



Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences

Cilt/Volume: 37

Sayı/Issue: 1

Şubat/February 2022



e-ISSN: 1308-8769

<http://dergipark.gov.tr/omuanaj>

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
**ANADOLU TARIM BİLİMLERİ
DERGİSİ**

ANADOLU JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES



e-ISSN: 1308-8769

Volume/Cilt: 37 Issue/Sayı: 1

Şubat /February 2022

Samsun

Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi Şubat, Haziran ve Ekim aylarında olmak üzere yılda üç sayı olarak yayınlanır. DOAJ, AGRICOLA, CrossRef, ProQuest, OJS, CAB Abstract, EBSCOhost, ULRICH'S Periodical Directory, FAO AGRIS/CARIS, NewJour, Cite Factor, Scientific Indexing Services, Directory of Research Journals Indexing, Open Academic Journals Index, Cosmos Index ve TÜBİTAK-ULAKBİM TR Dizin (Yaşam Bilimleri Veri Tabanı, 1998-) tarafından taranmaktadır.

Anadolu Journal of Agricultural Sciences (ANAJAS) is published as three issues (February, June and October) per a year. ANAJAS is indexed and abstracted in DOAJ, AGRICOLA, CrossRef, ProQuest, OJS, CAB Abstract, FAO AGRIS/CARIS, EBSCOhost, ULRICH'S Periodical Directory, NewJour, Cite Factor, Scientific Indexing Services, Directory of Research Journals Indexing, Open Academic Journals Index, Cosmos Index and TUBITAK-ULAKBİM TR Index (Life Science Data Base, 1998-).

Amaç ve Kapsam

Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi yeni bulgular ortaya koyan erişilebilir ve uygulanabilir temel ve uygulamalı yöntem ve tekniklerin sunulduğu bir forumdur. Tarımsal alanlarda yürütülen çalışmalardan üretilen orijinal makaleleri yayınlamaktadır. Ayrıca, güncel konulardaki davetli derlemelere de yer verilmektedir. Basım dili Türkçe ve İngilizcedir.

Aim and Scope

Anadolu Journal of Agricultural Sciences is a forum for presenting articles on basic and applied research, thus making new findings, methods and techniques easily accessible and applicable in practice. It publishes original papers on research in the fields of agriculture. Invited reviews on popular topics are published. Articles are published in Turkish and English.

Yazışma Adresi / Corresponding Adress

Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 55139 Atakum/Samsun

Tel: 0 (362) 312 19 19 **Fax:** : 0 (362) 457 60 34

e-mail: zfyayin@omu.edu.tr **web:** <https://dergipark.org.tr/pub/omuanajas>

ANADOLU TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ

e-ISSN: 1308-8769

2022 Cilt: 37 Sayı: 1

Ondokuz Mayıs Üniversitesi adına sahibi /

Owner on behalf of Ondokuz Mayıs University

Prof. Dr. Yavuz ÜNAL

Rektör / Rector

Baş Editör / Chief Editor

Doç. Dr. Umut Sami YAMAK

Editörler / Editors

Prof. Dr. Deniz EKİNCİ

Prof. Dr. Orhan DENGİZ

Doç. Dr. Alper TANER

Doç. Dr. Aydın ALTOP

Dr. Attila SALAMON

Dr. Mehmet TÜTÜNCÜ

Dr. Alfadhl Yahya KHALED

Dr. Maria DATTENA

Dr. Dinu GAVOJDIAN

ANADOLU TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ

e-ISSN: 1308-8769

2022 Volume: 37 Issue: 1

İstatistik Editörü / Statistic Editor

Prof. Dr. Kamil ALAKUŞ

Mizanpaj/Layout

OMÜ Yayın Koordinatörlüğü

Mizanpaj Editörleri / Layout Editors

Kısmet AYDIN

Cemre ASLAN

Fatma Hilal İÇİGEN

Yayın Yeri ve Tarihi/Publication Place and Date

Samsun, Şubat /February 2022

YAYIN KURULU / EDITORIAL BOARD

- Prof. Dr. Abdülbaki Bilgiç-Atatürk Üniversitesi/Türkiye
Prof. Dr. Canan Can-Gaziantep Üniversitesi/Türkiye
Prof. Dr. Abidin Temizer-Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi/Türkiye
Doç. Dr. David Herak-Czech University of Life Sciences/Czech Republic
Doç. Dr. Murat Çankaya-Erzincan Üniversitesi/Türkiye
Prof. Dr. Fikrettin Şahin-Yeditepe Üniversitesi/Türkiye
Prof.Dr. Ahmet Şahin-Ahi Evran Üniversitesi/Kırşehir
Prof. Dr. Süleyman Kodal-Ankara Üniversitesi/Türkiye
Doç. Dr. Murat Şentürk-Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi/Türkiye
Prof. Dr. Nebahat Sarı-Çukurova Üniversitesi/Türkiye
Prof. Dr. Sedat Serçe-Niğde Üniversitesi/Türkiye
Prof. Dr. Kazım Çarman-Selçuk Üniversitesi/Türkiye
Prof. Dr. Hsin Chi-National Chung Hsing University, Taiwan/Republic of China
Prof. Dr. Jozsef Ratky-Res. Inst. for Animal Breeding and Nutrition/Hungary
Prof. Dr. Mogens Vestergaard-University of Aarhus/Denmark
Prof. Dr. Claudiu T. Supuran-Univ Florence/Italy
Assit. Prof. Dr. Marketa Mihalikova-Czech University of Life Sciences/Czech
Republic)
Prof. Dr. nal Kızıl-Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi/Türkiye
Prof. Dr. Soner ÇANKAYA -Ondokuz Mayıs Üniversitesi/Türkiye
Doç. Dr. Kağan Kökten-Bingl Üniversitesi/Türkiye
Doç. Dr. Şenay Şimşek-North Dakota State University/USA

İÇİNDEKİLER/CONTENTS

- Bazı Biyolojik İnektisitlerin *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) Üzerindeki Etkileri** 1-12
Effects of Some Biological Insecticides on Tribolium castaneum (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae)
Serhat Gökhan DURNA, Ali KAYAHAN
- Effect of Production System on Some Meat Quality Traits of Pekin Ducks**... 13-22
Yetiştirme Sisteminin Pekin Ördeklerinde Bazı Et Kalitesi Özellikleri Üzerine Etkisi
Umut Sami YAMAK, Musa SARICA, Mehmet Akif BOZ, Kadir ERENŞOY
- The Effects of Organic and Conventional Growing Techniques on Tomato** .. 23-36
Organik ve Geleneksel Yetiştirme Tekniklerinin Domatese Etkileri
Caner YILMAZ, Harun ÖZER
- Gümüşhane İli Kelkit İlçesinde Konvansiyonel ve Organik Silajlık Mısır Üretim Maliyeti**..... 37-56
Conventional and Organic Silage Maize Production Cost in Kelkit District of Gümüşhane Province
Emine SELVİ, Vedat DAĞDEMİR
- Effect of Ultrasonic Treatment on Seed Germination and Seedling Emergence in Seven Vegetable Species** 57-66
Ultrasonik Uygulamasının Yedi Sebze Türünde Tohum Çimlenmesi ve Fide Çıkışına Etkisi
Nurcan MEMİŞ, Seid Hussen MUHIE, Ebrima S. NJIE, Gözde ŞAHİN, İbrahim DEMİR
- Chemometric Approach to the Nutritive Value of Some Sorghum (*Sorghum Bicolor* L. Moench) Cultivars** 67-82
*Bazı Sorgum (*Sorghum Bicolor* L. Moench) Çeşitlerinin Besin Değerlerine Kemometrik Yaklaşım*
Ferat UZUN, Nuh OCAK
- Total Costs, Labor Requirements and Work Efficiencies in Second Fodder Corn Silage Production in Turkey: A Case Study From Samsun Province** 83-96
Türkiye'de İkinci Ürün Silajlık Mısır Üretiminde Toplam Masraflar, İş Gücü Gereksinimleri ve İş Başarıları: Samsun İli Örneği
Recep Kadir SİVRİ, Taner YILDIZ
- Kireç Stresi Koşullarında Melatonin Uygulamalarının Çileklerde Bazı Mineral Elementlerin Alımı Üzerine Etkileri** 97-112
The Effects of Melatonin Applications on the Intake of Some Mineral Elements in Strawberries Under Alkaline Stress Conditions
Güliden BALCI

Sulu Koşullarda Yetiştirilen Bazı Kavuzsuz Arpa Genotiplerinde (*Hordeum Vulgare* L. Var. *Nudum* Hook. F.) Verim ile Verime Etkili Karakterler Arasındaki İlişkiler..... 113-126

*Relationships Between Yield and Yield Efficient Characters of Some of Hulless Barley Genotypes (*Hordeum Vulgare* L. Var. *Nudum* Hook. F.) Grown in Irrigated Conditions*

Soner YÜKSEL, Saime ÜNVER İKİNCİKARAKAYA

Silajlık Mısırdaki Uydu Görüntülerinden Elde Edilen Bitki Su Tüketimi Verileri ile Verim Tahmini 127-150

Silage Maize Yield Estimation With Evapotranspiration Data Obtained From Satellite Images

Emre TUNCA, Eyüp Selim KÖKSAL

Determinants of Food Categories Expenditure of the Refugees: Case of Samsun Urban Districts, Turkey 151-188

Mültecilerin Gıda Kategorilerine Yönelik Harcamalarını Etkileyen Faktörler: Samsun Kentsel İlçeler Örneği, Türkiye

Abdulrazak GHAZAL, Mehmet BOZOĞLU

Impact of Gender Discrimination on Economic Asset Accumulation of Smallholder Rice Farmers Participating in USAID MARKETS II Programme in Nigeria's Kano State. 169-188

Cinsiyet Ayrımcılığının Nijer'in Kano Eyaletinde USAID PİYASALARI II Programına Katılan Küçük Ölçekli Pirinç Çiftçilerinin Ekonomik Varlık Birikimi Üzerindeki Etkisi

Sanusi Mohammed SADIQ, Invinder Paul SINGH, Muhammad Makarfi AHMAD, Ado GARBA, Mahmud SARKI

A Study on Land Market in Turkey After the New Land Law. 189-202

Türkiye'de Yeni Arazi Yasası Sonrası Arazi Piyasaları Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma

Şenol ÖZDEMİR, Metin TÜRKER, Hasan ŞANLI, Hüseyin Tayyar GÜLDAL, Ahmet ÖZÇELİK

Farklı Dozlarda Deniz Yosunu Uygulanmış Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.)'nda Fenolik Madde İçeriği, Antioksidan Kapasite ve Antioksidatif Yanıtlar 203-217

*Total Phenolic Contents, Antioxidant Capacity and Antioxidative Responses in *Salvia fruticosa* Mill. Treated with Different Doses of Seaweed*

Ruveyde YILMAZ, Ayşegül AKPINAR, Asuman CANSEV





Bazı Biyolojik İnsektisitlerin *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) Üzerindeki Etkileri

Effects of Some Biological Insecticides on *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae)

Serhat Gökhan DURNA¹, Ali KAYAHAN²

¹ Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Yozgat, Türkiye
• sgdurna139@gmail.com • ORCID > 0000-0003-2169-6652

² Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Yozgat, Türkiye
• aalikayahan@gmail.com • ORCID > 0000-0002-3671-254X

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 8 Ekim / October 2020

Kabul Tarihi / Accepted: 14 Ekim / October 2021

Yıl / Year: 2022 | **Cilt – Volume:** 37 | **Sayı – Issue:** 1 | **Sayfa / Pages:** 1-12

Atıf/Cite as: Durna, S. G. ve Kayahan, A. "Bazı Biyolojik İnsektisitlerin *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) Üzerindeki Etkileri - Effects of Some Biological Insecticides on *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae)". Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi - Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(1), Şubat 2022: 1-12.
<https://doi.org/10.7161/omuanajas.803777>

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: aalikayahan@gmail.com



BAZI BİYOLOJİK İNSEKTİSİTLERİN TRİBOLİUM CASTANEUM (HERBST) (COLEOPTERA: TENEBRIONİDAE) ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

ÖZ:

Bu çalışmada bitkisel bir insektisit olan Azadirachtin, bunun yanında entomopatojen fungus olan *Verticillium lecani*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoreus* etken maddeli ticari preparatların *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Denemelerde biyolojik insektisitlerin önerilen dozları uygulanarak 1, 3, 5, 7, 14 ve 21 gün sonra canlı-ölü bireyler sayılmış ve ölüm yüzdeleri hesaplanmıştır. Uygulamalardan sonra Abbott formülüne göre bu insektisitlerin etki dereceleri belirlenmiştir. Sonuçlara göre; 21. günde yapılan sayımlarda ölüm yüzdeleri sırasıyla %71.58, %42.11, %63.16, %53.68, %36.84 olarak hesaplanmıştır (Abbott). Elde edilen veriler incelendiğinde uygulanan biyolojik preparatların zararlı üzerinde 14. günden itibaren etkili olmaya başladığı saptanarak zararlının kontrolünde kullanılabileceği kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Azadirachtin*, *Depo Zararlısı*, *Entomopatojen Fungus*, *Un biti*



EFFECTS OF SOME BIOLOGICAL INSECTICIDES ON TRIBOLİUM CASTANEUM (HERBST) (COLEOPTERA: TENEBRIONİDAE)

ABSTRACT:

In this study, the effects of Azadirachtin which is a herbal insecticide, besides that *Verticillium lecani*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoreus* which are entomopathogenic fungi on the *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) were investigated. In the trials, the recommended doses of biological insecticides were applied, live-dead individuals were counted after 1, 3, 5, 7, 14 and 21 days and death percentages were calculated. After trials, the effect degrees of these insecticides were determined according to the Abbott formula. According to the results; in the counts made on the 21st day, death percentages were calculated as 71.58%, 42.11%, 63.16%, 53.68%, 36.84%, respectively (Abbott). When the data obtained were examined, it was determined that the applied biological preparations started to be effective on the pest from the 14th day, and it was concluded that they could be used in the control of the pest.

Keywords: *Azadirachtin*, *Stored Pests*, *Entomopatojenic Fungi*, *Red Flour Beetle*



1. GİRİŞ

Dünya geneline son yıllara bakıldığında nüfus yoğunluğu gün geçtikçe artmakta ve buna bağlı olarak ihtiyaç duyulan besin miktarında da artışlar gözlenmektedir. Bu sebeple insan beslenmesinde önemli bir yeri olan tarımsal üretimden yüksek verim elde etmek için farklı yöntemlerin geliştirilmesi ve bu alandaki tarımsal zararlılardan korunması önemlidir (Schöller ve ark., 1997; Azizoglu ve ark., 2011). Bahsedilen bu tarımsal zararlılarla uzun süredir kimyasal savaşım devam etmektedir (Jackson ve Jaronski, 2009). Son yıllarda yapılan çalışmalara bakıldığında ise yoğun şekilde kimyasal kullanımı insan sağlığı, gıda güvenliği ve çevre üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır (Moore ve Prior, 1993; Arthur, 1996; Zettler ve Arthur, 2000; Ayvaz ve ark., 2008; Teng ve ark., 2013; Zhang ve ark., 2016; Tang ve ark., 2018; Perez-Parada ve ark., 2018; Al-Ghaim ve ark., 2019).

Tarımsal üretimde tahıl üretimi hem dünyada hem de ülkemizde ilk sıralarda yer almaktadır. Ülkemizde üretilen tahılların başında buğday ve arpa gelmektedir. Yaklaşık 73 milyon dekar alanda tarımı yapılan buğdayın yıllık üretimi 20 milyon tondur. İkinci ürün olan arpanın ise yaklaşık 26 milyon dekar alanda tarımı yapılmakta olup, yıllık 7 milyon ton üretildiği görülmektedir (Anonim, 2019). Bahsedilen bu tahılların hasattan itibaren tüketilinceye kadar en az kayıp verdirilerek depolanması ve korunması gerekmektedir. Burada ürünlerin kalitesini ve kantitesini olumsuz yönde etkileyen organizmaların ve ortamdaki miktarlarının belirlenmesi önem arz etmektedir (Bağcı ve ark., 2014). Depo zararlıları ürünlerde dolaylı veya doğrudan şekilde beslenerek zarar yapabilmektedir. Bunlar üründe tohumluk özelliğinin düşmesine, ağırlık kayıplarına, kalite ve besin değerlerinde olumsuz yönde değişimlere yol açarak ticari değerinin düşmesine neden olmaktadır (Boxall, 2001).

Depo zararlılarından olan un biti *Tribolium castaneum*, depolanan ürünlerin özellikle de buğdaydan elde edilen ürünlerde (un vb.) zararlı olmakta birlikte dünya çapında yaygın bir zararlıdır. Bu tür aynı zamanda makarna, kurutulmuş meyvelerde, bisküvi ve fındık gibi ürünlerde de zarar oluşturmak suretiyle kayıplara neden olmaktadır (Sinha ve Watters, 1985; Mills ve Pedersen, 1990; Karunakaran ve ark., 2004). Aynı zamanda bu zararlı çok yüksek üreme potansiyeline sahiptir (Prakash ve ark., 1987).

Bu ve buna benzer zararlıların ekonomik kaybının önüne geçebilmek için üreticiler değişik yöntemleri tercih etmektedir. Depolanmış ürünlerin korunması amacıyla genellikle pestisitler (özellikle insektisitler) kullanılmaktadır. Depo zararlılarını yok etmek amacıyla kullanılan insektisitler zararlılara karşı etkili bir yöntem olsa da çevre ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Emekçi ve Ferizli, 2000). Kimyasal savaşımında kullanılan fumigasyon yöntemi dünyada ve ül-

kemizde depolanmış ürün zararlılarıyla mücadelede sık sık tercih edilmektedir. Bu yöntem hızlı ve düşük maliyeti sayesinde bahsedilen zararlılarla savaşımında çözümler sağlamaktadır (Banks, 1994). Kimyasal mücadele dışında uygulanan mücadele yöntemleri konusunda en yaygın uygulamayı hermetik depolama ve havalandırma almaktadır (Donahaye, 2000). Bunun yanında son yıllarda düşük ve yüksek sıcaklıklardan yararlanma da kimyasal içermeyen diğer bir uygulama yöntemidir (Fields, 1992). Bu yöntemlerin yanında depolanmış ürün zararlıları ile mücadelede entegre mücadele yöntemleri söz konusudur (Adler, 2004).

Tarımsal ürünlerde ortaya çıkan sorunlar yoğun şekilde uygulanan kimyasal mücadeleye alternatif yöntemlerin geliştirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Mikrobiyal savaşım, zararlılarla mücadelede çoğunlukla kullanılan yöntemlerdendir (Lacey ve Goettel, 1995). Bu mücadele yöntemi içerisinde yer alan entomopatojen funguslar önemli bir yer tutmaktadır. Bu entomopatojenlerin ticari olarak da satışı yapılmakta ve bunlar zararlı organizmalarla savaşımında 100 yılı aşkın bir süredir başarılı şekilde kullanılmaktadır (Sevim ve ark., 2015). Günümüze kadar, yaklaşık 90 cinsine ait 700 entomopatojenik fungus türü tanımlanmakla birlikte, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Isaria fumosorosea* (= *Paecilomyces fumosoroseus*) ve *Verticillium lecanii* gibi bazı türler birçok ülkede çok fazla sayıda zararlıyla savaşımında sıklıkla uygulanmaktadır (Rath, 2000; Meyling, 2008). Bahsedilen yararlı grubu diğer savaşım yöntemlerinden farklı olarak değişik avantajlara (zararlının her döneminde etkili olma, memeliler üzerinde düşük toksisite gösterme vb.) sahip olmasının yanında kimyasal insektisitlere oranla daha geç etki etme, fazla nem ihtiyacı, fungusitlerle birlikte kullanılamama gibi dezavantajları da vardır (Sevim ve ark., 2015). Entomopatojen funguslar böcekleri enfekte ederken çoğunlukla deri, trake ve yaralanmış vücut bölgelerini tercih ederler. Buna ek olarak sindirim sistemi ve diğer açıklıklar yoluyla da enfeksiyon gerçekleştirebilmektedir. Bahsedilen funguslar ilk olarak bir spor üretir, üretilen spor böcek kütikulasına nüfuz eder ve burada çimlenir. Böceğin hemoseline ulaşan sporlar toksin üreterek böceğin ölümüne yol açar (Shah ve Pell, 2003; Goettel ve ark., 2005; Batta ve Kavalieratos, 2018; Karabörklü ve ark., 2014). Tarımda zararlı böceklerle karşı güçlü bir insektisit etki gösteren ve yaygın olarak kullanılan bitki türü *Azadirachta indica*'dır. Bu bitki böceklerde ölüm oranlarının artmasına sebep olurken; yumurtlama, beslenme ve gelişimleri üzerinde de olumsuz etkileri görülmektedir. Buradaki olumsuz etkilerin özellikle zararlılar üzerinde arttığı da bildirilmiştir (Castagnoli ve ark., 2005; Charleston ve ark., 2006; Seljåsen ve Meadow, 2006; Göçmen ve ark., 2007; Duso ve ark., 2008; Uçak ve ark., 2014; Sayeda ve El-Mogy, 2011; Schneider ve ark., 2017).

Bu çalışmada bitkisel bir insektisit olan Nimbecidine (0,3 g/l *Azadirachtin*), entomopatojen fungus olan ve ticari olarak piyasada bulunan Nibortem (% 1,5 *Verticillium lecanii* strain, 1x10⁸ konidi/ml), Met52 (*Metarhizium anisopliae*, 1x10⁸

konidi/ml), Nostalgist (% 1,5 *Beauveria bassiana* strain, 1x10⁸ konidi/ml), Priority (% 1,5 *Paecilomyces fumosoreus* strain, 1x10⁸ konidi/ml) ticari preparatlarının *T. castaneum* üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada depo zararlılarına karşı uygulanan kimyasalların kullanımını ve çevreye olan olumsuz etkilerinden dolayı alternatif mücadele etmenlerinden olan biyoinspektisitlerin etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada denemenin ana materyallerini un biti (*Tribolium castaneum*) ve Nimbecidine (0,3 g/l Azadirachtin), Nibortem (% 1,5 *Verticillium lecani* strain, 1x10⁸ konidi/ml), Met52 (*Metarhizium anisopliae*, 1x10⁸ konidi/ml), Nostalgist (% 1,5 *Beauveria bassiana* strain, 1x10⁸ konidi/ml), Priority (% 1,5 *Paecilomyces fumosoreus* strain, 1x10⁸ konidi/ml) oluşturmaktadır. Kontrol grubu olarak saf su kullanılırken; kullanılan insektisitler Agrobrest Grup firmasından temin edilmiştir.

2.1 *Tribolium castaneum* Üretimi

Tribolium castaneum ergin bireyleri Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'nde üretilmekte olan stok kültürden sağlanmıştır. Bu kitle üretimden alınan bireyler (erkek-dişi), içerisinde 1:1:1 oranında bisküvi:kepek:un karışımı bulunan 10x15x10 cm ölçülerindeki plastik kaplara alınmış ve yumurta bırakması için bekletilmiştir. Denemelerde kullanılan ergin bireyler bu kitle üretimden sağlanmıştır.

2.2 Denemelerin Kurulması

Bu çalışmada bitkisel bir insektisit olan Nimbecidine (0.3 g/l Azadirachtin), bunun yanında entomopatojen fungus olarak görev yapan, Nibortem (% 1.5 *Verticillium lecani* strain, 1x10⁸ konidi/ml), Met52 (*Metarhizium anisopliae*, 1x10⁸ konidi/ml), Nostalgist (% 1.5 *Beauveria bassiana* strain, 1x10⁸ konidi/ml), Priority (% 1.5 *Paecilomyces fumosoreus* strain, 1x10⁸ konidi/ml) ticari preparatları kullanılmıştır. Bu insektisitler kullanılırken üzerindeki önerilen dozlar hazırlanmış ve karışım için saf su kullanılmıştır.

Tribolium castaneum ergin bireyleri denemede kullanılmak üzere ayrı bir petri kapları içerisine samur fırça yardımıyla 10'ar adet olacak şekilde alınmıştır. Hazırlanan solüsyonlar petri kabının tamamına yayılacak şekilde püskürtülmüş ve her bir bireyin üzerine solüsyon geldiğine emin olduktan sonra petri kaplarına böceklerin beslenebilecekleri kadar bisküvi:kepek:un karışımından ilave edilmiştir. Bu denemelerde 6 cm çapındaki petri kapları kullanılmıştır. Denemeler her bir preparat (kontrol uygulaması dâhil) 10 tekerrürlü ve her bir tekrarda 10 birey olacak

şekilde düzenlenmiştir. Uygulama yapıldıktan 1, 3, 5, 7, 14 ve 21 gün sonra petri kapları içindeki ölü ve canlı bireyler sayılmış ve kaydedilmiştir. Yapılan üretimler ve denemelerin tamamı 25 ± 1 °C, 60 ± 5 orantılı nem 16:8 (aydınlık:karanlık) aydınlatma koşullarına sahip odada gerçekleştirilmiştir.

2.3 İstatistiksel Analizler

Canlı ve ölü bireyler üzerinden ölüm oranlarını belirlemek için Abbott formülü kullanılmış ve ölüm oranlarının yüzdesi hesaplanmıştır. Elde edilen verilere bakılarak uygulaması yapılan bitkisel yağların *T. castaneum* üzerindeki etkinlikleri belirlenmiştir. Daha sonra canlı bireyler üzerinden varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar TUKEY çoklu karşılaştırma testine göre karşılaştırılmıştır. Verilerin analizleri Minitab (ver. 16) istatistik uygulaması kullanılarak değerlendirilmiştir.

$$\text{Abbott} = \frac{(\text{Kontroldeki canlı birey sayısı} - \text{Uygulamadaki canlı birey sayısı})}{\text{Kontroldeki canlı birey sayısı}} \times 100$$

(Abbott, 1925).

3. Bulgular ve Tartışma

Denemelerin ilk aşamasında *T. castaneum*'a karşı uygulanan biyolojik preparatların zararlı üzerindeki ölüm oranları belirlenmiştir. Denemelerden elde edilen verilere göre canlı ve ölü bireyler üzerinden ölüm oranlarını belirlenmiştir. Biyolojik preparatların etkileri incelendiğinde; 14. günde yapılan sayımlarda ölüm yüzdeleri sırasıyla %55.21 , %29.17, %40.63, %31.25 ve %27.08 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 1). Elde edilen verilere göre *T. castaneum* üzerinde en etkili olanların *Azadirachtin* ve *M. anisopliae* etken maddeli biyoinsektisitler olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Uygulanan biyolojik insektisitlerin *Tribolium castaneum* üzerindeki etkileri (Abbott) (%)

Table 1. Effects of applied biological insecticides on *Tribolium castaneum* (Abbott) (%)

Zaman	Nimbecidine	Nibortem	Met52	Nostalgist	Priority
1.gün	5	0	0	0	0
3. gün	15	1	3	1	1
5. gün	24	3	9	6	3
7. gün	46.47	10.10	20.20	10.10	7.07
14. gün	55.21	29.17	40.63	31.25	27.08
21. gün	71.58	42.11	63.16	53.68	36.84

Canlı bireyler üzerinden yapılan istatistiksel analiz değerlendirildiğinde uygulamalar arasında *T. castaneum*'u etkilemesi bakımından istatistiksel bir farkın olduğu gözlenmiştir ($P < 0,05$). Sayımların on dördüncü gününde en düşük canlı birey sayısı *Azadirachtin* etkili maddeli insektisitte gözlenirken; bundan sonra en az canlı birey sayısı *M. anisopliae* etken maddeli insektisitte görülmüştür. Uygulanan diğer insektisitlerin etkinlikleri de çizelgede verilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Uygulanan biyolojik insektisitlerin *Tribolium castaneum* üzerindeki etkileri (Canlı birey sayıları)

Table 2. Effects of applied biological insecticides on *Tribolium castaneum* (Number of live individuals)

	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün	14. gün	21. gün
Nimbecidine	9.5±0.167 b	8.5±0.373 b	7.6±0.499 b	5.3±0.396 c	4.3±0.367 c	2.7±0.213 e
Nibortem	10.0±0.00 a	9.9±0.100 a	9.7±0.213 a	8.9±0.379 ab	6.8±0.249 b	5.5±0.269 bc
Met52	10.0±0.00 a	9.7±0.213 a	9.1±0.348 a	7.9±0.567 b	5.7±0.539 bc	3.5±0.373 de
Nostalgist	10.0±0.00 a	9.9±0.100 a	9.4±0.267 a	8.9±0.407 ab	6.6±0.340 b	4.4±0.267 cd
Priority	10.0±0.00 a	9.9±0.100 a	9.7±0.213 a	9.2±0.249 ab	7.0±0.333 b	6.0±0.258 b
Kontrol	10.0±0.00 a	10.0±0.00 a	10.0±0.00 a	9.9±0.100 a	9.6±0.221 a	9.5±0.224 a

*Aynı sütundaki farklı harfler uygulamalar arasında istatistiksel bir farkın olduğunu göstermektedir ($F_{1.gün}:9 / P_{1.gün}:0.001$; $F_{3.gün}:9.15 / P_{3.gün}:0.001$; $F_{5.gün}:8.42 / P_{5.gün}:0.001$; $F_{7.gün}:18.49 / P_{7.gün}:0.001$; $F_{14.gün}:24.05 / P_{14.gün}:0.001$; $F_{21.gün}:78.23 / P_{21.gün}:0.001$).

Bitkisel kökenli pestisitlerin zararlılar üzerindeki etkilerini araştırmak üzere son yıllarda çalışmaların arttığı görülmektedir. Bu çalışmalarda en çok üzerinde durulan gruplar Meliaceae, Rutaceae, Asteraceae, Labiateae, Piperaceae, ve Annonaceae familyalarıdır (Schoonhoven, 1982; Jacobson, 1989; Isman, 1995). Günümüzde ticari olarak piyasada bulunan *Azadirachtin*, Neem ağacı (*Azadirachta indica*, Meliaceae)'ndan elde edilmiştir ve pek çok zararlı böceğe karşı beslenmeyi ve büyümeyi engelleyici olarak kullanılmaktadır (Isman, 1997; Kısmalı ve Madanlar, 1988; Castagnoli ve ark., 2005; Charleston ve ark., 2006; Seljäsén ve Meadow, 2006; Göçmen ve ark., 2007; Duso ve ark., 2008; Uçak ve ark., 2014; Sayeda ve El-Mogy, 2011; Schneider ve ark., 2017). Bunun yanında Pimpinella anisum'dan elde edilen bir fenilpropanoid olan trans-anetholün Coleoptera, Hymenoptera ve Lepidoptera takımından birçok zararlı türe etkili olduğu bilinmektedir (Saraç ve Tuñç, 1995 a; b; Ho ve ark., 1997a; b; Kelm ve ark., 1997). Tarımsal zararlılarla savaşmada kullanılan biyopestisitlerin etkileri tam olarak bilinmese de onlar üzerinde değişik etkilere sahip oldukları görülmektedir. Bu sebeple kullanılan biyoinsektisitlerin dozu, konsantrasyonu ve uygulama sıklığı oldukça önemlidir (Bakkali ve ark., 2008).

Tarımda zararlı olan böceklerle karşı savaşmada yukarıdaki uygulamalara ek olarak fungus, virüs, bakteri, protozoa ve nematodlar gibi etkili ve çevreye dost mikrobiyal patojen kullanılmaktadır. Entomopatojen fungus olarak adlandırılan ve diğer entomopatojenlere göre daha geniş konukçuya sahip olan fungusların Lepidoptera, Homoptera ve Diptera takımlarındaki böcekler üzerinde etkili oldukları bilinmektedir (Deacon, 1983). Bitki üzerinde entomopatojen fungus ile enfekte olmuş olan zararlı organizmalar toprağa geçtiklerinde toprak içerisinde önemli düzeyde fungus rezervini oluşturmaktadır. Buna ek olarak toprak ortamı UV ışınlarına karşı tampon görevi gördüğü için funguslar uzun süre canlılığını korumaktadır (Samson ve ark., 1988; Keller ve Zimmermann, 1989). Bahsedilen funguslardan olan *B. bassiana*, tarımsal ekosistemde toprakta çok sık rastlanmakta ve dünya genelinde yayılış gösteren, geniş konukçu yelpazesine sahip entomopatojenik bir fungustur (McCoy, 1990; Roberts ve St. Leger, 2004; Rehner, 2005).

Çalışma sonucunda elde edilen verilere bakıldığında depolanmış ürünlerde ekonomik zarara neden olan *T. castaneum*'a karşı bir bitkisel insektisit ve dört entomopatojen fungusun etkileri ayrı ayrı belirlenmiştir. Sonuçlara göre uygulanan biyolojik preparatların (özellikle funguslar) bahsedilen zararlı üzerinde 14. günden itibaren etkili olmaya başladıkları saptanmış ve etkilerin sonraki günlerde daha da arttığı gözlenmiştir.

4. SONUÇ

Çalışma sonunda elde edilen veriler incelendiğinde *T. castaneum* üzerinde en etkili preparatların Azadirachtin ve *M. anisopliae* etken maddeli biyoinspektisitler olduğu görülmektedir. Laboratuvar ortamında petri kapları içerisinde yürütülen bu çalışmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde piyasada bulunan bazı biyolojik insektisitlerin un biti üzerinde etkili olduğu gözlenmiştir. Ürünlerin depolandığı koşullar ele alındığında uygulanan biyoinspektisitlerin etkisi açısından, böceğin yaşadığı alanın boyut olarak büyümesi, uygulanan biyolojik insektisitlerin depolanmış ürünlerde nasıl bir etki göstereceği (özellikle funguslar) gibi parametrelerde ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple biyoinspektisitlerin etkisini daha iyi belirlemek adına, çalışmada kullanılan preparatların depo koşullarında da denemelerinin yürütülmesi gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abbott, W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267.
- Adler, C., 2004. Integrated stored product protection methods to replace the use of methyl bromide for pest control in grains, dried fruits and nuts. *International Conference on Alternatives to Methyl Bromide, Proceedings Book*, 227-231, 27-30 September, Lisbon, Portugal.
- Al-Ghanim, K.A., Mahboob, S., Vijayaraghavan, P., Al-Misned, F.A., Kim, Y.O., Kim, H.J., 2019. Sublethal effect of synthetic pyrethroid pesticide on metabolic enzymes and protein profile of non-target Zebra fish, *Danio rerio*. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(1): 441-447. doi:10.1016/j.sjbs.2019.11.005
- Anonim, 2019. Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünlerin Alan ve Üretim Miktarları (Seçilmiş Ürünlerde). http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Erişim tarihi:20.03.2019).
- Arthur, F.H., 1996. Grain protectants: current status and prospects for the future. *Journal of Stored Products Research*, 32: 293-302. doi: 10.1016/S0022-474X(96)00033-1.
- Ayvaz, A., Albayrak, S., Karabörklü, S., 2008. Gamma radiation sensitivity of the eggs, larvae and pupae of Indian meal moth *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae). *Pest Management Science*, 64: 505-512. doi: 10.1002/ps.1526.
- Azizoglu, U., Yılmaz, S., Karabörklü, S., Ayvaz A., 2011. Ovicidal activity of microwave and UV radiations on mediterranean flour moth *Ephestia kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera: Pyralidae). *Turkish Journal of Entomology*, 35: 437-446.
- Bağcı, F., Yılmaz, A., Ertürk, S., 2014. Ankara ili hububat depolarında bulunan zararlı böcek türleri. *Bitki Koruma Bülteni*, 54(1): 69-78.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M., 2008. Biological effects of essential oils a review, *Food and Chemical Toxicology*, 46: 446-475. doi:10.1016/j.fct.2007.09.106.
- Banks, H.J., 1994. Fumigation- an endangered technology? In: Highley, E., Wright, E. J., Banks, H. J., Champ, B. R. (Eds.). *Proceedings of the Sixth International Wkg. Conference on Stored-product Protection*, Vol:1: 2-6, 17-23 April, Canberra, Australia.
- Batta, Y.A., Kavallieratos N.G., 2018. The use of entomopathogenic fungi for the control of stored-grain insects. *International Journal of Pest Management*, 64(1): 77-87. doi: 10.1080/09670874.2017.1329565.
- Boxall, R.A., 2001. Post-harvest losses to insect-a world overview. *International Biodeterioration & Biodegradation* 48: 137-152. doi: 10.1016/S0964-8305(01)00076-2.
- Castagnoli, M., Liguori, M., Simoni, S., Duso, C., 2005. Toxicity of some insecticides to *Tetranychus urticae*, *Neosilus californicus*, *Tydeus californicus*. *Biocontrol*, 50: 611-622. doi: 10.1007/s10526-004-8121-7.
- Charleston, D.S., Kfir, R., Dicke, M., Vet, L.E.M., 2006. Impact of botanical extracts derived from *Melia azedarach*

- and *Azadirachta indica* on populations of *Plutella xylostella* and its natural enemies: a field test of laboratory findings. *Biological Control*, 39: 105-114. doi: 10.1016/j.biocontrol.2006.05.012.
- Deacon, J.W., 1983. *Microbial control of plant pests and diseases*. Van Nostrand Reinhold Co, Wokingham, UK.
- Donahaye, E.J., 2000. Current status of non-residual control methods against stored product pests. *Crop Protection*, 19: 571-576. doi: 10.1016/S0261-2194(00)00074-0.
- Duso, C., Malagnini, V.P., Castognali, M., Liguori, M., Simoni, S., 2008. Comparative toxicity of botanical and reduced-risk insecticides to Mediterranean populations of *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae). *Biological Control*, 47: 16-21. doi: 10.1016/j.biocontrol.2008.06.011.
- Emekçi, M., Ferizli, A.G., 2000. Current status of stored product protection in Turkey. IOBC/WPRS Study Group Integrated Protection of Stored Products, Berlin, IOBC wprs Bulletin, Vol. 23(10): 39-45.
- Fileds, P. G., 1992. The control of stored-product insects and mites with extreme temperatures. *Journal of Stored Product Research*, 28: 89-118. doi: 10.1016/0022-474X(92)90018-L.
- Goettel, M.S., Eilenberg, J., Glare, T., 2005. Entomopathogenic fungi and their role in regulation of insect populations. In: L.I. Gilbert, K. Iatrou, S.S. Gill (Eds), *Comprehensive Molecular Insect Science*. Elsevier, Amsterdam. pp 361- 405.
- Göçmen, H., Topakçı, N., İkten, C., 2007. Pamuk Beyazsineği *Bemisia tabaci* (genn) (Homoptera: Aleyrodidae)'ye karşı Azadirachtin etkinliği üzerine bir araştırma. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 119-126.
- Ho, S.H., Ma, Y., Huang, Y., 1997a. Anethole, a potential insecticide from *Illicium verum*, against two stored product insects. *International Pest Control*, 39: 50-51.
- Ho, S.H., Koh, L., Ma, Y., Huang, Y., Sim, K.Y. 1997b. The oils of garlic, *Allium sativum* L. (Amaryllidaceae), as a potential grain protectant against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motcsh. *Postharvest Biology and Technology*, 9: 41-48. doi: 10.1016/0925-5214(96)00018-X.
- Isman, M.B., 1995. Leads and prospects for the development of new botanical insecticides. *Rev. Pestic. Toxicol.*, 3: 1-20.
- Isman, M.B., 1997. Neem and other botanical insecticides: Barriers to Commercialization. *Phytoparasitica*, 25: 339-344. doi: 10.1007/BF02981099.
- Jackson, M.A., Jaronski, S.T., 2009. Production of microsclerotia of the fungal entomopathogen *Metarhizium anisopliae* and their potential for use as a biocontrol agent for soil-inhabiting insects. *Mycological Research*, 113: 842-850. doi: 10.1016/j.mycres.2009.03.004.
- Jacobson, M., 1989. Botanical Insecticides. Past, Present and Future. In: Arnason, J.T., Philogene, B.J.R., Morand, P. (Eds), *Insecticides of Plant Origin*. Am. Chem. Soc. Symp. Ser. 387, 1-10.
- Karabörklü, S., Ayvaz, A., Yılmaz, S., Azizoglu, U., Akbulut, M., 2014. Native entomopathogenic nematodes isolated from Turkey and their effectiveness on pine processionary moth, *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams. *International Journal of Pest Management*, 61(1): 3-8. doi: 10.1080/09670874.2014.984256.
- Karunakaran, C., Jayas, D.S., White, N.D.G., 2004. Identification of wheat kernels damaged by the red flour beetle using X-ray image. *Biosys. Engin.*, 87(3): 267-274. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2003.12.002.
- Keller, S., Zimmerman, G. 1989. Mycopathogens of soil insects. In: Wilding, N., Collins, N.M., Hammond, P.M., Webber, J.F. (Eds.), *Insect-Fungus Interactions*. Academic Press, pp. 240-270. London.
- Kelm, M.A., Nair, M.G., Schutzki, R.A., 1997. Mosquitocidal Compounds from *Magnolia salicifolia*. *International Journal Pharmacognosy*, 35: 84-90. doi: 10.1076/phbi.35.2.84.13279.
- Kısmalı, Ş., Madanlar, N., 1988. *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae)'nin böceklere etkileri üzerinde bir inceleme. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 12(4), 239-249.
- Lacey, L.A., Goettel, M.S., 1995. Current developments in microbial control of insect pests and prospects for the early 21st century. *Entomophaga*, 40: 3-27. doi: 10.1007/BF02372677.
- McCoy, C.W., 1990. Entomogenous fungi as microbial pesticides. In: R.R. Baker and P.E. Dunn (eds), *New Direction in Biological Control*. A.R. Liss, New York, pp. 139-159.
- Meyling, N.V., 2008. PCR-Based Characterisation of Entomopathogenic Fungi for Ecological Studies, 14p, Vegqure, Copenhagen.
- Mills, R., Pedersen, J., 1990. *A flour mill sanitation manual*. Eagan Press, 1600 pp, St. Paul, MN.
- Moore, D., Prior C., 1993. The potential of mycoinsecticides. *Biocontrol News and Information*, 14: 31-40.
- Perez-Parada, A., Goyenola, G., de Mello, F.T., Heinzen, H., 2018. Recent advances and open questions around pesticide dynamics and effects on freshwater fishes. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 4: 38-44. doi: 10.1016/j.coesh.2018.08.004.

- Prakash, A., Rao, J., Pasalu, I.C., Mathur, K.C., 1987. Rice Storage and insect pests management. BR Publishing Corporation, 337p, New Delhi.
- Rath, A.C., 2000. The use of entomopathogenic fungi for control of termites. *Biocontrol Science and Technology*, 10: 563-581. doi: 10.1080/095831500750016370.
- Rehner, S.A., 2005. Phylogenetics of the insect pathogenic genus *Beauveria*. In: Vega, F.E., Blackwell, M. (Eds.), *Insect-Fungal Associations: Ecology and Evolution*. Oxford University Press, pp. 3-27.
- Roberts, D.W., St. Leger, R.J., 2004. *Metarhizium* spp., cosmopolitan insect-pathogenic fungi: Mycological aspects. *Advances in Applied Microbiology*, 54: 1-70. doi: 10.1016/S0065-2164(04)54001-7.
- Samson, R.A., Evans, H.C., Latge, J.P., 1988. Atlas of entomopathogenic fungi. Springer-Verlag, New York.
- Saraç, A., Tunç, I., 1995b. Residual toxicity and repellency of essential oils to store product insects. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 102: 429-434.
- Saraç, A., Tunç, I., 1995a. Toxicity of essential oil vapours to store-product insects. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 102: 69-74.
- Sayed, S.A., El-Mogy, M.M., 2011. Field evaluation of some biological formulations against *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) in onion. *World Applied Sciences Journal*, 14(1): 51-58.
- Schneider, L.C.L., Silva, C.V., Conte, H., 2017. Toxic effect of commercial formulations of neem oil, *Azadirachta indica* A. Juss., in pupae and adults of the sugarcane borer, *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Crambidae). *Arq. Inst. Biol.*, doi: 10.1590/1808-16570.00432.014.
- Schoonhoven, L.M., 1982. Biological aspects of antifeedants. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 31: 57-69. doi: 10.1111/j.1570-7458.1982.tb03119.x.
- Schöller, M., Prozell, S., Al-Kirshi, A. G., Reichmuth, C., 1997. Towards biological control as a major component of integrated pest management in stored product protection. *Journal of Stored Products Research*, 33 (1): 81-97. doi: 10.1016/S0022-474X(96)00048-3.
- Seljäsen, R., Meadow, R., 2006. Effects of neem on oviposition and egg and larval development of *Mamestra brassicae* L. dose response, residual activity, repellent effect and systemic activity in cabbage plants. *Crop Protection*, 25: 338-345. doi: 10.1016/j.cropro.2005.05.007.
- Sevim, A., Sevim, E., Demirbağ, Z., 2015. Entomopatojenik fungusların genel biyolojileri ve Türkiye’de zararlı böceklerin mücadelesinde kullanıma potansiyelleri. *Erzincan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1): 115-147. doi: 10.18185/eufbed.33883.
- Shah, P.A., Pell, J.K., 2003. Entomopathogenic fungi as biological control agents. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 61: 413-423. doi: 10.1007/s00253-003-1240-8.
- Sinha, R.N., Watters, F.L., 1985. Insect pests of flour mills, grain elevators, and feed mills and their control. Agriculture Canada, Winnipeg, M.B., Canada.
- Tang, W., Wang, D., Wang, J., Wu, Z., Li, L., Huang, M., Xu, S., Yan, D., 2018. Pyrethroid pesticide residues in the global environment: An overview. *Chemosphere* 191: 990-1007. doi: 10.1016/j.chemosphere.2017.10.115.
- Teng, M., Zhang, H., Fu, Q., Lu, X., Chen, J., Wei, F., 2013. Irrigation-induced pollution of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in paddy field ecosystem of Liaohe River Plain, China. *Chinese Science Bulletin*, 58: 1751-1759. doi: 10.1007/s11434-013-5815-1.
- Uçak H., Karaca İ., Güven Ö., 2014. Bazı biyopestisitlerin *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thripidae: Thysanoptera)’e etkileri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 5(2): 137-148.
- Zhang, H., Lu, X., Zhang, Y., Ma, X., Wang, S., Ni, Y., Chen, J., 2016. Bioaccumulation of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls by loaches living in rice paddy fields of Northeast China. *Environmental Pollution*, 216: 893-901. doi: 10.1016/j.envpol.2016.06.064.
- Zettler, J.L., Arthur, F.H., 2000. Chemical control of stored product insects with fumigants and residual treatments. *Crop Protection*, 19: 577-582. doi: 10.1016/S0261-2194(00)00075-2.





Effect of Production System on Some Meat Quality Traits of Pekin Ducks

Yetiştirme Sisteminin Pekin Ördeklerinde Bazı Et Kalitesi Özellikleri Üzerine Etkisi

Umud Sami YAMAK¹, Musa SARICA², Mehmet Akif BOZ³, Kadir ERENŞOY⁴

¹ Ondokuz Mayıs University Agricultural Faculty, Department of Animal Science, Samsun, Turkey
• usyamak@omu.edu.tr • ORCID > 0000-0002-6435-4866

² Ondokuz Mayıs University Agricultural Faculty, Department of Animal Science, Samsun, Turkey
• msarica@omu.edu.tr • ORCID > 0000-0001-5331-0596

³ Bozok University Agricultural Faculty, Department of Animal Science, Yozgat, Turkey
• bozmakif@gmail.com • ORCID > 0000-0002-7452-6895

⁴ Ondokuz Mayıs University Agricultural Faculty, Department of Animal Science, Samsun, Turkey
• kadir.erensoy@omu.edu.tr • ORCID > 0000-0002-7479-6203

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 27 Ocak / January 2021

Kabul Tarihi / Accepted: 15 Ekim / October 2021

Yıl / Year: 2022 | Cilt – Volume: 37 | Sayı – Issue: 1 | Sayfa / Pages: 13-22

Atıf/Cite as: Yamak, U.S., Sarıca, M., Boz, M.A. ve Erensoy, K. "Effect of Production System on Some Meat Quality Traits of Pekin Ducks - Yetiştirme Sisteminin Pekin Ördeklerinde Bazı Et Kalitesi Özellikleri Üzerine Etkisi". Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi - Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(1), Şubat 2022: 13-22.
<https://doi.org/10.7161/omuanajas.869374>

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: usyamak@omu.edu.tr



EFFECT OF PRODUCTION SYSTEM ON SOME MEAT QUALITY TRAITS OF PEKIN DUCKS

ABSTRACT:

A total of 240 day old Pekin ducks were reared in indoor and free-range systems to determine the effect of production system on some meat quality traits. At 14 weeks of age, 16 birds (1 male, 1 female per pen) were slaughtered and carcass traits were determined after an 8-hr fasting period. Ducks achieved a live weight between 2600 and 2800 grams. Production system did not significantly affect the carcass part ratios and edible inner organ ratios. Meat pH and color was measured on breast and thigh meat after 12 hours at 4°C. There were not significant differences between the meat color (L*, a* and b*) of breast and thigh meat among production systems.

Keywords: Pekin duck, Production system, Meat color, pH, Carcass



YETİŞTİRME SİSTEMİNİN PEKİN ÖRDEKLERİNDE BAZI ET KALİTESİ ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZ:

Toplam 240 adet günlük yaşta Pekin ördeği, yetiştirme sisteminin bazı et kalitesi özelliklerine etkisini belirlemek için entansif ve gezintili sistemde yetiştirilmiştir. 14 haftalık yaşta, 18 saatlik aç bırakma periyodundan sonra 16 hayvan (her bölmeden 1 dişi, 1 erkek) kesilmiş ve karkas özellikleri belirlenmiştir. Ördekler 2600 ve 2800 gram arasında değişen canlı ağırlıklara ulaşmışlardır. Yetiştirme sisteminin karkas parça ve yenilebilir iç organ oranları üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur. Et rengi ve pH'sı but ve göğüs etinde, 4°C'de 12 saat bekletildikten sonra ölçülmüştür. Yetiştirme sistemleri arasında, but ve göğüs etinde et rengi (L*, a* ve b*) bakımından farklılıklar önemli bulunmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Pekin ördeği, Yetiştirme sistemi, Et rengi, pH, Karkas



1. INTRODUCTION

The popularity of alternative poultry species is increasing in many countries (Isguzar et al., 2002). Related to this, number of ducks raised to 1.131 billion from 561 million between 1990 and 2014. The share of ducks in total poultry species (chicken, duck, goose and turkey) also increased to 4.85% from 4.77% in this period. Total duck meat production in 2013 was about 4.367 million tonnes. Asia has the highest production and accounted about the 83.81% of total duck meat whereas Europe had the share of 11.2% in 2013 (FAO, 2017). Ducks are mostly produced for meat because they are easy to raise and have resistance to many of common poultry diseases (Omojola, 2007). Pekin and Muscovy (mostly in France) are the main species used for meat production. Also mule ducks are produced mostly in France for fatty liver production (Baeza, 2005).

There are various systems used for duck production in the World. For example, developed countries prefer ducks to produce in fully controlled intensive houses or with access to outdoors. Also, sometimes they have an option of water for swimming (Baeza, 2005). Production in intensive systems resulted in remarkable increases in productive efficiency, but these systems had a negative effect on animal welfare (Mench, 1992). Therefore, use of ducks in extensive or semi-intensive systems improves the welfare of birds. On the other hand, foraging ability of the ducks make them natural controllers of weed and pests on field crops, particularly rice. Therefore, duck and rice productions could be combined (Edar et al., 1996). These rice-duck and fish-duck combined systems are common in Asian Countries. However, there are also farms which only aimed to produce duck meat (Adamski et al., 2011).

There are non-genetic factors affecting slaughter, carcass and meat quality traits and production system is one of the important ones (Meluzzi et al., 2009). Effect of outdoor and indoor systems on some slaughter traits (live weight and slaughter weight, edible organ weights, carcass part weights and ratios, meat color and pH) of ducks were investigated in this study.

2. Material and Methods

This study was performed at the Research Farm of Ondokuz Mayıs University Agricultural Faculty. A total of 240 day old ducklings were bought from a commercial farm and transferred to house after hatching. Ducklings were randomly placed to pens in windowed house which heated with infrared heaters. One side of the house had access to outdoor area. Each system (outdoor and indoor) had 8 pens and each pen had 15 ducklings. Pens were in dimensions of 3.5 x 3.5 m. Each pen had own feeder and drinker. Wood shavings were used as litter material. Lighting

program was started with 24-h lighting for first 3 days and incrementally decreased to 20 hours until the end of 2 weeks and then remained constant until 3 weeks. From this age to slaughter approximately 14 hours of natural lighting was applied. When ducks reached 3 weeks of age, birds in the outdoor system had access to outdoor pens. Outdoor areas of each pen were in dimensions of 14 x 3.5 m.

Feed and water were ad libitum. Commercial broiler chicken diet was used as feed (Crude protein ratio 23% and 12.8 MJ Metabolized Energy).

At 14 weeks of age, 16 birds (1 male, 1 female per pen) were weighed and slaughtered after an 8-hr fasting period. Hot-carcass weights were recorded after slaughter. 12 hours chilling at 4°C was applied to carcasses and cold carcass weights were determined. Carcass parts were recorded as ratio to cold carcass weights.

Breast and thigh meat pH was measured at 3 different points after 12 hours at 4°C (Model PC 510, Cyber scan, Singapore). Meat color ($L^* a^* b^*$) was evaluated with a colorimeter (Konica Minolta CR-400 colorimeter) at 2 different points of breast and thigh meat.

