξ	-4.07 b**,ξ	18.86 a**	19.38 a**,ξ	-78.04 c**,ξ	25.61 c**,ξ
50	30.75 b	8.99 a	6.32 b	11.27 b	33.46 a	43.35 b
60	24.55 c	9.05 a	3.74 c	9.85 c	22.11 b	42.15 b
70	21.79 d	9.37 a	3.95 c	10.19 c	22.59 b	49.56 a

\*\* : p&lt;0.01;

ξ: Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

Kırmızılık (*a*) renk skalası değerleri; 50, 60 ve 70°C'de kurutmada sırasıyla; 8.99, 9.05 ve 9.37 olarak belirlenmiştir. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin taze haldeki *a* kırmızılık değerleri renk -4.07 değerine göre, taze haldeki *a* değerine göre yüksek değerler verirken, kurutma sıcaklık artışındaki artış yönünde bir eğilim görülmüştür. Kırmızılık (*a*) değerleri açısından beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin 50°C sıcaklıktaki kurutmada, diğer sıcaklık değerlerine göre taze beyaz mersin bitkisi meyve örnekleri değerine daha yakın değerler vermiştir. Sarılık (*b*) renk skalası değerleri; 50, 60 ve 70°C'de sıcaklıklardaki kurutma sonrası sırasıyla; 6.32, 3.74 ve 3.95 olarak belirlenmiştir. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin sarılık değerleri taze haldeki *b* 18.86 değerine göre her üç sıcaklık için daha düşük değerlerde bulunmuştur. Sarılık (*b*) değerleri açısından, 50°C sıcaklıklarda yapılan kurutmalarda diğer sıcaklık değerlerine göre taze beyaz mersin bitkisi meyve örnekleri değerlerine göre daha yakın değerler vermiştir. Kroma (*C*) renk skalası değerleri; 50, 60 ve 70°C'de sıcaklıklardaki kurutma sonrası sırasıyla; 11.27, 9.85 ve 10.19 olarak belirlenmiştir. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin kroma değerleri taze haldeki 19.38 değerine göre, tüm sıcaklıklarda daha düşük değerler görülmüştür. Hue açısı değerleri taze haldeki -78.04 değerine göre kurutma sıcaklıklarına göre daha yüksek değerler görülmüştür. Kahverengileşme derecesi ise, 50, 60 ve 70°C'de sıcaklıklardaki kurutma sonrası sırasıyla; 43.35, 42.15 ve 49.56 değeriyle, sıcaklık artışına bağlı olarak artış göstermiştir. Kahverengileşme derecesi (*BI*) değerleri açısından, 60°C sıcaklıkta yapılan kurutmada, taze haldeki beyaz mersin bitkisi meyve örnekleri değerlerine göre daha yakın değerler verirken, en yüksek değer artışı 70°C'de bulunmuştur. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin taze haldeki (kontrol) ve etüvde farklı sıcaklıklardaki (50°C, 60°C ve 70°C) kurutma sonrası; renk ölçüm (*L*, *a*, *b*, kroma, hue açısı ve kahverengileşme derecesi) değerlerine kurutma sıcaklıklarının etkisini belirlemek için tek yönlü varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin taze halde ve kurutma sonucu elde edilen *L*, *a*, *b*, Kroma, Hue açısı ve Kahverengileşme derecesi değerlerine kurutma sıcaklığının etkisine ait tek yönlü varyans analizi

V.K.	S.D.	<i>L</i>		<i>a</i>		<i>b</i>		Kroma		Hue açısı		Kahverengileşme derecesi	
		K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Gruplar arası	3	18.36	16.10**	20.59	38.14**	45.34	47.93**	2.007	5.643**	16124.7	49.22**	1308.2	37.58**
Gruplar içi	76	1.140		0.540		0.946		0.356		327.6		34.81	
Toplam	79												