2.1 Statistical analysis

Data was analyzed with the software SPSS with OMU license (Version 16). Variance analysis with a factorial arrangement (production system and sex) was used to test the effects of production system, age, and the interactions between production system, age and gender. Data was subjected to arc-sine transformation, and genotype and slaughter age means were separated using Duncan's multiple range test. A level of $P < 0.05$ was considered statistically significant.

3. Results and Discussion

Body weights and carcass weights of the ducks and dressing percentages after slaughter for both systems were given in Table 1. Ducks achieved to a mean live weight around 2800 g both in free-range and barn conditions. As an expected result, males were higher than females in both systems, but the differences were not significant. These values were lower than the results of Adamski et al. (2011) who found the live weight of Pekin ducks around 3 kg at 7 weeks of age. Origin of the birds is the most important factor on live weight gain. Selection in live weight and feed conversion shortens the production period and increases the achieved live weight in this period. However, there were no reported studies on the selection of Pekin ducks reared in Turkey. Isguzar et al. (2002) reported the mean body weight of Turkish Pekin ducks between 1.8 and 2.0 kg at 12 weeks of age. Results obtained in this study were similar to these findings. Cold dressing percentages obtained in

barn conditions were relatively higher than free-range system, but the difference was not significant. Our cold dressing percentage results were between 68.02 and 71.77% and similar to the findings of Erisir et al. (2009) who reported the cold dressing percentages of Pekin ducks between 68.2 and 70.3 %.

Table 1. Some slaughter traits of ducks in different production systems

Çizelge 1. Farklı yetiştirme sistemindeki ördeklerin bazı kesim özellikleri

Production system	Gender	Live weight (g)	Hot carcass weight (g)	Cold carcass weight (g)	Hot dressing percentage (%)	Cold dressing percentage (%)
Free-range	M	2884.4	2048.8	1962.0	71.03	68.02
	F	2745.2	1998.4	1900.8	72.80	69.24
Barn	M	2869.5	2103.0	2015.0	73.29	70.22
	F	2617.2	1878.4	1799.2	71.77	71.77
SEM		91.24	70.84	66.63	0.41	0.32
Effects						
Production system		NS	NS	NS	NS	NS
Free-range		2814.8	2023.6	1931.4	71.75	68.51
Barn		2729.3	1978.2	1895.1	72.44	69.41
Gender		NS	NS	NS	NS	NS
Male		2877.8	2072.9	1985.6	72.01	68.99
Female		2681.2	1938.4	1850.0	72.14	68.89

Heart, liver, gizzard and abdominal fat and total edible inner organ weights, and their ratios to cold carcass weight are given in Table 2. Production system did not have a significant effect on heart, liver, gizzard and total edible inner organ weight and ratio and abdominal fat weight. Sex had a significant effect on heart weight but did not affect other traits. Total weights of edible inner organs were 146.9 g for males and 137.8 g for females and 147.3 g for free-range system and 140.8 g for indoor system. However, the differences were not significant and the ratio of edible inner organs was similar in outdoor and in indoor birds and in both genders. This was related to the similar live weights of birds in both systems and genders. Edible inner organs ratio was around 5% and this was similar to the findings of Onbasilar et al. (2013) who found the ratio between 5 % and 5.5 % but lower than the results of Adamski et al. (2011) who found the ratio between 7% and 8%.

Table 2. Effects of production system and gender on edible inner organs**Çizelge 2.** Yetiştirme sistemi ve cinsiyetin yenilebilir iç organlara etkisi

Production system	Gender	Heart weight (g)	Liver Weight (g)	Gizzard weight (g)	Abdominal fat (g)	Edible inner organ weight (g)	Edible inner organ ratio (%)
Free-range	M	16.4	50.8	83.6	9.2	150.8	5.2
	F	15.0	49.5	78.5	11.5	143.0	5.2
Barn	M	17.3	55.3	78.0	6.0	150.6	5.3
	F	15.2	38.0	81.6	4.4	134.8	5.2
SEM		0.798	1.914	3.143	1.494	3.795	0.001
Effects							
Production system		NS	NS	NS	NS	NS	NS
Free-range		15.8	50.2	81.3	10.2	147.3	5.1
Barn		16.0	44.5	80.3	5.0	140.8	5.1
Gender		NS	*	NS	NS	NS	NS
Male		16.0	51.6	79.3	8.0	146.9	5.1
Female		14.6	44.0	79.2	7.6	137.8	5.2

*: $P < 0.01$, NS: *Insignificant*, M: *Male*, F: *Female*, SEM: *Standard Error of Means*.

Carcass part weights and ratios are given in Tables 3 and 4, respectively. Carcass part weights was not significantly affected by production system and gender, but ducks reared in barn condition had significantly higher breast ratio ($P < 0.01$) and lower thigh ratio ($P < 0.05$). Breast is the most edible and preferred part of the poultry carcass. Therefore, breast ratio is an important factor for consumption. In chicken broilers, it is over 35% (Yamak et al., 2014). While previous studies reported duck breast ratios to be between 28% (Onbasilar, et al., 2013) and 32% (Erisir et al., 2009). This study found breast ratios of 34.3 % for free-range birds and 36.2% for indoor birds. Indoor birds had significantly higher breast ratios than free-range birds ($P < 0.05$). Thigh ratio was significantly affected by production system and ducks reared in free-range system had significantly higher thigh ratio ($P < 0.01$). Thigh ratios in this study were similar to those reported by Onbasilar et al. (2013), which were between 16.81% and 17.72%, but lower than the values of Erisir et al., (2009) which were around 20%.

Table 3. Effects of production system and gender on carcass part weights**Çizelge 3.** Yetiştirme sistemi ve cinsiyetin karkas parça ağırlıklarına etkisi

Production system	Gender	Breast weight (g)	Thigh weight (g)	B a c k weight (g)	Neck weight (g)	Wing weight (g)
Free-range	M	668.4	367.9	438.3	233.5	262.3
	F	658.9	349.0	408.0	216.8	255.3
Barn	M	742.4	341.1	422.3	247.9	267.9
	F	645.3	311.3	377.6	219.9	257.2
SEM		28.254	10.727	16.124	8.907	7.769
Effects						
Production system		NS	NS	NS	NS	NS
Free-range		663.7	358.5	423.2	225.1	258.8
Barn		668.4	324.5	397.4	232.3	262.0
Gender		NS	*	NS	NS	NS
Male		701.3	356.0	431.1	240.0	264.8
Female		652.1	330.2	392.8	218.4	256.3

*: $P < 0.01$, NS: Insignificant, M: Male, F: Female, SEM: Standard Error of Means.

Table 4. Effects of production system and gender on carcass part ratios**Çizelge 4.** Yetiştirme sistemi ve cinsiyetin karkas parça oranlarına etkisi

Production system	Gender	Breast Ratio (%)	Thigh Ratio (%)	B a c k Ratio (%)	Neck Ratio (%)	Wing Ratio (%)
Free-range	M	34.0	18.8	22.4	11.9	13.4
	F	34.6	18.5	21.4	11.5	13.5
Barn	M	36.6	17.1	20.9	12.3	13.5
	F	35.9	17.3	21.0	12.2	14.3
SEM		0.466	0.266	0.336	0.220	0.234
Effects						
Production system		*	**	NS	NS	NS
Free-range		34.3	18.6	21.9	11.7	13.5
Barn		36.2	17.2	21.0	12.2	13.9
Gender		NS	NS	NS	NS	NS
Male		35.2	18.0	21.7	12.1	13.4
Female		35.2	17.9	21.2	11.8	13.9

*: $P < 0.01$, **: $P < 0.05$, NS: Insignificant, M: Male, F: Female, SEM: Standard Error of Means.

Table 5. Effects of production system and gender on breast and thigh meat color (L*, a*, b*) and pH values**Çizelge 5.** Yetiştirme sistemi ve cinsiyetin göğüs ve but etinin renk ve pH'ına etkisi

Production system	Gender	Breast meat color			Thigh meat color			Breast pH	Thigh pH
		L*	a*	b*	L*	a*	b*		
Free-range	M	51.85	9.60	2.64	47.77	11.62	3.42	5.96	6.77
	F	54.51	9.09	3.42	51.43	11.36	5.41	6.09	6.63
Barn	M	53.94	9.12	2.87	48.36	11.61	3.15	6.07	6.97
	F	54.88	9.10	3.20	49.07	11.34	3.32	6.12	6.87
SEM		0.960	0.289	0.307	0.788	0.361	0.355	0.039	0.068
Effects									
Production system (PS)		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Free-range		53.18	9.34	3.03	49.60	11.49	4.42	6.03	6.70
Barn		54.46	9.11	3.06	48.76	11.46	3.24	6.10	6.91
Gender (G)		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
M		52.78	9.39	2.74	48.03	11.62	3.30	6.01	6.86
F		54.69	9.09	3.31	50.25	11.35	4.37	6.11	6.75

NS: Insignificant, M: Male, F: Female, SEM: Standard Error of Means

Table 5 represents the meat color and pH values. Production system and gender all had not significant effects on color and pH values of breast and thigh meat. Meat quality is affected by genetic and environmental factors (Rehfeldt et al., 2004). Meat color is important for consumers (Fanatico et al., 2007) and can be affected by gender, age of the bird, genotype, feed content, intramuscular fat, moisture of the meat, pre-slaughter conditions and stress, and processing variables (Yang and Jiang, 2005). There were not significant differences between L*, a* and b* values of breast and thigh meat of ducks reared in different systems. pH is another important factor affecting meat quality and shelf life. Environment becomes more favorable for bacteria when pH value rises and this results with decreased shelf life for the meat (Aberle et al., 2001). Similar to meat color values, pH values of breast and thigh meat were not affected by production system or gender.

4. CONCLUSION

According to results obtained from the study showed that using free-range systems for duck production is more suitable for animal welfare. Although, there were not significant differences slaughter and carcass traits of ducks reared indoor or free-range. Therefore, according to the demands of duck meat market, free-range system could be more compatible for duck meat production.

Acknowledgment

Study was supported by Ondokuz Mayıs University Project Office (Project number: ZRT.1902.15.001).

REFERENCES

- Aberle, E.D., Forrest, J.C., Derrard, D.E and Mills, E.W., 2001. Principles of meat science. 4th ed. Kendall /Hunt Publ. Co. Dubuque, IA.
- Adamski, M.P., Kowalczyk, A.M., Lukaszewicz, E.T and Korzeniowska, M., 2011. Effects of sex and inclusion of dried distillers grains with solubles on slaughter yield and meat characteristics of Pekin ducks. *British Poultry Science*, 52: 742-749
- Baeza, E., 2005. Major trends in research into domestic ducks and recent results concerning meat quality. Proceedings of 17th European Symposium on the Quality of Poultry Meat, Doorwerth (Netherlands), mat on DVD.
- Edar, E., Yabuki, R., Takayama, K., Nakanishi, Y., Manda, M., Watanabe, S., Matsumota, S and Nakagama, A., 1996. Comparative studies of behaviour, weeding and pest control of ducks (Mallard, Cherry Valley and their crossbred) free ranged in paddy field. *Japanese Poultry Sci.*, 30: 365-370.
- Erisir, Z., Poyraz, O., Onbasilar, E.E., Erdem, E and Oksuztepe, G.A., 2009. Effects of housing system, swimming pool and slaughter age on duck performance, carcass and meat characteristics. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8:1864-1869.
- Fanatico, A., Pillai, P.B., Emmert, J.L and Owens, C.M., 2007. Meat quality of slow- and fast-growing chicken genotypes fed low nutrient or standard diets and raised indoors or with outdoor access. *Poultry Science*, 86:2245-2255.
- Isguzar, E., Kocak, C and Pingel, H., 2002. Growth, carcass traits and meat quality of different local ducks and Turkish Pekins. *Arch. Tierz., Dummerstorf*, 45: 413-418.
- Meluzzi, A., Sirri, F., Castellini, C., Roncarati, A., Melloti, P and Franchini, A., 2009. Influence of genotype and feeding on chemical composition of organic chicken meat. *Italian Journal of Animal Science*, 8: 766-768. doi:10.4081/ijas.2009.s2.766
- Mench, J.A., 1992. The welfare of poultry in modern production system. *Poult. Sci. Rev.*, 4:107-128.
- Omojola, A.B., 2007. Carcass and organoleptic characteristics of duck meat as influenced by breed and sex. *International Journal of Poultry Science*, 6:329-334.
- Onbasilar, E.E., Erdem, E., Hacan, O and Kocakaya, A., 2013. Effect of width and depth of bell drinker and sex on fattening performance and carcass characteristics of Pekin Ducks. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.* 19: 923-927.
- Rehfeldt, C., Fiedler, I and Stickland, N.C., 2004. Number and size of muscle fibres in relation to meat production. Pg.1-38. *Muscle development of livestock animals: Physiology, genetics and meat quality*, CABI Publishing, Cambridge, MA.
- Yang, N and Jiang, R.S., 2005. Recent advances in breeding for quality chickens. *World's Poultry Science*, 61: 373-381.





The Effects of Organic and Conventional Growing Techniques on Tomato

Organik ve Geleneksel Yetiştirme Tekniklerinin Domatese Etkileri

Caner YILMAZ¹, Harun ÖZER²

¹ Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Samsun, Turkey
• caner.yilmaz@omu.edu.tr • ORCID > 0000-0003-4183-9614

² Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Samsun, Turkey
• haruno@omu.edu.tr • ORCID > 0000-0001-9106-383X

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 9 Şubat / February 2021

Kabul Tarihi / Accepted: 13 Ekim / October 2021

Yıl / Year: 2022 | **Cilt – Volume:** 37 | **Sayı – Issue:** 1 | **Sayfa / Pages:** 23-36

Atıf/Cite as: Yılmaz, C. ve Özer, H. "The Effects of Organic and Conventional Growing Techniques on Tomato - Organik ve Geleneksel Yetiştirme Tekniklerinin Domatese Etkileri". Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi - Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(1), Şubat 2022: 23-36.

<https://doi.org/10.7161/omuanajas.877643>

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: haruno@omu.edu.tr



THE EFFECTS OF ORGANIC AND CONVENTIONAL GROWING TECHNIQUES ON TOMATO

ABSTRACT:

This study aims to determine the changes in the yield and physiological parameters of the organic and conventionally grown tomatoes (*Solanum Lycopersicum* cv. Şencan 9). In the study carried out according to randomized block experiment design, tomato fruits were grown organic and conventional in two different greenhouses. In the light of the results obtained, significantly higher chlorophyll content (37.09 CCI) and average fruit weight (165.82 g) were obtained from the tomatoes grown conventionally than those grown organically. Leaf stoma conductivity, fruit shape index, and yield in terms of organic and conventional cultivation were different from each other. As a result of the study, significant increases on yield could be achieved by increasing the variety of organic fertilizers and applying organic farming following its technique.

Keywords: *Chlorophyll content, Stoma conductivity, Solanum lycopersicum*



ORGANİK VE GELENEKSEL YETİŞTİRME TEKNİKLERİNİN DOMATESE ETKİLERİ

ÖZ:

Bu çalışmada, organik ve geleneksel olarak yetiştirilen domateslerin (*Solanum lycopersicum* cv. Şencan 9) verim ve fizyolojik parametrelerindeki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Tesadüf blokları deneme desenine göre yürütülen çalışmada, domates meyveleri organik ve konvansiyonel olmak üzere iki farklı serada yetiştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında, organik olarak yetiştirilenlere göre geleneksel olarak yetiştirilen domateslerden önemli ölçüde daha yüksek klorofil içeriği (37.09 CCI) ve ortalama meyve ağırlığı (165.82 g) elde edilmiştir. Organik ve konvansiyonel yetiştiricilik açısından yaprak stoma iletkenliği, meyve şekli indeksi ve verimi birbirinden farklı bulunmuştur. Çalışma sonucunda organik gübre çeşitliliğinin artırılması ve tekniğine uygun organik tarım uygulanması ile verimde önemli artışlar sağlanabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Klorofil içeriği, Stoma iletkenliği, Solanum lycopersicum*



1. INTRODUCTION

Content of carbohydrates, organic acids, amino acids, vitamins, pigments, various mineral substances, phenolic compounds, and high antioxidant activity, which are essential for human nutrition, tomatoes make a significant contribution to the strengthening of the immune system (George et al. 2011; Sönmez and Ellialtıoğlu, 2014). Tomato cultivation can be done both organically and conventionally. Significant increases have been detected in many bioactive compounds beneficial in human nutrition when grown organically (Öztürk and Özer, 2019).

Increasing soil vitality is one of the most important issues for organic vegetable growing. With the initiation of microorganism activities in the soil, events such as mineralization of nutrients that are important for plant growth, nitrogen fixation, phosphorus solubility, production of plant hormones, and prevention of harmful microorganisms occur (Altın and Bora, 2005; Alagöz et al. 2020).

Monoculture applications, excessive fertilization, insufficient soil cultivation, not leaving fallow, and lack of green manuring threaten soil vitality. The most suitable way to improve the soil structure is to enrich the soil with organic matter (Tüzel et al., 2011; Zhang et al., 2012). Although it requires extra knowledge and skills with organic path plant nutrition, the physical and chemical structure of the soil with green manure recovered and increased efficiency are provided (Beşirli et al., 2009; Nesmeyanova et al., 2013; Patil et al., 2014; Ragozo et al., 2014; XieFeng et al., 2014). The most effective method in green fertilization is to plant various leguminous plants in the soil in autumn and winter and mix them with the soil during full bloom. It is stated that, nematode populations, which are the leading soil-borne pests, and some disease factors decrease with the use of green manure plants, and soil structure strengthens against these diseases and pests (Beşirli et al., 2001; Larkin, 2013; Thakur, 2013; Azimzadeh et al., 2014).

High relative humidity and weed control are one of the most important problems in organic vegetable cultivation in a greenhouse. Many of the organisms that cause disease live in high humidity conditions. In organic greenhouse farming, where conservation comes to the fore, every stage of plant cultivation is kept under control, and optimal environmental conditions are provided. Shade and mulch are used to prevent the plant from becoming stressed throughout the growing season. (Stephens, 2003; Özer, 2017). Different mulching applications in vegetable crops provide advantages in disease and pest control and yield (Radics et al., 2004; Ünlü et al., 2006; Özer, 2017). The relative humidity in the greenhouse soil not covered up by evapotranspiration causes the rigging. Ascending from the lower leaves of the plant, relative humidity increases the spread of fungal diseases (Ekinçi and Dursun, 2006; 2009; Jodaugiene et al., 2014). In farming, the preservation of soil

moisture, reduction of the product cost, protection and development of soil structure, weed control, temperature changes, and control of diseases and pests can be achieved by mulching (Ünlü et al., 2006; Ekinci and Dursun, 2009; Jordán et al., 2010).

When it comes to organic vegetable production, the first year is crucial due to the loss of yield caused by the use of intensive same chemical fertilizers. Growing organic vegetables requires a process. First and foremost, the organic matter and vitality of the soil should be raised in the organic farming process. This study aims to determine the effects of some physiological parameters and yield elements of tomatoes grown by organic and conventional methods in greenhouses where organic vegetable cultivation has been carried out for 17 years.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Plant materials

The field research were carried out in greenhouses created at the Research and Implement Center of the Agricultural Faculty of Ondokuz Mayıs University in Samsun, Turkey (41°37' N, 36°21' E, and 137 m altitude), in 2018. Şencan 9 (*Solanum Lycopersicum* L.) tomato cultivar, which is produced according to organic cultivation procedures, was used as plant material. Broad bean (*Vicia faba* L. cv. Gölyaka) was grown for green manuring.

2.2 Greenhouse process

Two greenhouses with a width of 6 m, and a length of 20 m, and a side height of 3 m were chosen for the study. They have been used for organic production for 17 years. In one greenhouse, organic cultivation was used, whereas in the other, conventional cultivation was used.

The green manure was used as a bottom fertilizer in the greenhouse where organic cultivation is done. Therefore, broad bean seeds were planted on November 15, 2017. When the broad bean plants were in full bloom (April 15, 2018), they were crushed with the hoeing machine (12.6 kg wet broad bean per m²) and mixed into the soil at a depth of 25 cm.

Organic fertilization (from commercial or natural sources) was made in the greenhouse where organic farming was carried out after the findings of the soil analysis were determined. (Kacar and İnal 2008) (Table 1). While creating the fertilization program, the amount of nutrients removed by the tomato from the soil (20-30 kg da⁻¹ N, 3-8 kg da⁻¹ P₂O₅, 30-60 K₂O, 3-6 kg da⁻¹ MgO and 10-20 kg da⁻¹

CaO) was taken into account (Şalk et al., 2008). The 2.5 mg L⁻¹ doses of liquid commercial organic fertilizer (NPK, bio-organic fertilizer) were applied to the plants by drip irrigation method 10 days interval from the planting of the seedling. In the greenhouse, only *Helicoverpa armigera* pests were seen. For this reason, an insecticide, which has an organic active ingredient (Laser, Dow AgroSciences; approval for in organic agriculture), was used twice.

Table 1. Some physical and chemical characteristics of the soil.

Çizelge 1. Toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

		pH	EC (dS m ⁻¹)	OM (%)	N (%)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)
Treatments	Conventional	7.36 a	0.95 a	1.54 b	0.12 a	72.71	93.33	167.20 a	504.45	15.59 b	10.00a	3.06	11.94 b
	Organic	6.52 b	0.81 b	3.15 a	0.09 b	890.60	1038.67	134.40 b	495.28	17.72a	8.87 b	3.05	17.43 a
Analysis Time	Planting	6.69 b	0.87 b	2.19 b	0.10	1049.1 a	1118.0 a	190.80 a	565.25 a	20.04	10.13 a	3.35	15.21 a
	First flowering	6.89 b	0.87 b	2.51 a	0.12	716.55 b	890.0 b	110.40 c	408.78 c	19.22	9.23 ab	2.94	13.45 b
	Last har- vest	7.25 a	0.92 a	2.34 b	0.11	879.31 b	1040.0 ab	151.20 b	525.57 b	10.72	8.95 b	2.87	15.40 a
	Main affect												
Significance (interaction)	Treat- ments	*	*	*	*	ns	ns	*	ns	*	*	ns	*
	Analy- sis Time	*	*	*	ns	*	*	*	*	ns	*	ns	*

*: $P < 0.05$, ns: non-significant. The differences among the means shown with the same lowercase letter in the same column were not significant

The di ammonium phosphate (18% N and 46% P₂O₅) was applied to 2.3 kg per 120 m² one month before the planting of the seedling as bottom fertilization in the greenhouse, where conventional cultivation was made. 17.000 mg L⁻¹ urea fertilizer (46% N) was applied to the plants by drip irrigation method 15 days interval from the planting of the seedling., 13.500 mg L⁻¹ triple superphosphate (42% P₂O₅) from

the first fruit set was given with a 20-day interval., Total herbicide (Roundup) was used in weed control in the greenhouse where conventional production was made. Eforia 247 (Sygenta) was used as an insecticide against *Helicoverpa armigera* pest. In addition, Antracol WP70 (Bayer) was used as a precaution against fungal diseases in the greenhouse.

The irrigation of the plants was provided by drip irrigation at regular intervals in both greenhouses. Tomato seedlings were planted on May 3, 2018, with a row spacing of 45 cm, a row of 50 cm, and a wide row of 90 cm. The air temperature, soil temperature, and relative humidity values in the greenhouse were measured regularly (30 da day⁻¹) from planting to the end of harvest with data loggers (KT100, Kimo, France) (Table 2). The axillary buds and yellowed or diseased leaves in tomatoes were pruned in the growing period. The leaves under the harvested clusters were also removed completely.

Table 2. Greenhouse climatic data.

Çizelge 2. Sera iklim değerleri.

	Greenhouse air temperature (°C)			Soil temperature (°C)			Greenhouse air humidity (%)		
	Mean	Highest	Lowest	Mean	Highest	Lowest	Mean	Highest	Lowest
Organic	24.82 a	29.41 a	16.01 a*	25.61	29.15 a	18.56 a	68.45 b	81.02 b	54.64 b
Conventional	24.42 b	29.28 b	15.46 b	25.06	28.68 b	17.15 b	72.23 a	90.30 a	57.13 a

The differences among the means shown with the same lowercase letter in the same column were not significant (: P<0.05)*

2.3 Statistical

The research was conducted using a three-replication randomized block trial design, with nine measurements taken in observation plants in each repetition. SPSS 15.0 statistical analysis program was used to evaluate the data obtained as a result of the study. The differences between the averages obtained were determined by t-test analysis.

3. Results and Discussion

3.1 Some physical and chemical characteristics of the soil

Significant statistical differences were determined between the biochemical properties of soil samples taken at different stages of cultivation (planting, first flowering, and last harvest) from conventional and organic greenhouses (P<0.05).

According to the results, the highest pH (7.36), EC (0.95dS m^{-1}), N (0.12%), Mg (167.20 ppm) and Zn (10 ppm) were measured in the greenhouse where conventional cultivation was carried out. In the greenhouse where organic cultivation was carried out, the highest organic matter (OM; 3.15%), Mn (17.72 ppm) and Fe (17.43 ppm) values were obtained, while the significant effects of K, Ca, Na and Cu values on the applications were not determined (Table 1).

It is reported that organic fertilizer applications have a regulating effect on soil pH (Demirtaş et al., 2012). In our study, the pH values in the greenhouse where organic cultivation is carried out decreased from 7.36 to 6.52 (Table 1). It is known that the most important application that leads to salinity increases in the soil in greenhouse cultivation is fertilization. It is also an important parameter for monitoring the mineralization of organic matter (DeNeve et al., 2000). With a similar study, mushroom compost waste was applied to the parcels where tomato cultivation was carried out, and soil samples were taken from each parcel at the end of the production season and analyzed. According to the findings, there was an increase in the amount of organic matter, Mg, K, P, and salt in the parcels where mushroom compost was spread, as well as a decrease in the pH values. (Demirtaş et al., 2007). In our study, the slow mineralization of organic fertilizers does not increase the EC value much, while the rapid increase in EC value with the use of chemical fertilizers is thought to be caused by rapid mineralization.

The way to increase soil vitality is to enrich the soil with organic matter. It can be significantly boosted, especially with the addition of organic matter derived from green manure soil organic C and microbial biomass content. . In parallel with this increase, significant increases in yield occur (Alagöz and Özer, 2018). Green manure has been shown to increase the productivity of crop plants by improving the soil physical and chemical properties, in addition to increasing the organic substances imparted to the microorganism activity to soil (Bong et al. 2014; Sensing, 2014; Kröbel et al. 2014; Patil et al. 2014; Xiefeng et al . 2014; Pintoa et al.2017). Similar results are obtained by providing improved results of the study showed that the yield increase of the soil with conventional composting similar values were obtained.

3.2 Greenhouse climatic date

When the temperature within the greenhouse and the average values were compared statistically, there were significant differences between the greatest and lowest temperature values of the therapy (P0.05). According to the results, the temperature in the greenhouse where organic cultivation took place was 16.01 degrees Celsius, whereas the temperature in the greenhouse where conventional cultivation took place was 15.46 degrees Celsius.

When we examined the soil temperature values in the greenhouses where both cultivation was done, a statistically significant difference was found between the average, highest and lowest temperature values ($P < 0.05$). The highest average (26.31°C) and the lowest (18.56°C) soil temperature values were measured in the organic farming greenhouse (Table 1). These values may have resulted from the use of mulch in the greenhouse where organic cultivation is carried out. It is reported that the soil temperature increases significantly with the use of mulch, but the soil temperature values are less affected by the outdoor conditions, providing a stable temperature for the plants (Özer, 2017). The average temperatures were higher in our study in which similar results were obtained, while the highest (29.15°C) and the lowest (17.15°C) soil temperature values were obtained since mulch was not used in the greenhouse where conventional cultivation was performed.

When the relative humidity value in the greenhouse was examined, the highest relative humidity value (average; 71.23, the highest; 90.30, the lowest; 57.13) was measured in the greenhouse with conventional cultivation ($P < 0.05$). Our findings are assumed to be attributable to the absence of mulch in the greenhouse where conventional cultivation was carried out. Since the whole soil surface was covered with mulch in the greenhouse where organic farming was practiced, evaporation of water on the soil surface was prevented (Table 2). Mulch has been shown in studies to have impacts such as conserving soil moisture, weed management, and moderating rapid temperature swings, in addition to controlling diseases and pests. (Carter and Johnson, 1988; Abak et al., 1991; Ünlü et al, 2006; Ekinçi and Dursun, 2009; Jordán et al., 2010; Mu et al., 2014). Similarly, in our study, no disease was discovered during the cultivation period in the greenhouse where organic cultivation was carried out. The main reason for this is because the usage of mulch in the greenhouse reduces relative humidity levels. It has been observed that the risk of disease is low, especially due to the decrease in relative humidity in the greenhouse.

3.3 Properties of some nutrient elements of tomato fruits

When the nutritional values of organic and conventionally grown fruits were examined, it was significantly affected by the macro and micro nutrient cultivation technique ($P < 0.01$). In the study, the highest N ($3.91\text{ g} / 100\text{g}$), K ($5.04\text{ g} / 100\text{g}$) Ca ($249.76\text{ mg} / 100\text{g}$), Fe ($1.53\text{ mg} / 100\text{g}$) and C ($0.14\text{ mg} / 100\text{g}$) values was obtained from conventional production systems, the high P ($329.69\text{ mg} / 100\text{g}$), Mg ($192.82\text{ mg} / 100\text{g}$) and Zn ($0.45\text{ mg} / 100\text{g}$) values were measured in organically grown tomato fruits (Table 3).

Table 3. Properties of some nutrient elements of tomato fruits.**Çizelge 3.** Domates meyvelerinin bazı besin elementlerinin özellikleri.

	N g/100g	K g/100g	P mg/100g	Ca mg/100g	Mg mg/100g	Fe mg/100g	Cu mg/100g	Zn mg/100g
Organic	3.5±0.05b	4.6±0.12b	329.7±0.11a	189.8±0.09b	192.8±0.03a	1.30±0.02b	0.12±0.01b	0.45±0.01a*
Conventional	3.9±0.06a	5.0±0.09a	279.7±0.13b	249.7±0.11a	172.8±0.04b	1.53±0.01a	0.14±0.01a	0.43±0.01b

*: *The differences among the means shown with the same lowercase letter in the same column were not significant ($P < 0.01$)*

Gözükara and Kaplan, (2018) N (2.13-2.27%), P (0.20-0.24%), K (3.87-4.15%), Ca (0.18-0.23%), Mg (0.11-0.12%) determined the values of Fe (27.40-32.59 mg / kg), Cu (4.32-5.56 mg / kg) and Zn (15.83-18.55 mg / kg) in tomatoes of different genotypes, they Similarly, Roe et al. (2013) in tomatoes N (0.71 g / 100g), K (1257 mg / 100g), P (94 mg / 100g), Ca (45 mg / 100g), Mg (57 mg / 100g), Fe (1.45 mg / 100g), Cu (0.41 mg / 100g) and Zn (0.56 mg / 100g) contents were determined. In both cultivation methods, except for Cu and Zn values, the mineral contents of the fruits were determined by Roe et al. (2013) was found to be higher than the values determined. In the studies using organic fertilizers, it is reported that the mineralization of organic nutrients is significantly slower (Toor et al. 2006). In our study, it is thought that the nutritional element values in fruits are lower compared to conventional cultivation due to the slow mineralization of green fertilization applied to the soil.

3.4 Properties of yield and some physiological parameters of tomato

Organic and conventional growing plants of leaf chlorophyll content, leaf stomatal conductance, average fruit weight, and fruit shape index and yield values were determined (Table 4). Among these parameters, only the effect of cultivation type on leaf chlorophyll content and average fruit weight was found to be significant ($P < 0.05$). Conventionally grown from plants had a significantly higher chlorophyll content as compared to those grown organically (37.09 CCI) and average fruit weight (165.82g) was obtained. Although there was no significant difference, in the organically grown plants had a higher values in terms of leaf stomatal conductance (365.69 mmol m⁻²s⁻¹), fruit shape index (1.19) and yield (4.26 kg plant⁻¹) compared to conventional grown plants.

Table 4. Properties of yield and some physiological parameters of tomato.**Çizelge 4.** Domatesin verim özellikleri ve bazı fizyolojik parametreleri.

Treatments	Leaf chlorophyll content (CCI)	Stomatal conductivity ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Average fruit weight (g)	Fruit shape index	Yield (kg plant^{-1})
Organic	31.72±1.75 b	359.11±11.25	138.83±14.76 b	1.14±0.07	4.03±0.13
Conventional	37.09±2.04 a	365.69±11.84	165.82±05.79 a	1.19±0.02	4.26±0.28

*: *The differences among the means shown with the same lowercase letter in the same column were not significant ($P < 0.05$)*

There are many factors affecting the yield in plant cultivation. It is reported that there is a positive and significant relationship between stomatal conductance, which is one of the most important, and yield. It has been reported that stomatal conductivity and yield values are associated with higher soil organic matter and soil microorganism activity (Alagöz and Özer, 2018). In addition, it has been reported that green fertilization application increases the the organic matter of the soil and improves the physical and chemical properties of the soil, thus increasing the productivity of plants (Duyar, 2014; Kröbel et al., 2014; Patil et al., 2014; Xie-Feng et al., 2014; Pintoa et al., 2017). The residence time in soil of nitrogen provided from synthetic fertilizers is much shorter in all conditions. The continuous presence of nitrogen released by slow mineralization in the root zone ensures that the plant continues its development uninterruptedly (Özdemir and Sezer, 2013). It is stated that the nutrients obtained from organic fertilizers have lower availability and mineralization rates (Toor et al., 2006). However, the C / N ratio of the organic waste to be used affects the mineralization time. Especially if the C / N ratio is higher than 25/1, mineralization slows down (Özeker and Ulutürk, 2006). In our study, lower but similar leaf stomata conductivity and yield values were obtained in conventionally grown plants using broad bean as green fertilizer in the greenhouse where organic cultivation was carried out. It is thought that the low yield values of organically grown plants are due to the slow mineralization of organic substances. Especially, the quick nitrogen mineralization may be the reason of the high content of leaf chlorophyll in conventional cultivation.

4. CONCLUSION

With the work we have carried out, it has been observed that significant increases in yield and quality can be achieved by performing organic farming in accordance with its technique. The fact that tomatoes, which are crucial in human nutrition, have lower plant nutrient levels as compared to the conventional cultivation technique of organic cultivation, and it is thought to be due to intensive

chemical fertilization. The slow mineralization of organic matter explains why this effect is limited in organic farming. This view is especially, supported by the fact that organic and conventional cultivation have no significant effect on leaf stomatal conductivity and yield values, because conventional cultivation does not have a protective claim such as protecting the plant against diseases and pests. In conventional cultivation, pesticide is definitely applied considering the damage they will cause. In organic farming, protection is more prominent, considering these damages. Soil vitality is generally not important in conventional farming because fertilizers given dissolve quickly and respond to your needs. In organic farming, microorganisms perform the mineralization of nutrients. Therefore, considerable decreases in yield in organic farming have occurred as a result of this issue not being taken into account in the application of these two cultivation techniques in previous studies. . In our study, the increase in yield provided by organic farming techniques applied in the greenhouse where organic farming has been carried out for 17 years has been found remarkable.

As a result, in tomato cultivation, which has an important place in human nutrition, in terms of plant nutrients, fruits have lower values in organic cultivation compared to conventional cultivation. It is thought that this effect is due to the use of intensive chemical fertilizers in conventional farming. In organic farming, this effect is more limited due to the slow mineralization of organic matter.

Acknowledgements

Authors are grateful for the support of Ondokuz Mayıs University Scientific Research Council (Project No: PYO. ZRT.1904.18.011).

REFERENCES

- Abak, K., Pakyürek, Y., Sarı, N., Büyükalaca, S., 1991. Sera kavun yetiştiriciliğinde malç ve farklı budama yöntemlerinin verim, erkencilik ve meyve iriliği üzerine etkileri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(4): 39-50.
- Alagöz, G., Özer, H., 2018. The effects of planting systems on soil biology and quality attributes of tomatoes. Archives of Agronomy and Soil Science, 65(3): 421-433.
- Alagöz, G., Özer, H., Pekşen, A., 2020. Raised bed planting and green manuring increased tomato yield through improved soil microbial activity in organic cultivation. Raised bed planting and green manuring increased tomato yield through improved soil microbial activity in organic cultivation. Biological Agriculture & Horticulture, 36(3): 187-199.
- Altın, N., Bora, T., 2005. Bitki gelişmesini uyaran kök bakterilerinin genel özellikleri ve etkileri. Anadolu, J. of AARI, 15(2): 87-10.
- Azımzadeh, Y., Shirvani, M., Shariatmadari, H., 2014. Green manure and overlapped rhizosphere effects on pb chemical forms in soil and plant uptake in maize/canola intercrop systems: a rhizobox study. Soil & Sediment Contamination, 23(6): 677-690.
- Beşirli, G., Sönmez, İ., Keçeci, M., Güçdemir, İ.H., 2009. Organik domates yetiştiriciliğinde yeşil gübreleme ve bazı besin maddelerinin toprak yapısı üzerine etkisi. 1. GAP Organik Tarım Kongresi, 17-20 Kasım, Özet Kitabı 48, Şanlıurfa.

- Beşirli, G., Sürmeli, N., Sönmez, İ., Kasım, M.U., Başay, S., Karık, Ü., Şarlar, G., Çetin, K., Erdoğan, S., Çelikel F. G., Pezikoğlu, F., Efe, E., Hantaş, C., Uzunouğulları, N., Cebel, N., Güçdemir, İ. H., Keçeci, M., Güçlü, D., Tuncer, A.N., 2001. Domatesin organik tarım koşullarında yetiştirilebilirliğinin araştırılması. Türkiye II. Ekolojik Tarım Sempozyumu, s. 256-265, Antalya.
- BongSu, C., JungEun, L., JwaKyung, S., WeonTai, J., SangSoo, L., SangEun, O., JaeE, Y., YongSik, O. 2014. Effect of rapeseed green manure amendment on soil properties and rice productivity. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 45(6):751-764.
- Carter, J., Johnson, C., 1988. Influence of different types of mulches on eggplant production. *Hort. Science*, 23(1): 143-145.
- Demirtaş, E.I., Arı, N., Öktüren, F., Özkan, C.F., 2012. Organik ve kimyasal gübre uygulamalarının örtüaltı domates yetiştiriciliğinde toprak verimliliği ve bitkinin beslenmesine etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 29(1): 9-22.
- Demirtaş, E.I., Arı, N., Arpacioğlu, A.E., Özkan, C.F., Aslan, H., 2007. Örtüaltı Domates Yetiştiriciliğinde Mantar Atığı Kullanımının Bazı Toprak Özellikleri ve Verim Üzerine Etkisi. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, s. 220-223, Erzurum.
- DeNeve, S., Van De Steeve, J., Hartman, R., Hoffman, G., 2000. Using time domain reflectometry for monitoring mineralization of nitrogen from soil organic matter. *EU. Journal Soil Science*, 51: 295-304.
- Duyar, H. 2014. Effect of green manure and poultry manure on yield and fruit quality in organic greenhouse tomato production. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(1): 10-18.
- Ekinci, M., Dursun, A. 2006. Sebze yetiştiriciliğinde malç kullanımı. *Derim Dergisi*, 23(1): 20-27.
- Ekinci, M., Dursun, A. 2009. Effects of different mulch materials on plant growth, some quality parameters and yield in melon (*Cucumis melo* L.) cultivars in high altitude environmental condition. *Pakistan Journal Botany*, 41(4): 1891-1901.
- George, S., Tourniaire, F., Gautier, H., Goupy, P., Rock, E. 2011. Changes in the contents of carotenoids, phenolic compounds and vitamin C during technical processing and lyophilisation of red and yellow tomatoes. *Food Chemistry*, 124:1603-1611.
- Gözükara, G., Kaplan, M. 2018. Domates (*Solanum lycopersicum* L.) yetiştiriciliğinde üretici ve çeşit faktörlerinin yaprak ve meyvedeki bitki besin maddesi konsantrasyonu üzerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4): 484-495.
- Jodaugiene, D., Marcinkeviciene, A., Pupaliene R., Sinkeviciene, A., Bajoriene, K., 2014. Changes of weed ecological groups under different organic mulches. *Julius Kühn Archiv*, 443: 244-251.
- Jordán, A., Zavala, L. M., Gil, J., 2010. Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in Southern Spain. *Catena*, 81: 77-85.
- Kacar, B., İnal, A. 2008. Bitki analizleri. Nobel Yayın No 1241, Ankara, 892 p.
- Kröbel, R., Lemke, R., Campbell, C. A., Zentner, R., McConkey, B., Steppuhn, H., Jong, R., Wang, H., 2014. Water use efficiency of spring wheat in the semi-arid Canadian prairies: effect of legume green manure, type of spring wheat, and cropping frequency. *Canadian Journal of Soil Science*, 94(2): 223-235.
- Larkin, R. P. 2013. Green manures and plant disease management. *CAB Reviews*, 8(37): 1-10.
- Mu, L., Liang, Y., Zhang, Wang, C. K., Shi, G., 2014. Soil respiration of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) under different mulching practices in a greenhouse, including controlling factors in China, *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B - Soil & Plant Science*, 37-41.
- Nesmeyanova, M. A., Kuznetsova, T. G., Dedov, A. V. 2013. Role of binary sowing crops with legumes for preserving and improving soil fertility. *VestnikOrelGAU*, 3(6): 33-37.
- Özdemir, S., Sezer, B. 2013. Kümes atıklarının organik gübre ve biyo-yakıt olarak değerlendirilmesi. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 10: 20-24.
- Özeker, E., Ulutürk, M. 2006. Organik tarımda örtü bitkilerinin kullanımı. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2006, 43(2):153-164
- Özer, H., 2017. Organic tomato (*Solanum lycopersicum* L.) production under different mulches in greenhouse. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 27(5): 1565-1572.
- Öztürk B., Özer, H., 2019. Effects of grafting and green manure treatments on postharvest quality of tomatoes. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 19(4): 780-792.
- Patil, G. D., Kharade, M. S., Sawale, D.D., 2014. Effect of green manures on physico-chemical properties of soil. *Journal of Agriculture Research and Technology*, 39(1): 160-163.

- Pintoa, R., Britob, L.M, Coutinhoc, J., 2017. Organic production of horticultural crops with green manure, composted farmyard manure and organic fertilizer. *Biological Agriculture & Horticulture*, 33(4): 269-284.
- Radics, L., Bognar, E. S., Bertschinger, L., Anderson, J. D. 2004. Comparison of different mulching methods for weed control in organic green bean and tomato. *ActaHorticulturae*, 638: 189-196.
- Ragozo, C. R. A., Leone, S., Tecchio, M.A., 2014. Nutritional balance and yield for green manure orange trees. *Ciência Rural*, 44(4): 616-621.
- Roe, M., Church, S., Pinchen, H., Finglas, P., 2013. Nutrient analysis of fruit and vegetables. The Institute of Food Research, Norwich Research Park, Colney, Norwich, Independent Nutritionist, Surrey, UK, 92 p.
- Sönmez, K., Ellialtıoğlu, Ş.Ş. 2014. Domates, karotenoidler ve bunları etkileyen faktörler üzerine bir inceleme. *Derim*, 31(2):107-130.
- Stephens, J. M. 2003. Organic vegetable gardening. University of Florida, IFAS Extension.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S. 2008. Özel Sebzeçilik. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü,488s Tekirdağ.
- Thakur, S. K. 2013. Effect of green manuring and plant dry powder on soil properties and nematode infecting maize. *Agricultural Science Digest*, 34(1): 56-59.
- Toor, R. K., Savage, G.P., Heeb, A., 2006. Influence of different types of fertilizers on the major antioxidant components of tomatoes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 20-27.
- Tüzel, Y., Öztekin, G. B., Duyar, H., Eşiyok, D., Kılıç, Ö. G., Anaç, D., Kayıkçıoğlu, H.H., 2011. Organik salata-marul yetiştiriciliğinde agryl örtü ve bazı gübrelerin verim, kalite, yaprak besin madde içeriği ve toprak verimliliği özelliklerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 17: 190-203.
- Ünlü, Ö. H., Ünlü, H., Karataş, A., Padem, H., Kitiş, Y.E., 2006. Farklı renkteki malçların domateste verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Alatırım*, 5(1): 10-14.
- XieFeng, Y., HonGen, L., Zheng, L., Yong, W., YingYuan, W., HongFeng, W., GuoShun, L., 2014. Effects of green manure continuous application on soil microbial biomass and enzyme activity. *Journal of Plant Nutrition*, 37(4): 498-508.
- Zhang, X., Ma, L., Gilliam, F. S., Wang, Q., Li, C., 2012. Effects of raised-bed planting for enhanced summer maize yield on rhizosphere soil microbial functional groups and enzyme activity in Henan Province, China, *Field Crops Research*, 130: 28-37.





Gümüşhane İli Kelkit İlçesinde Konvansiyonel ve Organik Silajlık Mısır Üretim Maliyeti¹

Conventional and Organic Silage Maize Production Cost in Kelkit District of Gümüşhane Province

Emine SELVİ¹, Vedat DAĞDEMİR²

¹ Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum

² Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum
• dagdemir@atauni.edu.tr • ORCID > 0000-0002-2293-9460

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 12 Nisan / April 2021

Kabul Tarihi / Accepted: 15 Ekim / October 2021

Yıl / Year: 2022 | **Cilt – Volume:** 37 | **Sayı – Issue:** 1 | **Sayfa / Pages:** 37-56

Atıf/Cite as: Selvi, E. ve Dağdemir, V. "Gümüşhane İli Kelkit İlçesinde Konvansiyonel ve Organik Silajlık Mısır Üretim Maliyeti - Conventional and Organic Silage Maize Production Cost in Kelkit District of Gümüşhane Province". Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi - Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(1), Şubat 2022: 37-56.

<https://doi.org/10.7161/omuanajas.913874>

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: dagdemir@atauni.edu.tr

¹Yüksek Lisans Tezinden Üretilmiştir.



GÜMÜŞHANE İLİ KELKİT İLÇESİNDE KONVANSİYONEL VE ORGANİK SİLAJLIK MISIR ÜRETİM MALİYETİ

ÖZ:

Bu araştırmada 2017 yılında Gümüşhane ili Kelkit ilçesinde organik ve konvansiyonel silajlık mısır üretim maliyetini hesaplamak amaçlanmıştır. Konvansiyonel silajlık mısır üretimi yapan 43 ve organik silajlık mısır üretimi yapan 17 tarım işletmesine uygulanan anketlerden elde edilen veriler kullanılmıştır. Silajlık mısırın maliyeti konvansiyonel ve organik üretim yapan işletmelerde sırasıyla 0.086 ₺ kg⁻¹ ve 0.072 ₺ kg⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Devlet desteği çıkarıldıktan sonra silajlık mısırın maliyeti konvansiyonel ve organik üretim yapan işletmelerde sırasıyla 0.061 ₺ kg⁻¹ ve 0.035 ₺ kg⁻¹ olarak bulunmuştur. Konvansiyonel ve organik silajlık mısır ortalama satış fiyatı sırasıyla 0.150 ₺ kg⁻¹ ve 0.165 ₺ kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Ortalama net kar konvansiyonel ve organik üretim yapan işletmelerde sırasıyla 307.23 ₺ da⁻¹ ve 362.84 ₺ da⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Devlet desteği çıkarıldıktan sonra ortalama net kar konvansiyonel ve organik üretim yapan işletmelerde sırasıyla 426.18 ₺ da⁻¹ ve 509.74 ₺ da⁻¹ olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kelkit, Konvansiyonel ve organik üretim, Maliyet, Net kar, Silajlık mısır



CONVENTIONAL AND ORGANIC SILAGE MAIZE PRODUCTION COST IN KELKIT DISTRICT OF GÜMÜŞHANE PROVINCE

ABSTRACT:

In this research, it was aimed to calculate the organic and conventional silage corn production costs in Kelkit district of Gümüşhane province in 2017. The data obtained from the questionnaires applied to 43 farms producing conventional silage corn and 17 farms producing organic silage corn were used. The cost of silage maize was calculated as 0.086 ₺ kg⁻¹ and 0.072 ₺ kg⁻¹ in conventional and organic production enterprises, respectively. The cost of silage maize after government subsidy was found to be 0.061 ₺ kg⁻¹ and 0.035 ₺ kg⁻¹ in conventional and organic production enterprises, respectively. The average selling price of conventional and organic silage maize was 0.150 ₺ kg⁻¹ and 0.165 ₺ kg⁻¹, respectively. Average net profit was calculated as 307.23 ₺ da⁻¹ and 362.84 ₺ da⁻¹ in conventional and organic production enterprises, respectively. The average net profit after government subsidy was 426.18 ₺ da⁻¹ and 509.74 ₺ da⁻¹ in conventional and organic production enterprises, respectively.

Keywords: *Kelkit, Conventional and organic production, Cost, Net profits, Silage maize*



1. GİRİŞ

Tarım ürünleri, insan beslenmesinin vazgeçilmez kaynaklarıdır. Gelişmemiş birçok ülkenin ekonomik kalkınması, tarım sayesinde olmuştur. Artan nüfusla birlikte tarımın önemi büyük oranda anlaşılmıştır. Nüfusun artmasıyla birlikte artan gıda talebini karşılamak için kimyasal kullanım artmıştır (Eraslan vd, 2010). Tarımda kullanılan kimyasal ilaç ve gübre kullanımı çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etki yaratmış, bu olumsuz etkiyi en aza indirmek için son yıllarda organik tarıma hızlı bir geçiş gerçekleştirilmiştir (Merdan ve Kaya, 2013).

Organik tarım, üretimde hiçbir kimyasal girdi kullanmayan, doğadaki dengeyi koruyan, toprak verimliliğini sağlayan, zararlıları ve hastalıkları kontrol altına alan, doğal kaynakların optimum kullanımı ile optimum verim alınan bir üretim sistemini ifade etmektedir. Organik tarım, insan, çevre ve ekonomik olarak sürdürülebilir tarımsal üretim sistemini bütünleştiren bir yaklaşım olarak düşünülmektedir (Ak, 2004). Konvansiyonel tarım, günümüzde yaygın olarak uygulanan, genetik olarak değiştirilmiş yüksek verimli bitki çeşitlerinde kimyasal girdilerin yoğun bir şekilde kullanılması ile sürdürülen üretim sistemidir. Her aşaması kayıt altına alınan organik tarımsal ürünler, üreticiden tüketiciye kadar geçen her bir süreçte sistematik bir yaklaşım ve standart ile üretilirken, konvansiyonel ürünlerde herhangi bir yasal yükümlülük ve kontrol işlemleri bulunmaz.

Türkiye'nin doğal yapısı, iklim koşulları ve yürütülen geleneksel tarımın gelişmişlik düzeyi dikkate alındığında organik tarım açısından önemli bir yere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye'de Muş, Ağrı, Bitlis, Hakkari, Van, Ardahan, Gümüşhane, Iğdır ve Bayburt gibi illerin kendiliğinden organik üretim potansiyeline sahip oldukları ortaya konulmuştur (Merdan ve Kaya, 2013).

İnsanların kaliteli ve dengeli beslenmesi açısından hayvansal proteinlerin önemi çok büyüktür. Hayvanların protein ve kalite bakımından yüksek değere sahip kesif ve kaba yemlerle beslenmesi gerekmektedir. Özellikle hayvancılık açısından kaba yem açığı önemli bir sorun oluşturmaktadır (Yıldırım, 2015). Belirli bir verimin sağlanması ve yeterli beslenme için özellikle de süt hayvanlarının her mevsimde dengeli beslenmesi gerekmektedir. Hayvancılıkta dengeli beslenme açısından kuru ve kesif yemlerin yanı sıra yeşil yaş yemlere de ihtiyaç vardır. Yeşil ve yaş yemler çoğunlukla ilkbahar ve yaz aylarında temin edilmektedir. Yeşil yemin yetersiz olduğu dönemlerde ise yeşil yem ihtiyacının karşılanması ancak silajı yapılmış yem bitkileri ile sağlanabilmektedir (Tuvanç ve Dağdemir, 2009).

Silaj; su içeriği yüksek yeşil yem bitkilerinin, parçacıklara kıyılarak, havasız ortamda süt asidi bakterilerinin etkinliğine bırakılarak fermentasyona uğratılmaları yoluyla elde edilen bir nevi hayvan turşusu da denilebilecek yem çeşididir (Anonim, 2008). Hayvanların severek tükettikleri silaj, taze yeşil ot bulunmayan mevsimlerde işletmeler için ucuz ve tatminkar bir yem kaynağıdır (Yıldırım, 2015). Silajlık mısır birçok yeme göre sindirimi daha kolaydır ve bu nedenle dünyanın birçok yerinde sığırların ve koyunların beslenmesinde, özellikle süt sığırlarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Akdemir vd., 1997).

Hayvansal üretimin temel sorunlarından birisini yüksek girdi maliyetleri oluşturmaktadır. Bu sebeplerden dolayı ucuz ve kaliteli silajlık mısır yeminin sağlanması işletmenin kârlılığı açısından önemlidir. Üretim maliyetlerinin hesaplanması, tarım işletmelerinin karar mekanizmalarında fayda sağlamakla birlikte devletin gelir, fiyat, destekleme vb. tarım politikalarına karşı da önemli bir dayanak oluşturmaktadır (Taşçı ve Oğuz, 2014). Tarımsal ürün maliyetleri, işletmelerde fiziki üretim girdilerinin kullanım seviyelerinin belirlenmesi, iş gücünün planlanması, finansman programlarının yapılması ve ürün bütçelerinin hazırlanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Demircan vd., 2005).

Doğu Karadeniz Bölgesinde organik süt hayvancılığı ilk olarak Gümüşhane Kelkit ilçesinde uygulamaya konulmuştur. İlk ciddi yatırım 2003 yılında organik süt üretimi ile özel sektör eliyle Doğan Organik A.Ş. tarafından gerçekleştirilmiş olup Türkiye'nin en büyük organik süt üretme tesisi Gümüşhane'nin Kelkit ilçesinde kurulmuştur (Merdan ve Okuroğlu, 2014). Bu nedenle araştırmanın kapsamını, Gümüşhane ili Kelkit ilçesinde faaliyet gösteren konvansiyonel ve organik silajlık mısır üretimi yapan işletmeler oluşturmuştur. Organik ve konvansiyonel süt sığırcılığında önemli bir yere sahip olan araştırma bölgesinde gerekli olan yem temini için organik ve konvansiyonel silajlık mısır üretim maliyeti analizinin yapılması, iki farklı tarım sisteminin ekonomik olarak avantaj ve dezavantajlarını ortaya koyması açısından yararlı olacağı düşünülmektedir.

Çalışma da Gümüşhane'nin Kelkit ilçesinde üretimi yapılan organik ve konvansiyonel silajlık mısır üretim maliyetini hesaplamak ve iki maliyet arasındaki farkı ortaya koymak amaçlanmıştır. İki üretim şeklinde de net gelirin karşılaştırılması yapılarak hangi üretim şeklinin daha karlı olduğunu ortaya koymakta amaçlar arasındadır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Materyal

Araştırmada kullanılan birincil veriler, 2017 yılının Nisan-Ekim aylarında silajlık mısır üretiminin yapıldığı Gümüşhane ili Kelkit ilçesinde konvansiyonel silajlık mısır üretimi yapan 43 işletme ve organik silajlık mısır üretimi yapan 17 işletme ile yüz-yüze yürütülen anket çalışmasından elde edilmiştir.

Çalışmayla ilgili ikincil verileri ise daha önce yapılmış ulusal ve uluslararası araştırma makaleleri, il ve ilçe Tarım ve Orman Müdürlüklerinin Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS) kayıtları ve konuyla ilgili istatistiki bilgiler oluşturmuştur.

2.2 Metot

2.2.1 Araştırma bölgesinin belirlenmesi

Araştırmada konvansiyonel ve organik silajlık mısır üretim maliyetlerinin karşılaştırmalı analizi yapılacağından, organik silajlık mısırın yalnız Kelkit ilçesinde yapılması sebebiyle araştırma bölgesi Kelkit ilçesi olarak belirlenmiştir (Anonim, 2019).

2.2.2 Örneği oluşturacak işletmelerin seçimi

Konvansiyonel işletme sayısı belirlenirken, çiftçi kayıt sisteminde kayıtlı olan 2 ile 33 da arası işletmeler dikkate alınmıştır. İşletme sayısı belirlenirken, çiftçi kayıt sisteminde kayıtlı olan, 2 ile 33 da arası işletmeler dikkate alınmıştır. 2 da altında olan arazilerin çok küçük, 33 da üstünde arazilerin ise çok büyük olması sebebiyle popülasyonu temsil etmeyeceğinden dolayı işletme sayısına dahil edilmemiştir. 2017 yılında Kelkit ilçesinde toplam 113 işletme olmakla birlikte 11 işletme 2-33 da sınırları dışında kaldığı için 102 işletme değerlendirmeye alınmıştır. %90 güven aralığında ortalama %10 sapma ile örnek hacmi 43 olarak hesaplanmış ve anket yapılmıştır. Örnek sayısının belirlenmesinde formül 1 kullanılmıştır (Çiçek ve Erkan, 1996). Kelkit ilçesinde organik silajlık mısır üretimi yapan 17 işletme ile tam sayım yapılarak veriler elde edilmiştir.

$$n = N \cdot s^2 / (N-1) \cdot D^2 + s^2 \quad (1)$$

n: örnek büyüklüğü

N: popülasyonu oluşturan işletme sayısı

s²: işletme arazi genişliklerinin gösterdiği varyansı (53.109)

d: Örnek ortalaması ile popülasyon ortalaması arasındaki farkın hata payı (x*0.1)

x: İşletme başına ortalama arazi miktarı (da) (x=13.9)

z: Kabul edilen hata oranına göre standart normal dağılım tablosundaki cetvel değeridir ($z=1.65$).

D²: d^2/z^2 ($1.9321/2.7225 = 0.7096$).

n = $102 * 53.109 / (101 * 0.7096) + 53.109 = 43$

2.2.3 Verilerin hazır hale getirilmesi ve ekonomik analizlerde uygulanan yöntemler

Anketlerden elde edilen veriler tartılı ortalama olarak dikkate alınmıştır. İşletmelerde toplam girdi miktarı, toplam silajlık mısır ekim alanına bölünerek birim alana düşen ortalama miktar ve masraflar saptanmıştır.

Silajlık mısır üretim maliyeti hesaplarken, bir üretim döneminde yapılan üretim masrafları toplanmıştır. Üretim masrafında değişken masraflar; toprak hazırlama, gübreleme, çapalama, ilaçlama, hasat, nakliye, silaj yapma masrafları ve döner sermaye faizi, sabit masraflar ise; kira bedeli ve genel idare gideri olarak hesaplanmıştır (Karagölge, 2013; Tuvanç ve Dağdemir, 2009).

Nüfus ve iş gücünün değerlendirilmesinde, aile iş gücü ve yabancı iş gücünün işletmede ki toplam çalışma süreleri dikkate alınmış olup yabancı iş gücü ücretleri üzerinden hesaplamalar yapılmıştır (Sipahioğlu, 2014). İşgücü istekleri saat cinsinden hesaplanmış, makine sürücüsünün ücreti, makine ücretine dahil edildiği için işçilik masraflarının hesabında ayrıca dikkate alınmamıştır (Tanrıvermiş, 2000).

İşletmelerin hepsinde sulama yapılmakla birlikte su parası ödenmemekte, sulama yapılırken işçilik için ödenen fiyat maliyette dikkate alınmıştır. İlaçlama masrafı hesaplanırken silajlık mısır üretiminde kullanılan tarımsal mücadele ilaç bedeli ve ilaçlama işçiliği dikkate alınmıştır.

İşletmelerde çalışan işçiler yaş ve cinsiyet bakımından farklı olduğundan, bunları karşılaştırmaya elverişli duruma getirebilmek için erkek iş birimi (EİB^[1]) kullanılmış ve mevcut iş gücü varlığı hesaplanmıştır.

Döner sermaye faizinin hesaplanmasında, T.C. Ziraat Bankası'nın 2017 yılında bitkisel üretim için belirlemiş olduğu kredi faiz oranı %14.50'dir. Bu oranında yarısı alınarak %7.25 üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Bu yöntem, üretim masraflarının üretim dönemine yayılmış olduğu gerçeğinden hareket edilerek benimsenmiştir (Gündoğmuş, 1998; Savaşan, 2007; Kızıloğlu ve Kızılaslan, 2016).

[1] EİB: Erkek iş birimidir. Burada 15-49 yaş arası erkek=1, 15-49 yaş arası kadın=0.75, >50 yaş erkek=0.75, >50 yaş kadın 0.50 ve 7-14 yaş arası çocuk=0.50 erkek iş birimi sayılmaktadır (Açıl ve Demirci, 1984; Kızıloğlu, 1991; Dağdemir, 2005; Karagölge, 2013).

Tarla kirası hesaplanırken silajlık mısır üretimi yapılan bölgelerin ortalama kira bedelleri dikkate alınmıştır. Makine çeki gücü masraflarının belirlenmesinde araştırma alanındaki makine kiralama değerleri gider olarak dikkate alınmıştır (Tanrıvermiş ve Gündoğmuş, 2001). Silajlık mısır üretiminde genel idare giderleri değişken masraflar toplamının %3.00'ü alınarak hesaplanmıştır (Kızıloğlu ve Dağdemir, 2010; Karagölge, 2013).

1 kg silajlık mısır maliyeti, dekara toplam üretim masraflarının dekara verime bölünmesiyle hesaplanmıştır. Silajlık mısır üretiminden elde edilen net kar, elde edilen toplam ürün değerinin üretim masrafları toplamından çıkarılmasıyla bulunmuştur (Dağdemir ve Özçelebi, 1995; Kumbasaroğlu ve Dağdemir, 2011).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 İşletme yöneticisinin sosyo-ekonomik yapısı

İncelenen işletmelerde yöneticilerin ortalama yaşı birbirine çok yakın olmakla birlikte konvansiyonel ve organik üretim yapan işletmelerde yöneticilerin ortalama yaşı sırasıyla 50 ve 49 olarak belirlenmiştir.

Konvansiyonel ve organik silajlık mısır üretimi yapan işletme yöneticilerinin ilkökul mezunu olanlar sırasıyla %39.50 ve %41.20, lise mezunu olanlar sırasıyla %48.80 ve %35.30 ve üniversite mezunu sırasıyla %7.00 ve %23.70'dir. Okur yazar olmayanların oranı konvansiyonelde %4.7 olup organik işletmelerde yoktur. Organik silajlık mısır üretimi yapan işletmelerin daha fazla eğitim aldıkları belirlenmiştir.

Kızıloğlu ve Kızıllarlan (2016) üreticilerin eğitim durumlarını incelemişler ve %64.04'ü ilkökul mezunu, %20.22'sini ortaokul, %8.99'u lise ve üzeri eğitimden mezun olan grup, %6.74'ünün ise herhangi bir okul mezunu olmayan ancak okuma yazma bilen üreticiler olduklarını tespit etmişlerdir.

Konvansiyonel silajlık mısır üretimi yapan işletme yöneticilerinin %81.40'ının sosyal güvencesi olduğu belirlenirken bu oran organik silajlık mısır üretimi yapan işletmelerde %82.40 olarak tespit edilmiştir.

Anket sonuçlarına göre işletme yöneticilerinin sosyal güvence türü olarak konvansiyonel silajlık mısır üretimi yapan işletmelerin %32.56'sı emekli sandığı, %32.56'sı Bağ-Kur, %18.60'sı yeşil kart ve %16.28'i emekli sandığı güvencesinde, organik silajlık mısır üretimi yapan işletmelerin %41.18'i Bağ-Kur, %35.29'unun SSK, %17.64'ü yeşil kart ve %5.89'u emekli sandığı güvencesinde oldukları tespit edilmiştir.

Dağdemir ve Yıldız (2017) çalışmasında işletmelerin %88.80'lik payla sosyal güvenceye sahip olduğunu, %11.20'lik payla sosyal güvenceye sahip olmadığını tespit etmişlerdir.

Yapılan çalışmada konvansiyonel silajlık mısır üretimi yapan işletme yöneticilerinin %65.10'u tarım dışı gelire sahipken %34.90'ının tarım dışı gelire sahip olmadığı görülmüştür. Organik silajlık mısır üretimi yapan işletmelerin %65.70'i tarım dışı gelire sahipken %35.30'unun tarım dışı gelire sahip olmadığı görülmüştür.

Dağdemir ve Yıldız (2017) çalışmasında işletmelerin %83.60'lık payla tarım dışı gelire sahip olduklarını, %16.40'lık payla tarım dışı gelire sahip olmadıklarını belirlemiştir.

Konvansiyonel ve organik silajlık mısır üretimi yapan işletmelerin sırasıyla ortalama 9.00 ve 8.00 yıl silajlık mısır üretimi yaptıkları tespit edilmiştir.

Merdan (2014) çalışmasında üreticilerin organik tarımla uğraşma sürelerini incelemiş, organik tarım üreticilerinin yeterli tecrübeye sahip olmadıkları sonucuna ulaşmıştır.

3.2 İşletmelerin aile iş gücü potansiyeli

İncelenen işletmelerde aile iş gücü miktarı EİB olarak hesaplanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre konvansiyonel silajlık mısır üretimi yapan işletmeler de aile iş gücü ortalama 3.87 EİB olarak bulunmuştur. Aile iş gücü erkekler için 2.42 EİB, kadınlar için 1.45 EİB olarak hesaplanmıştır. Organik silajlık mısır üretimi yapan işletmelerde aile iş gücü ortalama 4.68 EİB olarak bulunmuştur. Bunun 2.79 EİB'ini erkekler, 1.89 EİB'ini ise kadınların oluşturduğu hesaplanmıştır. Bölgede işletmelerin çoğunu küçük aile işletmeleri oluşturduğundan yapılan çeşitli üretim faaliyetlerinin iş gücü talepleri genellikle aile iş gücü ile karşılanmaktadır.

Tuvaç ve Dağdemir (2009) silajlık mısır maliyetini hesaplarken ortalama aile iş gücünü 4.06 EİB olarak belirlemiştir. Kızıloğlu ve Dağdemir (2010) beyaz lahana üretim maliyetini hesaplarken ortalama aile iş gücünü 4.18 EİB olarak belirlemiştir.

3.3 Arazi mülkiyet durumu

Tarla arazisi miktarı sulu, kıraç ve nadas arazi toplamından oluşmaktadır. Konvansiyonel silajlık mısır üretimi yapan işletmelerin ortalama tarla ve çayır arazi büyüklüğü sırasıyla 36.32 ve 5.86 dekadır. Organik silajlık mısır üretimi yapan işletmelerin ortalama tarla ve çayır arazi büyüklüğü sırasıyla 58.82 ve 7.58 dekar-

dır. Bölgede tarla arazisi oranının ise %88.58 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. İşletmelerde arazi varlığının kullanımı

Table 1. Use of land assets in businesses

Üretim İşlemleri	Konvansiyonel (da)		Organik (da)	
	Ortalama	%	Ortalama	%
Tarla Arazisi	36.32	86.11	58.82	88.58
- Sulu Arazi	9.57	22.68	15.13	22.78
- Kıraç Arazi	24.61	58.34	38.93	58.62
- Nadas Arazisi	2.14	5.07	4.76	7.17
Çayır Arazisi	5.86	13.89	7.58	11.42
Mülk Arazisi	42.18	100.00	66.40	100.00

Kaynak: Orijinal hesaplamalar

İşletmelerin arazi mülkiyet durumu incelendiğinde, konvansiyonel silajlık mısır üretimi yapılan işletme arazisinin %49.94'ünü mülk araziler, %50.06'sını ortağa-kiraya tutulan araziler oluşturmaktadır. Organik silajlık mısır üretimi yapılan işletme arazisinin %58.71'ini mülk araziler, %41.29'unu ortağa-kiraya tutulan araziler oluşturmaktadır. İşletme arazisi içerisinde konvansiyonel ve organik silajlık mısır üretimi yapan işletmelerin silajlık mısır üretim alanları sırasıyla ortalama 22.98 ve 38.11 dekar olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Çalışmanın yapıldığı bölgede göç fazla olmakta, araziler ise satılmamaktadır. Bundan dolayı kiraya ve ortağa verilen arazi miktarı yüksek çıkmaktadır.

Tuvanç ve Dağdemir (2009) çalışmalarında işletme arazisini 120.78 dekar, bunun da %4.31'inin ortağa ve kiraya tutulan arazi olduğunu bulmuşlardır. Aşkan vd (2018) çalışmalarında bölgede ortalama mülk arazi varlığını 31.20 dekar, ortalama işletme arazisini 39.39 dekar olarak hesaplamışlardır.

Çizelge 2. İşletmelerde arazi mülkiyet durumuna göre dağılım

Table 2. Distribution of enterprises by land ownership status

Arazi Mevcudu	Konvansiyonel (da)		Organik (da)	
	Ortalama	%	Ortalama	%
Mülk Arazi	42.18	49.94	66.40	58.71
Ortağa-Kiraya Tutulan	42.28	50.06	46.71	41.29

İşletme Arazisi	84.46	100.00	113.11	100.00
Ort. silajlık mısır üretim alanı	22.98		38.11	

Kaynak: Orijinal hesaplamalar

3.4 İşletmelerde tarım girdilerinin temin edildiği yerler

Konvansiyonel silajlık mısır üretimi yapan işletmelerin %95.34'ünde yabancı ot ilacı kullanıldığı ve %4.70'inin yabancı ot ilacı kullanmadığı tespit edilmiştir. Üreticilerin yabancı ot ilacını temin ettikleri yerin %100'ünün bayiler olduğu görülmüştür. Üreticilerin %4.70'i kimyasal gübreyi bayilerden karşılarken %95.30'u kooperatiflerden karşılamaktadır. Üreticilerin %60.46'sı tohumu İlçe Tarım ve Orman Müdürlüklerinden karşılarken, %39.54'ü kooperatiflerden temin etmişlerdir. Organik silajlık mısır üretimi yapan işletmeler ilaç ve gübre kullanmamaktadırlar. Üreticiler tohumu İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü aracılığı ile Doğan Organik A.Ş. den temin etmektedirler.

Tuvaç ve Dağdemir (2009) çalışmasında üreticilerin ilacı en çok bayilerden (%50.91), gübreyi kooperatiflerden (%33.67), tohumu en çok İlçe Tarım ve Orman Müdürlüklerinden (%45.24) temin ettiklerini bulmuştur. İki çalışmada da işletmelerin tarım girdilerini temin ettikleri yerler paralellik göstermektedir.

3.5 İşletmelerde silajlık mısır üretim sebebi ve uygulanan münavebe

Konvansiyonel silajlık mısır üretimi yapan işletmeler silajlık mısır üretimini %41.86 oranında süt hayvancılığı ve %27.91 oranında satmak için üretirken, organik silajlık mısır üretimi yapan işletmeler silajlık mısır üretimini %70.59 oranında satmak ve %29.41 oranında süt hayvancılığı için ürettiklerini belirtmişlerdir (Çizelge 3).

Kızıoğlu ve Kızılaslan (2016) çalışmalarında üreticilerin %94.38'inin işletme hayvanlarına yem sağlama nedeni ile üretim yaptıkları sonucuna ulaşmışlardır.

Çizelge 3. İşletmelerin silajlık mısır üretim sebebi

Table 3. Distribution of silage corn production costs by cost items and cost calculation

Üretim Sebebi	Konvansiyonel		Organik		Toplam	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%
Ev Hayvancılığı	9	20.93	0	0.00	9	11.67

Süt Hayvancılığı	18	41.86	5	29.41	23	30.00
Besi Hayvancılığı	4	9.30	0	0.00	4	3.33
Satmak	12	27.91	12	70.59	24	31.67
Toplam	43	100.00	17	100.00	60	100.00

Kaynak: Orijinal hesaplamalar

Araştırma bölgesinde organik ve konvansiyonel işletmeler birlikte düşünüldüğünde en yüksek %30.00 oranı ile yonca-buğday-mısır münavebesi uygulanmıştır (Çizelge 4).

Tuvaç ve Dağdemir (2009) çalışmalarında %32.75 oranıyla en fazla ayçiçeği-buğday-mısır münavebe sisteminin uygulandığını tespit etmişlerdir.

Çizelge 4. İşletmelerde uygulanan münavebeler

Table 4. Alternations applied in businesses

Münavebe	Konvansiyonel		Organik		Toplam	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%
a- Yonca- Buğday-Mısır	14	32.60	4	23.50	18	30.00
b- Mısır-Fiğ-Yonca	9	20.90	1	5.90	10	16.66
c- Yonca-Arpa-Mısır	6	14.00	4	23.50	10	16.66
d- Fiğ-Buğday-Mısır	6	13.90	3	17.60	9	15.00
e- Buğday-Arpa-Mısır	2	4.70	2	11.80	4	6.66
f- Diğerleri	6	13.90	3	17.60	9	15.00
Toplam	43	100.00	17	100.00	60	100.00

Kaynak: Orijinal hesaplamalar

3.6 İşletmelerde materyal masrafları

Tohum; Bir torbada bulunan tohum adedi 50 000 olup 6 dekar alana atılmaktadır. Dekara kullanılan tohum miktarı 8 333.3 adettir. Bir torba tohumun fiyatı ortalama 195 ₺ olup bir dekara atılan tohum bedeli 32.49 ₺'dir. **Gübre;** Konvansiyonel üretim yapan işletmelerin kimyasal gübre kullanımı 10.88 kg da⁻¹ iken çiftlik gübresi kullanımı 2 650 kg da⁻¹'dir. Organik üretim yapan işletmeler ise kimyasal gübre kullanmamakta olup çiftlik gübresi kullanımı 3 110 kg da⁻¹'dir. Konvansiyonel ve organik üretim yapan işletmeler sırasıyla 3.37 ve 3.25 yılda bir kez çiftlik gübresi kullanmışlardır.

Daha önce yapılmış olan çalışmalarda dekara kimyasal gübre kullanımı incelendiğinde Uzundumlu ve Topçu (2012) 56.99 kg, Kumbasaroğlu ve Dağdemir (2010) 21.00 kg, Kızıloğlu ve Erem Kaya (2008) 40.00 kg, Bayramoğlu vd (2005) 51.00 kg olduğu belirtilmiştir. Araştırma bölgesinde hesaplanan gübre kullanımı diğer çalışmalarla kıyaslandığında, uygulama miktarının daha az olduğu anlaşılmaktadır.

Yabancı ot; Konvansiyonel işletmelerde yabancı otla mücadelede kimyasal ilaç kullanım miktarı 200 ml/da'dır. Organik işletmelerde kimyasal ilaç kullanılmamaktadır.

Sulama; Konvansiyonel ve organik işletmelerde sulamanın yılda sırasıyla ortalama 3.53 ve 3.76 kez olduğu, su için para ödenmediği belirlenmiştir.

Tuz ve Naylon; Konvansiyonel işletmelerde silaj yapımı için tuz ve naylon masrafı yapılmıştır. Organik işletmelerde bu masraf kalemi yoktur.

3.7 Silajlık mısırdaki maliyet hesabı

Konvansiyonel ve organik silajlık mısırın üretiminde sırasıyla değişken maraflar toplamı 339.78 ₺ ve 215.51 ₺, sabit masraflar toplamı 71.49 ₺ ve 68.45 ₺ olup toplam üretim masrafları 411.27 ₺ da⁻¹ ve 283.96 ₺ da⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Ortalama silajlık mısır verimi sırasıyla 4 790 ₺ da⁻¹ ve 3 920 kg da⁻¹ olup birim ürün başına üretim maliyeti 0.086 ₺ kg⁻¹ ve 0.072 ₺ kg⁻¹'dir. Organik silajlık mısırın üretimi yapan işletmelerde biçme, nakliye ve silaj yapma Doğan Organik A.Ş. tarafından yapılmakta olup organik işletmelerde bu harcama kalemi yoktur (Çizelge 5).

Savaşan (2007) çalışmasında dekara üretim masrafları toplamını 247.88 ₺, silajlık mısır verimini 4 400 kg da⁻¹ ve 1 kg silajlık mısır maliyetini 0.06 ₺ olarak hesaplamıştır. Tuvaç ve Dağdemir (2009) çalışmalarında birim alana yapılan silajlık mısır üretim masrafı toplamı 341.01 ₺ da⁻¹, ortalama silajlık mısır verimini 5 166 kg da⁻¹ ve silajlık mısır maliyetini 0.066 ₺ kg⁻¹ olarak hesaplamışlardır. Kızıloğlu ve Kızılarşlan (2016) çalışmasında dekara silajlık mısır üretim masraf toplamını 519.64 ₺, verimi 3 685 kg da⁻¹ ve silajlık mısır maliyetini 0.14 ₺ kg⁻¹ olarak hesaplamışlardır. Paksoy ve Ortasöz (2018) çalışmalarında silajlık mısır verimini ortalama 5 188,89 kg da⁻¹ ve silajlık mısır maliyetini 0.11 ₺ kg⁻¹ olarak hesaplamışlardır.

Devlet desteği çıkarıldıktan sonra konvansiyonel ve organik silajlık mısırın üretiminde üretim masrafları toplamı sırasıyla 292.32 ₺ da⁻¹ ve 137.06 ₺ olarak hesaplanmış olup birim ürün başına üretim maliyeti sırasıyla 0.061 ₺ kg⁻¹ ve 0.035 ₺ kg⁻¹'dir (Çizelge 6).

Tuvaç ve Dağdemir (2009) çalışmalarında devlet desteği çıktıktan sonra birim alana yapılan silajlık mısır üretim masrafı toplamı 264.34 ₺ da⁻¹, ortalama silajlık mısır verimini 5 166 kg da⁻¹ ve silajlık mısır maliyetini 0.051 ₺ kg⁻¹ olarak hesaplamışlardır.

Çizelge 5. Silajlık mısır üretim masraflarının masraf kalemlerine göre dağılımı ve maliyet hesabı

Table 5. Distribution of silage corn production costs by cost items and cost calculation

Masraf Kalemleri	Konvansiyonel		Masraf (₺ da ⁻¹)	Organik		Masraf(₺ da ⁻¹)
	İşgücü (saat da ⁻¹)	Kullanımı		İşgücü (saat da ⁻¹)	Kullanımı	
	İnsan	Makine	İnsan	Makine		
1-Toprak Hazırlama Masrafı			85.37			85.37
- Sürüm masrafı	-	0.50	31.25	-	0.50	31.25
- Diskaro, tırmık masrafı	-	0.33	31.56	-	0.33	31.56
- Ekim masrafı	-	0.16	22.56	-	0.16	22.56
2- Bakım Masrafı			53.02			63.89
- Gübre Masrafı	0.50	0.33	8.98	0.58	0.38	11.30
- Çapalama masrafı	8.00	1.10	23.25	8.00	1.10	42.71
- Su masrafı	1.02		9.88	1.02		9.88
- Yabancı ot ilacı masrafı	-	0.16	10.91	-	-	-
3- Hasat, Nakliye ve Silaj Yapma Masrafı			110.01			0.00
- Hasat yapma ve toplama masrafı	-	1.00	80.00	-	-	-
- Silaj taşıma ve silaj yapma masrafı	-	0.91	24.74	-	-	-
- Tuz ve naylon masrafı	1.06	-	5.27	-	-	-
4- Materyal Masrafı			68.41			51.68
- Tohum masrafı			32.49			32.49
- Hayvansal gübre masrafı			15.72			19.19
- Kimyasal gübre masrafı			10.88			-
- Yabancı ot ilacı masrafı			3.00			-
- Naylon ve tuz masrafı			6.32			-
5 - Toplam (1+2+3+4)			316.81			200.94
6- Döner Sermaye Faizi (%7,25)			22.97			14.57
7-Toplam Değişken Masraf (5+6)			339.78			215.51
8- Genel İdare Giderleri (%3,00)			10.19			6.47
9- Tarla Kirası			61.30			61.98
10- Toplam Sabit Masraflar (8+9)			71.49			68.45
11- Üretim Masrafları Toplamı (7+10)			411.27			283.96
12- Silajlık mısır verimi (kg da ⁻¹)			4 790			3 920
13- 1 kg silajlık mısırın maliyeti (₺) (11/12)			0.086			0.072

Kaynak: Orijinal Hesaplamalar

Çizelge 6. Devlet desteği çıkarıldıktan sonra silajlık mısır üretim masraflarının masraf kalemlerine göre dağılımı ve maliyet hesabı

Table 6. Distribution of silage corn production costs according to cost items and cost calculation after the government support is removed

Masraf Kalemleri	Konvansiyonel	Organik
	Masraf (₺ da ⁻¹)	Masraf (₺ da ⁻¹)
1-Toprak Hazırlama Masrafı	85.37	85.37
2- Bakım Masrafı	53.02	63.89
3- Hasat, Nakliye ve Silaj Yapma Masrafı	110.01	-
4- Materyal Masrafı	52.16	19.19
- Tohum masrafı*	16.24	-
- Hayvansal gübre masrafı	15.72	19.19
- Kimyasal gübre masrafı	10.88	-
- Yabancı ot ilacı masrafı	3.00	-
- Naylon ve tuz masrafı	6.32	-
5 - Toplam (1+2+3+4)	300.56	168.45
6- Döner Sermaye Faizi (%7,25)	21.79	12.21
7- Toplam Değişken Masraf (5+6)	322.35	180.66
8- Genel İdare Giderleri (%3,00)	9.67	5.42
9- Tarla Kirası	61.30	61.98
10- Toplam Sabit Masraflar (8+9)	70.97	67.40
11- Üretim Masrafları Toplamı (7+10)	393.32	248.06
12- Devlet tarafından verilen dekara destek*	101.00	111.00
13- Devlet tarafından verilen destek düşüldükten sonra üretim masrafı (11-12)	292.32	137.06
14- Silajlık mısır verimi (kg da ⁻¹)	4 790	3 920
15- 1 kg silajlık mısırın maliyeti (₺) (13/14)	0.061	0.035

Kaynak: Orijinal Hesaplamalar

*Konvansiyonel üretim yapan işletmelere tohum bedelinin %0.00'si, organik üretim yapan işletmelere tohum bedelinin tamamı İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü tarafından desteklenmektedir. Devlet dekara direkt olarak silajlık mısır ekim desteği (90 ₺ da⁻¹), mazot gübre desteği (11 ₺ da⁻¹) ve organik silajlık mısır ekim desteği (10 ₺ da⁻¹) vermektedir.

3.8 Konvansiyonel ve organik silajlık mısır üretimi yapan işletmelerde birim alandaki net kar hesabı

Konvansiyonel ve organik silajlık mısır üretimi yapan işletmelerde dekara ürün değeri sırasıyla 718.50 ₺ da⁻¹ ve 646.80 ₺ da⁻¹, üretim masrafları 411.27 ₺ da⁻¹ ve 283.96 ₺ da⁻¹ olup net kar 307.23 ₺ da⁻¹ ve 362.84 ₺ da⁻¹ olarak bulunmuştur. Üretici eline geçen ortalama ürün satış fiyatı sırasıyla 0.150 ₺ kg⁻¹ ve 0.165 ₺ kg⁻¹'dir (Çizelge 7).

Konvansiyonel ve organik silajlık mısırın ürün maliyeti ile ürünün satış fiyatı arasındaki fark sırasıyla 0.064 (0.150 – 0.086) ₺ kg⁻¹ ve 0.093 (0.165 – 0.072) ₺ kg⁻¹'dir. Her iki üretici de silajlık mısır üretiminden kar etmekte olup organik üreticiler daha fazla kar etmektedir.

Savaşan (2007) çalışmasında silajlık mısır maliyetini 0.06 ₺ kg⁻¹, çiftçinin eline geçen silajlık mısır üretim fiyatını ise 0.05 ₺ kg⁻¹ olarak belirlemiştir. Maliyet fiyatı ile çiftçinin elde ettiği ortalama fiyat arasında kilogram başına 0.01 ₺'lik bir zarar olduğunu açıklamıştır. Tuvaç ve Dağdemir (2009) çalışmasında çiftçi eline geçen silajlık mısır satış fiyatını ortalama 0.062 ₺ kg⁻¹ olarak tespit etmiştir. Brüt üretim değerini 320.29 ₺ da⁻¹, brüt karı 52.32 ₺ da⁻¹ ve net karı -20.72 ₺ da⁻¹ olarak hesaplamışlardır. Paksoy ve Ortasöz (2018) çalışmalarında silajlık mısır maliyetini 0.11 ₺ kg⁻¹, satış fiyatını 0.122 ₺ kg⁻¹, net karı ise 0.012 ₺ kg⁻¹ olarak hesaplamışlardır.

Çizelge 7. İşletmelerin silajlık mısır üretiminde net kar düzeyleri

Table 7. Net profit levels of enterprises in corn production for silage

Masraf Türleri	Konvansiyonel	Organik
	Tutar (₺ da ⁻¹)	Tutar (₺ da ⁻¹)
1-Değişken Masraflar	339.78	215.51
2- Sabit Masraflar	71.49	68.45
3- Üretim Masrafları (1+2)	411.27	283.96
4- Satış Fiyatı (₺ kg ⁻¹)	0.150	0.165
5- Verim (kg da ⁻¹)	4 790	3 920
6- Ürün Değeri (4*5)	718.50	646.80
7- Ürün Maliyeti (₺ kg ⁻¹)	0.086	0.072
8- Net Kar (6-3)	307.23	362.84

Kaynak: Orijinal Hesaplamalar

Devlet desteği çıkarıldıktan sonra konvansiyonel ve organik silajlık mısır üretimi yapan işletmelerde dekara ürün değeri sırasıyla 718.50 ₺ da⁻¹ ve 646.80 ₺ da⁻¹, üretim masrafları 292.32 ₺ da⁻¹ ve 137.06 ₺ da⁻¹ olup net kar 426.18 ₺ da⁻¹ ve 509.74 ₺ da⁻¹ olarak bulunmuştur (Çizelge 8)

Devlet tarafından dekara yapılan tohum ve destek primi düşüldükten sonra konvansiyonel ve organik silajlık mısır maliyeti ile ürünün satış fiyatı arasındaki fark 0.089 (0.150 – 0.061) ₺ kg⁻¹ ve 0.130 (0.165 – 0.035) ₺ kg⁻¹'dir. Organik işletmelerin konvansiyonel işletmelere göre her iki durumda da daha fazla kar elde ettikleri tespit edilmiştir.

Paksoy ve Ortasöz (2018) çalışmalarında silajlık mısır maliyetini 0.11 ₺ kg^{-1} , satış fiyatını 0.122 ₺ kg^{-1} , devlet desteğini ise 0.014 ₺ kg^{-1} olarak hesaplamışlardır. Tuvaç ve Dağdemir (2009) çalışmalarında devlet desteği düştükten sonra silajlık mısırın maliyeti ile ürünün satış fiyatı arasındaki farkı 0.011 ₺ kg^{-1} olarak hesaplamışlardır.

Çizelge 8. Devlet desteğine göre işletmelerin silajlık mısır üretiminde net kar düzeyleri

Table 8. Net profit levels of enterprises in corn production for silage, according to government support

Masraf Türleri	Konvansiyonel	Organik
	Tutar (₺ da ⁻¹)	Tutar (₺ da ⁻¹)
1-Değişken Masraflar	322.35	180.66
2- Sabit Masraflar	70.97	67.40
3-Verilen Destek	101.00	111.00
4- Üretim Masrafları ((1+2)-3)	292.32	137.06
5- Satış Fiyatı (₺ kg ⁻¹)	0.150	0.165
6- Verim (kg da ⁻¹)	4 790	3 920
7- Ürün Değeri (5*6)	718.50	646.80
8- Ürün Maliyeti (₺ kg ⁻¹)	0.061	0.035
9- Net Kar (7-4)	426.18	509.74

Kaynak: Orijinal Hesaplamalar

Çizelge 9'da silajlık mısır üretiminde ve pazarlamasında karşılaşılan sorunlar sırasıyla; girdi fiyatlarının yüksek olması, yabancı hayvanların ürüne zarar vermesi, yabancı iş gücü ücretlerinin fazla olması ve sulama suyunun yetersiz olması olarak belirtilmiştir. Ayrıca özellikle organik üretim yapan işletmelerde mısır silajı satış fiyatının düşük olduğu belirtilmiştir. Konvansiyonel işletmeler pazarlama sorunu yaşarken organik üretim yapan işletmeler sözleşmeli üreticileri oldukları için bu sorunla karşılaşmamışlardır (Çizelge 9).

Kızıloğlu ve Kızılarıslan (2016) silajlık mısır üretiminde karşılaştıkları sorunları sırasıyla pazarlama sorunu, zararlılarla mücadelede ne yapacağını bilememe, yeterince sulama sınırını bilememe, tarımsal kuruluşlardan yararlanamama ve teknik bilgi azlığından kaynaklanan sorunlar olarak tespit etmişlerdir.

Çizelge 9. Üreticilerin silajlık mısırın üretimi ve pazarlanmasında karşılaşılan sorunlar

Table 9. Problems encountered by producers in the production and marketing of maize for silage

Üreticilerin Sorunları	Konvansiyonel		Organik	
	Adet	%	Adet	%
Girdi Fiyatlarının Yüksekliği	42	97.60	16	94.10
Yabani Hayvanın Zarar Vermesi	40	93.02	16	94.10
İşçilik Ücretlerinin Yüksekliği	25	58.13	9	53.00
Sulama Suyunun Yetersiz Olması	22	51.16	15	88.20
Satış Fiyetının Düşük Olması	14	32.53	16	94.10
Pazarlama Sorunu	11	25.50	-	-
Arazinin Parçalı Olması	10	23.25	6	35.20
Tarımsal Kuruluşlar ile İlişki	5	11.62	-	-
Teknik Bilgi Düzeyinin Yetersizliği	4	9.30	-	-
Sulama Kanalının Olmaması	2	4.00	2	11.70
Tarımsal Ekipman Yetersiz	1	2.32	1	5.88
Zamanında Hasat Yapılamaması	-	-	4	23.50

Kaynak: Orijinal hesaplamalar

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Konvansiyonel üretim yapan işletmeler ürünleri pazarlanmada zorluklar yaşamasına rağmen organik üretim yapan işletmeler sözleşmeli üreticiler oldukları için ürünlerini pazarlamaları daha kolaydır. Organik silajlık mısır üretimi yapan üreticilerin konvansiyonel silajlık mısır üretimi yapan işletmelerden daha karlı olması bölgenin kırsal kalkınma politikalarının merkezine organik tarımı taşıyabilecektir. Sözleşmeli üretim yaygınlaştırılarak bölgede organik üretim artırılabilir ve bölge çiftçisinin tarımsal geliri daha yukarılara taşınabilir.

KAYNAKLAR

- Açıl, F. ve Demirci, R., 1984. Tarım Ekonomisi Ders Kitabı. Ankara Üni. Ziraat Fak. Yayınları, No:880, Ders Kitabı: 245, Ankara.
- Akdemir, H., Alçıçek, A. ve Erkek, R., 1997. Farklı Mısır Varyetelerinin Agronomik Özellikleri, Silolanma Kabiliyeti ve Yem Değeri Üzerine Araştırmalar. I. Agronomik Özellikler. Türkiye Birinci Silaj Kongresi. 16-19 Eylül 1997, 235-239s. Bursa.
- Anonim 2008. <http://www.wikipedia.org.silaj>. (Erişim Tarihi:30.07.2019).
- Anonim, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu (<http://www.tuik.gov.tr>). (Erişim Tarihi: 30.07.2019).
- Aşkan, E., Dağdemir, V., Tercan, S., 2018. Erzurum İlinde Taze Fasulye Üretimi Yapan İşletmelerin Karlılık Analizi ve Pazarlama Yapısı, İğdir Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8(2): 257-266.
- Ak, İ., 2004. Ekolojik Tarım ve Hayvancılık IV. Ulusal Zooteknik Bilim Kongresi Sözlü Bildiriler, 1-3 Eylül 2004, s.490-497, Isparta
- Bayramoğlu, Z., Göktolga, Z.G., Gündüz, O., 2005. Tokat ili Zile ilçesinde Yetiştirilen Bazı Önemli Tarla Ürünlerinde Fiziki Üretim Girdileri ve Maliyet Analizleri, Tarım Ekonomisi Dergisi, 11(2): 101-109, Tokat.
- Çiçek, A. ve Erkan, O., 1996. Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örnekleme Yöntemleri, Gaziosmanpaşa Üni. Yayınları No:12, Tokat.
- Dağdemir, V., Özçelebi, İ., 1995. Çayeli İlçesi Kıyı Şeridinde Çay Üretiminde Girdi Tespiti ve Maliyet Hesabı Üzerine Bir Araştırma. Doğa Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi 22, 127-133.
- Dağdemir, V., 2005. Bayburt İli Kop ve Burnaz Dere Havzalarında Hayvancılık Yapan İşletmelerin Genel Durumu ve Kooperatifleşmeye Bakış Açısı. Kooperatifçilik, Ocak-Şubat-Mart 2005, No: 147, 48-57.
- Dağdemir, V. ve Yıldız, Ö., 2017. Sakarya İlinde Fındık Üretimi Yapan İşletmelerin Karlılık Analizi ve Pazarlama Yapısı. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Derg., 48 (1): 33-40.
- Demircan, V., Yılmaz, H. ve Binici, T., 2005. Isparta İlinde Elma Üretim Maliyet ve Gelirinin Belirlenmesi, Tarım Ekonomisi Dergisi, 11(2): 71-80.
- Eraslan, F, Inal, A., Güneş, A., Erdal, İ., Coskan, A. 2010. Turkey Chemical Fertilizer Production and Consumption Status, Problems, Solutions and Innovations. Chamber of Agricultural Engineers, Agricultural Engineering VII. Technical Congress, 1-21, January, 11-15, Ankara, Turkey.
- Gündoğmuş, E., 1998. Ankara İli Akyurt İlçesi Tarım İşletmelerinde Ekmeklik Buğday Üretiminin Fonksiyonel Analizi ve Üretim Maliyetinin Hesaplanması. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üni. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Bölümü, No:22, 251-260, Ankara.
- Karaöğle, C., 2013. Tarımsal İşletmecilik-Tarım İşletmelerinin Analizi ve Planlanması. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Yayınları No:153, s.41-90, Erzurum.
- Kızıloğlu, S., 1991. Mısır, Patates, Şeker Pancarı Üretimi İçin Gerekli Olan İşgücü İhtiyacı ve Kadın İşgücü Payının Belirlenmesi - İşçi Ücretleri, Tohum, Gübre Fiyatlarının Ekonomik Analizi, Atatürk Üni. Ziraat Fak. Derg., 22(1): 54-71.
- Kızıloğlu, S. ve Erem Kaya, T., 2008. Erzurum İlinde Çerezlik ve Yağlık Ayçiçeğinin Üretim Maliyeti; Pasinler İlçesi örneği. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Derg., 39 (2): 175-185.
- Kızıloğlu, R. ve Dağdemir, V., 2010. Erzurum İlinde Beyaz Lahananın Üretim ve Pazar Maliyeti; Aziziye, Yakutiye ve Pasinler İlçeleri Örneği. İğdir Üni. Fen Bilimleri Enst. Dergisi, 2(2): 57-64.
- Kızıloğlu, R. ve Kızılaslan, H., 2016. Tokat İli Merkez İlçede Silajlık Mısır Üreten İşletmelerin Destek Alımını Etkili Faktörlerin Belirlenmesi, XII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, Isparta.
- Kumbasaroğlu, H. ve Dağdemir, V., 2010. Erzurum İlinde Tarım Makinelerine Sahip Olan ve Olmayan İşletmelerde Buğday, Arpa ve Çavdarın Üretim Maliyeti, Tarım Ekonomisi Dergisi, 16(1): 7-17.
- Kumbasaroğlu, H. ve Dağdemir, V., 2011. Erzurum İlinde Tarım Makinelerine Sahip Olan ve Olmayan İşletmelerde Yonca, Korunga, Fiğ ve Çavdarın Üretim Maliyeti, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25 (4): 91-102.
- Merdan, K. ve Kaya, V., 2013. Türkiye'deki Organik Tarımın Ekonomik Analizi, Atatürk Üni. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi: 17(3): 239-252.
- Merdan, K., 2014. Türkiye'deki Organik Tarımın Ekonomik Analizi: Doğu Karadeniz Örneği, Atatürk Üni. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum.
- Merdan, K. ve Okuroğlu, M.S., 2014. Gümüşhane İli'nin-Sosyo Ekonomik Yapısının Swot Analizi Değerlendirilmesi, Gümüşhane Üni. Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi, 7(16):21.
- Paksoy, M. ve Ortasöz, N., 2018. Kahramanmaraş İli Pazarlık İlçesinde Mısır Üretim Faaliyetinin Ekonomik Analizi,

- Kahramanmaraş Sütçü İmam Üni. Tarım ve Doğa Dergisi, Cilt:21, s.95-101, Kahramanmaraş.
- Savaşan, A., 2007. Karaman İli Merkez İlçede Yem Bitkilerinin Nispi Üstünlükleri, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Sipahioğlu, C., 2014. Farklı Tarım Sistemlerinde Domates Üretiminde Maliyet Analizi, Uludağ Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- Tanrıvermiş, H., 2000. Orta Sakarya Havzası'nda Domates Üretiminde Tarımsal İlaç Kullanımının Ekonomik Analizi, Ankara Üni. Araştırma Enstitüsü, Yayın No:42, Ankara.
- Tanrıvermiş, H. ve Gündoğmuş, E., 2001. Ankara İlinde Buğday Üreten Tarım İşletmelerinde Farklı Hasat Tekniklerinin Fiziki Girdi Kullanım Düzeyi ve Birim Maliyetlere Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Türk Kooperatifçilik Kurumu, Üçüncü Sektör Kooperatifçilik, Sayı:134, Ankara.
- Taşçı, R., ve Oğuz, C., 2014. Buğday Üretim Maliyetleri ve Üreticilerin Çeşit Tercihleri; Ankara İli Haymana İlçesi Örneği, XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 3-5 Eylül, Samsun.
- Tuvaç, İ.A. ve Dağdemir, V. 2009. Erzurum İli Pasinler İlçesinde Silajlık Mısır Üretim Maliyetinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Derg. 40 (1), 61-69.
- Uzundumlu, A.S. ve Topçu, Y., 2012. Erzurum İlinde Çerezlik Ayçiçeği Üretim Maliyeti, Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(2, Ek: A): 33-40.
- Yıldırım, B., 2015. Türkiyede'ki Silaj Çalışmaları:2005-2014, Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(2): 79-88.





Effect of Ultrasonic Treatment on Seed Germination and Seedling Emergence in Seven Vegetable Species

Ultrasonik Uygulamasının Yedi Sebze Türünde Tohum Çimlenmesi ve Fide Çıkışına Etkisi

Nurcan MEMİŞ¹, Seid Hussen MUHIE², Ebrima S. NJIE³, Gözde ŞAHİN⁴, İbrahim DEMİR⁵

¹ Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Ankara, Turkey
• nurcanmemis95@gmail.com • ORCID > 0000-0002-8767-1186

² Wollo Üniversitesi, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Dessie, Ethiopia
• hamidashm@gmail.com • ORCID > 0000-0002-1144-5668

³ University of The Gambia, School of Agriculture and Environmental Sciences, Department of Horticulture,
Brikama, Gambia
• esnje85@gmail.com • ORCID > 0000-0002-7050-7304

⁴ Ministry of Agriculture and Forestry, Ankara, Turkey
• ORCID > 0000-0003-4062-374X

⁵ Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Ankara, Turkey
• ibrahim.demir@agri.ankara.edu.tr • ORCID > 0000-0003-4515-0689

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 3 Mart / March 2021

Kabul Tarihi / Accepted: 17 Aralık / December 2021

Yıl / Year: 2022 | Cilt – Volume: 37 | Sayı – Issue: 1 | Sayfa / Pages: 57-66

Atıf/Cite as: Memiş, N., Muhie, S. H., Njie, E. S., Şahin, G. ve Demir, İ. "Effect of Ultrasonic Treatment on Seed Germination and Seedling Emergence in Seven Vegetable Species - Ultrasonik Uygulamasının Yedi Sebze Türünde Tohum Çimlenmesi ve Fide Çıkışına Etkisi". Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi - Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(1), Şubat 2022: 57-66.

<https://doi.org/10.7161/omuanajas.890033>

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: ibrahim.demir@agri.ankara.edu.tr

Bu makale baş yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.



EFFECT OF ULTRASONIC TREATMENT ON SEED GERMINATION AND SEEDLING EMERGENCE IN SEVEN VEGETABLE SPECIES

ABSTRACT:

This research was performed to determine the effect of ultrasonic treatment on seed germination, seedling emergence and mean germination and emergence times in seeds of watermelon, melon, leek, pepper, carrot, tomato and aubergine. Ultrasonic treatment (US) was applied at a dose of 50 kHz for 30 minutes, hydropriming treatment (HP) was carried out using distilled water, and untreated seeds were used as control (C). Mean germination percentages were 85% in US treated seeds, 82% in HP and 78% in C. Corresponding values for seedling emergence were 83, 75 and 72% respectively. The maximum advantages obtained from US in germination were observed in watermelon (13%), carrot (11%), pepper (13%), leek (10%), and pepper (7%) compared to C and HP seeds, respectively. Advantages in seedling emergence obtained by US were greatest in watermelon (20%), leek (22%) and tomato (13%) compared to C and for pepper (14%), tomato (12%), melon (11%), watermelon (10%) and leek (10%) compared to HP. US treatment reduced both germination and emergence times. Results showed that US treatment was more positive effect on seedling emergence than germination. It has been determined that US treatments have the potential to increase the germination and seedling quality of vegetable seeds.

Keywords: *Seed priming, Mean germination time, Seed quality*



ULTRASONİK UYGULAMASININ YEDİ SEBZE TÜRÜNDE TOHUM ÇİMLENMESİ VE FİDE ÇIKIŞINA ETKİSİ

ÖZ:

Bu araştırma, karpuz, kavun, pırasa, biber, havuç, domates ve patlıcan tohumlarında ultrasonik uygulamanın tohum çimlenmesi, fide çıkışı ve ortalama çimlenme ve çıkış süreleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Ultrasonik uygulama (US) 30 dakika boyunca 50 kHz dozunda uygulanmış, hidropriming uygulaması (HP) distile su kullanılarak yürütülmüş, uygulama yapılmayan tohumlar ise kontrol (C) olarak kullanılmıştır. Ortalama çimlenme yüzdeleri US uygulanmış tohumlarda %85, HP'de %82 ve C'de %78 olmuştur. Fide çıkış oranları için karşılık gelen ortalamalar sırasıyla %83, 75 ve 72 olarak kaydedilmiştir. US uygulamasının C'ye göre maksimum avantaj oluşturduğu türler karpuz (%13), havuç (%11), ve biber (%13) HP'ye göre ise pırasa (%10) ve biber (%7) olmuştur. Fide

çıkışında US uygulamasının C tohumlarına göre en avantajlı olduğu türler karpuz (%20), pırasa (%22) ve domates (%13), HP'ye göre ise biber (%14), domates (%12), kavun (%11), karpuz (%10) ve pırasa (%10) olmuştur. US uygulaması hem çimlenme hem de fide çıkış zamanını azaltmıştır. Sonuçlar US uygulamasının fide çıkışı üzerinde çimlenmeye göre daha olumlu bir etkisi olduğunu göstermiştir. US uygulamasının sebze tohumlarının çimlenme ve fide kalitesini artırma potansiyeline sahip olduğu ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Tohum uygulamaları, Ortalama çimlenme zamanı, Tohum kalitesi*



1. INTRODUCTION

Rapid germination is an important feature for successful transplant production in vegetable seeds. Slow and erratic germination may cause non-uniform and small sized seedlings. Various pre-treatment techniques including priming are used to accelerate germination (Farooq et al., 2019) and obtain well-developed transplants from vegetable seeds (Demir, 2002). Seed priming techniques involve physiological methods which consist of imbibing seeds until verge of radicle emergence (Mavi and Demir, 2004; Ermis et al., 2016; Dutta, 2018). During priming, seeds are allowed to imbibe the targeted priming media, which may consist of macro and micro nutrients, growth regulators, osmoticum or water, for a certain amount of time (Farooq et al., 2019).

There are some other physical seed-enhancing methods used in seed technology such as ultrasound waves. This treatment involves the application of sound frequencies in the inaudible range (20-100 kHz) to interact with material/seeds in air or water. Ultrasound treatment is used to inactivate microorganisms in food technology (Pingret et al., 2013) and to stimulate germination in various crop seeds (Rinaldelli, 2000; Yaldagard et al., 2008; Gossous et al., 2010; Miano et al., 2015; Miano et al., 2016; Moosavi et al., 2018). Ultrasound treatment generates microscopic tiny voids in a liquid medium resulting in bubbles containing water or gas. These bubbles expand and then implode. This is called cavitation and is responsible for most of the ultrasonic effect. Ultrasound treatments are considered environmentally friendly with high potential for quality improvement in seeds (Yaldagard et al., 2008). Gossous et al. (2010) found that treated pepper and watermelon seeds had higher seed moisture than untreated ones. Mechanical stress originating from the ultrasonic vibration promoted germination in cucumber and rice seeds (Takahashi et al., 1991). Miano et al. (2016) also found positive effects on germination of barley seeds. The objective of this study was to investigate the effe-

cts of ultrasonication on germination and vigour of watermelon, melon, pepper, tomato, carrot, leek and aubergine seeds.

2. Material and Methods

Seeds of watermelon (*Citrullus lanatus* Matsum and Nakai cv. Crimson Sweet), melon (*Cucumis melo* L. cv. Kırkagac), carrot (*Daucus carota* L. cv. Maestro F1), leek (*Allium porrum* L. cv. Inegol), tomato (*Solanum lycopersicum* L. cv. H2274), pepper (*Capsicum annuum* L. cv. Sera Demre), and aubergine rootstock (*Solanum melongena* L. cv. Vista F1.) were obtained from commercial companies. Seed moisture content was determined according to ISTA rules (ISTA, 2016). Seed moisture contents ranged between 5.2 and 7.5%. Seeds were kept at 5 °C in airtight laminated foil packets until use.

Ultrasonic treatment (US) was carried out on 300 seeds in each species. Seeds were weighed and placed in perforated mash cloths, dipped into distilled water and treated with 50 kHz ultrasonication for about 30 minutes at 20 °C in dark. Then seeds were left for 24 hours in the water without sonication before being dried at room temperature for about 24 hours until the initial weight was reached. The other 300 seeds in each species were kept in distilled water for 24 hours at 20 °C without sonication and were considered HP (hydroprimed). Untreated seeds were evaluated as control (C).