\*\* : p&lt;0.01

Çizelge 7 incelendiğinde, tek yönlü varyans analiz sonucu, siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin renk *L*, *a* ve *b* renk özelliklerine, kurutma sıcaklıklarının etkisinin ölçüm değerlerine etkileri p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak önemli etkisinin olduğu gözlenirken, kroma, hue açısı ve kahverengileşme derecesi renk değerlerine de kurutma sıcaklıklarının etkisinin ise yine aynı şekilde p<0.01 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin taze haldeki ve etüvdeki farklı sıcaklıklardaki kurutma sonucu elde edilen renk özelliklerine ait olarak *L*, *a*, *b*, kroma, hue açısı ve kahverengileşme derecesi ortalama değerleri, Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin taze halde ve etüvdeki farklı sıcaklıklardaki kurutma sonucu elde edilen *L*, *a*, *b*, kroma, hue açısı ve kahverengileşme derecesi renk değerleri

Kurutma sıcaklığı (°C)	<i>L</i> (Parlaklık)	<i>a</i> (Kırmızılık)	<i>b</i> (Sarılık)	Kroma	Hue açısı	Kahverengileşme derecesi (Browning Index)
Taze materyal	25.36 a**,ξ	1.53 c**,ξ	-3.25 d**,ξ	3.61 a**,ξ	-64.18 d**,ξ	-7.43 d**,ξ
50	27.30 a	2.51 b	-1.42 c	3.19 b	-30.70 c	2.11 c
60	25.34 c	3.42 a	-0.56 b	3.64 a	-12.29 b	7.45 b
70	26.55 b	3.81 a	0.27 a	3.96 a	1.42 a	11.20 a

\*\* : p&lt;0.01 ;

ξ : Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

Çizelge 8'de görüleceği gibi, siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin taze ve kurutma sonrası *L*, *a* ve *b* renk değişimlerine ait değerler incelendiğinde; 50, 60 ve 70°C'de sıcaklıklar sonrası kurutmada, elde edilen *L* değeri sırasıyla; 27.30, 25.34 ve 26.55 olarak saptanmıştır. Sıcaklık değişimiyle siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin renk değişimi özellikle 50°C ve 70°C'de artış gösterirken, 60°C'de ise daha düşük değer vermiştir. Kırmızılık (*a*) renk skalası değerleri; 50, 60 ve 70°C'de kurutmada sırasıyla; 2.51, 3.42 ve 3.81 olarak belirlenmiştir. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin taze haldeki 1.53 *a* renk değerine göre, kurutma sıcaklık artışına bağlı olarak daha yüksek değerler vermiştir. Kırmızılık (*a*) değerleri açısından siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin 50°C sıcaklıktaki kurutmada, 60 ve 70°C'ye göre taze meyve örneklerine göre daha yakın değerler verdiği görülmüştür. Sarılık (*b*) renk skalası değerleri; 50, 60 ve 70°C sıcaklıklardaki kurutma sonrası sırasıyla; -1.42, -0.56 ve 0.27 olarak belirlenmiş olup, siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin sarılık değerleri taze haldeki -3.25 *b* değerine göre artışlar göstermiştir. 50°C sıcaklıkta taze haldeki meyvenin *b* değerine göre daha yakın değerler elde edilmiştir.