Standard laboratory germination tests (SG) were conducted on three replicates of 50 seeds for control, HP and US treated seeds. Seeds were placed between damp filter paper (Filtrak, Germany). Germination tests were carried out at 20 °C for carrot and leek, and 25 °C for watermelon, melon, pepper and aubergine in the dark. Two mm radicle emergence was calculated in daily counts. Normal germination (seedlings with developed root and shoot structures) percentages were evaluated after 14 days for watermelon, leek, aubergine, tomato pepper, and carrot and after 8 days for melon.

The mean germination/emergence time (MGT/MET) was calculated based on frequent daily radicle emergence counts using the formula

$$\text{MGT/MET} = \Sigma n.t / \Sigma n$$

where n = number of seeds newly germinated (2 mm radicle emerged) or seedlings emerged at time t; t = days from planting, Σn = final germination/emergence

The seedling emergence (SE) test was determined by sowing seeds 3 cm deep in seedling trays with compost (Plantaflour, GmbH, Germany). The trays were placed

in a growing cabinet where the temperature was maintained at 22 ± 2 °C. Light was provided 16 hours per day ($72 \mu\text{Mm}^{-1}\text{second}^{-1}$). Daily emergence (appearance of cotyledons to surface) was counted for calculation of MET values but normal seedling percentages (well-developed root and shoot structures) were counted after 20 days. The experiment was conducted with a completely randomised design and means were compared using the Duncan Multiple Range test with the SPSS program at 5% level.

3. Result and Discussion

Ultrasonication increased germination percentages in watermelon, carrot, and pepper significantly different compared to control ($P < 0.05$). The difference between hydropriming and ultrasonic treatments was not significant ($P > 0.05$) for all species, except leek. The highest germination percentages in hydroprimed seeds are in aubergine, carrot, tomato and melon seeds with 94, 90, 86 and 85 %, respectively, while corresponding values in the same species were 97, 90, 86 and 90% with ultrasonic treatment (Table 1). Overall mean values were highest for ultrasonic treatment at 85%, followed by HP at 82% and lowest in control at 78%.

The variation in response to ultrasonication for germination percentages that we observed in our work was also reported by earlier reports. Goussous et al. (2010) reported that treatment was effective on wheat, chickpea and watermelon but not on pepper seeds. Miano et al. (2015) found ultrasound treatments did not have any significant effect on some barley seed lots. Treatment enhanced seed vigour and seedling growth in switch grass seeds (Chen et al., 2012). This shows that ultrasonication effect based on species differences. It may be linked to seed coat structures because energy densities are deposited at the site of impact causing physical impacts in plant cells during ultrasonication (Yaldagard et al., 2008). Seed coat surface and structures may also be influential on US effect. Some vegetable seed surfaces can be hard and do not allow oxygen and water absorption (Demir, 1997) or the pericarp may contain some substances inhibiting germination (Leskovar et al., 1999) that ultrasonic waves eliminate.

Seedling emergence percentages showed that ultrasonic treatment increased germination percentages significantly compared to control in four species (watermelon, leek, tomato, pepper). US seeds had higher seedling emergence but were not significant for the other species (Table 2). Ultrasonic treatment stimulated seedling emergence in five species compared to HP treatment. Except aubergine and carrot seeds, the differences in emergence between ultrasonic and hydroprimed seeds were significant ($P < 0.05$) and were 10% and higher in the other species. The highest difference was observed in pepper seeds at 14%. Tomato and melon seeds

followed at 12 and 11%, respectively. For melon and pepper seeds, HP seeds had lower emergence than control seeds at 5 and 8%. Seedling emergence percentages changed between 37 and 91% for C, 49 and 94% for HP, and 59 and 94% for US seeds. Leek seeds had the lowest and aubergine seeds had the highest emergence in all three cases. The mean values for C, HP and US seeds were 72, 75 and 83%, respectively (Table 2). The higher effect of ultrasonic treatment on seedling emergence showed that treatment was more effective on seed vigour than germination (Tables 1 and 2). Emergence conditions in most cases are less optimum than for germination and seed performance under nonoptimal conditions is related to seed vigour features (Ozden et al., 2019). The effect of ultrasonication on seed vigour was also confirmed in earlier reports about seeds from different species (Gossous et al., 2010; Shekari et al., 2015).

Time to germination (MGT) was significantly reduced by ultrasonic treatment ($P < 0.05$) compared to both HP and C seeds (Table 3). The fastest germinating species were melon and aubergine in all three cases. Watermelon, leek, carrot and pepper were slow germinators. Mean seedling emergence time was also longest in leek, pepper, carrot and watermelon in all cases (Table 4). Similar to germination time, aubergine and melon seeds had the shortest emergence time among the species. Leek seeds were the slowest with 9.4 and 11.4 days emergence time, while melon seeds were the fastest emerging in 4.3 and 5.6 days. Gossous et al. (2010) found the stimulating results in watermelon and pepper seedling emergence potential.

Table 5 shows the advantages of ultrasonic treatment compared to HP and C. Ultrasonic treatment was beneficial for both germination and seedling emergence compared to C and HP seeds. The advantage of US was higher for seedling emergence (SE) than germination. Total advantages of US were 52 and 25% germination and 72 and 57% seedling emergence compared to C and HP seeds, respectively. The highest total advantage of US was obtained in pepper, leek and watermelon seeds at 40, 45 and 43% in all four cases. The lowest advantage of US was obtained in aubergine seeds with 6% in total.

Reduced time to germination and emergence shown by lower MGT and MET values due to ultrasonication can be valuable and is related to successful transplant size of vegetable seeds (Demir et al., 2008). Faster germination is related to transplant size or field emergence potential in diverse vegetable species seeds (Demir et al., 2008; Mavi et al., 2010; Ozden et al., 2019). From that point of view, ultrasonication is considered an easy, cheap and convenient treatment to achieve faster emergence and obtain well-developed seedlings in modules and field sowing conditions. The extra benefit of ultrasonication (US) compared to

hydropriming (HP) indicated that the treatment provided advanced benefit compared to than HP (Table 2). This is valuable data for successful transplant production. In the meantime, different treatment times and seeds from other vegetable species need to be investigated.

Table 1. Changes in germination percentage (%) of control (C), hydroprimed (HP) and ultrasound (US) vegetable seeds.

Species	C	HP	US
Watermelon	58 ^b	71 ^a	71 ^a
Melon	85 ^a	85 ^a	90 ^a
Carrot	79 ^b	90 ^a	90 ^a
Leek	71 ^a	64 ^b	74 ^a
Tomato	81 ^a	86 ^a	86 ^a
Pepper	75 ^b	81 ^{ab}	88 ^a
Aubergine	95 ^a	94 ^a	97 ^a
Mean	78	82	85

* Means with different letters in the same line were significantly different at 5%.

Table 2. Changes in seedling emergence (%) of control (C), hydroprimed (HP) and ultrasound (US) vegetable seeds.

Species	C	HP	US
Watermelon	61 ^c	71 ^b	81 ^a
Melon	83 ^{ab}	78 ^b	89 ^a
Carrot	77 ^a	81 ^a	81 ^a
Leek	37 ^c	49 ^b	59 ^a
Tomato	69 ^b	70 ^b	82 ^a
Pepper	85 ^b	77 ^c	91 ^a
Aubergine	91 ^a	94 ^a	94 ^a
Mean	72	75	83

* Means with different letters in the same line were significantly different at 5%.

Table 3. Changes in mean germination time (MGT, day) of control (C), hydroprimed (HP) and ultrasound (US) vegetable seeds.

Species	C	HP	US
Watermelon	5.4 ^b	5.3 ^b	4.6 ^a
Melon	1.6 ^b	1.7 ^b	1.3 ^a
Carrot	4.7 ^b	4.6 ^b	3.9 ^a
Leek	4.4 ^c	3.8 ^b	3.2 ^a
Tomato	2.9 ^b	3.6 ^c	2.0 ^a
Pepper	3.7 ^b	3.6 ^b	3.0 ^a
Aubergine	1.9 ^c	1.5 ^b	1.3 ^a

* Means with different letters in the same line were significantly different at 5%.

Table 4. Changes in mean emergence time (MET, day) of control (C), hydroprimed (HP) and ultrasound (US) vegetable seeds.

Species	C	HP	US
Watermelon	8.7 ^b	8.5 ^b	7.5 ^a
Melon	5.6 ^c	4.5 ^b	4.3 ^a
Carrot	9.1 ^a	9.4 ^b	9.2 ^a
Leek	11.4 ^c	9.4 ^a	10.5 ^b
Tomato	6.2 ^b	5.9 ^b	5.7 ^a
Pepper	10 ^b	9.5 ^a	9.4 ^a
Aubergine	6.0 ^b	5.1 ^a	5.2 ^a

* Means with different letters in the same line were significantly different at 5%.

Table 5. Advantage of US treatment for germination percentage (GP) and seedling emergence (SE) compared to control (C) and HP treatment. The values were obtained by subtracting C (US-C) and HP (US-HP) values from US.

Species	US-C		US-HP	
	GP	SE	GP	SE
Watermelon	13	20	0	10
Melon	5	6	5	11
Carrot	11	4	0	0
Leek	3	22	10	10
Tomato	5	13	0	12
Pepper	13	6	7	14
Aubergine	2	1	3	0
Total	52	72	25	57

4. CONCLUSION

This study showed that ultrasonic treatment advanced seed germination and seedling emergence in seven different vegetable species. This is reflected not only in total percentages but also in germination and emergence time. The effect varied among the species. However, the beneficial effect was more for emergence than germination in most of the species. The present data is valuable for successful transplant production. Moreover, ultrasonic treatment can be used as a cheap and easy method for other vegetable seeds.

Conflict of interests

The authors declare that they have no conflict of interest

REFERENCES

- Chen, G., Wang, Q. Z., Liu, Y., Li, Y. B., Cui, J., Liu, Y. Y., Cheng, J. M., Karagic, D., 2012. Optimization of sonication conditions to enhance seed vigour in switchgrass (*Panicum virgatum*). *Seed Science and Technology*, 40(3): 404-412.
- Demir, I., 1997. Occurrence of hardseededness in relation to seed development in okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). *Plant Variation and Seeds*. 10, 7-13.
- Demir, I., 2002. The effect of controlled hydration treatment on germination and seedling emergence of unaged and aged pepper seeds during development. *Israel Journal of Plant Sciences*. 50, 251-257.
- Demir, I., Mavi, K., 2004. The effect of priming on seedling emergence of differentially matured watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum and Nakai) seeds. *Scientia Horticulture*. 102, 467-473.
- Demir, I., Ermis, S., Mavi, K., Matthews, S., 2008. Mean germination time of pepper seed lots (*Capsicum annum* L.) predicts size and uniformity of seedlings in germination tests and transplant modules. *Seed Science and Technology*. 36, 21-30.
- Dutta, P., 2018. Seed priming: new vistas and contemporary perspectives. In: Rakshit A, Singh HB (eds) *Advances in seed priming*. Springer, Singapore, 3-22.
- Ermis, S., Kara, F., Ozden, E., Demir, I., 2016. Solid matrix priming of cabbage seed lots: Repair of ageing and increasing seed quality. *Journal of Agricultural Sciences*. 22, 588-595.
- Farooq, M., Usman, M., Nadeem, F., Rehman, H., Wahid, A., Basra, S. M. A., Siddique, M.H.K., 2019. Seed priming in field crops: potential benefits adaptation and challenges. *Crop and Pasture Science*. 70, 731-771.
- Gossous, S. J., Samarah, N.S., Alquadah, A. M., Othman, M. O., 2010. Enhancing seed germination of four crop species using an ultrasonic technique. *Experimental Agriculture*, 46 (2): 231-242.
- ISTA 2016. *International Rules for Seed Testing*, International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- Leskovar, D. I., Esendee, V., Belefant-Miller, H., 1999. Pericarp, leachate and carbohydrate involvement in the thermoinhibition of germinating spinach seeds. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 124 (3): 301-306.
- Mavi, K., Demir, I., Matthews, S. 2010. Mean germination time estimates the relative emergence of seed lots of three cucurbit crops under stress conditions. *Seed Science and Technology*. 38, 14-25.
- Miano, A.C., da Costa Pereira J., Castanha, N., da Matta Júnior, M.D., Augusto, E.D., 2016. Enhancing mung bean hydration using the ultrasound technology: description of mechanisms and impact on its germination and main components. *Scientific Reports Nature*, 6: 38996.
- Miano, A.C., Forti, V.A., Abud, H.F., Gomes-Junior, F.G., Cicero, S.M., Augusto, P.E.D., 2015. Effect of ultrasound technology on barley seed germination and vigour. *Seed Science and Technology*, 43(2): 297-302.
- Moosavi S. A., S. A. Siadat, A. Poshtdar, F. Direkvand., 2018. Ultrasonic assisted seed priming to alleviate aging damages to milk thistle (*Silybum marianum*) Seeds. *Not Sci. Biol*, 10 (2): 275-281.
- Ozden, E., Ermis, S., Demir, I., 2019. Evaluation of seed vigour in white coat French Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed lots under waterlogged or field capacity conditions. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9 (4): 1860-1865.
- Pingret, D., Fabiano-Tixier, A., Chemat, F., 2013. Degradation during application of ultrasound in food processing: a review. *Food Control*. 31, 593-606.
- Rinaldelli, E., 2000. Effect of ultrasonic waves on seed germination of *Capparis spinosa* L. as related to exposure time, temperature, and gibberellic acid. *Advances in Horticultural Science*, 14(4):182- 188.
- Shekari F., Mustafavi S.H., Abbasi A. 2015. Sonication of seeds increase germination performance of sesame under low temperature stress. *Acta agriculturae Slovenica*, 105 (2): 203-212.
- Takahashi, H., Suge, H., Kato, T. 1991 Growth promotion by vibration at 50 Hz in rice and cucumber seedlings. *Plant Cell Physiol*. 32, 729-732.
- Yaldagard, M. Mortazavi, S. A., Tabatabaie F., 2008. Application of ultrasonic waves as a priming technique for accelerating and enhancing the germination of barley seed: Optimization of method by the Taguchi approach. *Journal of The Institute of Brewing*, 114(1):14-21.





Chemometric Approach to the Nutritive Value of Some Sorghum (*Sorghum Bicolor* L. Moench) Cultivars

Bazı Sorgum (*Sorghum Bicolor* L. Moench) Çeşitlerinin
Besin Değerlerine Kemometrik Yaklaşım

Ferat UZUN¹, Nuh OCAK²

¹ Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey
• fuzun@omu.edu.tr • ORCID > 0000-0001-7389-5835

² Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University, 55139 Samsun, Turkey
• nuhocak@omu.edu.tr • ORCID > 0000-0001-7393-1373

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 8 Nisan / April 2021

Kabul Tarihi / Accepted: 13 Ekim / October 2021

Yıl / Year: 2022 | Cilt – Volume: 37 | Sayı – Issue: 1 | Sayfa / Pages: 67-82

Atf/Cite as: Uzun, F. ve Ocak, N. "Chemometric Approach to the Nutritive Value of Some Sorghum (*Sorghum Bicolor* L. Moench) Cultivars - Bazı Sorgum (*Sorghum Bicolor* L. Moench) Çeşitlerinin Besin Değerlerine Kemometrik Yaklaşım". Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi - Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(1), Şubat 2022: 67-82.

<https://doi.org/10.7161/omuanajas.911674>

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: fuzun@omu.edu.tr



<https://doi.org/10.7161/omuanajas.911674>



CHEMOMETRIC APPROACH TO THE NUTRITIVE VALUE OF SOME SORGHUM (*SORGHUM BICOLOR* L. MOENCH) CULTIVARS

ABSTRACT:

This study aimed to determine which nutritional traits are a key to indicate the nutritive value of some sorghum cultivars by chemometric techniques such as principal component analysis (PCA) and cluster analysis (CA). Based on their genotype, seven sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) cultivars (sorghum [Rox and Early Sumac], sudangrass [Gözde] and sorghum × sudangrass hybrid [Jumbo, Grazer, Hayday and El Rey]) were denoted. Nutritional traits used were comprised of neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF), crude protein (CP), Ca, P, K and Mg that determined by near-infrared spectroscopy analysis and digestible dry matter (DDM), dry matter intake (DMI), metabolizable energy (ME) and relative feed value (RFV) calculated by empirical equations. The NDF and ADF contents showed a negative relationship with ME and RFV. The CP content was negatively correlated with NDF and ADF but positively correlated with ME and RFV. The PCA generated two significant principal components (PCs). PC1 (59.51%) and PC2 (20.31%) described 79.83% of the total variation with eigenvalues of 6.55 and 2.23 in the sorghum cultivars, respectively. The PC1 was more representatives of the cultivars (Grazer, Hayday, Early Sumac and Gözde) and the calculated traits (DDM, DMI, ME and RFV). PC2 was characterized by Ca and Mg, while ADF, NDF and K with negative loadings in each of the PCs were the most representatives of most cultivars. CA grouped cultivars and traits into two clusters. The P, DDM, DMI, ME and RFV were the most important among components, defining important traits of cultivars to improve feeding of ruminants.

Keywords: Cluster analysis, Feed value, Forage quality, Forage sorghum, Principal component analysis



BAZI SORGUM (*SORGHUM BICOLOR* L. MOENCH) ÇEŞİTLERİNİN BESİN DEĞERLERİNE KEMOMETRİK YAKLAŞIM

ÖZ:

Bu çalışma, temel bileşen analizi (TBA) ve kümeleme analizi (KA) gibi kemometrik tekniklerle, bazı sorgum çeşitlerinin besleyici değerini göstermede hangi besinsel özelliklerinin anahtar araç olduğunu belirlemeyi amaçlamıştır. Genotip bazında yedi sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) (sorghum [Rox ve Early Sumac], sudanotu (Gözde) ve sorgum × sudanotu hibriti [Jumbo, Grazer, Hayday ve El

Rey]) çeşidi incelenmiştir. Numune setinde, yakın kızılötesi spektroskopisi (NIR) ile belirlenen nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), ham protein (HP), Ca, P, K ve Mg ve ampirik denklemlerle hesaplanan sindirilebilir kuru madde (SKM), kuru madde tüketimi (KMT), metabolize edilebilir enerji (ME) ve nispi yem değerine (NYD) ait veriler incelenmiştir. NDF ve ADF içerikleri, ME ve NYD ile negatif ilişki göstermiştir. CP içeriği, NDF ve ADF ile negatif, ME ve RFV ile pozitif korelasyon göstermiştir. Veri kümesinin TBA, iki önemli temel bileşen (TB) üretmiştir. TB1 (%59.51) ve TB2 (%20.31), sorgum çeşitlerinde sırasıyla 6.55 ve 2.23 öz değerleri ile toplam varyasyonun %79.83'ünü tanımlamıştır. TB1, çeşitlerin (Grazer, Hayday, Early Sumac ve Gözde) HP ve P haricinde, hesaplanan özelliklerini (SKM, KMT, ME ve NYD) daha çok temsil etmiştir. TB2 ise Ca ve Mg ile karakterize edilirken, TB1 ve/veya TB2'de negatif yüklemelere sahip ADF, NDF ve K, çoğu çeşitleri daha fazla temsil etmiştir. KA, çeşitleri ve besinsel özellikleri iki gruba ayırmıştır. Geviş getiren hayvanların beslenmesini iyileştirme bakımından çeşitlerin özelliklerini tanımlayan bileşenler arasında en önemlileri P, DDM, DMI, ME ve RFV olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kümeleme analizi, Temel bileşen analizi, Yem değeri, Yem kalitesi, Yemlik sorgum



1. INTRODUCTION

Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) is the most important food and feed crop after maize, wheat and barley and thus, is used for both the grain and forage to provide an important nutrient source to the human and animal population (Ritter et al., 2007; Singh et al., 2017). As such, it has conducted studies on the adaptability, stability, and nutritive value of forage sorghum cultivars (Farré and Faci, 2006; Jahansouz et al., 2014; Pinho et al., 2015; Singh et al., 2014, 2017; Uzun et al., 2017). Sorghum as a forage crop has received considerable attention in many regions of the world because their nutrient contents are well balanced in certain cultivars (Bean et al., 2013; Badigannavar et al., 2016; Uzun et al., 2017). Moreover, in the considerable studies, some forage sorghum cultivars have found to be more tolerant to abnormal growing conditions, and consequent higher in yield and quality (Farré and Faci, 2006; Kim et al., 2010a,b; Jahansouz et al., 2014; Pinho et al., 2015; Uzun et al., 2017). Therefore, cultivar choice is a very important management decision for forage production and animal operations (Ouda et al., 2005; Pinho et al., 2015; Uzun et al., 2017).

Multivariate or chemometric analyses such as principal component analysis (PCA) and cluster analysis (CA) concomitantly evaluate a set of characteristics

considering the correlations between variables, enabling better interpretations of the information extracted from a data set, which provided by analysing and/or calculating (Bro et al., 2012; Shin et al., 2012; Santos et al., 2019). While PCA shows relationships among groups of variables in a data set and/or relationships that exist between objects (Jolliffe and Cadima, 2016), CA detects groups of similar objects described by several qualitative and/or quantitative variables (Saraçlı et al., 2013; Drab and Daszykowski, 2014). Also, Drab and Daszykowski (2014) noted that the two-way clustering, extended with a colour map, enables a detailed interpretation of the studied treatments in terms of the variables that contribute most to the clustering tendency. In several studies that used one or both PCA and CA, some sorghum cultivars have been assessed in terms of agro-morphological diversity through quantitative and qualitative phenotypic traits (Chikuta et al., 2015; Mofokeng et al., 2017; Hamidou et al., 2018; Mulima et al., 2018; Martiwi et al., 2020). The evaluation of sorghum cultivars especially in terms of nutritive value is very important (Singh et al., 2014, 2017; Uzun et al., 2017) because farmers are interested in sorghum cultivars with higher nutritive value for domestic ruminants in many countries of the world, including Turkey. Forage quality indicators (FQI) such as crude protein (CP), acid detergent fibre (ADF), neutral detergent fibre (NDF), digestible dry matter (DDM), dry matter intake (DMI), metabolizable energy (ME) and relative feed value (RFV) as well as some mineral contents such as calcium (Ca), phosphorus (P), potassium (K) and magnesium (Mg), which are closely associated with animal productivity, are mainly considered in determining nutritional value of forages (Singh et al., 2014; Uzun et al., 2017; Aydin et al., 2019).

In the previous studies (Blümmel and Reddy, 2006; Singh et al., 2014, 2017), it has been reported that substantial variation in the feed value or nutritional quality of dual-purpose sorghum cultivars. Singh et al. (2014) have indicated that hybrids (686A x IS 697, 685A x ICSR 89 and 685A x GP 65072) are nutritionally superior in terms of CP, DDM, DMI and RFV. In our previous study, when some sorghum cultivars were compared for the yields of dry matter (DM), DDM and CP, they ranked in the following order: Rox = Early Sumac \leq Gözde = Grazer = Hayday = Jumbo = El Rey and also, the Jumbo and Grazer cultivars had higher ADF and NDF values, and lower DMI, ME and RFV compared to the other sorghum cultivars (Uzun et al., 2017). However, these variables evaluated by univariate analysis are considered limited for evaluating each of the variables individually compared with multivariate or chemometric analyses (Bro et al., 2012; Shin et al., 2012; Jolliffe and Cadima, 2016). Although the nutritional quality of forage crops is undoubtedly an important and widely debated topic, these FQI and minerals have yet to be extensively classified using PCA and CA. Because mutual correlations among many of the analysed nutritional traits generate redundant information and create difficulties in interpretation (Jolliffe, 2002; Jolliffe and Cadima, 2016), correlation analyses are essential for assessing the relationships among the studied traits (Mofokeng et al.,

2017). Therefore, this study aimed to determine which nutritional traits mentioned above can be a key means to indicate the nutritive value of some sorghum cultivars by chemometric techniques such as PCA and CA. Also, in this study, we examined the mutual relationships between the nutritional traits of the sorghum cultivars and thus, possible mechanisms behind the relationships.

2. Material and Methods

We have conducted a study, which evaluated some agronomic (plant height, the number of leaf and tiller, and dry matter yield) traits as well as nutrient contents (CP, NDF, ADF, Ca, P, K and Mg) and FQI (DDM, DMI, ME and RFV) responses to irrigation in two maize and seven sorghum cultivars (including sorghum, sudangrass and sorghum \times sudangrass) for two years (Uzun et al., 2017). In that study, we have presented a detailed description and the nutritional traits of seven sorghum cultivars. Therefore, the procedures to group the cultivars and nutritional traits were the same applied by Uzun et al. (2017). The database of this study was from the control treatment and comprised of NDF, ADF, CP, Ca, P, K and Mg and also, DDM, DMI, ME, and RFV calculated by empirical equations (Moore and Undersander, 2002). The analysis and calculation protocols performed in triplicate were described in detail by Uzun et al. (2017). Based on their genotypes, seven sorghum (sorghum [Rox and Early Sumac], sudangrass [Gözde] and sorghum \times sudangrass hybrid [Jumbo, Grazer, Hayday and El Rey]) cultivars grown in semi-humid climatic zone of Samsun, Turkey (Bölük, 2016) were denoted.

The statistical methods as PCA and CA are common applied in the evaluation of the nutritional quality of forage sources to enhance the interpretation and validity of results (Aydin et al., 2019; Santos et al., 2019). Based on the objective of this study, these statistical methods were selected and applied. As such, in the present study, the data (Table 1) belong to the nutritional traits of each sorghum cultivar were used for the chemometric approach to the nutritive value by PCA and CA. Multivariate analysis was done for the classification and discrimination of the sorghum cultivars based on PCA and CA in which sorghum cultivars were combined. Also, these data were subjected to Pearson's correlation analysis. While PCA was to determine the relatedness of traits, hierarchical CA was performed according to similarity measures to simultaneously identify the associations between cultivars and the studied nutritional traits (defined as nutrient content and FQI).

Pearson correlation analysis for all nutritional traits was used to study the relationship between the variables. PCA was also used to indicate the sources of variation differentiating the sorghum cultivars in terms of the studied nutritional traits. Before performing PCA, the suitability of data for PCA was assumed using the Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) test and Bartlett's test. Thus, a new set of seven orthogo-

nal variables was generated by PCA (Jolliffe, 2002). The correlation and PCA were performed using the Correlate and Dimension Reduction, respectively of a statistical package program (IBM SPSS Statistics version 21, SPSS Inc., Chicago, IL). The mean of six repetitions ($n=12$) of each sorghum cultivars at two years ($N=84$) was used as the cases. In the present study, two-way clustering that assumed a hierarchical clustering applied independently to data objects and variables using the selected linkage approach and similarity measure was used (Drab and Daszykowski, 2014). As such, the replication values of each trait for each cultivar were subjected to hierarchical two-way clustering analysis (unweighted pair-group) using the JMP statistical program (SAS Institute Inc. USA). Thus, both the sorghum cultivars and the nutritional traits (defined as nutrient content and FQI) were clustered according to similarity measures to simultaneously identify the associations between the species and the nutritional traits. The clustering method, distance type, and scale type used in the cluster analysis (Saraçlı et al., 2013) were group average (unweighted pair-group), euclidean and none or if any, standard deviation (SD), respectively computed by the cophenetic correlation coefficient (CCC). The CCC is the Pearson correlation between the actual distances and the predicted distances based on a particular hierarchical configuration. When CCC had a value of 0.75 or above, the clustering was considered useful.

3. Results and Discussion

We reported previously that seven cultivars of sorghum exhibited significant differences in terms of some nutritional and chemical parameters (Uzun et al., 2017). This study examined the mutual relationships between nutritional traits in the same sorghum cultivars and also, interpreted via the PCA and CA analysis the possible mechanisms behind the relationships. Therefore, the data matrix of the studied nutritional traits (CP, NDF, ADF, Ca, P, K and Mg determined by NIR and DDM, DMI, ME and RFV calculated by empirical equations) of these sorghum cultivars were subjected to PCA and CA, a chemometric approach (Shin et al., 2012).

Correlations displaying the relationship among these variables are presented in Table 2. The CP was negatively correlated with NDF ($r = -0.598$) and ADF ($r = -0.625$) while positively correlated with ME ($r = 0.625$) and RFV ($r = 0.625$). However, there was a strong relationship between the CP with these parameters ($P < 0.01$). The relationships between the ADF and NDF, ME ($r = -1.000$ and $r = -0.872$, respectively) and RFV ($r = -0.945$ and $r = -0.978$, respectively) were very strong and negative ($P < 0.001$). The ME value had a positive and strong correlation with RFV ($r = 0.945$; $P < 0.001$). There was a strong and positive relationship between the DDM with DMI, ME and RFV ($r = 0.858$, $r = 1.000$ and $r = 0.945$, respectively; $P < 0.001$).

Table 1. The nutritional traits (defined as nutrient content and forage quality indicator) of the sorghum cultivars and the overall mean of the variables evaluated in these sorghum cultivars (% of DM, except for ME, Mj kg⁻¹ DM)

Traits ¹	Jumbo	Grazer	Hayday	Gözde	El Rey	Rox	Early Sumac	Overall
ADF	44.2±4.87	40.8±3.46	39.9±4.14	40.5±4.17	42.5±3.62	36.7±2.92	36.9±2.67	40.2± 4.44
NDF	71.3±6.03	68.4±3.49	66.9±6.23	67.9±6.01	71.1±4.78	63.4±3.38	63.6±3.30	67.5±5.58
CP	6.7±2.08	7.2±1.67	7.2±1.16	6.3±0.99	6.4±1.23	7.8±1.02	8.0±1.16	7.1±1.48
DDM	54.4±3.79	57.1±2.70	57.8±3.23	57.4±3.25	55.8±2.82	60.3±2.28	60.2±2.08	57.6±3.46
DMI	1.7±0.16	1.8±0.09	1.8±0.18	1.8±0.16	1.7±0.13	1.9±0.10	1.9±0.10	1.8±0.15
ME	7.3±0.65	7.7±0.46	7.8±0.55	7.8±0.55	7.5±0.48	8.3±0.39	8.2±0.35	7.8±0.59
RFV	71.9±11.80	78.0±7.20	81.4±12.47	79.5±11.56	73.5±8.75	88.9±7.59	88.3±7.16	80.2±11.23
Ca	0.5±0.14	0.6±0.18	0.5±0.27	0.5±0.13	0.5±0.19	0.7±0.08	0.6±0.20	0.6±0.18
P	0.3±0.05	0.2±0.02	0.2±0.03	0.2±0.03	0.2±0.03	0.3±0.03	0.3±0.03	0.2±0.04
K	1.7±0.39	1.0±0.32	1.3±0.25	1.1±0.28	1.1±0.46	0.8±0.23	1.1±0.35	1.1±0.40
Mg	0.2±0.04	0.2±0.08	0.2±0.06	0.2±0.07	0.2±0.11	0.3±0.05	0.2±0.06	0.2±0.08

¹Values represent the mean ± standard deviation (n= 12 for each sorghum cultivars and n= 84 for overall mean) of each sample analysed in duplicate. ADF: Acid detergent fibre, NDF: Neutral detergent fibre, CP: Crude protein, DDM: Digestible dry matter, DMI: Dry matter intake, ME: Metabolizable energy, RFV: Relative feed value, Ca: Calcium, P: Phosphorus, K: Potassium, Mg: Magnesium

Table 2. Pearson correlation coefficients between the nutritional traits (defined as nutrient content and forage quality indicator) sorghum cultivars

	ADF	NDF	CP	DDM	DMI	ME	RFV	Ca	P	K	Mg
ADF	1										
NDF	0.872***	1									
CP	-0.625**	-0.598**	1								
DDM	-1.000***	-0.872***	0.625**	1							
DMI	-0.858***	-0.996***	0.591**	0.858***	1						
ME	-1.000***	-0.872***	0.625**	1.000***	0.858***	1					
RFV	-0.945***	-0.978***	0.625**	0.945***	0.978***	0.945***	1				
Ca	-0.062 ^{ns}	-0.038 ^{ns}	0.317*	0.062 ^{ns}	-0.013 ^{ns}	0.062 ^{ns}	0.002 ^{ns}	1			
P	-0.144 ^{ns}	-0.207*	0.139 ^{ns}	0.144 ^{ns}	0.241*	0.144 ^{ns}	0.221*	-0.516**	1		
K	0.134 ^{ns}	0.080 ^{ns}	0.128 ^{ns}	-0.134 ^{ns}	-0.047 ^{ns}	-0.134 ^{ns}	-0.077 ^{ns}	-0.485*	0.395*	1	
Mg	-0.650**	-0.475*	0.408*	0.650**	0.435*	0.650**	0.531**	0.552**	-0.159	-0.451*	1

ADF: Acid detergent fibre, NDF: Neutral detergent fibre, CP: Crude protein, DDM: Digestible dry matter, DMI: Dry matter intake, ME: Metabolizable energy, RFV: Relative feed value, Ca: Calcium, P: Phosphorus, K: Potassium, Mg: Magnesium, ns: Nonsignificant; *, P < 0.05, **, P < 0.01, ***, P < 0.001 (Two-tailed test)

The relationship between the ADF or DDM and Mg was negative and strong ($r = -0.650$; $P < 0.01$), whereas NDF showed a negative and weak correlation with P and Mg ($r = -0.475$; $P < 0.05$). The CP content of the cultivars exhibited a negative and weak correlation with Ca ($r = 0.317$) and Mg ($r = 0.408$; $P < 0.05$). The DMI level was positively and strongly correlated with ME and RFV ($r = 0.858$ and $r = 0.978$, respectively; $P < 0.001$), while positively and weakly correlated with P and Mg ($r = 0.241$ and $r = 0.435$, respectively; $P < 0.05$). The Mg level exhibited a positive and strong correlation with ME, RFV and Ca ($r = 0.650$, $r = 1.531$ and $r = 0.552$, respectively; $P < 0.01$) but a negative and weak correlation with the K content ($r = -0.451$; $P < 0.05$). The Ca content showed a negative correlation with P ($r = -0.485$; $P < 0.01$) and K ($r = -0.485$; $P < 0.05$). The P content was positively correlated with K ($r = 0.375$; $P < 0.05$).

The correlation analysis indicated that the relationship between some of the studied nutritional traits was mutual and complicated. The ME and RFV of forages are complex nutritional traits, which have many components contributing to its totality (Aydin et al., 2019) because there was a positive and strong correlation between these quality indicators. The NDF, ADF and Ca contents of the cultivars played an important role in the relation between the analysed and calculated traits with the highest-value correlation coefficient among the nutritional parameters (Muir et al., 2007; Moreas et al., 2015; Aydin et al., 2019). As predictors of forage quality, the RFV is calculated using NDF and ADF correlated with intake and the digestibility of the forages, respectively (Muir et al., 2007). The nutritional traits correlated positively with ME and RFV may be attributed to the positive correlation between carbohydrates with total calories and fat with fibre in some sorghum varieties (Moreas et al., 2015). The results of the correlation analysis supported the idea that higher CP and low cell wall contents (NDF and ADF) are indicative of good fodder quality (Singh et al., 2017). The negative correlation between NDF and ME or RFV may be related to the variation noted in the DMI (% body weight) of the sorghum varieties due to variability in their NDF contents (Singh et al., 2017; Aydin et al., 2019).

The results of PCA and CA suggested that significant diversity existed among sorghum cultivars for the nutritional traits studied. Indeed, the results that indicated differences among the cultivars for the nutritional traits and clustering based on these traits classified the sorghum cultivars into two main clusters. PCA of the dataset generated two significant PCs. The statistical loadings (or scores) of these PCs are presented in Table 3. In Figure 1, different locations are used to represent the positive and negative correlations, respectively between the analysed characteristics within a component (Table 3). The PCs having only eigenvalues of >1.0 were considered significant to describe most of the total variations of data (Jolliffe, 2002). The loadings corresponding to the PCs indicate that it has high contributi-

ons from three groups. PC1 (59.51%) and PC2 (20.31%) described 79.83% of the total variation with eigenvalues of 6.55 and 2.23 in the sorghum cultivars, respectively (Figure 1). These variables were closely related to each other, characterizing PC1 as an index for determining FQI. Based on the correlation matrix loadings (≥ 0.75 and positive factor loadings) of the variables (Table 3), DDM, DMI, ME and RFV contributed most strongly to PC1, while CP and P contributed less strongly.

Table 3. Eigen analysis of the correlation matrix loadings of the experimental variables on the significant principal components (PCs)

Traits	PC1	PC2
Crude protein	0.697	0.002
Acid detergent fibre	-0.975*	-0.018
Neutral detergent fibre	-0.940	-0.127
Digestible dry matter	0.975	0.018
Dry matter intake	0.928	0.179
Metabolizable energy	0.975	0.018
Relative feed value	0.978	0.133
Calcium	0.140	-0.853
Phosphorus	0.165	0.755
Potassium	-0.144	0.750
Magnesium	0.662	-0.554

*Bold values represent strong (≥ 0.75) and positive factor loadings *, negative correlation*

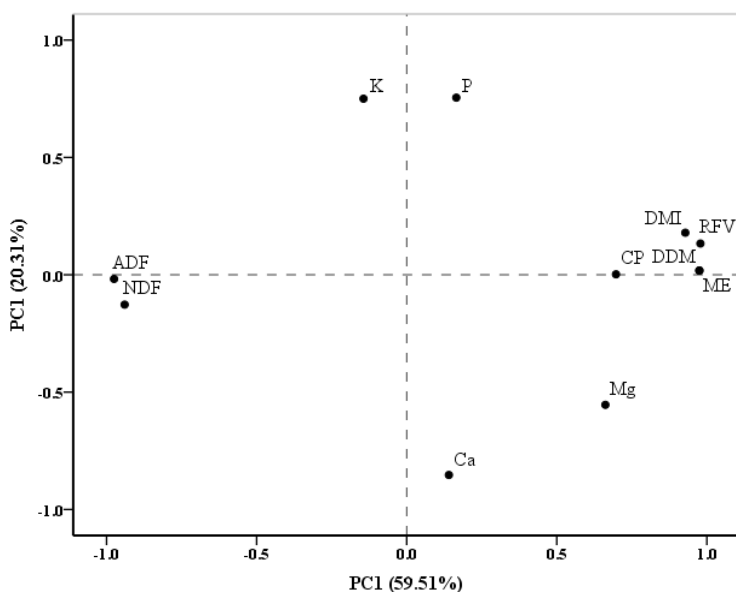


Figure 1. Scatter diagram based on loading plots of principal components (PC1 and PC2) for the nutritional traits (defined as nutrient content and forage quality indicator) sorghum cultivars. ADF: Acid detergent fiber, NDF: Neutral detergent fiber, CP: Crude protein, DDM: Digestible dry matter, DMI: Dry matter intake, ME: Metabolizable energy, RFV: Relative feed value, Ca: Calcium, P: Phosphorus, K: Potassium, Mg: Magnesium.

Figure 2 depicts the score plots of nutritional traits generated from comparing the sorghum cultivars based on PC1 and PC2. Based on scores, group I was composed of nutritional traits with positive loadings for PC1 and PC2 (CP, DDM, DMI, ME, RFV and P), group II included nutritional traits with positive loadings for PC1 and negative loadings for PC2 (Ca and Mg) and group III was composed of nutritional traits with negative loadings for PC1 (ADF, NDF and K). The results with relation to correlation confirmed the idea that the plots in PCA depicted the correlation of variables and objectives (Shin et al., 2012). The PCA results indicate that the PC1 were fewer representative of the cultivars and the calculated FQI (DDM, DMI, ME and RFV), except for CP and P, while PC2 was characterized by Ca and Mg and that the ADF, NDF and K with negative loadings in the PC1 and/or PC2 were more representatives of most cultivars. Although high values for the calculated FQI characterized the Early sumac, Hayday, Jumbo and El Rey cultivars, the other cultivars were somewhat in the middle and less tightly clustered than either group. Therefore, either PC1 or PC2 did not enable the Early sumac, Hayday, Jumbo, and El Rey cultivars to be separated from the other cultivars associated with nutritional traits from groups 1 and 2, respectively.

Differently to PC1, in the PC2, no mutual relationship was observed between the K content and other nutritional traits while Ca and Mg were related to opposite quadrants, indicating the negative association between the K content. This relationship may represent a decrease in the K content when Ca and Mg increase. Indeed, an imbalanced intake of Ca, Mg, P and K is common in forage crops and consequently in ruminants (Masters, 2018) due to a mechanism called nutrient antagonism (Senbayram et al., 2016). For example, when K or Ca concentration in the soil-root interface is high, the plant's ability to take up sufficient Mg is limited even if its concentration in the soil solution is high (Senbayram et al., 2016; Masters, 2018). This result suggested that the sorghum cultivars were important and enough since they described the current variation for the nutritional traits. Our PCA results shows that the variations among the cultivars resulted from especially quality indicators because the ME, RFV and RFQ were dominated an important part of the total variance. These notions are a significant forage species effect, as also revealed previously (Aydin et al., 2019).

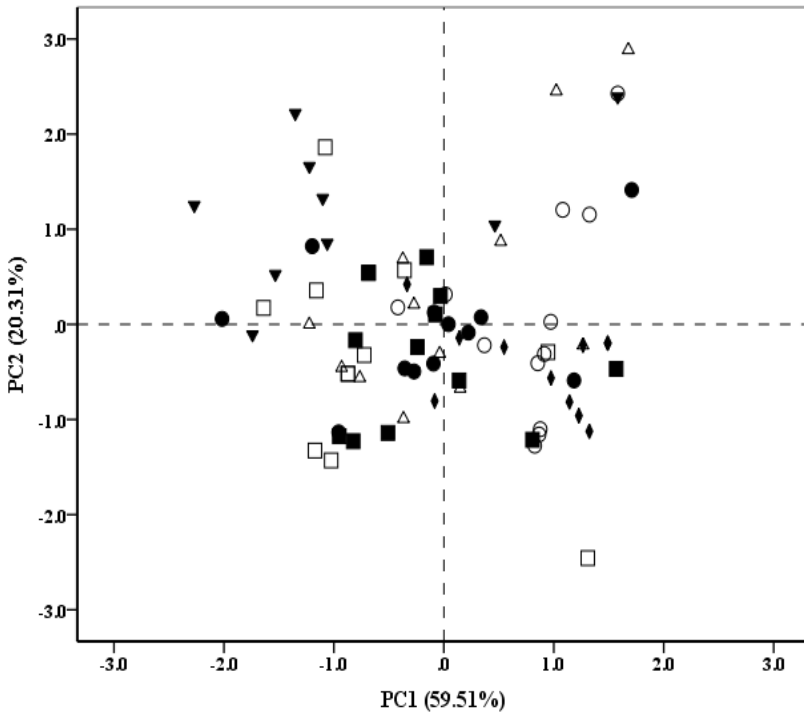


Figure 2. Score plots of principal components (PC1 and PC2) for the nutritional traits (defined as nutrient content and forage quality indicator) sorghum cultivars. ▼: Jumbo; ■: Grazer △: Hayday; □: Gözde; ●: El Rey; ◆: Rox; ○: Early sumac.

The variables that had a high correlation with one or more variables increased the commonality, and thus the PCs extracted explained much of the variable variance, as also noted by Santos et al. (2019), who used PCA in nutritional epidemiology studies. Figure 2 depicts the score plots of nutritional traits in the cultivars generated from comparing the groups based on PC1 and PC2. The traits of groups I and II were strongly related to the Early sumac, El Rey and Rox cultivars, while group II was related to the other cultivars. Also, groups I and II were weekly related to the Grazer, Hayday and Jumbo cultivars. The position of the nutritional traits in the score plot was consistent with the cultivars clustering in the CA and also, demonstrates that PC1 described the calculated traits, except for P, distribution between the cultivars. PC2 does not enable to be separated all the cultivars, which were associated with the variables from group II.

The CA and dendrogram are presented hierarchical relationships between the species in the dataset in terms of similarity or dissimilarity of their attributes represented by the parameters (Figure 3). CA grouped (CCC = 0.924) genotypes into two clusters (A and B) based on 11 nutritional traits. The cultivars in Cluster A (Jumbo, Grazer, El Rey, Hayday and Gözde) and Cluster B (Rox and Early Sumac) had no similarity. Also, the cultivars in two sub-groups of Cluster A, (Jumbo in the sub-group I and Grazer, El Rey, Hayday and Gözde in the sub-group II) had differences. The nutritional traits were grouped (CCC = 0.808) into two main Clusters (I and II) with two sub-groups, respectively. While Cluster I was included NDF, DDM, RFV and ADF, Cluster II was composed of CP, DMI, ME, Ca, P, K and Mg. The CP and ME contents of the cultivars included in Cluster I differed the studied minerals and DMI. Based on the colour intensity of the dendrogram, the similarity between Cluster I and Cluster II in terms of the nutritional traits is reduced. This may be related to the association between the calculated traits and the analysed traits (Mofokeng et al., 2017).

The CA results and dendrogram suggests this separation can provide a visual idea about variability presented in the seven cultivars. Accordingly, this confirmed that the accumulation of nutrients in fodder crops is influenced by certain factors such as plant species and variety (Singh et al., 2017; Aydin et al., 2019). Our results are consistent with the findings of Mulima et al. (2018) who reported that promising sorghum genotypes can be identified from cluster means recorded for each trait. Classification of these cultivars revealed large variation for the studied nutritional traits in the entire set as well as among the different pure and hybrid cultivars, as also noted by Upadhyaya et al. (2010) and Chikuta et al. (2015). It has been suggested that sorghum cultivars from different clusters would provide a generation of different purpose sorghum genotypes or availability of genetic variability for efficient selection (Abdel-Fatah et al., 2013; Chikuta et al., 2015; Mulima et al., 2018). Such a notion might also be suggested based on the CA results of our study. Therefore, the present study might play a significant role in filling up the gaps on these sorghum cultivars and in providing the trait-specific cultivars for use by the breeders because *Sorghum bicolor* comprises of weedy and cultivated annual forms that are fully inter-fertile (Upadhyaya et al., 2010; Chikuta et al., 2015; Martiwi et al., 2020). Thus, the evaluation and use of these new cultivars in their breeding program may contribute the sorghum improvement activities across the globe (Burow et al., 2012). Santos et al. (2019) noted that, based on that the theoretical rationale and assumptions for using chemometric and univariate methods as well as the interpretation of results are different, these techniques should not be equal statistical methods. The results of the previous study, which the data analysed as univariate (Uzun et al., 2017), and our current study, was confirmed this notion.

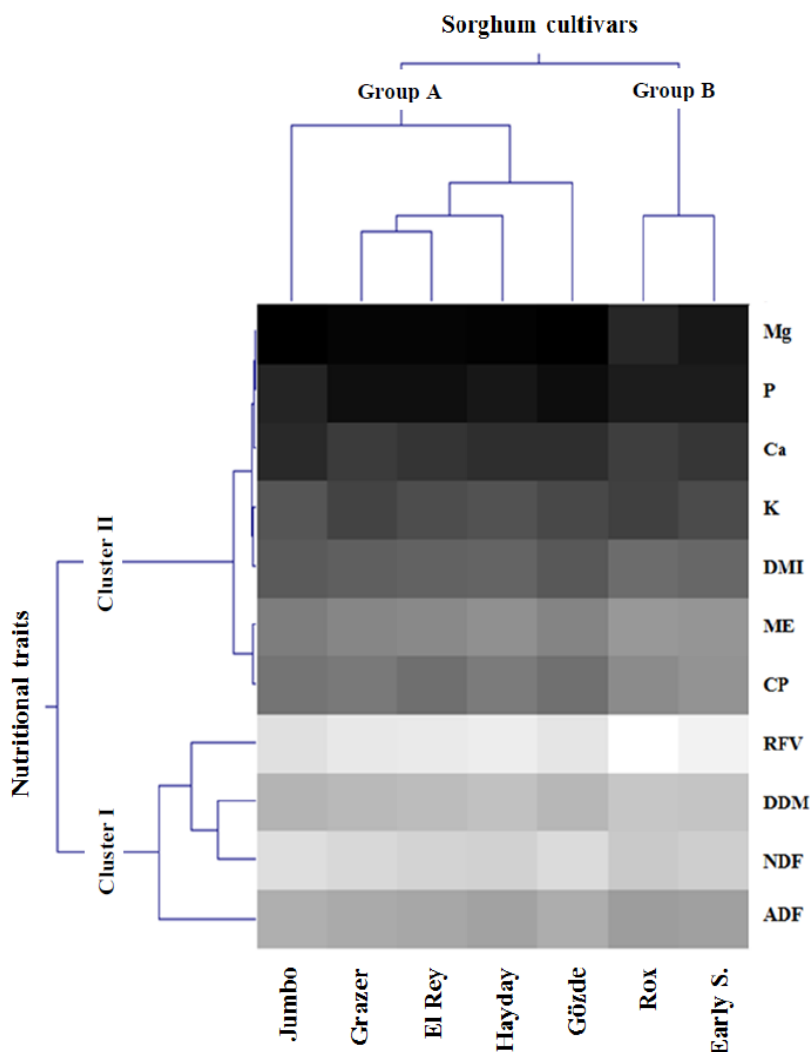


Figure 3. Dendrogram that derived from hierarchical clustering analysis of the nutritional traits (defined as nutrient content and forage quality indicator) of the sorghum cultivars. The horizontal and vertical dendrogram are the clusters of nutritional traits (CCC = 0.808; Delta = 0.186; Distance value = 0.504 – 1.701) and sorghum cultivars (CCC = 0.924; Delta = 0.209; Distance value = 0.002 – 1.885), respectively, according to similarities in the studied parameters. The intensity of colour histogram indicates the highest (light white, amount = 88.93) and the lowest (dark black, amount = 0.16) strength of similarity. ADF: Acid detergent fibre, NDF: Neutral detergent fibre, CP: Crude protein, DDM: Digestible dry matter, DMI: Dry matter intake, ME: Metabo-

lizable energy, RFV: Relative feed value, Ca: Calcium, P: Phosphorus, K: Potassium, Mg: Magnesium, Early S.: Early Sumac.

4. CONCLUSIONS

The present study reports on the employment of PCA and CA as chemometric approaches, to discriminate and classify field-grown sorghum cultivars based upon their nutritive value (FQI and mineral contents). The techniques used in the study proved useful in obtaining effective characteristics, with two PCs and two clusters considered important in explaining the relationship and similarity among the nutritional traits and cultivars, respectively. The variables such as DDM, DMI, ME and RFV were the most important traits among the selected components, defining as important characteristics in the selection of cultivars to improve the feeding of the domestic ruminants. Because very significant and strong positive correlations were observed among the calculated nutritional traits, these traits should be selected for strategic improvement in breeding programs. From the result of this study, it can be suggested that a combination of analysed and calculated traits may be useful in studying the genetic diversity of sorghum for conservation, breeding and other crop improvement activities. Moreover, the presence of vast diversity among the studied cultivars clearly shown by the distant relationships among the genotypes may be appealing to researchers, farmers and end-users.

Acknowledgments

The authors thank Dr. H.S. Abacı for her invaluable contribution to clustering analysis.

REFERENCES

- Abdel-Fatah, B.E., Ali, E.A., El-Din, A.A.T., Hessein, E.M., 2013. Genetic diversity among Egyptian sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) landraces in agro-morphological traits and molecular markers. *Asian Journal of Crop Science*, 5: 106-124. doi: 10.3923/ajcs.2013.106.124.
- Aydın, I., Algan, D., Pak, B., Ocak, N., 2019. Similarity analysis with respect to some quality indicators and quality categories based on relative forage quality ranges of desirable rangeland forages. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28: 5926-5936.
- Badigannavar, A., Girish, G., Ramachandran, V., Ganapathi, T.R., 2016. Genotypic variation for seed protein and mineral content among post-rainy season-grown sorghum genotypes. *Crop Journal*, 4(1): 61-67. doi: 10.1016/j.cj.2015.07.002.
- Bean, B.W., Baumhardt, R.L., McCollum, F.T., McCuistion, K.C., 2013. Comparison of sorghum classes for grain and forage yield and forage nutritive value. *Field Crops Research*, 142: 20-26. doi: 10.1016/j.fcr.2012. 11.014.
- Blümmel, M., Reddy, B.V.S., 2006. Stover fodder quality traits for dual-purpose sorghum genetic improvement. *Journal of SAT Agricultural Research*, 2:74-77.
- Bölük, H., 2016. The climate of Turkey according to Thornthwaite climate classification (in Turkish). https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/Thornthwaite.pdf (Access: 02.04.2021).
- Bro, R., Papalexakis, E.E., Acar, E., Sidiropoulos, N.D., 2012. Coclustering-a useful tool for chemometrics. *Journal of Chemometrics*, 26(6): 256-263. doi: 10.1002/cem.1424.

- Burow, G., Franks, C.D., Xin, Z., Burke, J.J., 2012. Genetic diversity in a collection of Chinese sorghum landraces assessed by microsatellites. *American Journal of Plant Sciences*, 3(12): 1722. doi:10.4236/ajps. 2012.312210.
- Chikuta, S., Odong, T., Kabi, F., Rubaihayo, P., 2015. Phenotypic diversity of selected dual purpose forage and grain sorghum genotypes. *Journal of Experimental Agriculture International*, 9(6): 1-9. doi: 10.9734/AJEA/2015/20577.
- Drab, K., Daszykowski, M., 2014. Clustering in analytical chemistry. *Journal of AOAC International*, 97(1): 29-38. doi: 10.5740/jaoacint.SGEDrab.
- Pinho, R.M.A., Santos, E.M., Oliveira, J.S.D., Bezerra, H.F.C., Freitas, P.M.D.D., Perazzo, A.F., Ramos R.C.D.S., Silva, A.P.G.D., 2015. Sorghum cultivars of different purposes silage. *Ciência Rural*, 45(2): 298-303. doi: 10.1590/0103-8478cr20131532.
- Farré, I., Faci, J.M., 2006. Comparative response of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean environment. *Agricultural Water Management*, 83(1): 135-143. doi: 10.1016/j.agwat.2005.11.001.
- Hamidou, M., Souleymane, O., Ba, M., Danquah, E., Kapran, I., Gracen, V., Ofori, K., 2018. Principal component analysis of early generation sorghum lines for yield-contributing traits and resistance to midge. *Journal of Crop Improvement*, 32(6): 757-765. doi: 10.1080/15427528.2018.1498423.
- Jahansouz, M.R., Keshavarz, A.R., Heidari, H., Hashemi, M., 2014. Evaluation of yield and quality of sorghum and millet as alternative forage crops to corn under normal and deficit irrigation regimes. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 10(4): 699-715. doi: 10.5897/AJAR2018.13316.
- Jolliffe, I.T., Cadima, J., 2016. Principal component analysis: a review and recent developments. *Phil. Trans. R. Soc. A* 374:20150202. doi:10.1098/rsta.2015.0202.
- Jolliffe I.T., 2002. *Principal component analysis*, 2nd edn. 487 p., New York, NY: Springer-Verlag.
- Kim, H.K., Luquet, D., van Oosterom, E., Dingkuhn, M., Hammer, G., 2010a. Regulation of tillering in sorghum, genotypic effects. *Annual Botanical*, 106(1): 69-78. doi.org/10.1093/aob/mcq080.
- Kim, H.K., van Oosterom, E., Dingkuhn, M., Luquet, D., Hammer, G., 2010b. Regulation of tillering in sorghum, environmental effects. *Annual Botanical*, 106(1): 57-67. doi.org/10.1093/aob/mcq079.
- Martwi, I.N.A., Nugroho, L.H., Daryono, B.S., Susandarini, R. 2020. Morphological variability and taxonomic relationship of *Sorghum bicolor* (L.) Moench accessions based on qualitative characters. *Annual Research & Review in Biology*, 35(6): 40-52. doi: 10.9734/ARRB/2020/v35i630234.
- Masters, D.G., 2018. Practical implications of mineral and vitamin imbalance in grazing sheep. *Animal Production Science*, 58(8): 1438-1450. doi: 10.1071/ANI17761.
- Mofokeng, A.M., Shimelis, H.A., Laing, M.D., 2017. Agromorphological diversity of South African sorghum genotypes assessed through quantitative and qualitative phenotypic traits. *South African Journal of Plant and Soil*, 34(5): 361-370. doi: 10.1080/02571862.2017.1319504.
- Moraes, É.A., da Silva Marineli, R., Lenquiste, S.A., Steel, C.J., de Menezes, C.B., Queiroz, V.A.V., Júnior, M.R.M., 2015. Sorghum flour fractions: Correlations among polysaccharides, phenolic compounds, antioxidant activity and glycemic index. *Food chemistry*, 180, 116-123. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.02. 023.
- Moore, J.E., Undersander, D.J., 2002. Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index. *Proc 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*, 16-32, January 10-11, University of Florida, USA.
- Muir, J., Lambert, B., Newman, Y., 2007. Defining Forage Quality. <http://hdl.handle.net/19691/87461>. (Accessed: 20.03.2021)
- Mulima, E., Sibiya, J., Cousin Musvosvi, C., Egas Nhamucho, E., 2018. Identification of important morphological traits in Mozambican sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] germplasm using multivariate analysis. *African Journal of Agricultural Research*, 13(34): 1796-1810. doi: 10.5897/AJAR2018.13316.
- Ouda, J.O., Njehia, G.K., Moss, A.R., Omed, H.M., Nsahlai, I.V., 2005. The nutritive value of forage sorghum genotypes developed for the dry tropical highlands of Kenya as feed source for ruminants. *South African Journal of Animal Science*, 35(1): 55-60.
- Ritter, K.B., McIntyre, C.L., Godwin, I.D., Jordan, D.R., Chapman, S.C., 2007. An assessment of the genetic relationship between sweet and grain sorghums, within *Sorghum bicolor* ssp. *bicolor* (L.) Moench, using AFLP markers. *Euphytica*, 157(1): 161-176. doi: 10.1007/s10681-007-9408-4.
- Santos, R.D.O., Gorgulho, B.M., Castro, M.A.D., Fisberg, R.M., Marchioni, D.M., Baltar, V.T., 2019. Principal component analysis and factor analysis: Differences and similarities in nutritional epidemiology application. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 22, e190041. doi: 10.1590/1980-549720190041.

- Saraçlı, S., Doğan, N., Doğan, İ., 2013. Comparison of hierarchical cluster analysis methods by cophenetic correlation. *Journal of Inequalities and Applications*, 2013(1): 1-8.
- Senbayram, M., Gransee, A., Wahle, V., Thiel, H., 2016. Role of magnesium fertilisers in agriculture: plant-soil continuum. *Crop and Pasture Science*, 66(12): 1219-1229. doi: 10.1071/CP15104.
- Shin, E.C., Hwang, C.E., Lee, B.W., Kim, H.T., Ko, J.M., Baek, I.Y., Lee, Y., Choi, J., Cho, J.S., Cho, E.J., Seo, W.T., Cho, K.M., 2012. Chemometric approach to fatty acid profiles in soybean cultivars by principal component analysis (PCA). *Preventive Nutrition and Food Science*, 17(3): 184-191. doi: 0.3746/pnf.2012.17.3.184
- Singh, S., Shukla, G.P., Joshi, D.C., 2014. Evaluation of dual-purpose sorghum hybrids for nutritional quality, energetic efficiency and methane emission. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 14(3): 535-548. doi : 10.5958/0974-181X.2014.01356.0
- Singh, S., Bhat, B.V., Shukla, G.P., Gaharana, D., Anele, U.Y., 2017. Nutritional evaluation of different varieties of sorghum stovers in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 227: 42-51. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2017.03.011.
- Upadhyaya, H.D., Sharma, S., Ramulu, B., Bhattacharjee, R., Gowda, C.L.L., Reddy, V.G., Singh, S., 2010. Variation for qualitative and quantitative traits and identification of trait-specific sources in new sorghum germplasm. *Crop Pasture Science*, 61: 609-618.
- Uzun, F., Garipoğlu, A.V., Ocak, N., 2017. Water use efficiency, yield, and nutritional quality of maize and sorghum cultivars as influenced by irrigation in a shallow soil. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 32: 358-366. doi: 10.7161/omuanajas.293642.





Total Costs, Labor Requirements and Work Efficiencies in Second Fodder Corn Silage Production in Turkey: A Case Study From Samsun Province

Türkiye’de İkinci Ürün Silajlık Mısır Üretiminde Toplam Masraflar, İş Gücü Gereksinimleri ve İş Başarıları: Samsun İli Örneği

Recep Kadir SİVRİ¹, Taner YILDIZ²

¹ Construction Investment Industry and Trade Incorporation, Samsun, TURKEY
• recepkadirsivri@hotmail.com • ORCID > 0000-0001-9320-3859

² Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University, 55139, Atakum, Samsun, TURKEY
• tyildiz@omu.edu.tr • ORCID > 0000-0002-4774-6534

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 4 Mayıs / May 2021

Kabul Tarihi / Accepted: 27 Ekim / October 2021

Yıl / Year: 2022 | **Cilt – Volume:** 37 | **Sayı – Issue:** 1 | **Sayfa / Pages:** 83-96

Atıf/Cite as: Sivri, R. K. ve Yıldız, T. "Total Costs, Labor Requirements and Work Efficiencies in Second Fodder Corn Silage Production in Turkey: A Case Study From Samsun Province - Türkiye’de İkinci Ürün Silajlık Mısır Üretiminde Toplam Masraflar, İş Gücü Gereksinimleri ve İş Başarıları: Samsun İli Örneği". Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi - Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(1), Şubat 2022: 83-96
<https://doi.org/10.7161/omuanajas.932426>

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: tyildiz@omu.edu.tr

Bu çalışma, Yüksek Lisans Tezinin özetidir.



<https://doi.org/10.7161/omuanajas.932426>



TOTAL COSTS, LABOR REQUIREMENTS AND WORK EFFICIENCIES IN SECOND FODDER CORN SILAGE PRODUCTION IN TURKEY: A CASE STUDY FROM SAMSUN PROVINCE

ABSTRACT:

This study was carried out to determine the total costs, labor requirements, and work efficiencies in the second fodder corn silage production mechanization using survey and time measurement method in Çarşamba town of Samsun district in 2018. The total variable and fixed costs are calculated as 3047.70 TL ha⁻¹ and 7986.60 TL ha⁻¹, respectively. The share of variable and fixed costs in total production costs was determined as 27.59 and 72.41%, respectively. Among the variable costs, the highest share was obtained by fertilization (9.54%) and spraying processes (4.18%). The highest share of the fixed costs was family labor (24.53%). The highest and the lowest labor requirements were found for harvesting (4.98 h ha⁻¹) and transportation (1.76 h ha⁻¹), respectively. The highest work efficiency was obtained for transportation (0.57 ha h⁻¹). It has been shown, in particular, that good mechanization planning can minimize variable costs, resulting in more profitable production through the optimal utilization of agricultural machinery.

Keywords: *Aftercrop, Corn, Labor requirement, Silage, Total cost, Work efficiency*



TÜRKİYE'DE İKİNCİ ÜRÜN SİLAJLIK MISIR ÜRETİMİNDE TOPLAM MASRAFLAR, İŞ GÜCÜ GEREKSİNİMLERİ VE İŞ BAŞARILARI: SAMSUN İLİ ÖRNEĞİ

ÖZ:

Bu çalışma; 2018 yılında Samsun ili Çarşamba ilçesinde, ikinci ürün mısır silajı üretim mekanizasyonunda toplam masraflar, iş gücü gereksinimleri ile iş başarılmasının anket ve zaman ölçümleriyle belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Toplam değişken ve sabit masraflar sırasıyla 7986.60 TL ha⁻¹ ve 3047.70 TL ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Değişken ve sabit masrafların toplam üretim masrafları içindeki payları ise, sırasıyla %27.59 ve %72.41 olarak belirlenmiştir. Değişken masraflar içinde en yüksek pay gübreleme (%9.54) ve ilaçlama (%4.18) işlemlerinden elde edilmiştir. Sabit masraflardan aile iş gücü gereksinimi, en yüksek paya sahip olmuştur (%24.53). En yüksek ve en düşük iş gücü gereksinimleri sırasıyla hasat (4.98 h ha⁻¹) ve nakliye (1.76 h ha⁻¹) işlemlerinde bulunmuştur. En yüksek iş başarısı nakliyede elde edilmiştir (0.57 ha h⁻¹). Özellikle iyi mekanizasyon planlamasının, değişken masrafları en az düzeye indirebileceği ve tarım makinalarının optimum kullanımı yoluyla daha karlı üretim yapılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İkinci ürün, Mısır, İş gücü gereksinimi, Silaj, Toplam masraf, İş başarısı



1. INTRODUCTION

To meet the increasing animal protein requirements linked to the high population in Turkey, meat and milk products obtained from ruminant animals lead the list of sources. It will be possible to bring these animal production amounts to the desired levels by increasing quality feed production. One of these feed sources is silage, prepared from different materials including corn, an indispensable element among sources of roughage feed and the most important for ruminant animal rations. Silage made from corn, which comes to the fore due to being the most easily ensilaged material among green plant matter, is effective in meeting the nutritional requirements of milk herds, especially. The digestive system of ruminant animals has the feature of being able to digest high levels of roughage like silage (Kılıç, 2004). Silage corn planting has increased in Turkey in recent years; for example, a 4-5% increase occurred from 2017 to 2018. Of the total corn planting area, 75% is for grain and 25% is for silage corn production (Anonymous 2018). İzmir has had the highest corn silage production since 2017. Samsun province ranks ninth in corn silage production and meets 3.21% of the corn silage production in Turkey (Table 1). Almost half of corn silage produced in Samsun is being cultivated in Bafra and Çarşamba counties.

Table 1. Corn silage production amounts according to provinces in Turkey (tonnes)

Çizelge 1. Türkiye'de illere göre silajlık mısır üretim miktarları (ton)

Provinces	2013	2014	2015	2016	2017	2017 (%)
İzmir	2.427.316	2.512.303	2.601.432	2.608.225	2.678.156	11.46
Konya	1.150.112	1.229.601	1.348.829	1.468.100	1.650.455	7.06
Kars	13.891	13.822	15.082	31.260	1.560.992	6.68
Balıkesir	1.115.062	1.129.647	1.239.092	1.344.726	1.491.653	6.38
Aydın	1.007.014	993.041	1.040.328	1.049.221	1.248.066	5.34
Bursa	1.026.769	1.053.791	1.071.359	1.091.513	1.122.868	4.80
Sakarya	746.119	784.366	839.174	835.615	883.661	3.79
Çanakkale	713.290	791.179	746.976	752.050	818.938	3.50
Samsun	644.858	691.655	768.299	741.639	750.990	3.21
Other provinces	6.826.126	6.858.619	7.174.409	7.402.168	7.718.465	47.78
TOTAL	18.094.45	18.815.03	19.920.00	20.369.678	23.373.725	100.00

Source: Anonymous, 2018

2. Corn Silage Production and Status in Turkey

Silage production in Turkey began for the first time in 1931 in Atatürk Forest Farm in Ankara and continued until the 1970s on state farms before becoming popular among private enterprises. In Turkey within the ten years from 2007 to 2016, a two-fold increase occurred in area and yield values. These seed areas focused on regions and large enterprises with production in a more economic sense. Corn silage cultivation can be done in nearly all regions of Turkey (Tezel, 2018).

Currently, silage production may be mechanized in nearly all stages, from sowing to harvest, transport to silage pits, and distribution as animal feed. A large variety of agricultural tools and machinery are used from the simplest to the most complicated in this mechanization chain.

Expenses for the production of an agricultural product comprise the production costs. Among the elements comprising production costs in agricultural production (land, seeds, pesticides, fertilizers, irrigation, agricultural machinery, buildings, labor etc.), the most important are machinery costs, which can reach to 50% depending on the level of use of machinery in the enterprise. For corn silage production, all stages require intense mechanization, especially the harvest. With continuously increasing energy and machinery outgoings, mechanization planning is important for profitable production. In countries like Turkey, where agricultural regions are widely dispersed, this planning must be done with greater care.

Attention needs to be paid to scientific operating methods for effective use of mechanization inputs, with an important share of inputs used in plant production like seeds, fertilizer, and pesticides. This research aimed to determine the labor requirements, work efficiencies, and costs of mechanization processes of second fodder corn silage cultivation in Çarşamba plain, one of the most important plant production areas in Turkey.

3. Material and Methods

3.1 Material

3.1.1 Trial area

Samsun province, located on the deltas where the Yeşilırmak and Kızılırmak Rivers flow into the Black Sea in the Central Black Sea region, has 958.000 hectares' area. Nearly 104.000 enterprises perform agricultural production on nearly 47% of this area. The research was completed in collaboration with the enterprises on Çarşamba Plain formed by rich alluvium soils carried by the Yeşilırmak river (Figure 1).



Figure 1. Location of Çarşamba within Turkey (Yıldız, 2016)

Şekil 1. Türkiye'de Çarşamba'nın Konumu (Yıldız, 2016)

The Çarşamba plain is 15 m above sea level and is located between $41^{\circ}11'56''$ North latitudes and between $36^{\circ}43'36''$ East longitudes. It is 37 km from Samsun provincial center. The area of Çarşamba plain completely formed by the Yeşilirmak, covers 70.818 hectares. Of this, 53.300 hectares are used as agricultural land. Wheat, corn, vegetables, sunflowers, feed plants, hazelnuts, and rice are the most important agricultural products in Çarşamba, which has a high plant cover. The province has warm summers and mild and rainy winters with the typical Black Sea climate. Due to the effect of the sea, there is no great temperature difference between the summer and winter months. The average annual temperature is $15-17^{\circ}\text{C}$. The annual precipitation is 600-700 mm of the precipitation occurs from October to the end of December. The coastal strip has little snowfall, which does not last long. Based on mean values for many years, the coldest months are January and February, and the hottest months are July and August (Anonymous, 2019).

3.2 Methods

3.2.1 Determination of agricultural enterprises to be surveyed

According to the Ministry of Agriculture and Forestry, in arşamba county, where the research was completed, a total of 150 enterprises cultivated corn silage as a secondary fodder after the primary product in 2018. The questionnaires were filled in face-to-face with the producers in these agricultural enterprises. Additionally, the Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry statistics and previous studies were used.

3.2.2 Calculation of production costs for second fodder corn silage

When calculating variable costs related to plant production activities, attention should be paid to their physical amounts and unit prices. Information about use of the physical inputs related to these costs may be obtained from the enterprise or accountancy records, research results from the region or from information collected directly from agricultural enterprises by surveys (Kıral et al., 1999). The research noted the input amounts for fuel and oil related to machinery used in mechanized processes from soil processing to transport and storage, fertilizer, seeds and pesticides and related unit prices, along with unit manpower and labor fees in the region. Fixed costs noted interest, depreciation, taxes and village common outgoings (Dinçer, 1976).

3.2.3 Time measurements

In enterprises, measurements were made with the aid of a chronometer beginning with soil processing and seedbed preparation, to determine the labor force requirements related to other agricultural processes, work efficiency and total costs expended during production. The number of observations required per unit area was determined with the following equation (Kobu, 2010).

$$N = \left[\frac{40 \sqrt{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2$$

where,

N= Number of observations required for each procedure

n= Number of observations completed

X_i = Observation value

3.2.4 Determination of labor requirements and work efficiencies

According to the above equation, 10 enterprises had time measurements taken in three repeats with the values classified into three sections according to the standard parcel (h ha^{-1}) and grouped as follows (Kadayıfçılar ve Dinçer, 1972; Beyhan ve Pınar, 1996; Yıldız, 2000):

1) Basic Time (BT):

a) Basic time to tillage (tBT_1)

b) Basic time to sowing (tBT_2)

- c) Basic time to fertilizing (tBT₃)
- d) Basic time to spraying (tBT₄)
- e) Basic time to harvest with a two-row silage machine (tBT₅)
- f) Basic time to transportation and carriage (tBT₆)

2) Auxiliary time (AT): Necessary time spent found by combining a variety of time segments (h ha⁻¹). Auxiliary time was classified in subsections for standard parcels (Yıldız, 2000).

These are:

- a) Auxiliary time to tillage (tAT₁)
- b) Auxiliary time to sowing (tAT₂)
- c) Auxiliary time to fertilizing (tAT₃)
- d) Auxiliary time to spraying (tAT₄)
- e) Auxiliary time to harvesting with two-row silage machine (tAT₅)
- f) Auxiliary time to transportation and carriage (tAT₆)

3) Unavoidable time losses (UTL)

Time measurements were completed with a CASIO brand digital hand chronometer. The arithmetic means of the time measurements were taken and results were analyzed (Beyhan ve Pınar, 1996). To calculate labor requirements and work efficiencies, arithmetic means of measurements of the time segments for each process were used. To determine work efficiency in the field, effective working time (EWT) was noted. To determine effective working time (EWT), basic time (BT) and auxiliary time (AT) were added to calculate principal time (PT) (Beyhan and Pınar, 1996; Yıldız, 2016).

$$PT = BT + AT \quad PT = BT + AT \text{ (h ha}^{-1}\text{)} \dots\dots\dots(1)$$

The following equation was used to calculate effective working time (EWT)

$$EWT = BT + AT + UTL \quad EWT = BT + AT + UTL \text{ (h ha}^{-1}\text{)} \dots\dots\dots(2)$$

Unavoidable time loss (UTL) was determined as a percentage of the principal time obtained by adding basic and auxiliary time (Caran 1994, Beyhan and Pınar, 1996; Yıldız, 2000; Yıldız, 2016).

$$UTL = \frac{P}{100} PT \dots\dots\dots(3)$$

where;

P is a multiplication factor showing variations according to the machine used and labor power. In this study for labor manpower P was 1, while for machine power P was 6 (Caran, 1994; Beyhan 1996; Beyhan ve Pınar, 1996; Yıldız, 2000; Yıldız and Tekgüler 2012).

The working efficiency per unit area (WPA) in the study with the different enterprises were determined with the following equation linked to the effective working time (EWT).

$$WPA = \frac{1}{EWT} \dots\dots\dots(4)$$

The following equation was used to calculate the utilization coefficient of time (UC_z) by using effective working time and basic time.

$$UC_z (\%) = \frac{BT}{EWT} 100 \dots\dots\dots(5)$$

Time measurements were completed with a CASIO brand digital hand chronometer. The arithmetic mean of the time measurements was taken and results were analyzed.

4. Results and discussion

4.1 Findings related to general features

The general features of enterprises surveyed are given in Table 2. When Table 2 is investigated, mean silage land size ranged from 10-175 da, with enterprises having mean 40.70 da. While the mean parcel number in Turkey is 4, for the second fodder corn silage area in the research, the mean was identified as 2.90 (Anonymous, 2016). When looking at the educational levels of enterprises, it was discovered that a large proportion of 75% were primary school graduates, while the remaining 25% were middle school graduates (Table 2).

Table 2. General features of second fodder silage corn production**Çizelge 2.** İkinci ürün silajlık mısır üretiminde genel özellikler

	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation
Age	33.00	62.00	48.10	7.07
Experience	15.00	40.00	28.55	7.09
Population	3.00	8.00	5.25	1.52
Education				
Primary School (%)			75.0	
Middle School (%)			25.0	
Silage land size	10.00	175.00	40.70	37.00
Number of parcels	1.00	6.00	2.90	1.29

4.2 Findings related to production costs

Costs were divided into two categories in the research: Variable and fixed costs, as shown in Table 3.

Table 3. Cost elements and profit table for second fodder silage corn mechanization**Çizelge 3.** İkinci ürün silajlık mısır üretim mekanizasyonu için masraflar ve karlılık tablosu

Variable Costs (VC)	Mean (TL ha ⁻¹)	%
Tillage	105.30	1.07
Sowing	245.60	2.50
Fertilizing	1052.20	10.71
Spraying	461.10	4.69
Harvesting	377.80	3.84
Transportation and Marketing	446.10	4.54
Irrigation	310.20	3.16
Interest on Variable Costs (Circulating Capital Interest)*	102.09	1.04
Total Variable Costs	3100.39	31.55
Fixed Costs (FC)	Mean (TL ha ⁻¹)	%
General Administrative Expenses**	91.30	0.93
Family Labor Cost Equivalent	2706.00	27.54
Land Rental	2466.20	25.10
Depreciation	139.98	1.42
Capital Interest	606.80	6.17
Repair and Maintenance	621.80	6.32
Taxes-Village Common Expenses	46.00	0.47
Insurance (TL Year ⁻¹)	48.80	0.50

Total Fixed Costs	6726.88	68.45
TOTAL COSTS (Production Costs, PC)	9827.27	100.00
Yielg (kg ha ⁻¹)	40049.10	
Price (TL)	1.95	
Gross Agricultural Production Value (GAPV)	78095.75	
Gross Profit (GAPV-VC)	74995.36	
Net Profit (GAPV-PC)	68268.48	
Relative Profit (GAPV PC ⁻¹)	7.95	
Unit Cost (TL kg ⁻¹)	0.28	

**Variable cost interests (circulating capital interest): represents production cost interest and opportunistic costs. Simply, if the production input amounts had been used in an alternative area, a certain amount of interest income would have been obtained. The use of these inputs in production means interest income is not received. As a result, it is necessary to assess this as a cost (Kıral et al., 1999).*

** *General administrative outgoings: Taken as 3% of variable costs*

-*The Republic of Turkey Central Bank January 2018 interest 13.62, the Republic of Turkey Central Bank January 2018 inflation 12.14, reel interest rate 1.48.*

-*Tractor depreciation 0.0416 (The Turkish Association of Agricultural Machinery and Equipment Manufacturers, 2018)*

-*Other tools-machinery depreciation (The Republic of Turkey Directorate of Revenue Management, 2018): 0.2*

-*Building depreciation (The Republic of Turkey Directorate of Revenue Management, 2018): 0.02*

When Table 3 is investigated, total variable costs comprised 31.55% and total fixed costs comprised 68.45%. The highest variable cost was fertilizer at 10.71%, with the lowest variable cost of 1.04% for variable cost interest. Another study in Pasinler county in Erzurum identified variable costs comprising 78.58% (Tuvanç ve Dağdemir, 2009). The reason for this difference may be explained that the enterprises do not obtain many tools-machinery at cost externally; in other words, they pay their own tool and machinery costs. Family labor costs had the highest value at 24.36%, while taxes-release protection had the lowest value at 0.84% (Table 3).

The highest variable cost for enterprises was fertilizer (1052.20 TL ha⁻¹), while the lowest variable cost was capital investment interest (102.09 TL ha⁻¹), with yield of 40,049.10 kg per hectare. The unit cost value of the product was calculated as 0.28 TL kg⁻¹ (Table 3). A study comparing the yield and economic aspects of second fodder corn silage under conditions in Çukurova region found the highest yield

was obtained with the reduced soil processing method, with the lowest yield obtained from directly planted areas. The highest profit (2097.40 TL ha⁻¹), was identified for the reduced soil processing method with the lowest profit (1667.60 TL ha⁻¹) obtained with the bandwidth soil tillage method (Karaağaç et al., 2010). Another study from Cukurova region of wheat and second fodder corn silage identified highest income was from wheat with straight seeding (2916.90 TL ha⁻¹). For second fodder corn silage, the highest income (3222.00 TL ha⁻¹) was identified for seeding with chisel (Karaağaç et al., 2016).

4.3 Findings related to labor requirements and work efficiencies

At the measured times, basic, auxiliary, basic and effective working and unavoidable time losses were calculated according to a standard parcel with 1 ha size (66.67 m x 150 m) as h ha⁻¹, while area work efficiency is given in ha h⁻¹ units on Table 4. Table 4 shows that harvest (3.76 h ha⁻¹) has the highest basic time (E) requirements, whereas transport processes (1.50 h ha⁻¹) have the lowest basic time (E). The lowest auxiliary time was for harvest again (0.94 h ha⁻¹) and transport (0.16 h ha⁻¹). The lowest time loss was 0.10 h ha⁻¹ for transport. Table 4 also shows that, the highest effective working time (EWT) was for harvest (4.98 h ha⁻¹) with lowest EWT for transport (1.76 h ha⁻¹). When assessed in terms of area work efficiency, transport had the highest value of 0.57 ha h⁻¹. Two different trials in the Thrace region for sunflower and corn silage with four different soil processing methods determined the highest work efficiencies were 5.4 ha h⁻¹ and 0.341 ha h⁻¹, respectively. (Baran et al., 2014; Baran et al., 2016). A study of second fodder corn silage and triticale silage in conditions in Central Anatolia, found the lowest labor requirement was 0.20 h ha⁻¹ for corn silage, with highest work efficiency of 4.93 ha h⁻¹ for direct seeding (Bayram and Özgöz, 2016).

Table 4. Labor requirements and area work efficiencies needed for second fodder silage corn production mechanization

Çizelge 4. İkinci ürün silajlık mısır üretim mekanizasyonunda gereksinim duyulan iş gücü gereksinimleri ve alan iş başarıları

Tillage	Sowing		Fertilizing		Spraying		Harvesting		Transportation		TOTAL	
tBT ₁ (h ha ⁻¹)	2.23	tBT ₂ (h ha ⁻¹)	2.55	tBT ₃ (h ha ⁻¹)	2.69	tBT ₄ (h ha ⁻¹)	1.77	tBT ₅ (h ha ⁻¹)	3.76	tBT ₆ (h ha ⁻¹)	1.50	ΣBT=1450 h ha ⁻¹
tAT ₁ (h ha ⁻¹)	0.46	tAT ₂ (h ha ⁻¹)	0.85	tAT ₃ (h ha ⁻¹)	0.75	tAT ₄ (h ha ⁻¹)	0.56	tAT ₅ (h ha ⁻¹)	0.94	tAT ₆ (h ha ⁻¹)	0.16	ΣAT=3.72 h ha ⁻¹
PT ₁ (h ha ⁻¹)	2.69	PT ₂ (h ha ⁻¹)	3.40	PT ₃ (h ha ⁻¹)	3.44	PT ₄ (h ha ⁻¹)	2.33	PT ₅ (h ha ⁻¹)	4.70	PT ₆ (h ha ⁻¹)	1.66	ΣPT=18.22 h ha ⁻¹
UTL ₁ (h ha ⁻¹)	0.16	UTL ₂ (h ha ⁻¹)	0.20	UTL ₃ (h ha ⁻¹)	0.21	UTL ₄ (h ha ⁻¹)	0.14	UTL ₅ (h ha ⁻¹)	0.28	UTL ₆ (h ha ⁻¹)	0.10	ΣUTL=1.09 h ha ⁻¹

EWT_1 (h ha ⁻¹)	2.85	EWT_2 (h ha ⁻¹)	3.60	EWT_3 (h ha ⁻¹)	3.65	EWT_4 (h ha ⁻¹)	2.47	EWT_5 (h ha ⁻¹)	4.98	EWT_6 (h ha ⁻¹)	1.76	$\Sigma EWT=19.31$ h ha ⁻¹
WPA_1 (ha h ⁻¹)	0.35	WPA_2 (ha h ⁻¹)	0.28	WPA_3 (ha h ⁻¹)	0.27	WPA_4 (ha h ⁻¹)	0.40	WPA_5 (ha h ⁻¹)	0.20	WPA_6 (ha h ⁻¹)	0.57	
UCz_1 (%)	78.25	UCz_2 (%)	70.83	UCz_3 (%)	73.70	UCz_4 (%)	71.66	UCz_5 (%)	75.50	UCz_6 (%)	85.23	

In this study completed in conditions in Çarşamba, the highest area work efficiency was 0.57 ha h⁻¹ for transport, with lowest for harvest (0.20 ha h⁻¹). Research about silage production, and transport in Thrace Region performed measurements in three different enterprises. In conclusion, only one enterprise was found to be appropriate from a technical aspect (Kayışoğlu and Tan, 1994). Research using one and two-row silage machines identified the area work efficiency was 0.15-0.36 ha h⁻¹ for a one-row machine at different ground speeds, while it was 0.26-0.54 ha h⁻¹ for a two-row machine. They identified the product work efficiency as 8.4-20.5 t h⁻¹ for one-row machines and 14.7-30.2 t h⁻¹ for two-row machines. Additionally, the increased production work efficiency values linked to increased tractor speeds was stated to increase labor requirements (Bilgen and Sungur, 1991). Under the conditions in the Aegean Region, second fodder corn silage cultivation after wheat emphasized that the best results were identified after soil processing combination trials using rototiller and cultivator. They found that direct seeding method was the most advantageous method in terms of fuel consumption and work efficiency (Sungur et al., 1994). When Table 4 is investigated, the utilization coefficient of time value is seen to be highest for transport processes (85.23%). The reason for this is the selection of land close to silage pits and animal holdings and the completion of transport processes in serial manner with collective work. Additionally, increasing the capacity of trailers used for transport was effective in the high levels of utilization coefficient of time for transport. The lowest utilization coefficient of time value was found as 70.83% for sowing process (Table 4). The reason for this can be explained as a result of difficulties filling the seed deposits and other replenishment procedures.

5. CONCLUSION

One of our greatest problems is meeting the food needs of an ever increasing global. Currently when agricultural land has reached its final limits, water and other natural resources are being consumed. In this situation, the only way is to increase yield from agricultural production. The way to increase yield is to mechanize processes in all areas. Animal husbandry has begun to develop in the research region in recent years. As a result, an increase in the planting of feed plants has occurred in recent years. Climate features are very suitable for second fodder cultivation and have led to intensive use of mechanization processes. Good planning of the mechanization chain from soil processing to harvesting will contribute to reducing

avoidable time losses. In addition to minimum soil processing, direct seeding on stubble has begun which will provide positive effects in terms of costs, labor requirements and work efficiencies. The number of enterprises fertilizing according to the results of soil sampling was identified to be at very low levels. Fertilizing according to soil sampling results will contribute to preserving natural resources and may be beneficial to reduce fertilizing costs. The use of higher capacity pesticide depots and crop protection machinery with wider width will contribute to increasing work efficiency.

REFERENCES

- Anonymous, 2016. Turkish Statistical Institute. Agricultural Statistics Data, Ankara. <https://www.tuik.gov.tr> [in Turkish]
- Anonymous, 2018. Corn data of Turkish Chamber of Agricultural Engineers, Ankara, Turkey. http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=30187&tipi=17&sube=0 [in Turkish]
- Anonymous, 2019. Municipality of Çarşamba. <https://www.carsamba.bel.tr/icerik/iklim-ve-bitki-ortusu> [in Turkish]
- Baran, M.F, Durgut, M.R., Kayhan, İ.E, Aydın, B., Kurşun İ., Bayhan Y., 2014. Determination of different tillage and sowing methods in terms of technically and economically in second crop maize for silage. Namik Kemal University, Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty, (11) 1: 18-26 [in Turkish]
- Baran, M.F, Aydın, B., Kurşun, İ., Kayhan, İ.E., Bayhan, Y., Durgut, M.R., 2016. Comparison of different soil cultivation methods that can be applied in silage corn and sunflower production in Thrace Region. Journal of Agricultural Machinery Science (12) 1: 69-77 [in Turkish]
- Bayram, M., Özgöz, E., 2016. Operating parameters in terms of evaluation for applicability of tillage systems under second crop silage corn and silage triticale rotation. Proceedings book of 30th National Agricultural Mechanization and Energy Congress, September, 1-3 2016, Tokat [in Turkish]
- Beyhan, M.A., 1996. The determination of the possibility of using an eccentric type limb shaker in the mechanical harvest of the hazelnut. Proceedings of the agricultural education 150th anniversary, hazelnut and other Nuts Symposium:212-225, Ondokuz Mayıs University Faculty of Agriculture, January 10-11, 1996, Samsun, Turkey [in Turkish]
- Beyhan, M.A., Pınar, Y., 1996. An investigation of using a mechanical scrub-clearing tool at desuckering of hazelnut. Proceedings of the agricultural education 150th anniversary, hazelnut and other Nuts Symposium:119-133, Ondokuz Mayıs University Faculty of Agriculture, January 10-11, 1996, Samsun, Turkey [in Turkish]
- Bilgen, H., Sungur, N., 1991. A research on appropriateness of forage maize harvesters in Aegean region conditions. Proceedings book of 13th National Agricultural Mechanization and Energy Congress: 323-332, Konya [in Turkish]
- Caran, D., 1994. Investigation of mechanical harvesting possibilities in olive. Ege University, PhD, Graduate School of Natural Applied Science, Department of Agricultural Machinery, Bornova, İzmir, Turkey [in Turkish]
- Dinçer, H., 1976. Costs of machinery in agricultural enterprises. Professional Publications of Turkish Agricultural Equipment Association, Ankara [in Turkish]
- Kadayıfçılar, S., Dinçer, H., 1972. Agricultural Machinery Management, Volume II. Publications of Ankara University Journal of Agriculture Faculty, Publication number:489, Textbook number:163, Ankara [in Turkish]
- Karaağaç, H.A., Barut, Z.B., Çakır, B., Aykanat, S., Bolat, A., Sağlam, C., 2010. Yield and economical comparison of different soil cultivation and planting methods in the production of second product silage corn. Journal of Agricultural Machinery Science (6) 4: 261-266 [in Turkish]
- Karaağaç, H.A., Aykanat, S., Gültekin, R., Bolat, A., Sağlam, C., 2016. Economic Comparison of Different Seeding Techniques in Wheat and Second Product Silage Maize in Cukurova Region (1st Year). Journal of Agricultural Machinery Science (12) 2: 79-84 [in Turkish]
- Kayıoğlu B., Tan, F., 1994. A research on determination of the best transport system on silage making mechanization. Proceedings book of 15th National Agricultural Mechanization and Energy Congress: 334-342, Antalya [in Turkish]
- Kılıç, A., 2004. The effect of quality on productivity in forages. Hasat (Hayvancılık) Dergisi, Sayı:12, 12-14 [in Turkish]

- Kıral, T., Kasnakoğlu, H., Tatlıdil, F., Fidan, H., Gündoğmuş, E., 1999. Cost calculation methodology and database guide for agricultural products. Project report of agricultural economics research institute, Ankara [in Turkish]
- Kobu, B., 2010. Production Management (Extended Updated 15th Edition). Beta publications, İstanbul [in Turkish]
- Sungur, N., Ulusoy, E., Yalçın, H., 1994. Possibilities of mechanization in wheat and second crop maize growth in Ege region conditions. Proceedings book of 15th National Agricultural Mechanization and Energy Congress: 582-591, Antalya [in Turkish]
- Tezel, M., 2018. Silage Corn Production and Animal Nutrition in Turkey. Journal of TÜRKTOB, 25: 17-19 [in Turkish]
- Tuvañç, İ.A., Dağdemir, V., 2009. A Study on Determining Production Cost of Corn Silage in the Pasinler Province of Erzurum. Atatürk University Journal of Agricultural Faculty, 40:1, 61-69 [in Turkish]
- Yıldız, T., 2000. Design of a hazelnut picking-up machine with mechanical pick-up unit operated by tractor. PhD, Ankara University, Graduate School of Natural Applied Science, Department of Agricultural Machinery, Ankara, Turkey, 73 pp. [in Turkish]
- Yıldız, T., Tekgüler, A., 2012. Determination of work efficiencies in hazelnut harvesting by using eccentric type shaker. Proceedings book of 27th National Agricultural Mechanization and Energy Congress: 332-339, September 5-7, 2012, Samsun, Turkey [in Turkish]
- Yıldız, T., 2016. Samsun ili Bafra ilçesinde ikinci ürün silajlık mısır üretiminde toplam masraf, iş gücü gereksinimi ve iş başarılarının belirlenmesi. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4:12, 1149-1156 [in Turkish]





Kireç Stresi Koşullarında Melatonin Uygulamalarının Çileklerde Bazı Mineral Elementlerin Alımı Üzerine Etkileri

The Effects of Melatonin Applications on the Intake of Some Mineral Elements in Strawberries Under Alkaline Stress Conditions

Güliden BALCI¹

¹ Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Yozgat, Türkiye
• gulden.balci@bozok.edu.tr • ORCID > 0000-0002-8681-0383

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 4 Mayıs / May 2021

Kabul Tarihi / Accepted: 15 Ekim / October 2021

Yıl / Year: 2022 | **Cilt – Volume:** 37 | **Sayı – Issue:** 1 | **Sayfa / Pages:** 97-112

Atıf/Cite as: Balci, G. "Kireç Stresi Koşullarında Melatonin Uygulamalarının Çileklerde Bazı Mineral Elementlerin Alımı Üzerine Etkileri - The Effects of Melatonin Applications on the Intake of Some Mineral Elements in Strawberries Under Alkaline Stress Conditions". Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi - Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(1), Şubat 2022: 97-112.

<https://doi.org/10.7161/omuanajas.924483>

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: gulden.balci@bozok.edu.tr



KİREÇ STRESİ KOŞULLARINDA MELATONİN UYGULAMALARININ ÇİLEKLERDE BAZI MİNERAL ELEMENTLERİN ALIMI ÜZERİNE ETKİLERİ

ÖZ:

Bu çalışma, farklı dozlardaki melatonin (MEL) uygulamalarının (0, 5, 10 µM) kireçli ortamda yetiştirilen çilek fidelerinin yaprak, gövde ve köklerindeki bazı mineral element içerikleri üzerine etkilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Deneme “Albion” çilek çeşidine ait frigo fideler kullanılarak 1:1 oranında torf perlit ve %1 oranında kireç ilave edilmiş karışımla doldurulan saksılarda yürütülmüştür. Farklı gelişim aşamalarında kireç stresine karşı MEL uygulamasının etkilerini incelemek amacıyla 3 farklı dönemde (4 yapraklı, çiçeklenme ve meyve) alınan yaprak, gövde ve köklerde fosfor (P), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve demir (Fe) elementlerinin miktarları ICP-MS cihazında belirlenmiştir. MEL uygulamaları ile birlikte özellikle kireçli ortamda yetiştirilen çilek fidelerinde ortamın pH’sının yükselmesine rağmen P ve Fe alımının arttığı belirlenmiştir. Sonuç olarak MEL uygulamalarının yüksek pH koşullarında mineral element alımını destekleyerek stres etkilerini hafiflettiği ve 10 µM dozun daha iyi sonucu verdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çilek, Melatonin, Mineral element, pH



THE EFFECTS OF MELATONIN APPLICATIONS ON THE INTAKE OF SOME MINERAL ELEMENTS IN STRAWBERRIES UNDER ALKALINE STRESS CONDITIONS

ABSTRACT:

The aim of this study is to determine the effects of different doses of melatonin (MEL) applications (0, 5, 10 µM) on certain mineral element intake of the strawberry seedlings grown in calcareous stress conditions. The experiment was conducted in the pots filled with the lime-added mixture at the rate of 1% and peat perlite at the rate of 1:1 with frigo seedlings belonging to “Albion” strawberry variety. In order to examine the effects of MEL application against alkaline stress in different developmental stages, samples were taken from leaves, stems and roots taken in 3 different periods (4 leaves, flowering and fruiting). In these samples, the quantities of phosphorus (P), calcium (Ca), magnesium (Mg) and iron (Fe) elements were determined in the ICP-MS device. It has been determined that MEL applications support mineral element intake in strawberries under the effect of alkaline stress and generally 10 µM dose gives better results.

Keywords: *Strawberry, Melatonin, Mineral element, pH*



1. GİRİŞ

Dünyanın hemen hemen her yerinde yetiştirilmekte olan çilek, Rosales takımı, Rosaceae familyası, *Fragaria* cinsi içerisinde yer alır ve üzümü meyveler içerisinde önemli bir yer tutmaktadır. Çilek bitkisi (*FragariaXananassa* Duch.) çok yıllık, otsu, herdem yeşil olup lezzeti, vitamin ve mineral madde kapsamı ile dünyada milyonlarca kişinin tercih ettiği meyveler arasındadır. FAO 2018 verilerine göre dünyada 372 361 ha'lık bir alanda 8 337 099 ton çilek üretilmiştir (FAO, 2021). Üretimde ilk sırayı Amerika Birleşik Devletleri alırken (1 266 272 ton) sırasıyla Meksika (653 639 ton) Türkiye (440 968 ton) ve İspanya (344 679 ton) takip etmiştir (FAO, 2021). Türkiye değişik iklim ve toprak karakterleri yönünden çilek yetiştiriciliğinde önemli bir potansiyele sahiptir. 2019 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye'de toplam 16 102 da alanda 440 968 ton çilek üretilmiştir (TÜİK, 2021). Üretimde ilk sırayı toplam çilek üretiminin % 38,2' lük kısmını karşılayan Mersin (168 654 t) alırken, bunu Aydın (67 402 t) Antalya (560 669 t) ve Bursa (484 65t) izlemiştir.

Uygun iklim ve toprak şartları başarılı bir çilek yetiştiriciliği için ön koşuldur. Bitkinin beslenmesi, büyümesi ve gelişmesi için önemli olduğu bilinmektedir (Albregts ve Howard, 1980; Almaliotis ve ark., 2002). Çilekte besin elementi alınmasını etkileyen faktörler arasında iklim, toprak, genotip ve kültürel uygulamalar yer almaktadır. Bunlar arasında toprak nemi, sıcaklık, ışık yoğunluğu, toprak pH'sı, toprakta besin elementlerinin seviyesi, organik madde, mikorizal ve mikrobiyal varlığı yer almaktadır (May ve Pritts, 1990).

Dikim yılından itibaren meyve vermeye başlaması nedeniyle, çilekte vejetatif gelişme verim ve kalite açısından önemlidir. İyi bir vejetatif gelişme sonucunda çileklerde gövde sayısı çoğalmakta, yaprak alanı artmakta bunun sonucunda bitkilerin bol miktarda fotosentez ürünü depolayabilmesi sonucunda verim de artmaktadır (Darrow, 1965). Bu nedenle bitki organlarındaki besin elementi miktarındaki artışın generatif aktivite ve verimde artışa neden olduğu bilinmektedir (Ağaoğlu, 1986).

Kireçli topraklardaki CaCO₃ varlığı azot, fosfor, magnezyum, potasyum, mangan, çinko, bakır ve demirin kimyasını ve alınabilirliğini doğrudan veya dolaylı olarak etkiler. Bu topraklarda genellikle mikro besin element eksiklikleri, yüksek ve yaygındır. Böyle toprakların potansiyel verimliliği, yeterli su ve besin maddelerinin temin edilebildiği yerlerde yüksektir. Kireçli topraklarda yetersiz beslenmeden kaynaklanan kloroz ve bodur büyüme sıklıkla görülmektedir (Kaçar, 2012).

Yüksek pH'lı topraklarda ilek yetiştiriciliği oldukça zordur. Çileklerin optimum düzeyde geliştiği toprak pH'sı 6.0-6.5'dir (akaryıldırım,2004; Kepenek, 2002). Kireçli topraklarda ilek yetiştiriciliği yapıldığında verim kayıpları, bitki gelişiminde yavaşlama ve kloroz gibi olumsuzluklarla karşı karşıya kalınmaktadır (Hancock 1999).

Melatonin (MEL) ilk olarak 1958 yılında sığır beyin üstü bezinden izole edilen bir indol amindir (Lerner ve ark., 1958). Karanlık ortamlarda daha fazla salgılanan MEL, hayvan ve insanlarda gün ve yıl içerisinde zamanın algılanmasında görev yapmaktadır. MEL hormonu günlük ritmi düzenlemek, antioksidan ve antikan-sorejen etkileri nedeniyle son yıllarda insan beslenmesinde oldukça önem kazanmaktadır (Yakupoğlu ve ark., 2018; Aguilera ve ark., 2015). Uzun süre omurgalı hayvanlarda bulunduğuna inanılan MEL 1995 yılında yapılan iki farklı çalışma bitkilerde de bulunduğunu göstermiştir (Dubbles ve ark., 1995, Hattori ve ark., 1995). Bitkilerin tohum ve meyvelerinde MEL içeriğinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Bunun MEL'in antioksidan savunma mekanizmasında görev yapmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Korkmaz ve ark., 2018).

Çalışmada, yüksek pH koşullarında yetiştirilen ilek bitkilerine dışsal MEL uygulamalarının mineral element alımı üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlamıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Bitki Materyali ve Büyüme Ortamı

Bu alışma Yozgat Bozok niversitesi ait deneme alanındaki ısıtmasız serada yürütülmüştür. Denemede nötr gün ileklerden olan "Albion" eşidi kullanılmıştır. Oldukça verimli ve kaliteli olan Albion eşidi yüksek rakımlı yerlerde başarılı bir Şekilde yetiştiriciliği yapılmaktadır (Balcı ve ark, 2017).

Çalışma 2 litrelik potlara (165x155x140 mm) 1:1 (w:w) oranında torf perlit karışımı doldurularak yürütülmüştür. Kontrol grubundaki potlara kireç ilavesi yapılmayıp kireç stresi uygulanan gruba ağırlık bakımından %1 CaCO₃ ilave edilmiştir. Yetiştirme ortamlarının kontrol grubunun pH'ları 7.74 iken %1 Kireç ilavesi yapılan ortamların 8.41 olarak belirlenmiştir. Ortam pH'ları Kaçar (2012)'ya göre belirlenmiştir.

Frigo fideler 28.03.2018 tarihinde potlara dikilmiştir. Denemede ilek fideleri bir kez "Nutritect 18-18-18 TE" ticari gübre ile (15.05.2018) gbrenlenmiştir.

2.2 Melatonin Uygulaması

Denemede 3 farklı MEL dozu (0, 5 ve 10 μ M) değerlendirilmiştir. Hazırlanan çözelti ışık geçirmeyecek şekilde muhafaza edilip bitki kök bölgesine fide başına 150 ml olacak şekilde 2 kez uygulanmıştır. Birinci uygulama dikimden hemen sonra can suyu şeklinde (28.03.2018) verilirken ikinci uygulama ise 4 yapraklı aşamada yapılmıştır.

2.3 Örneklerinin Alınması ve Mineral Elementlerin Belirlenmesi

Farklı gelişim aşamalarındaki çilek fidelerinde kireç stresine karşı MEL etkisini belirlemek amacıyla üç farklı dönemde sökümler yapılmıştır. İlk söküm, çilek fideleri 4 yapraklı oldukları dönemde (25.04.2018), ikinci söküm dikimden iki ay sonra çiçeklenme döneminde (25.06.2018) ve son söküm ise dikimden üç ay sonra (26.07.2018) meyve aşamasında yapılmıştır.

Mineral element analizi için bitki parçaları ayrı ayrı kese kâğıdına konularak etüvde 650C de 5 gün kurutulmuş, öğütülmüş ve Yozgat Bozok Üniversitesine ait Bilim ve Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezinde (BİLTEM)'de Falandysz ve ark. (2001) göre örnekler hazırlanmıştır. Hazırlanan örneklerde ICP-MS (ICAP-QC modelinde) cihazında fosfor (P), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve demir (Fe) element okumaları yapılmıştır.

2.4 Verilerin Değerlendirilmesi

Deneme tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre üç tekerrürlü (her tekerrürde 10 bitki), iki uygulamalı (kontrol ve kireç uygulaması) ve 3 doz (0, 5, 10 μ M) olarak kurulmuştur. Araştırma süresince elde edilen tüm verilerin ortalamalarının hesaplanmasında "Microsoft Office XP EXCEL" programı kullanılmış, istatistikî analizler SPSS 20.0 paket programında değerlendirilmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda farklılık gösteren ortalamalar arasındaki farklılığın belirlenmesinde aynı paket programı kullanılarak Duncan Multiple Range Test (Duncan çoklu karşılaştırma testi) uygulanmıştır. Sonuçların, istatistiksel değerlendirilmesinde farklar arasındaki önemlilik düzeyi 0.05 olarak belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Fosfor (%)

Kireçli ortamda MEL uygulamasının üç farklı dönemde çilek fidelerinin yaprak, gövde ve köklerindeki P içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde üç dönemde de MEL uygulamasının P alımı üzerine önemli etkileri olduğu belirlenmiştir.

Her üç dönemde de yapraklardaki P alımı, yetiştirme ortamındaki kireç miktarı artıkça azalmıştır. Birinci söküm döneminde yaprakta en yüksek P miktarı %0 kireç/10 µM MEL grubundaki bitkilerde (%0.49), en düşük %1 kireç/0 µM MEL grubundaki bitkilerde (%0.26) belirlenmiştir. Çiçeklenme dönemindeki sökümde en yüksek P içeriği 0 kireç/0 µM MEL uygulamasındaki (%0.34) bitkilerden, en düşük %1 kireç/0 µM MEL uygulamasındaki (%0.11) bitkilerden elde edilmiştir. Son sökümde ise en yüksek P içeriği 0 kireç/5 µM MEL uygulamasında (%0.29) en düşük %1 kireç/0 µM MEL uygulamasında (%0.11) belirlenmiştir (Çizelge1). Kireçli ortamda yetiştirilen çileklere dışardan uygulanan MEL yapraktaki P alımını arttırdığı görülmüştür (Çizelge1).

Birinci sökümde gövdedeki en yüksek P içeriği %0.54 (0 kireç/10 µM MEL) olurken en düşük %0.11 (%1 kireç/0 µM MEL) olarak belirlenmiştir. Çiçeklenme döneminde yapılan sökümde gövde en yüksek P içeriği 0 kireç/5 µM MEL grubundaki bitkilerde (%0.33), en düşük %1 kireç/0 µM MEL grubundaki bitkilerde (%0.09) tespit edilmiştir. Meyve döneminde yapılan sökümlerde gövde de en yüksek P içeriği yine 0 kireç/5 µM MEL uygulanan bitkilerden (%0.27) elde edilirken en düşük %1 kireç/0 µM MEL ve %1 kireç/10 µM MEL uygulamalarından (sırasıyla %0.08 ve 0.08) elde edilmiştir (Çizelge 1).

Köklerdeki P içeriğine bakıldığında ilk sökümde en yüksek değer %0.33 olarak (0 kireç/10 µM MEL) belirlenirken en düşük %0.12 (%1 kireç/0 µM MEL) olarak belirlenmiştir. Çiçeklenme döneminde köklerdeki P içeriği %0.16-0.07 aralığında (sırasıyla 0 kireç/0 µM MEL ve %1 kireç/0 µM MEL) değişmiştir. Meyve dönemindeki sökümlerde ise en yüksek içerik 0 kireç/10 µM MEL uygulamasındaki bitkilerden (%0.17) elde edilirken en düşük içerik %1 kireç/0 µM MEL uygulamasında (%0.03) belirlenmiştir. Diğer sökümlerde olduğu gibi kireçli ortamlarda MEL uygulamalarının P alımı üzerine olumlu bir etki yaptığı belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çilek yetiştiriciliğinde P içeriğinin yapraklarda %0.25-0.40 (May ve Pritts, 1990), gövdede %0.21-0.52 (Demirsoy ve ark., 2010; Demirsoy ve ark., 2012; Ersoy ve Demirsoy, 2006; Ferree ve Stang, 1988), köklerde %0.19-0.52 aralığında (Ersoy ve Demirsoy, 2006; Demirsoy ve ark., 2010; Demirsoy ve ark., 2012) değiştiği bildirilmiştir. Yetiştirme ortamının pH sınırın artması P alımı azalmaktadır (Kaçar, 2012). Denemede kireç uygulamasıyla birlikte P alımının azaldığı görülmektedir. Bununla birlikte dışsal MEL uygulalarının yüksek pH'lı ortamda yaprak, gövde ve köklerde P alımını desteklediği açıkça görülmektedir. Zahedi ve ark. (2020) tuz stresine maruz kalan çileklerde dışsal MEL uygulamasının P alımını artırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca çeşitli streslere maruz bırakılmış biber, hıyar, domates ve elmalarda yapılan çalışmalarda dışsal MEL uygulamaları P alımını artırdığı rapor edilmiştir (Liang ve ark., 2018; Liu ve ark., 2016; Sarafi ve ark., 2017; Zhang ve ark., 2017).