Kroma (*C*) renk skalası değerleri; 50, 60 ve 70°C'de sıcaklıklardaki kurutma sonrası sırasıyla; 3.19, 3.64 ve 3.96 olarak belirlenmiş olup, siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin kroma değerlerinin taze haldeki 3.61 değerine göre özellikle 50 ve 70°C sıcaklıklarda artışlar görülmüştür. Hue açısı değerleri taze haldeki -64.18 değerine göre kurutma sıcaklıklarına göre hue açısı değerleri artış göstermiştir. Kahverengileşme derecesi (*BI*) değerleri açısından, kurutma sıcaklıklarının (50, 60 ve 70°C) değişimine bağlı olarak sırasıyla 2.11, 7.45 ve 11.20 olarak belirlenmiş olup, en yüksek değer 70°C sıcaklıkta elde edilmiştir. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin renk özellikleri (*L*, *a*, *b*, kroma, hue açısı ve kahverengileşme derecesi) özellikle, hasat sonrası bir kalite göstergesi olup, sınıflandırma, kurutma gibi uygulamalarda materyalin tüketici isteklerine göre taze haldeki renk değerlerine göre korunması açısından önemlidir. Ayrıca, özellikle parlaklık, renk doygunluğunun yüksek olması istenmektedir. Özellikle tüketici açısından da daha düşük sıcaklıklarda kurutmada ürünün parlaklığının taze meyve örneklerine göre daha yakın değerler verdiği görülmüştür. Bu çalışmada siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin kroma, hue açısı ve kahverengileşme derecesi değerlerinin taze haldeki meyve örneklerine göre genel olarak sıcaklık artışına bağlı olarak artış gösterdiği görülmüştür.



#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvesinin (*Myrtus communis* L.) 50, 60 ve 70°C sıcaklıklarda kurutulmasıyla taze ve kuruma sonrası renk ve kimyasal özellikleri değerlendirilmiştir. Kurutma karakteristikleri olarak; beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin kuruma süreleri incelendiğinde, her iki meyve örnekleri için de, sıcaklık değerlerinin yükselmesiyle birlikte, kuruma sürelerinde azalmalar olduğu görülmüştür. Beyaz mersin bitkisi meyveleri örneklerinin nem içeriğinin daha yüksek olmasından dolayı kuruma süreleri siyah mersin bitkisi meyve örneklerine göre daha uzun sürmüştür. 50, 60 ve 70°C'de sıcaklıklar sonrası kurutmada, elde edilen *L* değeri sırasıyla; 30.75, 24.55 ve 21.79 olarak saptanmıştır. Sıcaklık değişimiyle beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin renk değişimi beyazdan koyu renge doğru artış göstermiş, yani *L* parlaklık değerlerinde düşüşler göstermiştir. Kroma (*C*) renk skalası değerleri; 50, 60 ve 70°C sıcaklıklardaki kurutma sonrası sırasıyla; 11.27, 9.85 ve 10.19 olarak belirlenmiştir. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin kroma değerleri taze haldeki 19.38 değerine göre, tüm sıcaklıklarda daha düşük değerler vermiştir. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin kroma, hue açısı ve kahverengileşme derecesi değerlerinin taze haldeki meyve örneklerine göre sıcaklık artışına bağlı olarak genelde artış gösterdiği görülmüştür.

Mersin bitkisi meyvesinin kurutma karakteristikleri ile bu çalışmanın önemi çok büyüktür. Bu çalışma ile, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin kurutma karakteristiklerinin incelenmesi; mersin bitkisi meyvelerinin özellikle hasat sonrası teknolojik işlemlerde, meyvelerin nitelik ve kalitesini korumaya yönelik önlemler alınması için hasat sonrası koruma uygulamaları içerisinde kurutma büyük bir öneme sahiptir. Mersin bitkisi meyvesinin kurutulmasıyla ilgili olarak kurutma karakteristikleri incelenmesiyle elde edilen veriler, hasat sonrası işlemlerdeki ticari değerini artırma ve tüketici isteklerine uygun tüketici istekleri açısından önemlidir. Kurutma işlemlerinin sonucu mersin bitkisi meyvelerinin renk ölçümlerinin taze haldeki değerlerini koruyabilmesi önemli olduğu için, renk özelliklerine ait renk karakteristiklerine ait değerleri düşmemesi için kullanılacak sıcaklık parametresinin daha düşük düzeyde tutulmasının (50°C sıcaklık) uygun olacağı düşünülmektedir. Mersin bitkisinin ticari ve ekonomik açıdan kalitesinin korunmasına yönelik ürünün değerini arttırmak için, mersin bitkisinin kurutma işlemleri ile sanayiye yönelik değerinin artmasına, doğal yetişmesi yanında kültürel olarak yetiştiriciliğinin sağlanması ile nicelik olarak üretiminde de gelişmelere neden olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmanın yanında, yeni araştırmacıların bu çalışma kapsamında elde edilen verilere ilave yeni çalışma ve yeni bulgularla mersin bitkileri üretiminin ticari olarak gelişimine katkıları sunacağı öngörülmektedir.