Çizelge 1. MEL uygulamalarının kireçli ortamda yetiştirilen çilek fidelerinin P element içeriklerine etkisi

Table 1. The effect of MEL applications on P element content of strawberry seedlings grown in alkaline stress

	Uygulama	Doz (µM)	Yaprak	Gövde	Kök
1. SÖKÜM	KONTROL	0	0.38b	0.22c	0.15d
		5	0.29c	0.20d	0.15d
		10	0.49a	0.54a	0.33a
	%1 K	0	0.26c	0.11e	0.12e
		5	0.17d	0.19d	0.21b
		10	0.12d	0.28b	0.18c
2. SÖKÜM	KONTROL	0	0.33a	0.22b	0.16a
		5	0.24b	0.33a	0.11d
		10	0.18c	0.17d	0.12c
	%1 K	0	0.11e	0.09e	0.07e
		5	0.16c	0.21c	0.15b
		10	0.13d	0.08e	0.15b
3. SÖKÜM	KONTROL	0	0.26c	0.23c	0.12b
		5	0.29a	0.27a	0.16a
		10	0.26c	0.08e	0.17a
	%1 K	0	0.11e	0.08e	0.03c
		5	0.27b	0.13d	0.12b
		10	0.13d	0.24b	0.13b

* Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık Duncan testine göre istatistiksel olarak önemsizdir ($P < 0.05$).

3.2 Kalsiyum (%)

Çalışma boyunca yapılan üç sökümdede de yaprak, gövde ve köklerdeki kalsiyum (Ca) içerikleri üzerine MEL uygulamalarının önemli etkisi olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Yapraklardaki Ca içeriğini incelediğimizde bütün sökümelerde en yüksek içe-

rik %1 kireç/0 MEL uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 2). Birinci sökümden yapraktaki Ca içerikleri %4.38-2.23 aralığında (sırasıyla %1 kireç/0 μM MEL ve 0 kireç/10 μM MEL) değişmiştir. Her iki grup kendi içerisinde değerlendirildiğinde MEL uygulamalarının Ca içeriklerini düşürdüğü görülmüştür. Çiçeklenme döneminde yapılan sökümden yaprak Ca içeriği %3.06-2.15 aralığında (sırasıyla %1 kireç/0 μM MEL ve 0 kireç/5 μM MEL belirlenmiştir. Bu dönemde kontrol bitkilerine uygulanan 10 μM MEL uygulamasının Ca içeriğini artırırken, %1 kireç uygulanan bitkilerde Ca içeriğini azalttığı tespit edilmiştir (Çizelge 2). Meyve döneminde yapılan sökümden ise yaprak Ca içeriği %3.99-1.96 aralığında (sırasıyla %1 kireç/0 μM MEL ve 0 kireç/10 μM MEL) bulunmuştur. Kontrol grubunda 5 μM MEL uygulanan bitkilerin Ca içeriği aynı grupta bulunan bitkilere göre daha yüksek bulunmuştur. %1 kireç uygulanan bitkilerde ise dışsal MEL uygulamaları Ca içeriklerini düşürmüştür (Çizelge 2).

Çizelge 2. MEL uygulamasının Ca elementinin alımı üzerine etkisi

Table 2. The effect of MEL applications on Ca element content of strawberry seedlings grown in alkaline stress

	Uygulama	Doz (μM)	Yaprak	Gövde	Kök
1. SÖKÜM	KONTROL	0	2.86d	1.48e	2.16c
		5	2.53e	1.24f	2.15c
		10	2.23f	1.92c	2.62b
	%1 K	0	4.38a	3.05a	2.65b
		5	4.02b	2.07b	2.93a
		10	3.39c	1.70d	2.64b
2. SÖKÜM	KONTROL	0	2.28d	1.49d	1.54c
		5	2.15e	1.83b	1.49d
		10	2.84b	1.73c	1.51cd
	%1 K	0	3.06a	1.91a	2.27a
		5	2.88b	1.76c	1.85b
		10	2.78c	1.40e	1.40e
3. SÖKÜM	KONTROL	0	1.96e	1.76e	1.54d
		5	2.61c	1.82d	1.76c
		10	1.89f	2.14c	1.35e
	%1 K	0	3.99a	2.28b	2.53b
		5	3.54b	2.73a	2.58a
		10	2.36d	2.09c	2.60a

* Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık Duncan testine göre istatistiksel olarak önemsizdir ($P < 0.05$).

Gövdedeki Ca içerikleri ilk sökümden itibaren %3.05-1.48 aralığında (sırasıyla %1 kireç/0 MEL ve 0 kireç/0 MEL) değişmiştir (Çizelge 2). Bu sökümden itibaren dışsal MEL uygulaması kontrol grubunda 10 µM MEL dozu Ca içeriğini artırırken, %1 kireç grubunda ise tüm MEL uygulamaları Ca içeriğini azalttığı görülmüştür. Çiçeklenme döneminde yapılan sökümden itibaren gövdelerdeki Ca içeriği %1.91-1.40 aralığında (sırasıyla %1 kireç/0 MEL ve %1 kireç/10 µM MEL) tespit edilmiştir. Bu sökümden itibaren kontrol grubundaki bitkilerde dışsal MEL uygulamaları gövdedeki Ca içeriğini artırırken %1 kireç uygulamasındaki bitkilerde azaltmıştır (Çizelge 2). Meyve döneminde yapılan sökümden itibaren gövde Ca içeriği %2.73-1.76 aralığında (sırasıyla %1 kireç/5 µM MEL ve 0 kireç/0 MEL) değiştiği görülmüştür (Çizelge 2). Bu sökümden itibaren kontrol grubunda tüm MEL uygulamaları, %1 kireç grubunda ise 5 µM MEL uygulamasının Ca içeriğini arttırdığı görülmüştür (Çizelge 2).

Köklerdeki birinci sökümden itibaren Ca içeriği en yüksek %2.93 ile %1 kireç/5 MEL uygulamasında belirlenirken en düşük kontrol grubu 0 ve 5 µM MEL uygulamalarında (sırasıyla % 2.16 ve 2.15) belirlenmiştir (Çizelge 2). Ca içeriğini kontrol grubunda 10 µM MEL dozu, %1 kireç grubunda ise 5 µM MEL dozu arttırmıştır (Çizelge 2). Meyve dönemi sökümden itibaren köklerdeki Ca içeriği %2.60-1.35 aralığında (sırasıyla %1 kireç/10 µM MEL ve 0 kireç/10 µM MEL) belirlenmiştir (Çizelge 2). Bu sökümden itibaren kontrol grubunda en yüksek en yüksek Ca içeriği 5 µM MEL dozu artırırken, %1 kireç grubunda ise tüm MEL uygulamalarının Ca içeriğini arttırmıştır (Çizelge 2).

Çilek yetiştiriciliğinde yaprak Ca içeriğinin %0.7-1.7 olduğunu (Cline 1991; May ve Pritts 1990), gövdede %0.33-1.74 (Demirsoy ve ark., 2010; Stanisavljevic ve ark., 1997), köklerde %0.18-0.85 (Demirsoy ve ark. 2010) aralığında tespit edilmiştir. Bu veriler çilek fidelerinde elde ettiğimiz veriler ile uyumlu olduğu görülmektedir. Çalışmamızın sonunda kireçli ortamlarda dışsal MEL uygulamalarının Ca içeriğini genel olarak yapraklarda ve gövdede azaltırken köklerde arttırmıştır (Çizelge 2). Ağır metal stresine karşı MEL uygulanan biberlerde Ca içeriği yaprakta azalırken gövde ve köklerde artmıştır (Sarafı ve ark., 2017). Bununla birlikte Liu ve ark., (2016) domateste yaptıkları çalışmada ise MEL uygulamalarının Ca içeriği üzerine etkisi olmadığı rapor edilmiştir. Kuraklık stresine maruz bırakılan elma fidanlarında MEL uygulamaları kontrol grubunda Ca içeriğini düşürürken, kurak şartlarda Ca içeriğini arttırmıştır (Liang ve ark., 2018). Tuz stresi koşullarında yetiştirilen çileklerde yapılan çalışmada ise MEL uygulamalarının Ca içeriğini arttırdığı bildirilmiştir (Zahedi ve ark., 2020).

1.3 Magnezyum (%)

Çalışmamız boyunca yapılan üç sökümde de çileklerde yaprak, gövde ve köklerdeki Mg içerikleri üzerine MEL uygulamalarının önemli etkisi olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Yapraklardaki Mg içeriği dikimden yaklaşık bir ay sonra yaptığımız ilk sökümde %0.84-0.60 aralığında belirlenmiştir (sırasıyla %1 kireç/0 MEL ve %1 kireç/10 μ M MEL). Bu sökümde MEL uygulamaları her iki grupta da Mg içeriklerini azalttığı görülmüştür (Çizelge3). İkinci söküm tarihinde yapraklardaki Mg içeriği %0.63-0.31 aralığında (sırasıyla 0 kireç/10 μ M MEL ve %1 kireç/5 μ M MEL) tespit edilmiştir. Bu söküm tarihinde her iki grupta da 10 μ M MEL uygulaması Mg içeriğini arttırdığı görülmüştür (Çizelge 3). Meyve döneminde yapılan sökümde Mg içeriği %0.50-0.30 aralığında (sırasıyla %1 kireç/10 μ M MEL ve 0 kireç/5 μ M MEL) olduğu görülmüştür. Bu dönemde yapılan dışsal MEL uygulamaları Mg içeriğini kontrol grubunda azaltırken %1 kireç grubunda ise artırmıştır (Çizelge 3).

4. Çizelge 3. MEL uygulamasının Mg elementinin içeriği üzerine etkisi

Table 3. The effect of MEL applications on Mg element content of strawberry seedlings grown in alkaline stress

	Uygulama	Doz (μ M)	Yaprak	Gövde	Kök
1. SÖKÜM	KONTROL	0	0.81b	0.38d	0.38e
		5	0.69d	0.38d	0.44d
		10	0.76c	0.45c	0.57b
	%1 K	0	0.84a	0.49b	0.35f
		5	0.75c	0.52a	0.63a
		10	0.6e	0.46c	0.47c
2. SÖKÜM	KONTROL	0	0.46b	0.24e	0.34c
		5	0.45b	0.46b	0.35b
		10	0.63a	0.50a	0.32d
	%1 K	0	0.46b	0.27d	0.31e
		5	0.44c	0.31c	0.39a
		10	0.47b	0.17f	0.26f
3. SÖKÜM	KONTROL	0	0.35d	0.31a	0.34b
		5	0.31e	0.29bc	0.37a
		10	0.30f	0.28c	0.33c
	%1 K	0	0.40c	0.30b	0.31d
		5	0.43b	0.26d	0.27e
		10	0.50a	0.29bc	0.26e

* Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık Duncan testine göre istatistiksel olarak önemsizdir ($P < 0.05$).

Gövdedeki Mg içeriği ilk söküm tarihinde %0.52-0.38 aralığında (sırasıyla %1 kireç/5 μM MEL ve 0 kireç/0 μM MEL) belirlenmiştir. Bu dönemde gruplar kendi içerisinde değerlendirildiğinde MEL uygulamalarının Mg içeriğini arttırdığı görülmektedir (Çizelge 3). Çiçeklenme döneminde yapılan sökümde gövde Mg içeriği %0.50-0.17 aralığında (sırasıyla 0 kireç/10 μM MEL ve %1 kireç/10 μM MEL) tespit edilmiştir. Kontrol grubunda 10 μM , %1 kireç grubunda 5 μM MEL dozlarının Mg içeriğini arttırdığı görülmektedir (Çizelge 3). Meyve döneminde yapılan sökümde gövdedeki Mg içeriği %0.31-0.26 aralığında (sırasıyla 0 kireç/0 μM MEL ve %1 kireç 5 μM MEL) olduğu görülmüştür. Bu dönemde MEL uygulamalarının her iki grupta da gövde Mg içeriğini azalttığı belirlenmiştir.

Kökteki mg içeriği ilk söküm tarihinde % 0.63-0.38 aralığında (sırasıyla %1 kireç/5 μM MEL ve %1 kireç/0 μM MEL) belirlenmiştir. Bu dönemde her iki grupta da MEL uygulamalarının kökteki Mg içeriğini artırdığı gözlenmiştir (Çizelge 3). Çiçeklenme döneminde yapılan sökümde kök Mg içeriği %0.38-0.26 aralığında (sırasıyla %1 kireç/5 μM MEL ve 0 kireç/0 μM MEL) olduğu tespit edilmiştir. Bu tarihte her iki grupta da 5 μM MEL dozunun Mg içeriğini artırdığı belirlenmiştir (Çizelge 3). Üçüncü söküm tarihinde kökteki Mg içeriği %0.37-0.26 aralığında (sırasıyla 0 kireç/5 μM MEL ve %1 kireç/10 μM MEL) olduğu görülmüştür. Bu sökümde kontrol grubunda 5 μM MEL uygulamasının Mg içeriğini artırırken %1 kireç grubunda tüm MEL uygulamalarının Mg içeriğini azalttığı görülmüştür (Çizelge 3).

Çilek yetiştiriciliğinde, yaprak Mg içeriğinin %0.2-0.5 (May ve Pritts 1990), gövdede %0.09 - %0.19 (Stanisavljevic ve ark., 1997; Ersoy ve Demirsoy, 2006), kökte %0.15-%0.23 olarak (Stanisavljevic ve ark., 1997; Ersoy ve Demirsoy, 2006) aralığında belirlenmiştir. Mg alımı pH 7-8.5 aralığında en yüksek seviyeye çıkmaktadır (Kaçar, 2012) denemede yetiştirme ortamlarımızın pH aralığı bu seviyeler içerisinde yer aldığından Mg içeriğinin diğer çalışmalara göre daha yüksek çıktığı düşünülmektedir. Çileklerde tuz stresine karşı MEL uygulamalarının Mg içeriklerini artırdığı rapor edilmiştir (Zahedi ve ark.,2020). Yine hıyarlarda ve biberlerde yapılan çalışmalarda MEL uygulanan stres grubundaki bitkilerin Mg içeriği arttığı görülmüştür (Zhang ve ark., 2017; Sarafi ve ark., 2017). Domateste yapılan bir çalışmada ise dışsal MEL uygulamasının Mg içeriğini azalttığı rapor edilmiştir (Liu ve ark., 2016). Liang ve ark. (2018) yaptıkları başka bir çalışmada ise MEL uygulamalarının elmalarda Mg içeriğine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

3.4 Demir (ppm)

Denememizde yapılan üç sökümde de çileklerde yaprak, gövde ve köklerdeki demir (Fe) içerikleri üzerine MEL uygulamalarının önemli etkisi olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. MEL uygulamasının Fe elementinin içeriği üzerine etkisi

Table 4. The effect of MEL applications on Fe element content of strawberry seedlings grown in alkaline stress

	Uygulama	Doz (µM)	Yaprak	Gövde	Kök
1. SÖKÜM	KONTROL	0	28.27b	22.85c	78.52b
		5	26.89c	22.52c	71.86c
		10	29.32a	36.71a	111.33a
	%1 K	0	23.79d	19.92d	57.59e
		5	22.70e	27.41b	54.52e
		10	28.74b	22.85c	64.94d
2. SÖKÜM	KONTROL	0	23.27c	20.73c	43.52c
		5	24.40a	24.10b	52.28a
		10	21.16d	31.14a	45.21b
	%1 K	0	18.43f	14.38e	30.97e
		5	23.80b	18.43d	44.29c
		10	19.37e	18.22d	37.59d
3. SÖKÜM	KONTROL	0	24.69b	25.96c	45.09e
		5	29.38 a	29.28a	54.42d
		10	23.15c	28.03b	65.21a
	%1 K	0	20.72d	16.48f	39.68f
		5	20.36 d	18.65e	59.53c
		10	20.478 d	20.79d	61.21b

* Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık Duncan testine göre istatistiksel olarak önemsizdir ($P < 0.05$).

Yapraklardaki Fe içeriği birinci sökümde 29.32-22.70 (sırasıyla 0 kireç/10 µM MEL ve %1 kireç/5 µM MEL) ppm aralığında değişmiştir. Bu söküm tarihinde

özellikle 10 µM doz MEL uygulaması her iki grupta da Fe içeriğini arttırmıştır (Çizelge 4). Çiçeklenme döneminde yapılan sökümden yapraklardaki Fe içeriği 24.40-19.37 ppm aralığında (sırasıyla 0 kireç/5 µM MEL ve %1 kireç/10 µM MEL) belirlenmiştir (Çizelge 4). Bu sökümden dönemde ise 5 µM MEL dozu yapraklarda Fe içeriğini yükselttiği tespit edilmiştir (Çizelge 4). Meyve döneminde yapılan sökümden yapraktaki Fe içeriği 29.38-20.36 ppm aralığında (0 kireç/5 µM MEL ve %1 kireç/5 µM MEL) bulunmuştur. Bu tarihte kontrol grubunda 5 µM MEL doz uygulanan bitkilerde Fe içeriğini artırırken %1 kireç grubu aynı istatistiki grupta yer almıştır (Çizelge 4).

Gövdede ki Fe içeriği birinci sökümden 36.707-19.923 ppm aralığında (sırasıyla 0 kireç/10 µM MEL ve %1 kireç 0 MEL) belirlenmiştir. Bu sökümden dışsal MEL uygulamalarının özellikle %1 kireç uygulanan bitkilerde Fe alımını olumlu yönde etkilediği görülmüştür (Çizelge 4). Çiçeklenme döneminde yapılan sökümden Fe içeriği 31.144-14.382 ppm aralığında (sırasıyla 0 kireç/10 µM MEL ve %1 kireç/0 µM MEL) tespit edilmiştir. Son sökümden dönemde gövde Fe içeriği 29.284-16.480 ppm aralığında (sırasıyla 0 kireç/5 µM MEL ve %1 kireç/0 MEL) olduğu görülmüştür. Bu 2 sökümden de MEL uygulamalarının gövde Fe içeriğini arttırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4).

Köklerde Fe içeriği ilk sökümden tarihinde 111.326-54.523 ppm aralığında (sırasıyla 0 kireç/10 µM MEL ve %1 kireç/0 MEL) olduğu belirlenmiştir. Çiçeklenme döneminde gövdede Fe içeriği 52.283-30.973 ppm aralığında (sırasıyla 0 kireç/5 µM MEL ve %1 kireç/0 µM MEL) tespit edilmiştir. Meyve döneminde köklerdeki Fe içeriği 65.207-39.683 ppm aralığında (sırasıyla 0 kireç/10 µM MEL ve %1 kireç/0 MEL) bulunmuştur. Yapılan bütün sökümlerde özellikle 10 µM MEL doz uygulamasının Köklerdeki Fe içeriğini arttırdığı görülmüştür (Çizelge 4).

Yapılan çalışmalarda çileklerde yaprakta Fe içeriği 246.1-1383.2 ppm (Ersoy ve Demirsoy, 2006; Demirsoy ve ark., 2012; May ve Pritts 1990) gövdede 230.7-2362.3 ppm (May ve ark., 1994; Ersoy ve Demirsoy, 2006; Demirsoy ve ark., 2012), kökte Fe içeriği 400.6-2700 ppm (Ersoy ve Demirsoy, 2006; Demirsoy ve ark., 2012; May ve ark., 1994) arasında değiştiğini bilmektedir. Ağır metal stresine maruz bırakılan biberlerde dışsal MEL uygulamalarının yaprak ve köklerde Fe içeriğini arttırdığı görülmüştür (Sarafi ve ark., 2017). Domateste yapılan bir çalışmada dışsal MEL uygulanan bitkilerin Fe içerikleri kontrol grubundaki bitkiler ile aynı istatistiki grupta yer aldıkları bildirilmiştir (Liu ve ark., 2016). Elmada yapılan bir çalışmada dışsal MEL uygulamaları kurak şartlarda Fe alımını azaltmış kontrol grubunda ise önemli bir etkisi olmamıştır (Liang ve ark., 2018).

4. SONUÇ

MEL hormonu günlük ritmi düzenlemek, antioksidan ve antikansorejen etkileri nedeniyle son yıllarda insan beslenmesinde oldukça önem kazanmaktadır. Bitkilerde tohum ve meyvede MEL içeriğinin daha fazla olması, MEL'in antioksidan savunma mekanizmasında görev yapmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Birçok çalışmada bitkilerin olumsuz çevre koşullarında MEL üretimini arttırdığı bildirilmiştir. Çevresel stres şartları altında yapılan yetiştiricilikte bitki gelişimini ve verimliliğini sürdürmek esastır. Bu nedenle stres koşullarına karşı toleransı artırmak için bazı bitki büyüme düzenleyicilerinden faydalanılmaktadır.

Yüksek pH şartlarında yürütülen çalışmada çileklerin bazı mineral element alımı incelendiğinde dışsal MEL uygulamalarının özellikle P ve Fe alımını artırdığı görülmüştür. Kireçli topraklardaki CaCO₃ varlığı özellikle fosfor ve demirin alınabilirliğini doğrudan veya dolaylı olarak etkilediğinden oldukça önemli bir etki yaptığı görülmektedir. Genel olarak 10 µM MEL dozunun yüksek pH koşullarında incelenen mineral elementlerin alımı üzerine daha olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür.

Teşekkür

Bu çalışma, Yozgat Bozok Üniversitesi Proje Koordinasyon Uygulama ve Araştırma Merkezi tarafından 6602b-ZF/19-331kodlu proje ile desteklenmiştir. Mali destekleri için teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- Aguilera, Y., Herrera, T., Liébana, R., Rebollo-Hernanz, M., Sanchez-Puelles, C., Martín-Cabrejas, M.A., 2015. Impact of Melatonin Enrichment during Germination of Legumes on Bioactive Compounds and Antioxidant Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63: 7967-7974.
- Ağaoğlu, S.Y., 1986. Üzümsü Meyveler. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları:984, Ders Kitabı 290.
- Albregts, E.E., Howard, C.M., 1980. Accumulation of nutrients by strawberry plants and fruit grown in annual hill culture. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 105(3): 386-388.
- Almaliotis, D., Velemis, D., Bladenopoulou, S., Karapetsas, N., 2002. Leaf nutrient levels of strawberries (cv. Tudla) in relation to crop yield. *Acta Horticulturae*, 567: 447-450.
- Balci, G., Koç, A., Keles, H., Kılıç, T., 2017. Yozgat koşullarında bazı çilek çeşitlerinin performanslarının değerlendirilmesi. *Meyve Bilimi*, 4(2):6-12.
- Çakaryıldırım, N., 2004. Çilek. <http://www.aeri.org.tr/PDF/Bks-7-12.pdf>.
- Darow, G.M., 1965. The strawberry: History, Breeding and Physiology <http://www.nal.usda.gov/pgdic/Strawberry/book/bok9teen.htm>.
- Demirsoy, L., Demirsoy, H., Balci, G., 2012. Different growing conditions affect nutrient content, fruit yield and growth in strawberry. *Pakistan Journal of Botany*, 44 (1): 125-129.
- Demirsoy, L., Demirsoy, H., Ersoy, B., Balci, G., Kizilkaya, R., 2010. Seasonal variation of NPK and Ca Content of Leaf, Crown and Root of Sweet Charlie Strawberry under Different Irradiation. *Zemdirbyste-Agriculture*, 97(1), 23-32.
- Dubbles, R., Reiter, R.J., Klenke, E., Goebel, A., Schnakenberg, E., Ehlers, C., 1995. Melatonin in edible plants identified by radioimmunoassay and by high performance liquid chromatography-mass spectrometry.

- Journal of Pineal Research, 18:28-31.
- Ersoy, B., Demirsoy, H., 2006. Değişik gölgeleme uygulamalarının Camorosa çiçek çeşidinde bazı elementlerin mevsimsel değişimine etkileri üzerine bir araştırma. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(1): 82-88.
- FAO, 2020. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (erişim tarihi, 01.03.2021).
- Ferree, D.C., Stang, E. J., 1988. Seasonal plant shading, growth and fruiting in "Earliglow" strawberry. Journal of the American Society for Horticultural Science, 113(3): 322-327.
- Hancock, J.F., 1999. Strawberries. Printed and Bound in the UK at University Press, Cambridge P 231.
- Hattori, A, Migitaka, H., Masayaki, I., Itoh, M., Yamamoto, K., Ohtani-Kaneko, R., Hara, M., Suzuki, T., Reiter, R.J., 1995. Identification of melatonin in plant seed its effects on plasma melatonin levels and binding to melatonin receptors in vertebrates. International Journal of Biochemistry and Molecular Biology, 35:627-634.
- Kacar, B., 2012. Soil Analysis. Nobel Publisher, ISBN 6053951841, Ankara, Turkey, s:466.
- Kepenek, K., Koyuncu, M.A., Koyuncu, F., 2002. Bazı çiçek çeşitlerinin Isparta koşullarında adaptasyonu. Bahçe, 31 (1-2): 17 – 23.
- Korkmaz, A., Köklü, Ş., Yakupoğlu, G. 2018. Investigating the effects of melatonin application on the ageing process of pepper seeds. Acta Horticulturae, 1204, 9-16.
- Lerner, A.B, Case, J.D., Takahashi, Y., Lee, T.H. Mori, W., 1958. Isolation of Melatonin, the Pineal factor that lightness melanocytes. Journal of American Chemical Society, 80:2587-2592.
- Liang, B., Ma, C., Zhang, Z., Wei, Z., Gao, T., Zhao, Q., Ma, F., Li, C., 2018. Long-term exogenous application of melatonin improves nutrient uptake fluxes in apple plants under moderate drought stress. Environmental and Experimental Botany, 155:650-661.
- Liu, J., Zhang, R., Sun, Y., Liu, Z., Jin, W., Sun, Y., 2016. The beneficial effects of exogenous melatonin on tomato fruit properties. Scientia Horticulturae, 207:14-20.
- May, G.M, Pritts, M.P., 1990. Strawberry nutrition. Advances in Strawberry Production 9,10-24.
- Sarafı, E., Tsouvaltzis, P., Chatzissavvidis, C., Simos, A., 2017. Melatonin and resveratrol reverse the toxic effect of high boron (B) and modulate biochemical parameters in pepper plants (Capsicum annum L.). Plant Physiology Biochemistry, 112:173-182.
- Stanisavljevic, M., Gavrilovic-Damjanovic, J., Mitrovic, O., Mitrovic, V., 1997. Dynamics and contents of minerals in some strawberry organs and tissues. Acta Horticulturae, 439(2): 705-708.
- TÜİK, 2020. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi 01.03.2021).
- Yakupoğlu, G., Köklü, Ş., Korkmaz, A. 2018. Bitkilerde Melatonin ve Üstlendiği Görevler. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 21(2):264-276.
- Zahedia, M.S., Hosseinib, M.S., Abadfac, J., Marjani, M., 2020. Melatonin foliar sprays elicit salinity stress tolerance and enhance fruit yield and quality in strawberry (Fragaria x ananassa Duch.). Plant Physiology and Biochemistry, 149:313-323.
- Zhang, R., Sun, Y., Liu, Z., Jin, W., Sun, Y., 2017. Effects of melatonin on seedling growth, mineral nutrition, and nitrogen metabolism in cucumber under nitrate stress. Pineal Research, 62:e12403.





Sulu Koşullarda Yetiştirilen Bazı Kavuzsuz Arpa Genotiplerinde (*Hordeum Vulgare* L. Var. *Nudum Hook. F.*) Verim ile Verime Etkili Karakterler Arasındaki İlişkiler

Relationships Between Yield and Yield Efficient Characters of Some of Hulless Barley Genotypes (*Hordeum Vulgare* L. Var. *Nudum Hook. F.*) Grown in Irrigated Conditions

Soner YÜKSEL¹, Saim ÜNVER İKİNCİKARAKAYA²

¹ Geçit Kuşajı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir, Türkiye
• soner.yuksel@tarimorman.gov.tr • ORCID > 0000-0002-0984-0765

² Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Ankara, Türkiye
• sunver@agri.ankara.edu.tr • ORCID > 0000-0001-8561-9002

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 26 Nisan / April 2021

Kabul Tarihi / Accepted: 17 Aralık / December 2021

Yıl / Year: 2022 | Cilt - Volume: 37 | Sayı - Issue: 1 | Sayfa / Pages: 113-126

Atif/Cite as: Yüksel, S. ve Ünver, İkincikarakaya, S. "Sulu Koşullarda Yetiştirilen Bazı Kavuzsuz Arpa Genotiplerinde (*Hordeum Vulgare* L. Var. *Nudum Hook. F.*) Verim ile Verime Etkili Karakterler Arasındaki İlişkiler - Relationships Between Yield and Yield Efficient Characters of Some of Hulless Barley Genotypes (*Hordeum Vulgare* L. Var. *Nudum Hook. F.*) Grown in Irrigated Conditions". Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi - Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(1), Şubat 2022: 113-126.

<https://doi.org/10.7161/omuanajas.928274>

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: soner.yuksel@tarimorman.gov.tr



<https://doi.org/10.7161/omuanajas.928274>



SULU KOŞULLARDA YETİŞTİRİLEN BAZI KAVUZSUZ ARPA GENOTİPLERİNDE (HORDEUM VULGARE L. VAR. NUDUM HOOK. F.) VERİM İLE VERİME ETKİLİ KARAKTERLER ARASINDAKİ İLİŞKİLER

ÖZ:

Bu çalışma, 10 kavuzsuz arpa genotipinin tarla şartlarında ve sulu koşullarda verim ile verime etkili karakterler arasındaki ilişkilerin incelenmesi amacıyla 2013 ve 2014 yetiştirme sezonunda Eskişehir Geçit Kuşığı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü arazisinde yürütülmüştür. Denemeler üç tekrarlamalı olarak tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Araştırmada; incelenen genotiplerin verim değerlerinin yanında; verim, bayrak yaprağı alanı, bayrak yaprağı yeşil kalma süresi, sap uzunluğu, üst boğum arası uzunluğu, başak boyu, metrekarede başak sayısı, hasat indeksi, birim alan tane verimi, başakta tane sayısı, metrekarede biyolojik verim, başakta tane verimi, steril başakçık sayısı, fertil başakçık sayısı, toplam başakçık sayısı, bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, protein oranı, 2.5 mm elek üstü, çıkış süresi ve başaklanma gün sayısı arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre; birim alan tane verimi ile metrekarede başak sayısı ($r=0.294^*$) ve hasat indeksi ($r=0.268^*$) arasında olumlu ve önemli ilişki saptanmıştır. Başakta tane sayısı ile bazı parametreler (başakta tane verimi, fertil başakçık sayısı, toplam başakçık sayısı, hektolitreye ağırlığı ve başaklanma gün sayısı) arasında önemli ve pozitif korelasyonlar belirlenmiştir. Verime en fazla olumlu etkisi olan karakterlerin metrekarede başak sayısı ve hasat indeksi olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Korelasyon, Tarla, Sulu, Parametre



RELATIONSHIPS BETWEEN YIELD AND YIELD EFFICIENT CHARACTERS OF SOME OF HULLLESS BARLEY GENOTYPES (HORDEUM VULGARE L. VAR. NUDUM HOOK. F.) GROWN IN IRRIGATED CONDITIONS

ABSTRACT:

The study was carried out to determine relationships between 10 hullless barley genotypes grown in irrigated conditions in terms of yield and yield components in the field conditions at Eskişehir Transitional Zone Agricultural Research Institute in 2013 and 2014. A randomized block design was used with 3 replications in each treatment. Relations of flag leaf area, flag leaf duration, stalk length, peduncle length, spike length, number of spike per m^2 , harvest index, grain yield per unit area, number of grain per spike, biological yield per m^2 , grain yield per spike,

number of infertile and fertile spikelet, number of total spikelets, thousand-grain weight, hectoliter weight, protein content, over sieve 2.5 mm, emergence time, days for heading parameters to yield parameter were examined. According to the correlation analysis results; positive and significant relationships were determined between grain yield per unit area and the number of spikes per m^2 ($r = 0.294^*$) also between grain yield per unit area and yield index ($r = 0.268^*$). Therefore, significant and positive correlations were determined between the number of grain per spike and some parameters (grain yield per spike, number of fertile spikelets, hectoliter weight, days for heading). It was concluded that the characters having the most positive effect on yield are the number of spikes per m^2 and the harvest index.

Keywords: Correlation, Field, Irrigated, Parameter



1. GİRİŞ

Türkiye; arpanın (*Hordeum vulgare* L.) gen merkezlerinden birisidir. Dünya arpa üreticisi ülkeler arasında ilk 10 ülke içerisinde yer almaktadır (Anonim, 2020). Daha çok kışlık olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Türkiye’de arpanın 2020 yılında 3.0 milyon hektar ekiliş alanı ve 8.3 milyon ton üretimi mevcuttur. Bu üretim miktarı ile arpa tüm tahıllar içerisinde %11,5 pay ile buğdaydan sonra (%28) ikinci sırada yer almaktadır (TÜİK, 2021).

Kavuzsuz arpa ile ilgili gerek üretimi ve ıslahı gerekse gıda, yem ve endüstriyel alanlarda değerlendirilmesi hususlarında araştırmalar devam etmektedir. Besinsel lif kaynakları ve β -glukan değerleri yönüyle kavuzsuz arpa oldukça zengindir (Yalçın ve ark.,2006). Enerji içeriği ve yüksek sindirilebilir protein miktarı (Anonymous, 1994). Ekmek imalatında paçalda kullanılabilmesi, içerdiği çözünebilir lifler ile plazma kolesterolünü azaltıcı özelliği sebebiyle kavuzsuz arpaya olan ilgi artmaktadır (Ottekin ve ark.,1996). Kavuz bulunmaması öğütme teknolojisi açısından kolaylık sağlamaktadır. Kepek ve una kolaylıkla ayrılabilmesi klasik buğday öğütme ekipmanları ve metodları ile daha kolay olmaktadır (Karaduman, 2006). Ülkemizde yürütülen kavuzsuz arpa ıslah çalışmaları sonucunda 2012 yılında Özen, 2014 yılında Yalın isimli iki kavuzsuz arpa çeşidi Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından tescil edilmiş olup 2020 yılında ise Güldeste kavuzsuz arpa çeşidi Adana Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü ve Osvit çeşidi aynı yıl Tareks Tar. Ür. A.G.İth.Tic.A.Ş. firması tarafından tescil edilerek milli çeşit listesinde yer almıştır (Anonim, 2021).

Bu çalışmada, Eskişehir sulu koşullarında Özen çeşidi ile 9 adet kavuzsuz arpa hattının verim ile verime etkili karakterler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme arazi-sinde, 2012–2013 ve 2013–2014 üretim yıllarında gerçekleştirilmiştir. Denemenin yürütüldüğü alanın denizden yüksekliği 780 m olup, 39° 46" doğu boylamında ve 30° 31" kuzey enlemleri arasında yer almaktadır.

Eskişehir ilinde karasal iklim hakimdir. Uzun yıllar ortalamasına göre yağış miktarı 326.8 mm'dir. Denemenin yürütüldüğü 2013 ve 2014 yıllarındaki yetiştirme dönemlerine ve uzun yıllara ait aylık yağış ve sıcaklık verileri (Anonim, 2014) Çizelge 1'de verilmiştir İklim verileri değerlendirildiğinde, iki yıl arasında yağış miktarı açısından yaklaşık 45 mm'lik bir farklılık meydana gelmiş, ilk yıl mayıs ayında başaklanma dönemindeki yetersiz yağış yıllar arasında iklimsel açıdan farklılıklar meydana getirmiştir.

Çizelge 1. Denemenin yürütüldüğü yıllar ve uzun yıllara ait meteorolojik veriler

Table 1. The meteorological data of the experiment and long terms averages

Aylar	2012-2013			2013-2014			Uzun Yıllar	
	Yağış (mm)	Ort.Nem (%)	Ort. Sıcaklık. (°C)	Yağış (mm)	Ort. Nem (%)	Ort. Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Ort. Sıcaklık (°C)
Ekim	16.1	78.1	14.2	65.0	65.6	9.8	25.0	11.4
Kasım	14.5	92.3	7.3	15.0	73.5	6.7	30.3	5.7
Aralık	73.2	95.1	2.2	1.5	76.0	1.7	45.7	1.4
Ocak	18.5	93.6	1.7	21.0	81.0	3.6	38.3	-1.3
Şubat	25.4	88	5.6	5.0	62.3	5.5	32.3	0.2
Mart	30.6	59.8	7.6	19.1	69.0	7.9	33.1	4.6
Nisan	26.8	63.2	11.5	51.4	63.7	13.0	35.1	9.2
Mayıs	5.8	51.5	18.6	31.2	63.3	16.3	43.3	14.1
Haziran	36.5	53.6	20.2	63.7	64.1	19.8	29.1	18.6
Temmuz	0.8	52.8	21.6	20.4	57.8	23.7	13.8	21.9
Toplam	248.2			293.3			326.8	
Ortalama			11.05			10.80		8.58

Ekim öncesinde deneme alanında 3 farklı derinlikten alınan toprak örneklerinin analizi, Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Toprak-Su Araştırmaları Bölümü Laboratuvarında yapılmış ve bu analizlere ait sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Toprak özellikleri**Table 2.** Soil properties

	Derinlik(cm)	pH	Toplam Tuz (%)	Kireç(%)	Organik Madde (%)	Yarayışlı P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)	Yarayışlı K ₂ O (kg da ⁻¹)
1.YIL	0-30	8.1	0.30	7.49	1.7	5.31	103.4
	30-60	8.0	0.28	8.91	1.0	1.67	77.3
	60-90	8.1	0.25	9.62	0.9	0.95	63.4
	Derinlik(cm)	pH	Toplam Tuz (%)	Kireç(%)	Organik Madde(%)	Yarayışlı P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)	Yarayışlı K ₂ O (kg da ⁻¹)
2.YIL	0-30	7.4	0.131	8.1	1.7	4.7	97.9
	30-60	7.5	0.089	9.0	0.9	2.2	75.2
	60-90	7.6	0.048	10.52	0.4	2.5	55.4

Denemenin birinci yıl kurulduğu alandan alınan numunelerde yapılan analizlere göre toprak bünyesi killi, kireç ve organik madde içeriği bakımından orta, yarıyışlı fosfor bakımından zayıf ve yarıyışlı potasyum bakımından ise zengin özelliğe sahiptir. Denemenin ikinci yıl kurulduğu alandan alınan numunelerde yapılan analizlere göre toprak bünyesi tınlı, kireç ve organik madde içeriği bakımından orta, yarıyışlı fosfor bakımından zayıf ve yarıyışlı potasyum bakımından ise zengin özelliğe sahiptir. Bu çalışmada Özen isimli tescilli kavuzsuz arpa çeşidi ile dokuz adet kavuzsuz arpa hattı deneme materyali olarak kullanılmış olup kullanılan kavuzsuz arpa genotipleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Denemelerde kullanılan kavuzsuz arpa genotipleri**Table 3.** Hullless barley genotypes used in experiments

Sıra No	Genotipler
1	SB90704
2	ICB 100811
3	MOLA/BERMEJO"S"//NISPERO
4	ICB 100819
5	Bugar
6	K-247/2401-13//Radikal/Vavilon LF7
7	Roho/Masurka//ICB-103020
8	CYCLONE/4/YAA560.2//LUTHER/BK259/3/NGYAK-8/PLAISANT
9	CYCLONE/4/YAA560.2//LUTHER/BK259/3/NGYAK-8/PLAISANT
10	ÖZEN

Araştırma, Tesadüf Blokları Deneme Deseninde 3 tekrarlamalı olarak ve sulu koşullarda yürütülmüştür. Sulama işlemi bitkilerin sapa kalkma dönemi ve başaklanma öncesi olmak üzere yağmurlama sulama sistemi kullanılarak iki kez yapılmış ve her sulamada yaklaşık 50 mm su verilmiştir. Çalışmada incelenen genotip-

lerin verim değerlerinin yanında; bayrak yaprağı alanı, bayrak yaprağı yeşil kalma süresi, sap uzunluğu, üst boğum arası uzunluğu, başak boyu, metrekarede başak sayısı, hasat indeksi, birim alan tane verimi, metrekarede biyolojik verim, başakta tane sayısı, başakta tane verimi, steril başakçık sayısı, fertil başakçık sayısı, toplam başakçık sayısı, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, protein oranı, 2,5 mm elek üstü, çıkış süresi ve başaklanma gün sayısı değerleri araştırılmıştır.

Her iki yılda tarla denemeleri nadas'tan sonra ekilmiştir. Ekim öncesi deka-ra 3 kg azot ve 7.6 kg fosfor, üst gübre olarak sapa kalkma döneminde 3 kg azot kullanılmıştır. Deneme için metrekareye 450 tohum gelecek şekilde ekim normu hesaplanmıştır. Ekim işlemi deneme mibzeri ile sıra arası 20 cm (6 sıra) ve parsel alanı (5x1,2) 6 m² olarak gerçekleştirilmiştir. Ekimler ilk yıl 06 Mart 2013 tarihinde ve ikinci yıl ise 18 Şubat 2014 tarihinde gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular

İncelenen karakterlere ilişkin birinci ve ikinci yıl ortalama değerleri ve standart hataları Çizelge 4'de verilmiştir.

Sulu koşullarda 2013 ve 2014 yıllarında iki yetiştirme döneminde incelenen özelliklere ilişkin verilerin ortalamaları alınarak, suluda özellikler arası korelasyon katsayıları hesaplanmış ve sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir.

Korelasyon analizi sonuçlarına göre; bayrak yaprağı alanı ile başakta tane verimi ve steril başakçık sayısı arasında olumlu ve önemli ilişki saptanmıştır. Bayrak yaprağı yeşil kalma süresi yönünden ise olumsuz ve önemli ilişki belirlenmiştir.

Bayrak yaprağı yeşil kalma süresi ile protein oranı ($r=0.951^{**}$) arasında olumlu ve önemli ilişki saptanmıştır. Sap uzunluğu, üst boğum arası uzunluğu, başak boyu, hasat indeksi, başakta tane sayısı, başakta tane verimi, hektolitre ağırlığı ve başaklanma gün sayısı arasında ise olumsuz ve önemli ilişki belirlenmiştir.

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre; sap uzunluğu ile üst boğum arası uzunluğu, başak boyu, başakta tane sayısı, başakta tane verimi, hektolitre ağırlığı ve başaklanma gün sayısı arasında olumlu ve önemli ilişki saptanmıştır. Metrekarede başak sayısı ve protein oranı yönünden ise olumsuz ve önemli ilişki belirlenmiştir.

Üst boğum arası uzunluğu ile önemli ve pozitif korelasyonlar başak boyu, başakta tane sayısı, başakta tane verimi, 2,5 mm elek üstü ve başaklanma gün sayısı arasında belirlenmiştir. Olumsuz ve önemli ilişki metrekarede başak sayısı ve protein oranında hesaplanmıştır.

Başak boyu ile başakta tane sayısı, başakta tane verimi, fertil başakçık sayısı, toplam başakçık sayısı, hektolitre ağırlığı ve başaklanma gün sayısı arasında olumlu ve önemli ilişki saptanmıştır. Metrekarede başak sayısı, protein oranı ve 2.5 mm elek üstü arasında ise olumsuz ve önemli ilişki belirlenmiştir.

Korelasyon analizi sonuçlarına göre; metrekarede başak sayısı ile birim alan tane verimi arasında olumlu ve önemli ilişki saptanmıştır. Bin tane ağırlığı yönünden ise olumsuz ve önemli ilişki belirlenmiştir.

Hasat indeksi ile önemli ve pozitif korelasyonlar; birim alan tane verimi, başakta tane sayısı, başakta tane verimi ve başaklanma gün sayısı arasında belirlenmiştir. Olumsuz ve önemli ilişki bin tane ağırlığı ve protein oranında tespit edilmiştir.

Metrekarede biyolojik verim, bin tane ağırlığı ve protein oranı arasında olumlu ve önemli ilişki saptanmıştır. Başaklanma gün sayısı arasında ise olumsuz ve önemli ilişki belirlenmiştir.

Başakta tane sayısı ile önemli ve pozitif korelasyonlar başakta tane verimi ($r=0.727^{**}$), fertil başakçık sayısı, toplam başakçık sayısı, hektolitre ağırlığı ve başaklanma gün sayısı arasında belirlenmiştir. Olumsuz ve önemli ilişki bin tane ağırlığı, protein oranı ve elek üstü ($r=-0.708^{**}$) olarak saptanmıştır.

Korelasyon analizi sonuçlarına göre; başakta tane verimi ile hektolitre ağırlığı ve başaklanma gün sayısı olumlu ve önemli ilişki saptanmıştır. Protein oranı yönünden ise olumsuz ve önemli ilişki belirlenmiştir.

Fertil başakçık sayısı ile toplam başakçık sayısı ($r=0.913^{**}$) arasında olumlu ve önemli, bin tane ağırlığı ve 2.5 mm elek üstü arasında ise olumsuz ve önemli ilişki belirlenmiştir.

Toplam başakçık sayısı ile bin tane ağırlığı ve 2.5 mm elek üstü arasında olumsuz ve önemli ilişki bulunmuştur.

Korelasyon analizi sonuçlarına göre; bin tane ağırlığı protein oranı ve 2.5 mm elek üstü arasında olumlu ve önemli ilişki saptanmıştır. Başaklanma gün sayısı yönünden ise olumsuz ve önemli ilişki belirlenmiştir.

Hektolitre ağırlığı ile başaklanma gün sayısı arasında olumlu ve önemli ilişki saptanmıştır. Protein oranı arasında ise olumsuz ve önemli ilişki belirlenmiştir.

Protein oranı ile önemli ve pozitif korelasyon bulunamazken, olumsuz ve önemli ilişki başaklanma gün sayısında $r=-0.852^{**}$ hesaplanmıştır.

Çizelge 4. Kavuzsuz arpa genotip ve hatlarında sulu koşullarda incelenen karakterlere ilişkin ortalama değerler ve standart hataları

Table 4. Standard errors and average values of hulless barley genotype ve lines characters examined in rainfed and irrigated conditions

Genotipler	Yıllar	ÇS		BGS		m ² BS		BYA	
G1	2013	12.67	± 0.58	78.67	± 0.58	400.00	± 13.23	5.29	± 0.60
	2014	13.33	± 0.58	82.00	± 1.00	435.00	± 17.00	9.18	± 0.51
G2	2013	14.33	± 0.58	78.00	± 1.00	335.00	± 17.32	8.17	± 0.38
	2014	13.67	± 0.58	83.00	± 1.00	360.00	± 8.66	9.00	± 0.25
G3	2013	12.67	± 0.58	78.33	± 0.58	370.00	± 17.32	6.38	± 0.86
	2014	12.33	± 0.58	82.67	± 1.15	353.33	± 42.52	7.95	± 0.40
G4	2013	12.67	± 1.15	77.00	± 2.00	360.00	± 22.91	10.14	± 0.61
	2014	12.00	± 1.00	81.67	± 1.53	365.00	± 30.00	7.48	± 0.75
G5	2013	13.67	± 0.58	79.00	± 1.00	336.67	± 23.09	9.35	± 0.62
	2014	12.67	± 0.58	81.67	± 0.58	446.67	± 62.12	8.58	± 0.99
G6	2013	12.33	± 0.58	78.33	± 0.58	333.33	± 37.53	7.94	± 0.58
	2014	12.67	± 0.58	81.33	± 1.15	310.00	± 21.79	11.73	± 1.43
G7	2013	12.00	± 1.00	78.33	± 0.58	356.67	± 30.55	8.91	± 0.81
	2014	12.67	± 0.58	82.67	± 0.58	250.00	± 37.75	9.50	± 0.87
G8	2013	12.33	± 0.58	75.33	± 0.58	336.67	± 24.66	8.93	± 0.87
	2014	12.33	± 1.15	83.00	± 1.00	366.67	± 20.21	10.50	± 0.25
G9	2013	13.33	± 0.58	77.33	± 0.58	320.00	± 18.03	8.65	± 0.89
	2014	12.67	± 1.53	82.33	± 0.58	248.33	± 20.21	7.50	± 0.50
G10	2013	12.33	± 0.58	77.33	± 0.58	400.00	± 25.00	7.28	± 0.82
	2014	11.67	± 0.58	82.00	± 1.73	341.67	± 18.93	8.23	± 1.12

ÇS: Çıkış süresi, BGS: Başaklanma gün sayısı, m²BS: Metrekarede başak sayısı, BYA: Bayrak yaprağı alanı

Çizelge 4. Kavuzsuz arpa genotip ve hatlarında kuru ve sulu koşullarda incelenen karakterlere ilişkin ortalama değerler ve standart hataları (devam)

Table 4. Standard errors and average values of hulless barley genotype ve lines characters examined in rainfed and irrigated conditions (continue)

Genotipler	Yıllar	BYYKS	SAPU	ÜBAU	m ² BV
------------	--------	-------	------	------	-------------------

G1	2013	51.38	± 1.89	58.33	± 4.61	16.97	± 1.37	620.00	± 36.06
	2014	34.62	± 0.13	91.67	± 1.53	21.67	± 0.29	543.33	± 37.86
G2	2013	51.34	± 1.20	61.37	± 4.09	20.10	± 0.80	576.67	± 5.77
	2014	35.50	± 0.38	90.00	± 5.00	26.00	± 0.00	703.33	± 40.41
G3	2013	50.28	± 0.22	52.43	± 3.96	16.90	± 1.21	676.67	± 20.82
	2014	35.50	± 0.11	93.00	± 7.00	23.33	± 0.58	693.33	± 40.41
G4	2013	45.40	± 1.64	52.33	± 4.16	15.93	± 0.47	793.33	± 47.26
	2014	36.71	± 0.17	83.33	± 3.79	23.33	± 0.58	626.67	± 25.17
G5	2013	48.41	± 1.13	60.47	± 0.57	21.27	± 0.42	800.00	± 10.00
	2014	35.48	± 0.38	84.33	± 5.13	20.33	± 1.53	786.67	± 49.33
G6	2013	52.95	± 0.23	54.33	± 2.14	18.40	± 2.60	693.33	± 5.77
	2014	35.60	± 0.27	77.67	± 2.08	21.67	± 2.08	576.67	± 45.09
G7	2013	52.43	± 0.35	62.00	± 4.58	18.37	± 0.47	603.33	± 20.82
	2014	36.18	± 0.20	105.33	± 8.08	26.00	± 1.00	713.33	± 41.63
G8	2013	47.98	± 1.34	71.70	± 3.56	21.83	± 1.33	960.00	± 30.00
	2014	36.17	± 0.36	91.67	± 4.16	24.00	± 1.00	730.00	± 20.00
G9	2013	48.46	± 0.21	72.50	± 3.90	23.20	± 1.81	756.67	± 25.17
	2014	35.53	± 0.40	106.00	± 1.73	29.33	± 2.31	643.33	± 49.33
G10	2013	47.26	± 0.70	51.20	± 0.95	18.15	± 1.26	790.00	± 55.68
	2014	35.53	± 0.26	81.33	± 3.51	22.00	± 1.00	586.67	± 28.87

BYYKS: Bayrak yaprağı yeşil kalma süresi, SAPU: Sap uzunluğu, ÜBAU: Üst boğum arası uzunluğu, m²BV: Metrekarede biyolojik verim

Çizelge 4. Kavuzsuz arpa genotip ve hatlarında kuru ve sulu koşullarda incelenen karakterlere ilişkin ortalama değerler ve standart hataları (devam)

Table 4. Standard errors and average values of hullless barley genotype ve lines characters examined in rainfed and irrigated conditions (continue)

Genotipler	Yıllar	BATV		HI		BSKB		TBS	
G1	2013	175.90	± 18.90	29.69	± 1.23	8.17	± 0.57	23.57	± 0.31
	2014	193.57	± 17.23	31.48	± 1.94	9.50	± 0.50	26.90	± 1.13
G2	2013	218.38	± 17.62	28.30	± 0.90	8.68	± 0.25	28.37	± 0.74
	2014	193.73	± 7.49	30.94	± 0.97	7.83	± 0.76	22.23	± 1.96
G3	2013	199.43	± 11.87	29.41	± 1.72	6.10	± 0.44	21.50	± 1.56
	2014	219.68	± 19.11	31.77	± 1.29	10.33	± 0.58	26.47	± 1.31
G4	2013	161.02	± 2.84	27.46	± 1.28	7.67	± 0.28	26.77	± 1.23
	2014	200.47	± 18.36	32.16	± 1.02	9.17	± 0.58	27.17	± 1.95

G5	2013	220.63	±	11.55	26.14	±	0.92	8.40	±	0.95	24.83	±	0.38
	2014	242.08	±	34.63	32.01	±	0.24	9.17	±	0.29	28.27	±	2.51
G6	2013	159.37	±	7.18	26.59	±	0.55	8.63	±	1.05	28.40	±	0.20
	2014	178.93	±	16.81	31.05	±	2.09	8.00	±	0.50	22.53	±	1.48
G7	2013	203.92	±	3.41	29.71	±	0.80	7.13	±	0.28	22.10	±	1.32
	2014	194.47	±	13.05	30.27	±	2.72	9.50	±	0.50	23.77	±	0.49
G8	2013	194.03	±	14.76	25.45	±	1.18	8.82	±	0.16	23.87	±	0.25
	2014	218.83	±	6.32	31.75	±	2.54	9.83	±	0.29	25.27	±	0.80
G9	2013	188.47	±	21.83	22.79	±	0.46	7.78	±	0.43	22.07	±	0.25
	2014	163.13	±	9.33	27.69	±	1.58	9.83	±	1.04	23.50	±	1.15
G10	2013	271.63	±	17.40	33.54	±	0.50	6.03	±	0.55	19.87	±	0.21
	2014	178.35	±	17.60	32.02	±	3.39	8.00	±	0.50	20.47	±	0.06

BATV: Birim alan tane verimi, HI: Hasat indeksi, BSKB: Başak boyu, TBS: Toplam başakçık sayısı

Çizelge 4. Kavuzsuz arpa genotip ve hatlarında kuru ve sulu koşullarda incelenen karakterlere ilişkin ortalama değerler ve standart hataları (devam)

Table 4. Standard errors and average values of hulless barley genotype ve lines characters examined in rainfed and irrigated conditions (continue)

Genotipler	Yıllar	FBS		SBS		BTS		BTV					
			±		±		±		±		±		
G1	2013	21.40	±	0.10	2.00	±	0.00	21.80	±	2.31	0.74	±	0.05
	2014	24.63	±	1.18	2.30	±	0.17	27.83	±	1.26	1.22	±	0.15
G2	2013	26.20	±	0.89	2.40	±	0.26	25.27	±	2.27	0.95	±	0.03
	2014	20.07	±	1.94	2.23	±	0.06	21.67	±	1.15	0.95	±	0.06
G3	2013	19.33	±	1.54	2.23	±	0.06	18.27	±	0.83	0.75	±	0.08
	2014	24.23	±	1.34	2.23	±	0.12	26.83	±	2.02	1.35	±	0.23
G4	2013	24.33	±	1.26	2.43	±	0.15	21.07	±	0.64	0.89	±	0.06
	2014	25.00	±	1.66	2.27	±	0.25	26.67	±	2.52	1.24	±	0.13
G5	2013	24.50	±	0.78	2.23	±	0.21	19.80	±	1.51	0.80	±	0.07
	2014	25.83	±	2.80	2.47	±	0.35	27.33	±	1.15	1.09	±	0.08
G6	2013	25.90	±	1.32	2.67	±	0.61	21.47	±	1.45	0.70	±	0.07
	2014	20.17	±	1.76	2.43	±	0.21	22.67	±	1.15	1.08	±	0.01
G7	2013	19.63	±	0.46	2.53	±	0.29	19.40	±	1.44	0.84	±	0.09
	2014	21.53	±	0.45	2.30	±	0.20	24.33	±	0.58	1.28	±	0.09
G8	2013	21.60	±	0.61	2.27	±	0.38	21.27	±	0.42	1.07	±	0.05
	2014	23.10	±	0.85	2.23	±	0.06	26.33	±	0.58	1.13	±	0.06

G9	2013	20.00	± 0.26	2.13	± 0.12	19.53	± 1.03	1.00	± 0.04
	2014	21.40	± 1.06	2.17	± 0.06	21.67	± 1.15	1.09	± 0.09
G10	2013	17.77	± 0.06	2.23	± 0.21	19.27	± 0.42	0.84	± 0.06
	2014	18.27	± 0.06	2.23	± 0.06	24.67	± 1.53	1.09	± 0.13

FBS: Fertil başakçık sayısı, SBS: Steril başakçık sayısı, BTS: Başakta tane sayısı, BTV: Başakta tane verimi

Çizelge 4. Kavuzsuz arpa genotip ve hatlarında kuru ve sulu koşullarda incelenen karakterlere ilişkin ortalama değerler ve standart hataları (devam)

Table 4. Standard errors and average values of hullless barley genotype ve lines characters examined in rainfed and irrigated conditions (continue)

Genotipler	Yıllar	BTANE		HLT		PO		EÜ	
			±		±		±		±
G1	2013	38.33	± 1.15	75.68	± 1.47	15.79	± 0.61	34.53	± 1.15
	2014	37.13	± 0.39	78.69	± 0.24	7.91	± 0.82	41.73	± 4.28
G2	2013	39.00	± 2.00	76.80	± 1.40	15.99	± 0.57	44.73	± 3.91
	2014	41.67	± 1.16	77.48	± 1.73	9.01	± 0.53	65.13	± 4.69
G3	2013	42.67	± 2.08	75.27	± 1.03	15.96	± 0.21	70.47	± 3.10
	2014	41.15	± 0.85	75.43	± 0.47	8.91	± 0.51	44.22	± 3.40
G4	2013	44.33	± 1.15	70.03	± 0.55	15.26	± 0.13	52.93	± 2.14
	2014	38.42	± 1.05	78.00	± 0.21	7.73	± 0.65	50.23	± 5.09
G5	2013	41.00	± 2.65	75.03	± 0.88	16.41	± 0.32	59.80	± 0.87
	2014	36.77	± 0.60	78.36	± 0.90	8.22	± 0.58	41.52	± 8.42
G6	2013	39.67	± 1.15	75.64	± 1.72	16.13	± 0.32	33.87	± 1.51
	2014	40.08	± 0.88	77.73	± 1.04	8.80	± 0.04	63.62	± 1.23
G7	2013	42.33	± 2.89	74.13	± 0.38	15.94	± 0.12	64.80	± 1.64
	2014	44.07	± 2.82	77.23	± 1.20	10.18	± 0.38	60.05	± 5.92
G8	2013	48.00	± 1.73	76.44	± 1.14	16.83	± 0.85	54.27	± 4.35
	2014	36.62	± 0.95	78.40	± 0.45	8.39	± 0.50	50.92	± 3.99
G9	2013	47.33	± 1.15	77.71	± 0.27	16.86	± 0.17	60.00	± 3.61
	2014	45.88	± 0.99	78.68	± 1.15	9.90	± 1.04	66.27	± 4.83
G10	2013	44.33	± 2.08	72.60	± 0.44	14.79	± 0.38	61.47	± 5.80
	2014	39.95	± 0.58	78.79	± 1.20	8.71	± 0.93	64.19	± 3.75

BTANE: Bin tane ağırlığı, HLT: Hektolitre ağırlığı, PO: Protein oranı, EÜ: 2.5 mm elek üstü

Çizelge 5. 2013 ve 2014 yıllarında sulu koşullarda yetiştirilen kavuzsuz arpa genotiplerinin incelenen özelliklere ilişkin korelasyon katsayıları

Table 5. Correlation coefficients of hullless barley genotypes characteristics grown with irrigated conditions in 2013 and 2014

	BYA (1)	BYYS (2)	SAPU (3)	UBAU (4)	BSKB (5)	m ² BS (6)	HI (7)	BATV (8)	m ² BV (9)	BTS (10)	BTV (11)	SBS (12)	FBS (13)	TBS (14)	BTANE (15)	HILT (16)	PO (17)	EÜ (18)	CS (19)
2	-0.311*	1																	
3	0.223	-0.841**	1																
4	0.178	-0.618**	0.790**	1															
5	0.106	-0.506**	0.660**	0.559**	1														
6	-0.112	0.125	-0.319*	-0.418**	-0.293*	1													
7	0.001	-0.430**	0.181	0.066	-0.014	0.151	1												
8	-0.023	-0.031	-0.028	-0.039	0.014	0.294*	0.268*	1											
9	0.100	0.154	-0.119	-0.030	-0.055	0.198	-0.158	0.245	1										
10	0.175	-0.624**	0.563**	0.314*	0.657**	0.039	0.403**	0.046	-0.189	1									
11	0.265*	-0.728**	0.762**	0.535**	0.614**	-0.244	0.260*	0.023	-0.020	0.727**	1								
12	0.315*	0.103	-0.147	-0.021	-0.015	0.101	-0.015	-0.009	-0.022	0.002	-0.113	1							
13	-0.011	-0.032	0.044	-0.021	0.562**	0.085	-0.150	-0.008	-0.015	0.436**	0.113	0.195	1						
14	-0.005	-0.051	0.058	-0.080	0.495**	0.056	-0.069	-0.053	-0.027	0.493**	0.167	0.140	0.913**	1					
15	-0.041	0.215	-0.035	0.185	-0.230	-0.309*	-0.414**	-0.092	0.366**	-0.532**	-0.031	-0.075	-0.392**	-0.469**	1				
16	0.097	-0.537**	0.657**	0.616**	0.460**	-0.158	0.145	-0.053	-0.242	0.483**	0.456**	-0.067	0.056	0.027	-0.210	1			
17	-0.234	0.951**	-0.780**	-0.541**	-0.478**	0.044	-0.546**	-0.028	0.289*	-0.708**	-0.691**	0.041	-0.071	-0.121	0.410**	-0.566**	1		
18	0.231	-0.118	0.100	0.258*	-0.376**	-0.252	-0.014	-0.015	0.058	-0.405**	-0.002	-0.097	-0.607**	-0.682**	0.542**	0.060	-0.005	1	
19	0.047	0.096	-0.017	0.056	-0.004	-0.002	-0.206	-0.027	-0.046	-0.062	-0.120	0.077	0.161	0.080	0.024	0.101	0.128	-0.057	1
20	0.112	-0.822**	0.765**	0.551**	0.477**	-0.109	0.410**	0.001	-0.378**	0.548**	0.514**	-0.098	0.082	0.112	-0.428**	0.533**	-0.852**	-0.008	-0.103

*,%5, **,%1 seviyesinde önemli. 1:BYA: Bayrak yaprağı alanı, 2:BYYKS: Bayrak yaprağı yeşil kalma süresi, 3:SAPU: Sap uzunluğu, 4:ÜBAU: Üst boğum arası uzunluğu, 5:BB: Başak boyu, 6:m²BS: Metrekarede başak sayısı, 7:HI: Hasat indeksi, 8:BATV: Birim alan tane verimi, 9:m2BV: Metrekarede biyolojik verim, 10:BTS: Başakta tane sayısı, 11:BTV: Başakta tane verimi, 12:SBS: Steril başakçık sayısı, 13:FBS: Fertil başakçık sayısı, 14:TBS: Toplam başakçık sayısı, 15:BTANE: Bin tane ağırlığı, 16:HLT: Hektolitreye ağırlığı, 17:PO: Protein oranı, 18:EÜ: 2.5 mm elek üstü, 19:ÇS: Çıkış süresi, 20:BGS: Başaklanma gün sayısı

4. SONUÇ

Bu araştırma Eskişehir koşullarında 9 adet kavuzsuz arpa hattı ile bir adet kavuzsuz arpa çeşidinin sulu koşullarda iki yıl süre ile yürütülerek verim ve verim öğeleri belirlenmiştir. Çalışmada ele alınan özellikler yönünden genotipler karşılaştırıldığında önemli farklılıklar saptanmıştır. Elde edilen verilerle korelasyon analizi yapılmış ve tane verimi ile ilişkili özelliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sonuç olarak tane verimi ile olumlu ve önemli ilişkisi belirlenen metrekarede başak sayısı ve hasat indeksi özelliklerinin kavuzsuz arpa ıslah çalışmalarında göz önüne alınması yeni ve üstün özellikli çeşitler geliştirilmesinde faydalı olacaktır.

Özellikle son yıllarda ülkemizde gıda endüstrisinde önem kazanan kavuzsuz arpanın sulu koşullara uygun yeni çeşitlerinin geliştirilmesi için yapılacak ıslah çalışmalarında denememizden elde edilen verilerin ıslahçılara yol gösterebileceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma TAGEM tarafından desteklenmiştir (TAGEM/TA/03/03/06/00), Ankara Üniversitesinde tamamlanan doktora tezinin bir bölümünü içermektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2014. Eskişehir, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji 3. Bölge Müdürlüğü Aylık Hava Raporu Verileri.
- Anonim, 2020. Türk Tarım ve Orman Dergisi. Sayı:258, ISSN: 2651-303X s.56-59.
- Anonim, 2021. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?Sayfald=85> (Erişim tarihi: 24.08.2021)
- Anonymous, 1994. Cereal Programme, ICARDA Annual Report. 172 pp, Aleppo/Syria.
- Karaduman, Y., 2006. Kavuzsuz Arpa Potansiyeli. Unlu Mamuller Tek. Dergisi, 74: 21-26.
- Ottekin, A., Akar, T., Tosun, H., Ozan, AN., Demir, Z., 1996. Kavuzsuz arpanın tarımsal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. IV. Ulusal Nükleer Tarım ve Hayvancılık Kongresi, Tebliğ Özetleri, s.29, Bursa.
- TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: 20.08.2021).
- Yalçın, E., Çelik, S., Akar, T., Sayım, İ., Köksel, H., 2006. Kavuzsuz arpanın önemi, β -glukan ve besinsel lif içeriği. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongresi, Bildiriler Kitabı, s.399-403, Gaziantep.





Silajlık Mısırdan Uydu Görüntülerinden Elde Edilen Bitki Su Tüketimi Verileri ile Verim Tahmini

Silage Maize Yield Estimation With Evapotranspiration Data Obtained From Satellite Images

Emre TUNCA¹, Eyüp Selim KÖKSAL²

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun, Türkiye
• emre.tunca@omu.edu.tr • ORCID > 0000-0001-6869-9602

² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun, Türkiye
• eselim@omu.edu.tr • ORCID > 0000-0002-5103-9170

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 13 Haziran / June 2021

Kabul Tarihi / Accepted: 24 Eylül / September 2021

Yıl / Year: 2022 | **Cilt – Volume:** 37 | **Sayı – Issue:** 1 | **Sayfa / Pages:** 127-150

Atıf/Cite as: Tunca, E. ve Köksal, E. S. "Silajlık Mısırdan Uydu Görüntülerinden Elde Edilen Bitki Su Tüketimi Verileri ile Verim Tahmini - Silage Maize Yield Estimation with Evapotranspiration Data Obtained from Satellite Images". Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi - Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(1), Şubat 2022: 127-150.

<https://doi.org/10.7161/omuanajas.951822>

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: emre.tunca@omu.edu.tr



SİLAJLIK MISRIDA UYDU GÖRÜNTÜLERİNDEN ELDE EDİLEN BİTKİ SU TÜKETİMİ VERİLERİ İLE VERİM TAHMİNİ

ÖZ:

Bitkisel üretim alanlarındaki bitki su tüketiminin (ET) belirlenmesi ve verimin tahmin edilmesinde uzaktan algılama tekniklerinin kullanılması giderek yaygınlaşmaktadır. Hasat öncesinde verimin hassas bir biçimde tahmin edilebilmesi için uzaktan algılanmış veriler ve bitki verimine dayanan istatistiksel modellere ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı Landsat 8 uydu görüntülerinden yararlanılarak silajlık mısırın gelişme dönemi boyunca ET değerlerinin izlenmesi ve bu ET değerlerinin verim ile olan ilişkisinin ortaya konulmasıdır. Araştırma 2014 yılında Sultansuyu Tarım İşletmesi Müdürlüğü İşletmesine ait silajlık mısır üretim alanlarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada silajlık mısır ET değerleri Evapotranspirasyon Haritalamasında Yüksek Çözünürlük ve İçsel Kalibrasyon Modeli (METRIC) ile hesaplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, ağustos ayının ilk haftasına ait uydu görüntülerinden elde edilen ET değerleri kullanılarak yapılan verim tahmini arazide gerçekleşen verim değerleriyle büyük bir uyum (RMSE=1.52 ton ha⁻¹) içerisindeydi. Sonuç olarak gerçekleştirilen bu araştırma ile farklı tarihlerdeki Landsat 8 uydu görüntüleri METRIC modeli ile işlenerek silajlık mısırın verim değerleri başarılı bir biçimde tahmin edilebileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bitki su tüketimi, Landsat 8, METRIC, Silajlık mısır, Uzaktan algılama, Verim tahmini



SILAGE MAIZE YIELD ESTIMATION WITH EVAPOTRANSPIRATION DATA OBTAINED FROM SATELLITE IMAGES

ABSTRACT:

Remote sensing techniques are becoming widespread to the estimation of crop evapotranspiration (ET) and yield in the crop production areas. Remotely sensed data and statistical models based on crop yield are needed to accurately estimation of crop yield before the harvest. The aim of this study is monitoring the ET values of silage maize during the crop growing period by using Landsat 8 satellite images and determine the relationship between ET and yield. This research was carried out in the silage maize fields of Sultansuyu Agricultural Enterprise Directorate in 2014. Silage maize ET values were calculated by using the Mapping EvapoTranspiration at High Resolution and Internalized Calibration (METRIC) model. According to the results of this study, estimated yield values by using the ET values

obtained from the satellite images of the first week of August is in great agreement with the measured yield values (RMSE=1.52 ton ha⁻¹). As a conclusion, it has been revealed that silage maize yield values can be estimated precisely by processing Landsat 8 satellite images on different dates with the METRIC model.

Keywords: *Evapotranspiration, Landsat 8, METRIC, Remote sensing, Silage maize, Yield estimation*



1. GİRİŞ

Dünya nüfusu, yapılan en güncel tahminlere göre 8.0 milyara yaklaşmıştır. 2050 yılında ise bu rakamın 9.7 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir (Parashar ve Parashar, 2020). Artan nüfusla birlikte gelen beslenme ve kişi başına düşen su kaynaklarındaki azalma sorunu su kaynaklarının planlanması ve yönetimini giderek önemli bir hale getirmiştir (Droogers ve ark., 2010). Tarım, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde, su kaynaklarının en büyük kullanıcısı durumundadır (Al-Gaadi ve ark., 2016). Tarımsal sulama yönetiminde aşırı su kullanımı, su iletim randımanının düşük olması, bilinçsiz sulama gibi sorunlar dikkate alındığında su kaynaklarının etkin kullanılması giderek önem kazanmaktadır (Çakmak ve ark., 2006). Bu kapsamda su kaynaklarının yönetimi, sulama sistemlerinin planlanması, sulama programlaması ve evapotranspirasyonun (ET) belirlenmesi gerekmektedir. Bunların başarılmasında ET en önemli parametrelerden birisidir (Gowda ve ark., 2008).

Tanım olarak ET, topraktan buharlaşan su ile bitki bünyesinde bulunan suyun terleme yolu ile atmosfere iletilmesidir. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde, tarımda kullanılan sulama suyunun büyük bir bölümü ET ile atmosfere iletilmektedir. Bu kapsamda ET'nin hassas biçimde belirlenmesi mevcut su ile en yüksek bitkisel üretimin elde edilmesi için oldukça önemlidir (Köksal ve ark., 2010). ET, toprak su bütçesi ile en doğru olarak ölçülür, en hassas toprak su bütçesi hesaplamaları ise tartılı lizimetre sistemleri kullanılarak belirlenebilmektedir. Ancak, tarla denemeleri ile belirlenen ET, tartılı lizimetreler ile belirlenenden daha fazla hataya açıktır (Allen ve ark., 2011a, b). Ayrıca ET tarla seviyesinde mikro meteorolojik yöntemler (Eddy Kovaryans, Bowen Oranı vb.) kullanılarak belirlenebilmektedir (Mengistu ve Savage, 2010). Fakat bu sistemler ile yapılan ET ölçümleri noktasaldır ve sadece araştırmanın yapıldığı tarım arazilerinin bulunduğu çevre koşullarını yansıtmaktadır. Söz konusu ET ölçümleri daha çok ET tahmin modellerinin doğrulanması için kullanılmaktadır. ET tahmin modelleri ise büyük alanlar için özellikle tam sulama koşulunu sağlamaktadır (Allen ve ark., 1998). Ancak su eksikliği olan tarım arazileri için bu modeller çoğunlukla iyi sonuç

vermemektedir. Çünkü yağış ve sulamaya bağlı olan su eksikliği ve ET, bir tarım arazisinden diğerine ve bir bitkinin yetişme dönemi içerisinde farklılıklar gösterebilmektedir. Bölgesel ölçekte ET'nin tahmin edilmesi konumsal ve zamansal bilginin sınırlı olmasından dolayı oldukça zordur. Günümüzde uydu görüntüleri yardımıyla bu eksiklik giderilebilmektedir (Santos ve ark., 2008). Uydu görüntüleri kullanılarak farklı vejetasyon düzeyine sahip bölgelerde dahi ET haritaları oluşturulabilmektedir. Bu kapsamda, ET'nin belirlenmesi için Evapotranspirasyon Haritalanmasında Yüksek Çözünürlük ve İçsel Kalibrasyon (METRIC) modeli (Allen ve ark., 2007), Tarım arazileri için Yüzey Enerji Dengesi Algoritması (SEBAL) modeli (Bastiaanssen ve ark., 1998), İki Veri Kaynağına Sahip Enerji Dengesi (TSEB) modeli (Norman ve ark., 1995) ve Basitleştirilmiş Yüzey Enerji Dengesi (SSEB) (Senay ve ark., 2011) gibi pek çok ET tahmin modeli geliştirilmiştir. METRIC, SEBAL modelinin temelleri üzerine kurulmuş bir ET tahmin modelidir ve geliştirilen bu modeller arasında en fazla tercih edilenlerden birisidir. Al-Gaadi ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada arazide ölçülen ET değerleri ile METRIC modeli ile tahmin edilen ET değerlerinin birbiriyle uyumlu olduklarını belirtmişlerdir. French ve ark. (2015) ise TSEB ve METRIC modelleri kullanılarak pamuk bitkisinde su kullanımının belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada ise METRIC modelinin TSEB modeline göre daha hassas sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, uzaktan algılama tekniklerinin silajlık mısırın gelişme dönemi boyunca su tüketiminin belirlenmesi ve hasat öncesi verim tahmininde kullanılabilecek olanaklarının değerlendirilmesidir. Çalışma Sultansuyu Tarım İşletmesi Müdürlüğü'ne ait silajlık mısır üretim alanlarında gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda 2014 yılı silajlık mısır yetişme dönemini kapsayan 11 adet Landsat 8 uydu görüntüsü METRIC modeli kullanılarak işlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Materyal

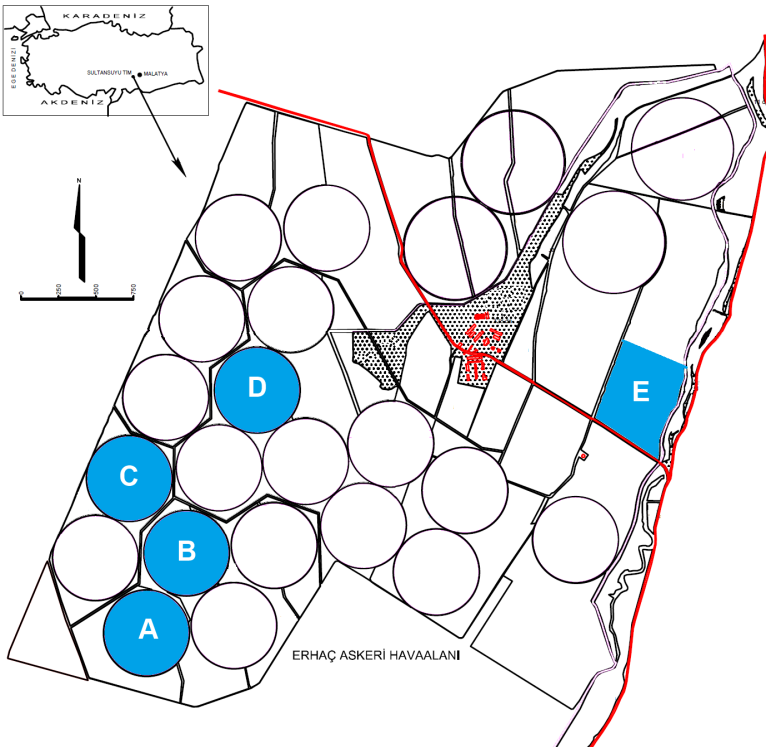
Bu çalışma Malatya ili, Akçadağ ilçesi sınırları içerisinde olan Sultansuyu Tarım İşletmesi Müdürlüğü tarım arazilerinde 2014 yılında silajlık mısır yetiştirilen parseller için yürütülmüştür. Alanda su kaynağı, sulama kanalı ve kanaletlerinden oluşan bir sulama şebekesi ve derin kuyulardan temin edilmektedir. Çalışma alanının vaziyet planı ve çalışmada kullanılan silajlık mısır üretim alanları Şekil 1'de verilmiştir. Çalışma alanındaki topraklar killi tın ve kil bünye özelliği göstermektedir. Çalışmada silajlık mısır üretilen A, B, C, D ve E parsellerine ilişkin veriler kullanılmıştır. Bu parsellerin alanları 14.3 ha ile 30.0 ha arasında değişim göstermektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çalışma parsellerine ait silajlık mısır verim değerleri

Table 1. Silage maize yield values of the study plots

Parsel	A	B	C	D	E
Parsel Alanı (ha)	25.60	14.30	25.60	16.10	30.00

2014 yılında sulama uygulamaları A, B, C ve D parsellerinde dairesel hareketli yağmurlama sulama sistemi ile gerçekleştirilirken E parselinde ise portatif yağmurlama sulama sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada silajlık mısır çeşidi olarak Bolson kullanılmıştır. Silajlık mısırın ekimi 14-22 Nisan 2014 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. TAGEM (2016)'ya göre silajlık mısırın başlangıç dönemi 29 gün, gelişme dönemi 35 gün, orta dönemi 50 gün ve son dönemi 10 gün olarak dikkate alınmıştır. Silajlık mısır bitkisinin hasadı 28 Ağustos-2 Eylül 2014 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Sultansuyu Tarım İşletmesi Müdürlüğü silajlık mısır üretim alanları

Figure 1. Silage maize production areas of Sultansuyu Directorate of Agriculture

Bölgede en yüksek ve en düşük ortalama sıcaklık değerleri sırasıyla 34.3 °C (Temmuz) ve -2.4 °C (Ocak) olarak gerçekleşmiştir. Çalışma bölgesi içerisinde en yüksek yağış Nisan ayında meydana gelmektedir ve yıllık toplam yağış 421.0 mm'dir. Çalışma alanı uzun yıllar iklim verileri dikkate alındığında, Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre yarı kurak özelliği göstermektedir (Thornthwaite, 1948). METRIC modeli için gerekli olan saatlik ve günlük iklim verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne bağlı Erhaç Havalimanı istasyonundan elde edilmiştir. Uzaktan algılanmış veri olarak çalışma alanını kapsayan 11 adet Landsat 8 uydusuna ait multispektral ve termal görüntüler kullanılmıştır. Landsat 8 uydusu 30 m konumsal çözünürlükte görüntü sağlamaktadır. Termal banttaki yersel çözünürlüğü ise 100 m'dir (Roy ve ark., 2014).

2.2. Yöntem

2.2.1 METRIC modeli ile bitki su tüketimi hesaplamaları

Bitki su tüketimi hesabı enerji dengesi tabanlı METRIC modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yüzey enerji dengesinin genel biçimi Eşitlik 3'te vermiştir.

$$LE = R_n - G - H \quad (3)$$

Burada, LE; gizli ısı akısı ve H; hissedilebilir ısı akısını ifade etmektedir. Eşitlikteki tüm birimler watt m⁻²'dir. Yüzey enerji dengesine göre, R_n yeryüzünde depolanarak, LE, G ve H'de kullanılmaktadır (Allen ve ark., 2005; Allen ve ark., 2007). Yer yüzeyindeki R_n, gelen ve giden radyasyon akısının farkı alınarak hesaplanmaktadır (Eşitlik 4)

$$R_n = (1 - \alpha) \times R_s \downarrow + R_l \downarrow - R_l \uparrow - (1 - \epsilon_0) \times R_l \downarrow \quad (4)$$

Burada, α ; Yüzey albedosu (birimsiz), R_s↓; Gelen kısa dalga boylu radyasyon (w m⁻²), R_l↓; Gelen uzun dalga boylu radyasyon (w m⁻²), R_l↑; Giden uzun dalga boylu radyasyon (w m⁻²) ve ϵ_0 ; Geniş bant emissivitesidir (birimsiz). G, yeryüzünün ısınmasında kullanılan enerjiyi temsil etmektedir. G, Eşitlik 5 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$G = (0.00647 \times (T_s - 272.15) - 0.0955 \times NDVI - 0.05) \times R_n \quad (5)$$

Burada, T_s; yüzey sıcaklığı, NDVI: Normalize Edilmiş Vejetatif Değişim İndeksidir. H, bitki üzerindeki belirli bir yükseklik ile bitki seviyesi arasındaki ısının değişimine sebep olan enerjiyi açıklamaktadır. Enerji dengesine göre R_n'nin bir

bölümü bu değışimde kullanılmaktadır. H hesabına ilişkin yaklaşım Eşitlik 6'teki gibidir.

$$H = \rho \times C_p \times dT \times rah^{-1} \quad (6)$$

Burada, ρ ; havanın yoğunluğu (kg m^{-3}), C_p ; hava sabitesi ($\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$), dT ; yüzey sıcaklığı ile atmosfer sıcaklığı arasındaki fark ($^{\circ}\text{C}$), rah ; aerodinamik dirençtir (s m^{-1}).

Bu çalışmada uydu görüntüsünün çekildiği andaki LE değeri Eşitlik 3 yardımıyla hesaplanmıştır. Elde edilen bu değer Eşitlik 7 yardımıyla anlık ET değerine dönüştürülmüştür.

$$ET_{ins} = 3600 \times LE \times \lambda^{-1} \quad (7)$$

Burada, λ ; buharlaşmanın gizli ısıdır ve Eşitlik 8'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$\lambda = (2501 - 0.00236 \times (T_s - 273)) \times 106 \quad (8)$$

METRIC modelinde ET_{ins} değerinin günlük ET (ET_a) değerine dönüştürülmesinde ETrF katsayısından yararlanılmaktadır. ETrF hesabında, bitki katsayısı (Kc) yaklaşımını dikkate alınmaktadır. ETrF, anlık ET değerinin (ET_{ins}), aynı zaman dilimindeki saatlik uzun boylu referans bitki su tüketimine (ET_r) oranıdır (Eşitlik 9). ET_a ise günlük hesaplanan ET_r değerinin ETrF ile düzeltilmesiyle elde edilmektedir (Eşitlik 10).

$$ETrF = \frac{ET_{ins}}{ET_r} \quad (9)$$

$$ET_a = ETrF \times ET_r(\text{günlük}) \quad (10)$$

Burada, ETr; uzun boylu referans bitki su tüketimidir. Günlük ve saatlik olarak ETr'nin hesaplanmasında ASCE-EWRI (2005)'de esasları verilen Standardize Penman Monteith eşitliklerinden yararlanılmıştır.

Aylık ve mevsimlik ET haritaları tarımda kullanılan toplam su miktarının belirlenmesinde oldukça önemlidir. Uyduların zamansal çözünürlüğü ölçüsünde görüntünün çekildiği tarihteki ETa değerleri belirlenebilmektedir. Bu çalışmada ardışık iki uydu görüntüsü arasındaki ETa'nın hesaplanabilmesi için görüntü tarihlerindeki ETrF değerleri enterpole edilmiştir. Bu değerler ait olduğu gündeki

ET_r (günlük) değeri ile düzeltilerek günlük ET_a değerleri elde edilmiştir. Elde edilen ET_a değerleri yığılımlı olarak toplanarak mevsimlik ET değerleri hesaplanmıştır. Kullanılan bu yöntem uydu görüntülerinin düzenli aralıklarla temin edilebilmesi durumunda mevsimlik ET_a 'nın belirlenmesinde başarılı şekilde uygulanabilmektedir (Singh ve ark., 2012).

Çalışma parsellerinde su stresinin belirlenmesi amacıyla oransal bitki su tüketimi (RET) yaklaşımı kullanılmıştır (Eşitlik 11). Bu amaçla silajlık mısırın farklı gelişme dönemlerindeki ET_a ve ET_c değerlerinin ortalaması alınıp birbirine oranlanmıştır. Böylelikle her bir çalışma alanında gerçekleşen oransal bitki su tüketimi değerleri belirlenmiştir.

$$RET = \frac{ET_a}{ET_c} \quad (11)$$

Çalışma alanına ait vaziyet planı sayısallaştırılmış ve vektör formatında kaydedilmiştir. İşlenmiş uydu görüntüleri oluşturulan vektör ile çakıştırılarak nihai haritalar oluşturulmuştur. Son olarak uydu görüntülerindeki çalışma alanını içeren bölümler kesilerek alınmıştır, böylece nihai haritalar elde edilmiştir. Uydu görüntülerinden ET_a ve ET_r verilerinin elde edilmesi için çalışma parsellerine ait hücre değerlerinin ortalaması alınmıştır.

2.2.2 Standart bitki su tüketimi hesaplaması

Çalışmada potansiyel bitki su tüketimi (ET_c) hesaplamaları Allen ve ark. (1998)'de önerilen ve standart koşulları temsil eden bitki su tüketimi için gerçekleştirilmiştir (Eşitlik 12).

$$ET_c = Kc \times ET_0 \quad (12)$$

Yukarıda verilen eşitlikteki Kc ; bitki katsayısı, ET_0 ; kısa boylu bitki için referans bitki su tüketimidir. Kc değerleri bitkiye özgüdür ve yetiştirme dönemi içerisinde farklılık göstermektedir. Çalışma kapsamında kullanılan silajlık mısır Kc değerleri Allen ve ark. (1998)'den alınmıştır. Bu değerler uzun yıllık günlük ortalama rüzgâr hızı ve oransal nem verileri ve ortalama en yüksek bitki boyu dikkate alınarak Allen ve ark. (1998)'de verilen yöntemle göre bölge koşullarına uyarlanmıştır. ET_0 hesaplamaları ise ASCE EWRI (2005)'e göre gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 METRIC ile hesaplanan bitki su tüketimi değerleri

Araştırmada, 2014 yılına ait Landsat 8 uydu görüntüleri (11 adet) işlenmiş ve oluşturulan ETa haritaları Şekil 2'de verilmiştir. Buna göre, 4 Mayıs 2014 tarihine ait uydu görüntüsünde A, C ve D parsellerindeki ortalama ETa değerleri sırasıyla 5.75, 4.71 ve 6.48 mm gün⁻¹'dir. B ve E parsellerinde ise ETa değeri yaklaşık 1.0 mm gün⁻¹'dir. Parseller arasındaki ETa farklılığı dikkate alındığında A, C ve D parsellerinde silajlık mısır sulamasının başladığı, B ve E parsellerinde ise sulamanın bu tarih itibari ile başlamadığı yorumu yapılabilir.

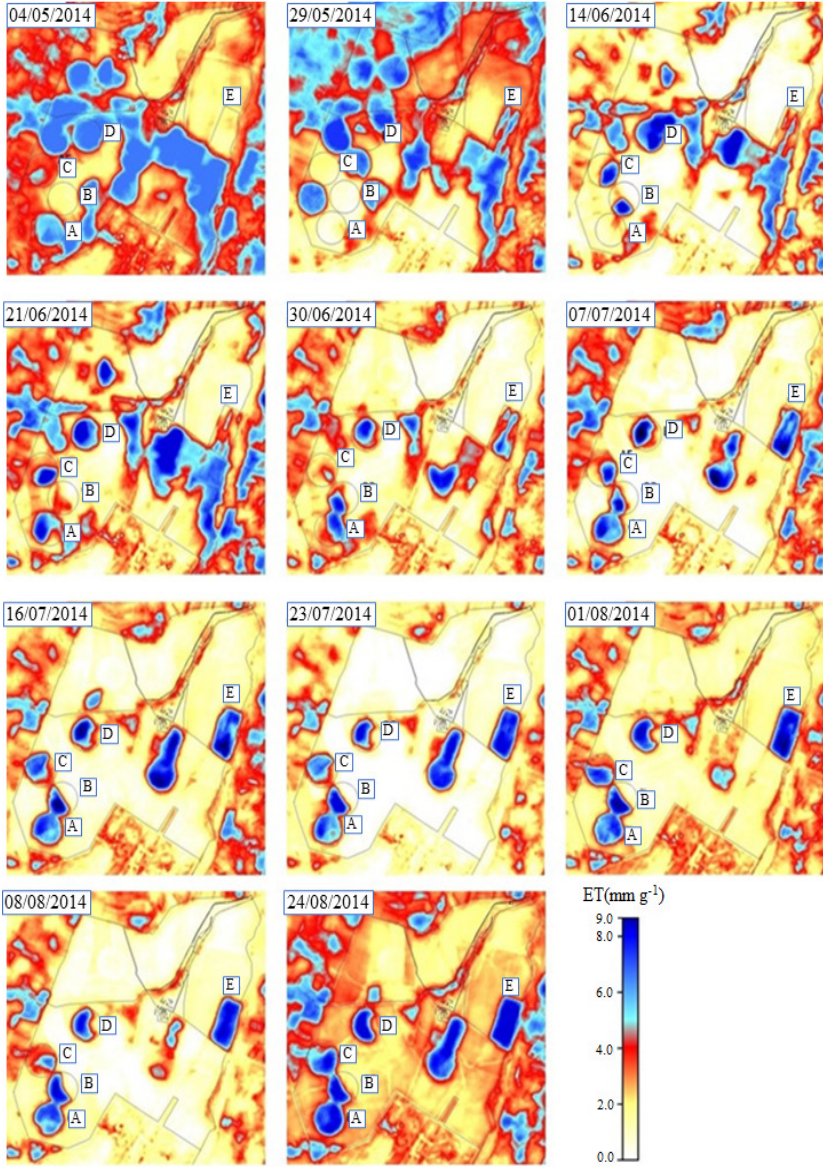
29 Mayıs 2014 tarihindeki uydu görüntüsüne ait ETa haritası incelendiğinde, A parselindeki ETa değeri 4 Mayıs 2014 tarihine göre azalarak ortalama 0.82 mm gün⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Benzer biçimde C parselinde ETa azalarak bu tarihte yaklaşık 1.62 mm gün⁻¹'dir. D parselindeki ETa 3.59 mm gün⁻¹ iken E parselinde ise 4.80 mm gün⁻¹ olarak hesaplanmıştır. E parselindeki ETa değerinin 4 Mayıs 2014 tarihine göre yaklaşık 4 mm'lik artış göstermesi bu parselde yetiştirilen silajlık mısırdaki sulamanın başladığı yorumu yapılabilir.

14 Haziran 2014 tarihinde çalışma parselleri arasında en yüksek ETa değeri 6.33 mm gün⁻¹ ile D parselinde gerçekleşirken, en düşük ETa değeri ise 1.71 mm gün⁻¹ ile A parselinde gerçekleşmiştir.

21 Haziran 2014 tarihine ait ETa haritası incelendiğinde, A parselinde sulama suyu miktarının artırılarak ortalama ETa'nın 5.76 mm gün⁻¹ seviyesine ulaştığı görülmektedir. E parselinin belirli bölgelerinde ETa gerçekleşirken belirli bölgelerinde ise neredeyse gerçekleşmediği belirlenmiştir. Bu durum E parselinde sulama suyu uygulamalarında birtakım aksaklıklar meydana geldiğini göstermektedir. Benzer durum C parselinde de görülmektedir. Parselin belirli kısımlarında ETa yüksek iken geri kalan kısımlarında daha az gerçekleşmesi belirtilen parselde de sulama uygulamalarında eksikliklerin yaşanmış olabileceğini göstermektedir. Temmuz ayı boyunca tüm parsellerde uygulanan sulama suyu miktarları genel olarak arttırılmıştır.

Yarı kurak iklim özelliğine sahip bölge koşulları altında silajlık mısır için tahmin edilen ETc değerleri, uzaktan algılama teknikleri yardımıyla tahmin edilen ETa değerlerinden yaklaşık 2 mm daha yüksek gerçekleşmiştir. Temmuz ayı içerisinde en yüksek ETa değeri 7 Temmuz 2014 tarihinde 8.02 mm gün⁻¹ ile D parselinde, en düşük ETa ise 23 Temmuz 2014 tarihinde 5.42 mm gün⁻¹ ile C parselinde belirlenmiştir. 8 Ağustos 2014 tarihindeki günlük ETc değeri 8.23 mm iken A, B, C, D ve E parsellerine ait günlük ETa değerleri sırasıyla 6.45 mm, 7.58 mm, 4.53

mm, 7.25 ve 7.64 mm olarak hesaplanmıştır. Temmuz ve Ağustos aylarındaki ETa haritaları incelendiğinde A ve C parsellerinde sulama uygulamalarının düzenli yapılmadığı görülmektedir. Parsellerin belirli bölgelerinde ETa değeri fazla iken diğer taraflarda az olması sulama ile ilgili problemlerin yaşandığını göstermektedir. Silajlık mısırın yetiştirilme dönemi boyunca ETa değerleri genel olarak ETc değerlerinin altında kalmıştır.

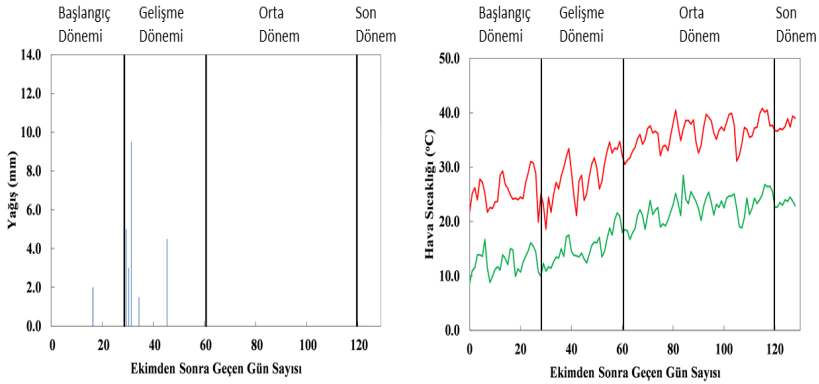


Şekil 2. Sultansuyu Tarım İşletmesi Müdürlüğü Tarım Arazilerine ait 2014 yılı Evapotranspirasyon Haritaları

Figure 2. Evapotranspiration Maps of Sultansuyu Agricultural Enterprise Directorate Agricultural Lands in 2014.

3.2 Potansiyel ve gerçek bitki su tüketimi bulgularının karşılaştırılması

Çalışma alanında silajlık mısırın 2014 yılı gelişme dönemi boyunca gerçekleşen yağış miktarı ve hava sıcaklığı Şekil 3'te grafik olarak verilmiştir. Başlangıç döneminde 2.0 mm (28 Nisan 2014) ve gelişme dönemi 21 Mayıs-6 Haziran 2014 tarihleri arasında toplam 23.5 mm yağış gerçekleşirken, meteorolojik kayıtlarda orta ve son dönem için yağış bulunmamaktadır. Buna göre silajlık mısırın yetiştirme dönemi boyunca toplam 25.5 mm yağış gerçekleşmiştir. Hava sıcaklıkları genel olarak başlangıç döneminden son döneme doğru gidildikçe artış göstermiştir. Silajlık mısırın yetiştirme mevsimi boyunca en yüksek hava sıcaklığı 14 Ağustos 2014 tarihinde 40.8 °C olarak gerçekleşirken, en düşük hava sıcaklığı 21 Mayıs 2014 tarihinde 18.6 °C olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 3. Silajlık mısırın gelişme dönemlerine göre çalışma alanında gerçekleşen yağış ve günlük en yüksek ve en düşük hava sıcaklığı değerleri.

Figure 3. Precipitation and daily maximum and minimum air temperature values in the study area during the development stages of silage maize.

Şekil 4'te Malatya ili iklim koşulları altında, silajlık mısırın 2014 yetiştirme mevsimi boyunca günlük ETc değerlerinin değişimi verilmiştir. Aynı zamanda Şekil 4'te uydu görüntüsüne dayalı bir biçimde METRIC modeli ile elde edilen, mevsimlik ETa değerleri harita olarak ve günlük ETa değerleri ise grafik olarak, parsellere göre ayrı biçimde verilmiştir. Burada ETc ile ETa grafiklerinin farkı, $ETc > ETa$ (su eksik-

liği) olan dönemlerde eğik çizgilerle ve $ET_c < ET_a$ (aşırı su) olan dönemlerde dolgu ile boyanarak belirtilmiştir. Ayrıca Şekil 4'te silajlık mısırdın başlangıç, gelişme, orta ve son dönemleri düşey çizgilerle ayrılmıştır.

Silajlık mısırdın yetişme dönemi (22 Nisan 2014- 28 Ağustos 2014) için en yüksek ET_c değeri 20 Haziran 2014 tarihinde $10.98 \text{ mm gün}^{-1}$ olarak tahmin edilmiştir. Bu tarihte günlük en yüksek hava sıcaklığının 34.7°C olması, ET_c değerini oldukça yüksek seviyeye çıkartmıştır. 2014 yılında silajlık mısır yetişme dönemin boyunca en düşük ET_c değeri ise 8 Mayıs 2014 tarihinde 0.92 mm gün^{-1} olarak hesaplanmıştır. Yapılan tahmine göre, silajlık mısırdın mevsimlik ET_c değeri $819.25 \text{ mm mevsim}^{-1}$ 'dir.

A parselinde silajlık mısırdın başlangıç dönemindeki ortalama ET_a değeri 3.92 mm gün^{-1} iken aynı dönemde ortalama ET_c değeri 1.34 mm gün^{-1} 'dür. Belirtilen dönem için çalışma alanında önemli bir yağış olayının gerçekleşmemesi bu parselde aşırı sulama uygulandığını göstermektedir. Çalışma parselinde silajlık mısırdın gelişme dönemi sırasındaki en yüksek ET_a ve ET_c değerleri 20 Haziran 2014 tarihinde sırasıyla 6.68 ve $10.98 \text{ mm gün}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Bununla birlikte, aynı dönem içerisinde ET_a değerinin 0.68 mm gün^{-1} seviyesine kadar gerilediği (6 Haziran 2014) belirlenmiştir. Bu durum belirtilen zaman aralığında A parselinde sulama yapılmadığını ve bu tarihten önce gerçekleşen yağışların yeterli olmadığını göstermektedir. Gelişme döneminin sonlarına doğru ET_a değerlerinin 2.0 mm seviyesinden 6.0 mm seviyesine yükselmesi bu parselde sulama uygulamalarına ağırlık verildiğinin bir göstergesidir. Fakat buna rağmen ET_a değerleri sürekli olarak ET_c 'den düşük olarak gerçekleşmiştir. Silajlık mısırdın orta dönemi incelendiğinde, bu parselde ortama ET_a ve ET_c değerleri sırasıyla 6.35 mm gün^{-1} ve 9.19 mm gün^{-1} olarak hesaplanmıştır. Her ne kadar ET_a 'nın geldiği seviye sulama uygulamalarına devam edildiğini gösterse de bu dönemde ET_a 'nın ET_c 'den daha düşük olması uygulanan sulama suyu miktarlarının bitkinin ihtiyacını karşılamadığını göstermektedir. Genel olarak orta dönemde ET_c , ET_a 'dan yaklaşık 2.5 mm gün^{-1} daha yüksek tahmin edilmiştir. Orta dönemde ET_c ile ET_a arasındaki en düşük fark ekimden sonraki 105. günde gerçekleşmiştir. Bu tarihteki ET_c ve ET_a değerleri sırasıyla 7.95 ve 6.54 mm gün^{-1} 'dür. Silajlık mısırdın son döneminin başlarında ET açığı olmasına rağmen daha sonra sulama uygulamaları ile bu dönem için ET açığının azaldığı gözlenmiştir. Şekil 4'te verilen A parseline ait mevsimlik ET_a haritasına göre METRIC modeli ile tahmin edilen en yüksek ve en düşük sezonluk ET_a değeri sırasıyla 675.44 ve 444.33 mm 'dir. Mevsimlik ortalama ET_a ise 580.17 mm 'dir. Mevsimlik ET_a 'nın dağılımı incelendiğinde parsel alanının %53.3'ünde mevsimlik ET_a $500-600 \text{ mm}$ arasında dağılım göstermiştir. Bu değerler genellikle A parselinin kuzey-batı bölümlerinde gerçekleşmiştir. Çalışma alanının %40.6'lık bölgesinde mevsimlik ET_a $600 - 675.4 \text{ mm}$ arasında gerçekleşmiştir. Bu değerler genellikle A parselinin kuzey-doğu bölgelerinde yoğunluktadır. A parselinin kuzey

bölgesindeki mevsimlik ETa değerleri genel olarak parselin güneyinde gerçekleşen değerlerden daha yüksektir. Şekil 4 incelendiğinde parselin kuzey bölgesinden üretim alanına su girişi olduğu görülmektedir. Bu durum çalışma parselinin kuzey bölgesindeki ETa'ların güney bölgesindeki ETa'lardan daha yüksek gerçekleşmesinin açıklayıcısıdır. Parselin geri kalan %6.1'lik kısmında mevsimlik ETa 444.53 ile 500 mm arasında gerçekleşmiştir. Bu değerler dikkate alındığında parseldeki ETa'lar genel itibarıyla eş dağılım göstermemiştir.

Çalışma alanındaki B parselinin toplam alanı 25.6 ha olmasına karşın silajlık mısır yetiştirilen alan 12.0 ha'dır. Bu çalışma kapsamında ETa değerleri sadece sulanan alandan hesaplanmıştır. B parseline ait ETa ve ETc grafikleri incelendiğinde silajlık mısırın başlangıç döneminde genel olarak ETa değerleri ETc'den bir miktar yüksek olarak gerçekleşmiştir. Başlangıç dönemi boyunca ortalama ETa değeri 1.71 mm gün⁻¹'dir. Yağış koşulları değerlendirildiğinde, silajlık mısırın başlangıç dönemi sırasında B parselinde sulama yapılmadığı anlaşılmaktadır. Bu parselde silajlık mısırın başlangıç dönemindeki ortalama ETa ve ETc değerleri sırasıyla 1.71 ve 1.34 mm gün⁻¹'dir. Gelişme döneminde ETa'nın genel olarak artış göstermesi B parselinde sulama yapıldığını göstermektedir. Ancak genel olarak ETa'nın ETc'den düşük seyretmesi sulamanın yetersiz olduğunu belirtmektedir. Özellikle, ekimden sonraki 31. ve 38. günler ile ekimden sonraki 53. ve 60. günler arasındaki dönemlerde ETada görülen azalma bu dönemlerde atmosferin nem talebindeki artışa karşın sulama eksikliği ile su stresinin arttığını göstermektedir. Ele alınan bu parselde orta dönemin yaklaşık olarak ilk yarısında silajlık mısır su stresinin devam ettiği ve ikinci yarısında uygulanan sulama suyu ile ETc ile ETa farkının nispeten azaldığı görülmektedir. Bu dönemdeki ortalama ETa ve ETc değerleri sırasıyla 6.78 ve 9.19 mm gün⁻¹'dir. Mevsimlik ET haritası incelendiğinde B parselinde dairesel hareketli sulama sisteminin yarım daire biçiminde işletildiği açık bir biçimde görülmektedir. Bu parselde en yüksek ve en düşük mevsimlik ETa değerleri sırasıyla 336.83 ve 746.38 mm'dir. Parsel içerisinde mevsimlik ETa'nın dağılımı incelendiğinde, parsel alanının %30.7'lik kısmında mevsimlik ETa 500-600 mm arasında gerçekleşmiştir. Çalışma parselinin %29.1'inde ise mevsimlik ETa değerleri 600-700 mm arasında gerçekleşmiştir. B parselinde 500-700 mm arasında gerçekleşen mevsimlik ETa değerleri genel olarak parsel sınırı ile parsel ortasında kalan bölgelerde meydana gelmiştir. Çalışma alanının 1.98 ha'lık kısmında mevsimlik ETa 700-800 mm arasında tahmin edilmiştir. Bu değerler incelendiğinde çalışma alanının genellikle orta bölümlerinde yer aldığı görülmektedir. Parselin orta bölümlerinde yüksek ETa değerlerinin görülmesi bu alanda taban suyu seviyesinin yüksek olduğu ve yapılan sulamanın yüzey akışa geçerek ETa'yı yükseltmiş olabileceği veya dairesel hareketli sulama sisteminin işletilmesi sırasında birtakım sorunların meydana geldiği şeklinde yorumlanabilir. Çalışma alanının %19.7'lik kısmında mevsimlik ETa 400-500 mm arasında değişim göstermektedir. Mevsimlik ETa haritası incelendiğinde bu değerlerin genellikle çalışma parselinin sınır bölgelerinde

gerçekleştiği görülmektedir. Bu parselde genel olarak parsel kenarlarından parsel ortalarına doğru gidildikçe mevsimlik ETa değerlerinin arttığı görülmektedir. Bu durum sulamanın yeknesak bir biçimde yapılmadığının bir göstergesidir.