#### KAYNAKLAR

- Akgül, A. 1993. Baharat Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları 15, Ankara, 446 s.
- Akgül, A. ve Bayrak, A. 1989. Essential Oil Content and Composition of Myrtle (*Myrtus communis* L.) Leaves. Doğa, Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, 13: 143-147.
- Anonim, 2011. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. <http://www.batem.gov.tr/Mersin> (*Myrtus communis* L.) Erişim Tarihi: 04.12.2018.
- Aral, S. ve Beşe, A.V. 2016. Convective drying of hawthorn fruit (*Crataegus* spp.): Effect of experimental parameters on drying kinetics, color, shrinkage, and rehydration capacity. Journal of Food Chemistry, 210: 577-584.
- Aronne, G. ve Russo, D. 1997. Carnivorous Mammals as Seed Dispersers of *Myrtus communis* in the Mediterranean Shrublands. Plant Biosystems 131: 189-195.
- Aydın, C. ve Özcan, M. M. 2007. Determination of Nutritional and Physical Properties of Myrtle (*Myrtus communis* L.) Fruits Growing Wild in Turkey. Journal Of Food Engineering 79: 453-458.
- Bernalte, M.J., Sabio, E., Hernandez, M.T. ve Gervasini, C. 2003. Influence of Storage Delay on Quality of "Van" Sweet Cherry. Postharvest Biology and Technology 28: 303-312.
- Baytop, T. 1999. Türkiye'de bitkiler ile tedavi geçmişte ve bugün. Nobel Tıp Kitap Evleri, 480 s. İstanbul.
- Boelens, M. H., Jimenez, R. 1992. The chemical composition of Spanish myrtle oils. Part II. Journal of Essential Oil Research, 4: 349-353.
- da Silva, M.A., Pinedo, R. ve Kieckbusch, T.G. 2005. Ascorbic acid Thermal Degradation During Hot Air Drying of Camu-Camu (*Myrciariadubia* [H.B.K.] McVaugh) Slices at Different Air Temperatures. Drying Technology 23, 2277-2287.
- Doğan A. 1978. Mersin Bitkisinin (*Myrtus communis* L.) Uçucu Yağ Verimi, Yağın Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ve Bileşimi Üzerinde Araştırmalar. Ankara, A.Ü. Ziraat Fak. Yay., 678, Ankara.
- Ergüneş, G., Taşova, M. 2018. Kabin kurutucuda kurutulan kuşburnu (*Rosa canina* L.) meyvesinin kuruma performansı, efektif difüzyon ve aktivasyon enerjisi değerlerinin belirlenmesi. Akademik Ziraat Dergisi, 7(1): 75-82.
- Erlaçın, S. ve Erciyas, E. 1978. *Myrtus communis* L. (Mersin Bitkisi) Yapraklarının Tanen Yönünden İncelenmesi. Doğa Bilim Dergisi 2(1): 75-79.
- Gözlekçi, S. ve Gübbük, H. 2009. Batı Akdeniz Florasında Yetişen Beyaz ve Mor Mersin Tiplerinin (*Myrtus Communis* L.) Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri ile Mineral Besin Maddesi İçerikleri Yönünden Kıyaslanması. III. Ulusal Üzüm Süzüm Meyveler Sempozyumu, Sempozyum Programı ve Bildiri Özetleri, 10-12 Haziran, Kahramanmaraş, Sayfa 68.
- Haciseferoğulları, H., Özcan, M. M., Arslan, D. ve Ünver, A. 2012. Biochemical Compositional and Technological Characterizations of Black And White Myrtle (*Myrtus communis* L.) Fruits. Journal of Food Science And Technology 49: 82-88.

- Hayder, N., Abdelwahed, A., Kilani, S., Ben Ammar, R., Mahmoud, A., Ghedira, K., Chekir-Ghedira, L., 2004. Anti-genotoxic and free-radical scavenging activities of extracts from (Tunisian) *Myrtus communis*. *Mutation Research* 564: 89–95.
- Jamoussi, B., Romdhane, M., Abderraba, A., Hassine, B.B. ve Gadri, A.E. 2005. Effect of Harvest Time on The Yield and Composition of Tunisian Myrtle Oils. *Flavour and Fragrance Journal* 20: 274-277.
- McGuire, R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience* 27: 1254-1255.
- Midilli, A., Kucuk, H. ve Yapar, Z. 2002. A New Model for Single Layer Drying. *Drying Technology* 20: 1503–1513.
- Mohammadi, A., Rafiee, S., Emam-Djomeh, Z. ve Keyhanidness, A. 2008. Kinetic Models for Colour Changes in Kiwifruit Slices During Hot Air Drying. *World Journal of Agricultural Sciences* 4 (3): 376-383.
- Mulas, M. ve Fadda, A., 2004. First Observation on Biology and Organ Morphology of Myrtle (*Myrtus communis* L.) Flower. *Agricultura Mediterranea* 134: 223-235.
- Nassar, M. I., Aboutabl, E-S. A., Ahmed, R. F., El-Khrisy, E.-D. A., Ibrahim, K. M. ve Sleem, A. A., 2010. Secondary Metabolites And Bioactivities of *Myrtus communis*. *Pharmacognosy* 2(6): 325–329.
- Oğur, R. 1994. Mersin Bitkisi (*Myrtus communis* L.) Hakkında Bir İnceleme. *Çevre Dergisi* 10: 21-25.
- Özcan, M. ve Akbulut M. 1998. Mersin (*Myrtus communis* L.) Meyvesinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. *Gıda*, 2: 121 – 123.
- Özek, T., Demirci, F. ve Başer, K. H. C. 2000. Chemical Composition of Turkish Myrtle Oil. *Journal of Essential Oil Research* 12: 541–544.
- Page, G. 1949. Factors Influencing The Maximum Rates of Airdrying Shelled Corn in Thin Layers. MSc. Thesis (unpublished) . Purdue University.
- Polatçı, H. 2012. Farklı Kurutma Yöntemlerinin AVG (Aminoethoxyvinylglycine) Uygulaması Yapılmış Black Beauty (*Prunus Salicina* L.) Erik Çeşidinde Kuruma Süresi ve Kalitesine Etkisi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science)* 8(2): 171-178.
- Serçe, S., Ercişli, S., Şengül, M., Gündüz, K. ve Orhan, E. 2010. Antioxidant Activities and Fatty Acid Composition of Wild Grown Myrtle (*Myrtus communis* L.) Fruits. *Pharmacognosy Magazine* 6(21): 9-12.
- Uzun, İ., Aksoy, U. ve Gözlekci, Ş. 2014. Endüstriyel Amaçlı Organik Siyah Mersin Yetiştiriciliğinin Geliştirilmesi. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Araştırma-Geliştirme Destekleri, Proje Sonuç Raporu, Tagem-10/Ar-Ge/02, Antalya Ticaret Borsası, Antalya.
- Yıldırım, H., Paydaş Kargı, S. ve Karabıyık, Ş. 2013. Adana ve Mersin Ekolojik Koşullarında Doğal Olarak Yetişen Mersin (*Myrtus communis* L.) Bitkileri Üzerinde Bir Araştırma. *Alatarım* 12(1): 1-9.