Şekil 4'te verilen bir diğer çalışma parseli olan C parseli incelendiğinde silajlık mısırın başlangıç dönemindeki ortalama ETa değeri 3.45 mm gün⁻¹ iken bu dönemde hesaplanan silajlık mısır bitkisinin ortalama ETc değeri 1.34 mm gün⁻¹'dir. Silajlık mısırın başlangıç dönemindeki ETa değerleri genel olarak ETc'den yaklaşık 2 mm gün⁻¹ daha fazla gerçekleşmiştir. Bu durum silajlık mısırın başlangıç döneminde aşırı sulama yapıldığının göstergesidir. Gelişme döneminin başlamasıyla birlikte ETa değerleri düzenli olarak ETc değerinden düşük gerçekleşmiştir. Bu dönemdeki en yüksek ETa 20 Haziran 2014 tarihinde 6.77 mm gün⁻¹ iken en düşük ETa ise 22 Mayıs 2014 tarihinde 1.36 mm gün⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Silajlık mısırın orta döneminde gerçekleşen ETa ile tahmin edilen ETc değerleri arasındaki fark diğer dönemlerden daha yüksek gerçekleşmesi bu dönemde ET açığının daha fazla olduğunu ve kısıntılı sulama uygulamasının yapıldığını göstermektedir. Mevsimlik ETa haritası incelendiğinde parselin belirli kısımlarında ET yüksek ve geri kalan kısımlarında daha düşüktür. Bu durum C parselinde sulama uygulamalarında eş dağılım sorunlarının olduğunu göstermektedir. Bu parseldeki mevsimlik en düşük, en yüksek ve ortalama ETa değerleri sırasıyla 270.9, 691.2 ve 490.0 mm'dir. Çalışma parselindeki mevsimlik ETa dağılımı incelendiğinde parselin %44.1'inde mevsimlik ETa 400 ile 500 mm arasında gerçekleşmiştir. Mevsimlik ETa haritası incelendiğinde bu değerlerin genel olarak parselin orta ve kuzey bölümleri arasında kalan alanlarda gerçekleştiği görülmektedir. Çalışma parselinin %36.0'luk kısmında (9.27 ha) ETa değerleri 500-691.2 mm arasında tahmin edilmiştir. Bu durum incelendiğinde parselin belirli bölgelerinde mevsimlik ETa değerlerinin daha yüksek olması dairesel hareketli sulama sisteminin bu bölgelerdeki çalışma hızının daha yavaş gerçekleştiği şeklinde yorumlanabilir. Parsel içerisinde mevsimlik ETa dağılımının farklılık göstermesi bu parselde sulamanın düzensiz yapıldığının bir göstergesidir.

Çalışma alanlarından D parselinde silajlık mısırın başlangıç dönemindeki ortalama ETa değeri 5.60 mm gün⁻¹'dir. Bu dönemde gerçekleşen ETa değerlerinin ETc değerlerinden ortalama 4.20 mm gün⁻¹ fazla olması bu parselde aşırı sulama uygulandığını göstermektedir. Bu dönemde en yüksek ETa ve ETc değerleri sırasıyla 7.86 ve 1.80 mm gün⁻¹'dir. Silajlık mısırın gelişme dönemindeki sulama uygulamaları sayesinde genel olarak ETa değerleri ETc'ye yakın olarak gerçekleşmiştir. Bu dönemin başlarında D parselinde yaklaşık 0.77 mm gün⁻¹ fazla sulama suyu uygulanmıştır. Bu dönem içerisinde ekimden sonraki 53 ile 60. günleri arasında ise ETa, ETc'nin altında kalmıştır. Fakat bu fark, aynı zaman dilimi için, diğer çalışma parsellerinde gerçekleşen farktan daha azdır. Orta dönemdeki ortalama ETa değeri 7.65 mm gün⁻¹ olarak gerçekleşirken bu dönemde hesaplanan ortalama ETc değeri

9.19 mm gün⁻¹'dir. Bu durum belirtilen dönem için kısıntılı sulama uygulamasının gerçekleştiğini göstermektedir. Mevsimlik ETa haritası incelendiğinde parselin ¾'lük kısmında ETa yüksek iken geri kalan ¼'lük kısımda ETa daha düşüktür. Bu durum incelendiğinde dairesel hareketli sulama sistemi belirli bir tarihe kadar parselin tamamı (25.6 ha) için çalıştırılmış daha sonra parselin ¾'lük alanı (19.2 ha) için çalıştırıldığı anlaşılmaktadır. Parseldeki ET'nin büyük bir kısmı bu alandan geldiğinden ETa değerleri sadece ¾'lük alan için dikkate alınmıştır. D parselinde gerçekleşen en yüksek ve en düşük ETa değerleri sırasıyla 926.3 ve 400.0 mm'dir. Çalışma parsellerinde gerçekleşen 900 mm ve üzeri mevsimlik ETa değerleri sadece D parselinde tahmin edilmiştir. Bu değerler D parselinin %5.8'lik kısmında meydana gelmiştir ve genel olarak parselin orta bölümlerinde meydana gelmiştir. Parselin %23.8 ve %23.2'lik kısmında mevsimlik ETa değerleri sırasıyla 600-700 ve 800-900 mm arasında belirlenmiştir. Bu değerler genel olarak parselin orta bölümlerinde yer alan 900 mm'nin üzerinde gerçekleşen mevsimlik ETa değerleri ile parsel sınırları arasında gerçekleşmiştir. Çalışma parselinin %20.1'lik kısmında 700-800 mm arasında değişen mevsimlik ETa değerleri tahmin edilmiştir. Bu değerler 900 mm üzerinde gerçekleşen mevsimlik ETa değerlerinin bulunduğu alanın genel olarak çevresinde gerçekleşmiştir. Ağırlıklı olarak parsel ortasından parsel sınırlarına doğru gidildikçe mevsimlik ETa değerlerinin azaldığı görülmektedir. Bu durum incelendiğinde dairesel hareketli sulama sistemine ait yağmurlama başlıklarının diziliminde hataların olduğu veya dairesel hareketli sulama sistemindeki su basıncının istenen seviyede olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Sonuç olarak D parselinde mevsimlik ETa dağılımı düzensiz olarak gerçekleşmiş ve sulama yeknesak bir biçimde yapılamamıştır.

Çalışmadaki E parseli incelendiğinde silajlık mısırın başlangıç dönemindeki ortalama ETa değeri 2.75 mm gün⁻¹'dir. Bu dönemde genel olarak ETa değerleri ETc'den yüksek olarak gerçekleşmiştir. Bu durum silajlık mısırın başlangıç döneminde aşırı sulama yapıldığını göstermektedir. Silajlık mısırın gelişme döneminin ilk yarısında ETa değerleri ETc değerlerinden daha yüksek iken gelişme döneminin ikinci yarısında ETa değerleri ETc değerlerinden daha düşüktür. Gelişme döneminin ikinci yarısında ETa değerlerinin artış göstermeyip ETc değerlerinin artışa devam etmesi bu dönemde E parselinde sulama yapılmadığını göstermektedir. Silajlık mısır gelişiminin orta döneminde ETc değerleri ETa değerlerinden yüksektir. Bu durum silajlık mısırın orta döneminde kısıntılı sulama yapıldığının göstergesidir. Bu dönemde ortalama ETa 6.94 mm gün⁻¹ iken ortalama ETc 9.19 mm gün⁻¹'dir. Mevsimlik ETa haritası incelendiğinde E parselinde en yüksek ve en düşük mevsimlik ETa değerleri sırasıyla 834.1 ve 311.8 mm'dir. Çalışma parselinin %31.8'lik kısmında mevsimlik ETa 700-800 mm arasındadır ve genel olarak parselin orta kısmında gerçekleşmiştir. Çalışma parselinin %40.9'luk kısmında gerçekleşen mevsimlik ETa değerleri 600-700 mm arasında değişim göstermektedir. Tahmin edilen bu değerler genel olarak mevsimlik ETa değerlerinin 700-800 mm

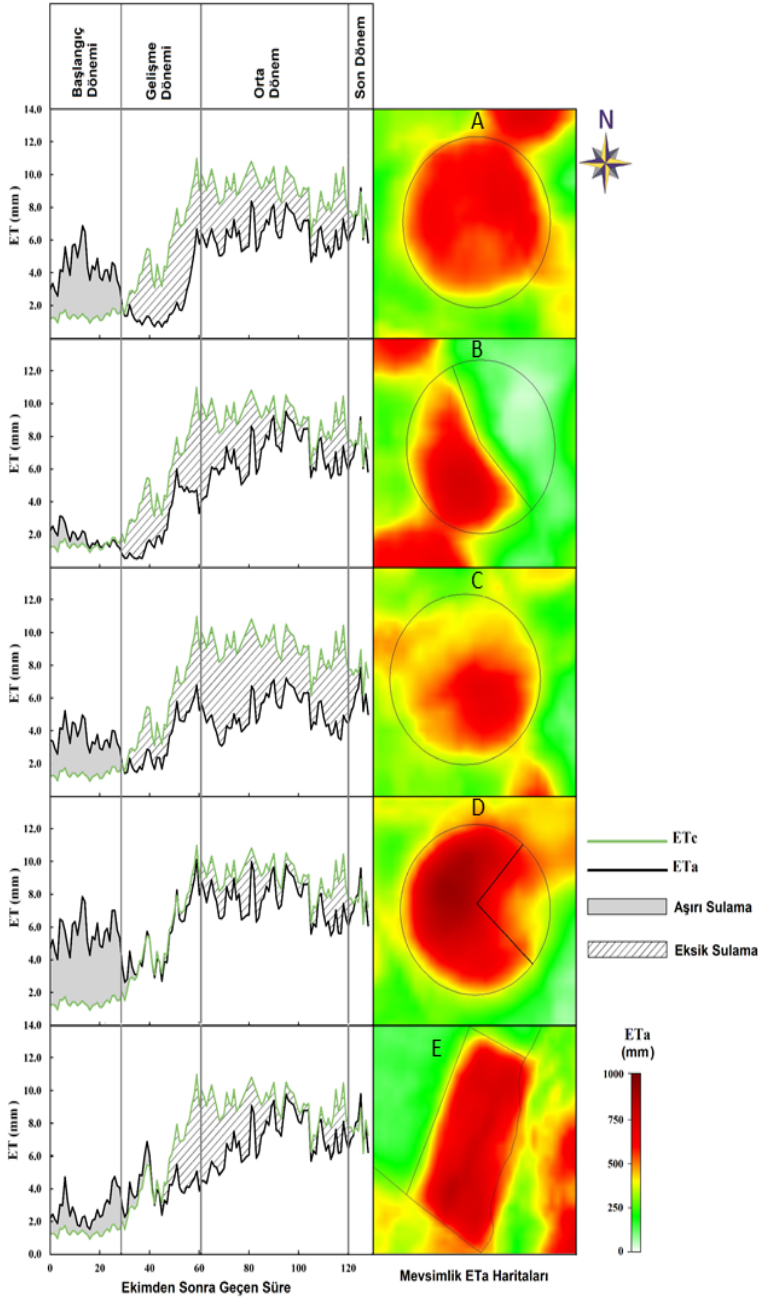
arasında olan bölgelerin yakınında gerçekleşmiştir. Çalışma parselinin sınır bölgelerinde mevsimlik ETa değerleri ise genel olarak 500-600 mm arasında değişim göstermiştir. Bu durum incelendiğinde çalışma parselinin merkezinden sınır bölgelere doğru gidildikçe mevsimlik ETa değerleri azalmaktadır. Bu durum sulamanın yeknesak bir şekilde yapılmadığını göstermektedir.

Çalışma alanındaki tahmin edilen ETa değerlerinin, ETc değerlerinden genel olarak düşük olması 2014 yılı silajlık mısır üretim sezonunda kısıntılı sulama uygulandığının bir göstergesi olabilir. Silajlık mısır parsellerinden elde edilen verim değerleri yetersiz sulama yapıldığının bir diğer göstergesidir. Bölgede silajlık mısırın potansiyel verimi hektara 58.0 ton seviyesindedir (TUİK, 2016). Çalışma parsellerinin her birinden elde edilen verim bu düzeyin altındadır (Çizelge 2). Bununla birlikte ETc ve ETa değerleri arasındaki farklılığın kaynakları arasında yetiştirilen mısır çeşidinin Allen ve ark. (1998) tarafından önerilen Kc katsayılarıyla uyumlu olmaması gösterilebilir. Sonuçlardaki uyumsuzluğun diğer bir sebebi, METRIC modeli ile tahmin edilen ETa değerlerinin arazi koşullarında gerçekleşen değerlerden farklı olabilmesidir. Droogers ve ark. (2010)'da METRIC modelinde ETa değerlerinin yaklaşık olarak %10 hata ile tahmin edilebileceği belirlenmiştir.

Çizelge 2. Silajlık mısırın farklı gelişme dönemlerindeki ETa / ETc değerleri.

Table 2. ETa / ETc values of silage maize at different growth stages.

	Başlangıç Dönemi	Gelişme Dönemi	Orta Dönem	Son Dönem	Verim (ton ha ⁻¹)
A	2.40	0.36	0.69	0.89	13.57
B	0.81	0.48	0.74	0.90	23.31
C	3.09	0.99	0.83	0.93	26.67
D	1.86	0.61	0.56	0.74	7.32
E	1.37	0.79	0.76	0.96	30.57



Şekil 4. Silajlık mısırın bitki su tüketimi (ET_c), METRIC modeli kullanılarak tahmin

edilen gerçek bitki su tüketimi (ETa) değerlerinin yetiştirme dönemi boyunca değişimleri ve mevsimlik ET haritaları.

Figure 4. Crop evapotranspiration (ETc) of silage maize, changes in the actual crop water consumption (ETa) values estimated using the METRIC model during the growing season, and seasonal ET maps.

3.3 METRIC modeli ile belirlenen gerçek bitki su tüketimi ile silajlık mısır verimi arasındaki istatistiksel ilişki

Silajlık mısırın farklı gelişme dönemleri için hesaplanan ETa – ETc oranları (ETa/ETc) ve parsellere ait silajlık mısır verim değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. ETa/ETc değeri 1.0’den büyük olduğunda aşırı sulamayı, 1.0’den küçük olduğunda ise sulama eksikliğini belirtmektedir. Çizelge 2 incelendiğinde, ETa/ETc değerleri 0.36 ile 3.09 arasında değişim göstermektedir. Silajlık mısırın başlangıç döneminde genel olarak tüm çalışma parsellerinde aşırı su uygulaması gerçekleşmiştir.

Silajlık mısırın gelişme döneminde genel olarak kısıntılı sulamanın uygulandığı bir vejetasyon dönemi olmuştur. Belirtilen dönem için en fazla su eksikliği A parselinde gerçekleşmiş ve ETa/ETc değeri 0.36 olarak hesaplanmıştır. Bu dönemde en fazla sulama uygulaması D parselinde gerçekleşmiş ve bitki su ihtiyacının neredeyse tamamı karşılanmıştır.

Silajlık mısır gelişiminin orta döneminde tüm çalışma parsellerinde kısıntılı sulama uygulaması gerçekleştirilmiştir. En yüksek su kısıtı C parselinde gerçekleşirken, en düşük su kısıtı D parselinde gerçekleşmiştir. Bu parseller için ETa/ETc değerleri sırasıyla 0.56 ve 0.83 olarak hesaplanmıştır.

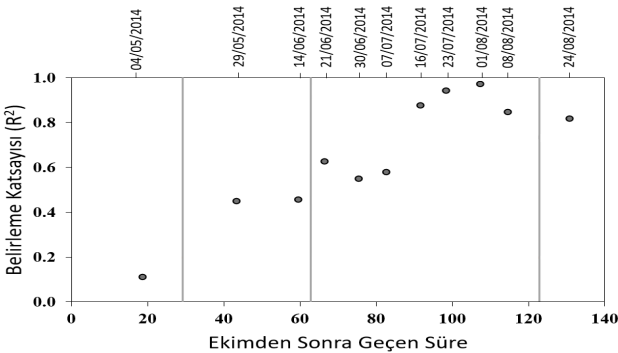
Son dönemde tüm parsellerde su kısıtı uygulaması devam etmesine rağmen, çalışma parsellerinde meydana gelen ET açığı orta döneme göre daha azdır. Silajlık mısır gelişiminin son döneminde herhangi bir yağış olayının gerçekleşmemiş olması bu dönemde uygulanan sulama suyunun orta dönemde uygulanan sulama suyundan daha fazla olduğunu göstermektedir. Son dönemde en fazla su eksikliği C parselinde gerçekleşirken en düşük su kısıtı E parselinde gerçekleşmiştir. Bu parseller için hesaplanan ETa/ETc değerleri sırasıyla 0.74 ve 0.96’dır.

Silajlık mısırın farklı gelişme dönemlerindeki uydu görüntülerinin çekim tarihleri ve ETa/ETc değerleri ile verim değerleri arasında yapılan istatistiksel analizin R² değerlerinin silajlık mısır yetiştirme sezonu boyunca değişimi Şekil 5’te verilmiştir. Silajlık mısırın başlangıç, gelişme, orta ve son dönemlerinde sırasıyla 1, 2, 7 ve 1 adet uydu görüntüsü bulunmaktadır. Şekil 5 incelendiğinde ETa/ETc ile verim arasındaki ilişkiye ait R² değerleri 0.11 ile 0.97 arasında değişim göstermektedir.

En düşük R^2 değeri 4 Mayıs 2014 tarihindeki uydu görüntüsünden elde edilirken en yüksek R^2 değeri 1 Ağustos 2014 tarihindeki uydu görüntüsünden hesaplanmıştır. Genel olarak silajlık mısır başlangıç döneminden son döneme doğru gidildikçe ETa/ETc ile verim arasındaki ilişkinin R^2 değeri artmaktadır. Çamoğlu ve ark. (2018)' de silajlık mısırın gelişme dönemi boyunca farklı spektral vejetasyon indeksleri kullanılarak verim tahmini gerçekleştirilmiştir. Çalışma elde edilen sonuçlara göre silajlık mısır hasat tarihine yaklaştıkça verim tahmininin başarısı arttığı belirtilmiştir.

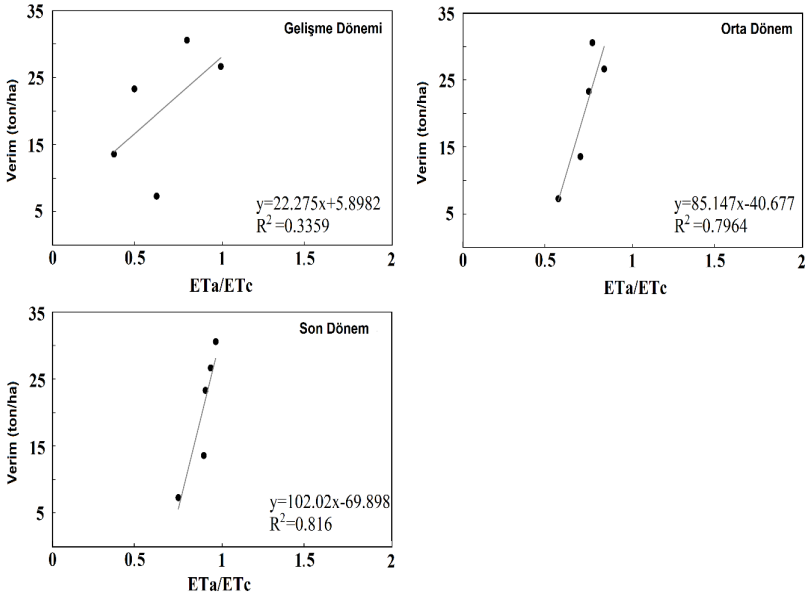
Genel olarak silajlık mısırın farklı gelişme dönemlerindeki ETa/ETc değerleri kullanılarak hasat öncesinde verim tahmini yapılabilir. Fakat herhangi bir dönemde yapılacak olan verim tahmininin başarısı farklılık gösterebilmektedir. Genel olarak silajlık mısır verim tahmininde en yüksek RMSE 4 Mayıs 2014 tarihine ait ETa/ETc değerleri kullanıldığında 8.12 ton ha⁻¹ olarak hesaplanırken en düşük RMSE 1 Ağustos tarihine ait ETa/ETc değerleri kullanıldığında 1.52 ton ha⁻¹ olarak belirlenmiştir. Silajlık mısırdaki Ağustos ayının ilk haftasındaki uydu görüntüsü kullanılarak elde edilen ETa/ETc değeri $y = 83.653x - 48.886$ formülünde kullanılırsa silajlık mısırdaki verim tahmini yaklaşık %3 hata ile tahmin edilebilir.

Orta ve son döneme ait ETa/ETc değerleri ile verim arasındaki ilişki incelendiğinde genel olarak ETa/ETc arttığı zaman verim artmış ve ETa/ETc azaldığı zaman verim azalmıştır. Orta ve son dönemdeki ETa/ETc değerleri ve verim arasında yapılan istatistiksel analize göre R^2 sırasıyla 0.79 ve 0.81 ($P < 0.01$) olarak hesaplanmıştır. Buna göre uzaktan algılama ile elde edilecek olan ETa değerleri Kc ve ETo ile hesaplanan ETc ile oranlanarak orta dönem ve son dönem için silajlık mısırdaki verim başarıyla tahmin edilebilir. Fakat orta dönem (50 gün) son dönemden (10 gün) daha uzun olduğu için çalışma alanının daha fazla görüntülenme potansiyeli bulunmaktadır. Son dönemin daha kısa olması uyduların zamansal çözünürlüğü ölçüsünde çalışma alanının görüntü çekimi gerçekleşmeyebilir. Buna göre orta dönemden elde edilecek verilerin daha kıymetli olduğu şeklinde yorumlanabilir.



Şekil 5. Uydu görüntü tarihlerindeki ETa/ETc ile Verim arasındaki ilişkiye ait belirleme katsayısının silajlık mısır yetiştirme sezonu boyunca değişimi

Figure 5. Variation of the coefficient of determination of the relationship between ETa/ETc and yield in satellite image acquired dates during the silage maize growing season



Şekil 6. Silajlık mısırın farklı gelişme dönemlerine ait ETa/ETc ile Verim arasındaki istatistiksel ilişkiler.

Figure 6. Statistical relationships between ETa/ETc and Yield in different growth stages of silage maize.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Landsat 8 uydu görüntülerinde METRIC modeli uygulanarak, silajlık mısırdaki su kullanımı ve verim tahmininin belirlenme olanakları araştırılmıştır. Bu kapsamda METRIC modelinin bir çıktısı olan $ETrF$ ve ETr^2 'ye dayalı olarak günlük ve mevsimlik ETa değerleri hesaplanmıştır. Silajlık mısırın farklı gelişme dönemlerine ait bu değerler ETc ile oranlanarak her bir çalışma parselinde nem açığı belirlenmiştir. Hesaplanan bu değerler, verim ile karşılaştırılarak silajlık mısırdaki verim tahmin modelleri oluşturulmuştur.

Çalışma kapsamında oluşturulan ETa haritaları büyük tarım alanlarında daha az iş gücü ve zamanla bitki su kullanımını etkin bir biçimde belirlenebilmektedir. Bu kapsamda sulama mühendisleri ve araştırmacılar için sulama suyunun takip edilmesinde ve suyun tarım alanlarındaki konumsal ve zamansal dağılımının belirlenmesinde kullanılabilir. Ayrıca, ağustos ayının ilk haftasına ait uydu görüntüsü kullanılarak yapılacak verim tahmini ile silajlık mısırın nihai verimi %97 doğrulukla tahmin edilebilir. Erken dönemde yapılacak verim tahminlerindeki hata oranı daha yüksek olsa da bu tahminler en yüksek toplam verimin elde edilmesi amacıyla tedbir alınmasına olanak sağlayabilir.

Landsat 8 uydu görüntüleri ile silajlık mısır yetiştirilen tarım alanlarındaki günlük ve mevsimlik ETa'nın belirlenmesi ve bu alanlardan elde edilen nihai ürün miktarının tahmini etkin bir biçimde yapılabilmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda yarı kurak bölge koşulları altında tarla düzeyinde belirlenen ET değerleri ile uydu görüntülerinden tahmin edilen ET değerleri karşılaştırılarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Landsat 8 uydu görüntülerinin konumsal çözünürlüğü (0.1 ha) sadece büyük ölçekli tarım arazilerinin izlenmesine olanak sağlamaktadır. Bu kapsamda Landsat 8 uydusunun küçük ölçekli tarım arazilerinde uydu görüntülerine dayalı METRIC modelinin kullanılmasını sınırlandırmaktadır. Fakat günümüzde bu çözünürlükte termal banda sahip başka bir uydunun bulunmamasıdır. Ayrıca Landsat 8 uydu görüntülerine ait zamansal çözünürlüğün 16 gün olması iki uydu görüntüsü arasında gerçekleşen ETa'nın belirlenmesinde önemli bir kısıttır. Bu doğrultuda iki uydu görüntüsü arasındaki ETa değerlerinin belirlenmesi için daha hassas modellerin geliştirmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Al-Gaadi, K., Patil, V., Tola, E., Madugundu, R., Gowda, P., 2016. Evaluation of METRIC-derived ET fluxes over irrigated alfalfa crop in desert conditions using scintillometer measurements. *Arabian Journal of Geosciences*, 9, 1-12.
- Allen, R.G., Pereira, L., Raes, D., Smith, M., 1998. *FAO Irrigation and drainage paper No. 56*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 56, 97-156.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Howell, T.A., Jensen, M.E., 2011a. Evapotranspiration information reporting: I. Factors governing measurement accuracy. *Agricultural Water Management*, 98, 899-920.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Howell, T.A., Jensen, M.E., 2011b. Evapotranspiration information reporting: II. Recommended documentation. *Agricultural Water Management*, 98, 921-929.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Smith, M., Raes, D., Wright, J.L., 2005. FAO-56 dual crop coefficient method for estimating evaporation from soil and application extensions. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering-Asce*, 131, 2-13.
- Allen, R.G., Tasumi, M., Morse, A., Trezza, R., Wright, J.L., Bastiaanssen, W., Kramber, W., Lorite, I., Robison, C.W., 2007. Satellite-based energy balance for mapping evapotranspiration with internalized calibration (METRIC)-Applications. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering-Asce*, 133, 395-406.
- ASCE-EWRI, 2005. *The ASCE Standardised Reference Evapotranspiration Equation*. Environmental and Water Resources Institute of the ASCE. Report by the Task Committee on Standardisation of Reference Evapotranspiration.
- Bastiaanssen, W.G.M., Menenti, M., Feddes, R.A., Holtslag, A.A.M., 1998. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL)- 1. Formulation. *Journal of Hydrology*, 212, 198-212.
- Çakmak, B., Yapılar, T., Aküzüm, T., 2006. Türkiye'de tarımda su yönetimi, sorunlar ve çözüm önerileri. *TMMOB*

- İnşaat Mühendisleri Odası Su Politikaları Kongresi, 2, 349-359.
- Çamoğlu, G., Şerafettin, A. Ş. I. K., Levent, Genç. 2018. Farklı Su Stresi Düzeylerinde Yer Tabanlı Spektral Ölçümler ile Tatlı Mısırın Verim Tahmini. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4(2), 186-199.
- Doorenbos, J., Kassam, A., 1979. Yield response to water. Irrigation and drainage paper, 33, 257.
- Droogers, P., Immerzeel, W.W., Lorite, I.J., 2010. Estimating actual irrigation application by remotely sensed evapotranspiration observations. Agricultural Water Management, 97, 1351-1359.
- French, A.N., Hunsaker, D.J., Thorp, K.R., 2015. Remote sensing of evapotranspiration over cotton using the TSEB and METRIC energy balance models. Remote Sensing of Environment, 158, 281-294.
- Gowda, P.H., Chavez, J.L., Howell, T.A., Marek, T.H., New, L.L., 2008. Surface energy balance based evapotranspiration mapping in the Texas High Plains. Sensors, 8, 5186-5201.
- Köksal, E.S., Üstün, H., İlbeyi, A., 2010. Bodur yeşil fasulyenin sulama zamanı göstergesi olarak yaprak su potansiyeli ve bitki su stres indeksi sınır değerleri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24.
- Mengistu, M., Savage, M., 2010. Surface renewal method for estimating sensible heat flux. Water SA, 36, 9-18
- Norman, J.M., Kustas, W.P., Humes, K.S., 1995. Source approach for estimating soil and vegetation energy fluxes in observations of directional radiometric surface temperature Agricultural and Forest Meteorology, 77, 263-293.
- Parashar, V., Parashar, A., 2020. Study on various sensors used in farming. Engineering and Technology Journal for Research and Innovation (ETJRI). ISSN 2581-8678, Volume II, Issue II.
- Raes, D., Geerts, S., Kipkorir, E., Wellens, J., Sahlı, A., 2006. Simulation of yield decline as a result of water stress with a robust soil water balance model. Agricultural Water Management, 81, 335-357.
- Roy, D.P., Wulder, M., Loveland, T., Woodcock, C., Allen, R., Anderson, M., Helder, D., Irons, J., Johnson, D., Kennedy, R., 2014. Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research. Remote Sensing of Environment, 145, 154-172.
- Santos, C., Lorite, I.J., Tasumi, M., Allen, R.G., Fereres, E., 2008. Integrating satellite-based evapotranspiration with simulation models for irrigation management at the scheme level. Irrigation Science, 26, 277-288.
- Senay, G.B., Budde, M.E., Verdin, J.P., 2011. Enhancing the Simplified Surface Energy Balance (SSEB) approach for estimating landscape ET: Validation with the METRIC model. Agricultural Water Management, 98, 606-618.
- Singh, R.K., Liu, S., Tieszen, L.L., Suyker, A.E., Verma, S.B., 2012. Estimating seasonal evapotranspiration from temporal satellite images. Irrigation Science, 30, 303-313.
- Thornthwaite, C.W., 1948. An approach toward a rational classification of climate. Geographical review, 38, 55-94.
- Tarımsal Araştırma ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM), 2016. Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimi Rehberi.





Determinants of Food Categories Expenditure of the Refugees: Case of Samsun Urban Districts, Turkey

Mültecilerin Gıda Kategorilerine Yönelik
Harcamalarını Etkileyen Faktörler: Samsun Kentsel
İlçeler Örneği, Türkiye

Abdulrazak GHAZAL¹, Mehmet BOZOĞLU²

¹ Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics
• ashak7@yahoo.com • ORCID > 0000-0002-5234-5719

² Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Samsun, Turkey
• mehmetbo@omu.edu.tr • ORCID > 0000-0001-8333-1865

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 6 Haziran 2021 / June 2021

Kabul Tarihi / Accepted: 17 Aralık / December 2021

Yıl / Year: 2022 | **Cilt – Volume:** 37 | **Sayı – Issue:** 1 | **Sayfa / Pages:** 151-168

Atf/Cite as: Ghazal, A. ve Bozoğlu, M. "Determinants of Food Categories Expenditure of the Refugees: Case of Samsun Urban Districts, Turkey - Mültecilerin Gıda Kategorilerine Yönelik Harcamalarını Etkileyen Faktörler: Samsun Kentsel İlçeler Örneği, Türkiye". Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi - Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(1), Şubat 2022: 151-168.
<https://doi.org/10.7161/omuanajas.948692>

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: ashak7@yahoo.com



DETERMINANTS OF FOOD CATEGORIES EXPENDITURE OF THE REFUGEES: CASE OF SAMSUN URBAN DISTRICTS, TURKEY

ABSTRACT:

Household expenditure on food categories is affected by cultural, socio-demographic, and economic factors. The aim of this study is to examine the determinants influencing the refugee households' total food expenditure for vegetables, fruit, dairy products, meat products, and cereals. The primary data were gathered from the surveys conducted with 252 Syrian and Iraqi refugee households residing in Samsun province in the period of October 2019 - March 2020. Multiple linear regression analysis was carried out to estimate the determinants for food expenditure of the refugee households. The results indicated that the weekly food expenditure of refugee households was 311 TL which represents 38% of the household income. The food expenditure was dominated by meat, vegetables, fruit, dairy products, and cereals, respectively. The model results revealed that socio-demographic variables as household size, length of stay in Samsun province, economic variables as a level of income, and behavioral variables as purchasing out of season and the wasted amount had significant effects on the food expenditure of refugee households.

Keywords: *Refugee household, Food expenditure, Determinants, Multiple Linear Regression, Samsun, Turkey*



MÜLTECİLERİN GIDA KATEGORİLERİNE YÖNELİK HARCAMALARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER: SAMSUN KENTSEL İLÇELER ÖRNEğİ, TÜRKİYE

ÖZ:

Gıda kategorilerine ilişkin hane halkı harcamaları kültürel, sosyo-demografik ve ekonomik faktörlerden etkilenmektedir. Bu çalışmanın amacı, sığınmacı hane halklarının sebze, meyve, süt ürünleri, et ürünleri ve tahıllar kategorilerine ait toplam gıda harcamalarını etkileyen faktörlerin belirlenmesidir. Araştırmanın birincil verileri, Samsun İlinde ikamet eden 252 Suriyeli ve Iraklı sığınmacı hane halkı ile Ekim 2019-Mart 2020 döneminde yapılan anketlerden elde edilmiştir. Sığınmacı hanelerin gıda harcama kategorilerinin belirleyicilerini tahmin etmek için çoklu doğrusal regresyon analizinden yararlanılmıştır. Sonuçlar, sığınmacı hane halklarının haftalık ortalama gıda harcaması 311 TL olup, bu hanehalkı gelirinin %38'ine tekabül ettiğini göstermektedir. Gıda harcamalarında en yüksek payı sırasıyla et, sebze, meyve, süt ürünleri ve tahıllar almaktadır. Model sonuçlarına göre sığınmacı hanehalklarının gıda harcamalarını; sosyo-demografik değişkenlerden hane

halkı büyüklüğü ve Samsun İlinde ikamet süresi, ekonomik değişkenlerden gelir düzeyi ile davranışsal değişkenlerden sezon dışı satın alma ve israf edilen gıda miktar değişkenlerinin istatistiki olarak önemli etkileri söz konusudur.

Anahtar Kelimeler: *Sığınmacı hane halkı, Gıda harcaması, Belirleyiciler, Çoklu Doğrusal Regresyon, Samsun, Türkiye*



1. INTRODUCTION

In the world, the number of immigrants and refugees has increased gradually due to war, internal conflicts, and poverty during the last two decades. Globally, Turkey is known as the biggest country hosting Middle Eastern refugees. The number of refugees in Turkey increased from 0.7 to 3.9 million in the period of 2013-2019 (Anonymous, 2019). Syrian and Iraqi refugees are the largest immigrant groups in Turkey. Migration to another country has an important impact on consumer behavior due to a new society and culture. Many factors influence food consumption behavior, including culture, social, values, and economic factors (Ramya and Ali, 2016). Therefore, marketers have tried to understand the new consumption behavior of immigrants as the most powerful determinant of consumer behavior (Cleveland and Chang, 2009).

Consumer behavior can be defined as the process involved when individuals or groups select, purchase, evaluate, acquire, use or dispose of products, services, ideas or experiences to satisfy needs and desires and to fulfil consumers' wants and desires (Solomon et al., 2006; Schiffman and Kanuk, 2007; Noel, 2009; Khan, 2007; Ramya and Ali; 2016). There is no single theory of consumer behavior interpreting consumer behavior. Instead, there are various theories, models, and concepts making up this field (Peter and Donnelly, 2007). Different factors such as social, personal, cultural, psychological and economic influence purchasing behavior whereas each type of these factors can be divided into sub-factors (Kotler and Armstrong, 2012; Schiffman and Kanuk, 2007; Noel, 2009; Khan, 2007; Ramya and Ali; 2016).

Food consumption behaviors and influencing factors have been examined by the researchers. Thus, Kotler and Armstrong (2012) examined the effects of the demographic factors on consumer behavior and found that many factors such as income, age, occupation, gender, race, level of education, religion, social class, family size and nationality could influence buying behavior of the consumers. Pilgrim (1957) stated that food perception includes three factors as psychological effects, sensory attributes, and environmental effects. More specially, the different studies were conducted to understand the factors influencing the households' fruit

and vegetable consumption. Dibsall et al. (2003) stated that age, employment, gender, smoking, and marital status affected consumers' attitudes towards access, affordability, and motivation to eat fruit and vegetables. Baker and Wardle (2003) conducted a study on the factors influencing fruit and vegetable consumption and confirmed the differences in fruit and vegetable consumption based on gender. While Cox et al. (1998) reported that consumers could increase their fruit and vegetable consumption, this was only weakly associated with intention to do so. Balasubramaniam (2015) examined the heterogeneity of food consumption patterns among different ethnic groups in Ontario (Canada) and found that there was heterogeneity among different ethnic groups on fruit and vegetable consumption and duration of residence and type of residence had a significant impact on a few categories of food.

Determinants of household food expenditures are still essential in most studies on consumer purchasing behavior. In Turkish studies, household size and composition, education, age and gender of the household head, seasonal and regional differences were determined as important determinants for food expenditure (Akbay et al. 2007). Moreover, food consumption patterns change considerably as long as the level of education and welfare increase. Bilgic and Yen (2013) found that age influences food expenditure positively; better educated households demanded more protein products (meat) and married consumers demanded more dairy products. Jacobson et al. (2010) suggested that there is a significant relationship between household income, household size, and age regarding food expenditure. Venn et al. (2018) identified that income has a higher impact on food expenditure than education. Ball et al. (2006) also found that education level significantly and positively influenced vegetable and fruit intake.

Immigrants and refugees have different desires, buying methods, and product preferences. Therefore, understanding the food consumption behaviors of immigrants has become one of the potential issues in marketing fields. Dustmann et al. (2017) revealed that the legalization programs may increase the level of immigrant consumption in the host country, where this process will affect positively both the host country's economy and the immigrants' degree of socioeconomic integration. Aljaroudi (2018) revealed that immigrants tend to balance the maintenance of their traditional habits and the variables of household income, level of education, profession of parents, and age of children, which have statistically positive impacts on consumption. Mbombo-Dweba et al. (2017) stated that traditional food plays a significant role in the dietary patterns of sub-Saharan immigrants in South Africa.

The current study could contribute to the literature in a number of ways. Firstly, this study investigated the factors influencing food expenditure for five categories, whereas most studies focus on one or two food categories. Secondly, the cur-

rent study focused on the refugee household population hosting in Turkey. Several studies have examined Turkish people's food expenditure; however, no studies have addressed the food expenditures of refugees in Turkey. The aim of this study was to examine the determinants influencing the refugee households' expenditures on foods. The main research questions of this study are given as follows: (i) How much do the refugee households spend on food categories? (ii) What are the factors influencing their food expenditure?

The purpose of the study was to test the following hypothesis:

H₁. There are differences among Syrian and Iraqi refugee households' food expenditures.

H₂. Socio-demographic variables have a significant influence on food expenditure.

H₃. Economic variables have a significant influence on food expenditure.

H₄. Behavioral variables have a significant influence on food expenditure.

2. Material and Methods

2.1 Research Area, Sampling and Data Collection

The research area was chosen as the central urban districts (Canik, Ilkadam, and Atakum) of Samsun province of Turkey to explore the factors influencing food expenditure of Syrian and Iraqi refugees. There were about 680 Syrian and Iraqi families residing in the selected districts. All of the refugees came from Syria and Iraq after 2011 when the conflict had started.

The level of accuracy is an important determinant of sample size. The larger the sample size, the more accurate your estimates are (Kumar, 2009). The sample household size from the refugee population was determined as 252 using a random sampling design given in Formula 1 (Tejada and Punzalan, 2012):

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (1)$$

Where

n : sample size

N : 680

Z : 1.96 for the confidence level 95%

e : 0.05 acceptance level of sampling error

n= 680 / 1+680 (0,05)²

Face-to-face semi-structured interviews and structured questionnaires were used to collect research data from refugee households between October 2019 and February 2020. The sample respondents from the refugee households were above 18 years old and responsible for buying food.

2.2 Data Analysis Method

The data were collected, edited, coded, and became ready to be analyzed. In addition, the data were analyzed using the software programs EXCEL and SPSS 25. Different methods were used to achieve the objectives of the research. The descriptive analysis was used to explain variables and multiple linear regression analysis was carried out to estimate the relationship between dependent variable and independent variables. Linear multiple regression (LMR) analysis is a statistical technique for understanding the impact of independent variables on dependent variable(s). Also, multiple linear regression analysis is an appropriate technique to obtain our objectives because all the variables in this model are metric. Multicollinearity test refers to the correlations among three or more independent variables. Multicollinearity refers to the correlations among three or more independent variables. There must be no correlation among the independent variables. The relationship between the food expenditure of the refugee households and a set of variables such as socio-demographic, economic, and behavioral variables was investigated.

In this section, the relationship between the total weekly food expenditures of the refugee households and a set of socio-demographic, economic, and behavioral variables were estimated using a multiple linear regression model to obtain the research objectives.

$$ExpSharef_i = \beta + \alpha SocDem_i + \theta Eco_i + \delta Beh_i + \varepsilon_i \quad (2)$$

Where $ExpSharef_i$ represents the food expenditure of refugee households i weekly. $SocDem_i$ is a vector of socio-demographic variables including nationality, gender, marital status, household size, age, education level and, length of stay in Samsun province. Eco_i denotes a vector of economic variables including job status, number of workers per household, income, and cash assistance providing by the Turkish government. Beh_i is a vector of behavioral variables including the number of meals daily, buyer, purchasing out of season, listing through shopping,

payment method, and waste food. β refers to a constant value. α , θ and, δ represent regression coefficients for socio-demographic, economic, and behavioral variables, respectively. ε_i denotes the error terms.

Table 1 shows the definition and description of all variables used in the model (multiple linear regression). The current study used eight socio-demographic variables.

Table 1. Definition of variables and sample means

Çizelge 1. Değişkenlerin ve örnek ortalamaların tanımı

Variable	Definition and Description
Dependent variable	
Food expenditure	Total weekly expenditure on five food categories (TL)
Dummy Independent variables	
Nationality	1 Iraqi, 0 otherwise
Gender	1 male, 0 otherwise
Marital status	
Married	1 married, 0 otherwise
Single	1 single, 0 otherwise
Divorced	1 divorced, 0 otherwise
Level of education	
Illiterate	1 illiterate, 0 otherwise
Primary	1 primary, 0 otherwise
Secondary	1 secondary, 0 otherwise
High school	1 high school, 0 otherwise
University	1 graduate, 0 otherwise
Postgraduate	1 postgraduate, 0 otherwise
District	
Canik	1 Canik, 0 otherwise
Ilkadam	1 Ilkadam, 0 otherwise
Atakum	1 Atakum, 0 otherwise
Job status	
Unemployed	1 unemployed, 0 otherwise
Employed	1 employed, 0 otherwise
Student	1 student, 0 otherwise
Cash assistance	1 if take assistance, 0 otherwise
Buyer	
Father or mother	1 father or mother, 0 otherwise
Father and mother	1 father and mother, 0 otherwise
Children	1 children, 0 otherwise

Number of meals	
Two meals	1 two meals, 0 otherwise
Three meals	1 three meals, 0 otherwise
Four meals	1 four meals, 0 otherwise
Purchasing offseason	
Never	1 never, 0 otherwise
Very Rarely	1 very rarely, 0 otherwise
Rarely	1 rarely, 0 otherwise
Occasionally	1 occasionally, 0 otherwise
Frequently	1 frequently, 0 otherwise
Always	1 always, 0 otherwise
Doing list for shopping	
Never	1 never, 0 otherwise
Very Rarely	1 very rarely, 0 otherwise
Rarely	1 rarely, 0 otherwise
Occasionally	1 occasionally, 0 otherwise
Frequently	1 frequently, 0 otherwise
Always	1 always, 0 otherwise
Type of payment	1 cash way, 0 otherwise

Continuous Independent variables

Age	Age in years
Household size	Number of individuals in the household
Length of stay in Samsun	Number of years residing at Samsun
Workers per household	Number of workers in the household
Income	Monthly income (TL)
Waste food	Amount of weekly wasted food (TL)

3. Results and Discussion

3.1 Descriptive Results and Definition of Variables

Descriptive statistics for the respondents' socio-demographic characteristics were given in Table 2. The results show that 44.8% and 55.2% of the refugee respondents were Syrian and Iraqi, respectively. The Iraqi population in Samsun was greater than the Syrian population. The share of male and female respondents was 62.3% and 37.7%, respectively. While 51.2% of the respondents were married, 47.2% and 1.6% were single and divorced, respectively. The average age of the respondents was 30 years. The average household size was 5. Relative to the educational level, the majority of respondents (47.2%) had bachelor's degrees, 21.8% and 14.3% of the respondents completed high school and postgraduate, respectively. Only 5.2% had no formal education, and 5.2% had formal education. The majority of the respondents (61.1%) settled in the central district of Ilkadim, 20.6%, and 18.3% were settled in Atakum and Canik districts, respectively. About half of the

respondents (47.2%) have lived in Samsun province for about 3 years, 28.6% for 3-4 years, 22.2% for 5-6 years, and 2% for more than 6 years. The great wave of migration started after 2014.

Considering the economic characteristics of the respondents, while 38.5% were employed, 35.7% and 25.8% were students and unemployed, respectively. While 51.2% of refugee households had no employee, 32.9% had one worker, 13.5% had two workers and 2.4% had three workers. About 36.1% of refugee households reported that their monthly income was above TL 3000, 29% had monthly income between TL 2000 and 3000, 18.7% had between TL 1500 and 2000 and, 16.3% reported that their monthly income was below TL 1500. The majority of respondents 84.9% did not benefit from cash assistance, while only 15.1% of them received it. The number of household members must be at least 5 to achieve cash assistance.

About 75.8% of respondents, 7.9% of father and mother, and 16.3% of children were in charge of purchasing. The half of respondents (49.6%) had daily three meals, 43.7%, and 6.7% had two and four meals, respectively. According to the results, 27.8% of the respondents bought rarely and occasionally off-season foods. The results show that 21.4% of respondents do shopping list occasionally, 19.4% never, and 8.7% rarely do them. Finally, the majority of respondents (22.1%) used credit/bank cards for shopping, whereas 77.9% paid cash. 41.3% of the refugee households had food waste, whereas 58.7% did not.

Table 2. Descriptive statistics for socio-demographic, economic, and behavioral variables**Çizelge 2.** Sosyo-demografik, ekonomik ve davranışsal değişkenler için tanımlayıcı istatistikler

Variables		No. of Respondents	Percent (%)	
Socio-demographic	Nationality	Syrian	113	44.8
		Iraqi	139	55.2
	Gender	Male	157	62.3
		Female	95	37.7
	Marital status	Married	129	51.2
		Single	119	47.2
	Age group	Divorced	4	1.6
		18 – 25 years	100	39.8
		26 – 35 years	79	31.5
		36 – 45 years	44	17.5
	Household size	More than 45	29	11.2
		Less than 3	29	11.5
		From 3 to 4	64	25.4
		From 5 to 6	95	37.7
	Level of education	More than 6	64	25.4
		Illiterate	13	5.2
		Primary	13	5.2
		Secondary	16	6.3
		High school	55	21.8
	District of residence	University	119	47.2
Postgraduate		36	14.3	
Canik		46	18.3	
Ilkadam		154	61.1	
Length of stay in Samsun	Atakum	52	20.6	
	Less than 3 years	119	47.2	
	From 3 to 4 years	72	28.6	
	From 5 to 6 years	56	22.2	
Job-status	Above of 6 years	5	2.0	
	Unemployed	65	25.8	
	Employed	97	38.5	
	Student	90	35.7	
Number of workers	None	129	51.2	
	1 worker	83	32.9	
	2 workers	34	13.5	
	3 workers	6	2.4	
Monthly household income	Less than 1500 TL	41	16.3	
	1500 -2000 TL	47	18.7	
	2000-3000 TL	73	29.0	
	More than 3000 TL	91	36.1	
Benefit from cash assistance	Yes	38	15.1	
	No	214	84.9	

Behavioral	Who makes a purchase?	Father or mother	182	75.8
		Father and mother	19	7.9
		Children	39	16.3
	Number of meals eaten	Two meals	110	43.7
		Three meals	125	49.6
		Four meals	17	6.7
	Purchasing off-season foods	Never	42	16.7
		Very Rarely	41	16.3
		Rarely	70	27.8
		Occasionally	70	27.8
		Frequently	19	7.5
		Always	0	0.0
	Doing a list of food purchase	Never	49	19.4
		Very Rarely	34	13.5
		Rarely	22	8.7
		Occasionally	54	21.4
		Frequently	46	18.3
	Payment type in food shopping	Always	30	11.9
Cash		183	77.9	
Food waste	ATM card	52	22.1	
	Yes	104	41.3	
	No	148	58.7	

Table 3 shows the weekly food expenditures of the refugee households. The weekly expenditure on five food categories was 311 TL, accounting for 38% of the total household income. The distribution of food expenditure was as follows; 28% on meat, 26% on vegetables, 18% on fruit, 14% on dairy products, and 13% on cereals.

Table 3. The refugee households' weekly food expenditure by food categories

Çizelge 3. Hanelerin gıda kategorilerine göre haftalık gıda harcamaları

Food categories	Average expenditure (TL/week)	Percent (%) from food expenditure	Percent (%) from the total income
Vegetables	82	26.0	10.0
Fruit	57	18.0	7.0
Dairy products	45	15.0	6.0
Meat	87	28.0	11.0
Cereals	40	13.0	5.0
Total	311	100.0	38.0

Table 4 shows the differences in food expenditure between Syrian and Iraqi refugees for each food category. The average weekly food expenditure was TL 296 by Syrian and TL 325 by Iraqi. There are statistically significant differences in total food expenditure of the refugee groups ($p < 0.05$). The average weekly vegetable expenditure Syrian was TL 81 by and by was TL 83. The average weekly fruit expenditure by Syrian and Iraqi and Iraqi were TL 58 and 56, respectively. The average

weekly dairy products expenditure was 43 and 46 TL, respectively. The average weekly meat expenditure was TL 77 by Syrian and TL 99 by Iraqi, respectively and there are statistically significant differences in their meat expenditures ($p < 0.05$). The average cereal expenditure was TL 36 by Syrian and TL 43 by Iraqi, respectively and there are statistically significant differences in their fruit expenditures ($p < 0.05$). Therefore, the hypotheses H1 as there are differences among Syrian and Iraqi refugees' food expenditures can be accepted partly.

Table 4. Food expenditure by Syrian versus Iraqi refugees

Çizelge 4. Suriyeli ve Iraklı mültecilerin gıda harcamaları

Food categories	Syrian refugees		Iraqi refugees		p-value
	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	
Vegetables	81	33.68	83	35.77	0.63
Fruit	58	28.10	56	24.20	0.55
Dairy products	43	20.94	46	18.65	0.15
Meat	77	38.81	99	36.55	0.00*
Cereals	36	17.66	43	16.04	0.00*
Total	296	108.12	325	100.78	0.02**

*, **, *** mean that significant difference at 1%, 5%, and 10%, respectively.

3.2 Food Expenditure Model Results

The Multiple Linear Regression (MLR) model was used to investigate the factors influencing the weekly food expenditure of the refugee households. Before estimating the regression model, multicollinearity among the independent variables was tested. Multicollinearity was tested by using VIF values. If variance inflation factor (VIF) is greater than 10, then there is multicollinearity and vice versa. All VIF values are less than 10 and this refers that there is no multicollinearity among the independent variables.

Table 5 shows ANOVA results and includes two main values as F test and its significance level. F test equals 7.346 and the significance level ($p < 0,01$) show that there is a significant linear relationship between the dependent and independent variables. The R adjusted equals 0.480 and it means that 48% of the variation in the total food expenditure was explained by variation in the independent socio-demographic, economic, and behavioral variables.

The model results show that the constant value is 43.142 and this means if all independent variables of the model are zero, the weekly food expenditure of the households equals 43.142 TL.

The findings show that various variables had significant effects on food expenditure. In general, the variable of household size had a statistically positive influence on the food expenditure ($p < 0.01$). As the household increases one member, the weekly food expenditure increases by 17.726 TL. These findings were supported by Jacobson et al. (2010). However, Deaton and Paxson (1998) found different results as food expenditure decreases as household size increases. We also found that income level had a statistically positive effect on the refugee households' weekly food expenditure ($p < 0.01$). One TL increase in the monthly income leads to an increase in weekly food expenditure by 0.021 TL. These results were consistent with the results of other studies (Akbat et al., 2007; Venn et al., 2018; Kirkpatrick and Tarasuk, 2003; Abdel-Ghany et al., 2002). In addition, the findings ensure the importance of income in the food expenditure. Different studies support our findings, and how low incomes limit access to adequate food and increase the level of poverty (Dharmasena et al., 2016). The findings revealed that the waste amount of food had a statistically positive effect on the refugee households' weekly food expenditure ($p < 0.01$). One TL increase in the waste food leads to an increase in weekly food expenditure by 0.941 TL. Gob status and cash assistance were not statistically significant on the food expenditure. Our results are inconsistent with Antelo et al. (2017) whereas, unemployment status had a negative impact on Spanish households' food consumption. Dharmasena et al. (2016) also, indicated that unemployment increases level of food insecurity and poverty. These findings can be explained that some researchers had another resource of the income. On the other hand, cash aids are seen as insufficient according to the needs of the refugees.

The variable of the length of stay in Samsun province had a statistically negative effect on the refugee households' weekly food expenditure ($p < 0.05$). One year increase in the duration of stay in Samsun leads to a decrease in the weekly food expenditure by 6.325 TL. Moreover, the variable of purchasing off-season had a statistically significant positive effect on the weekly food expenditure ($p < 0.05$). The households who purchase occasionally off-season foods expended weekly more by TL 31.993. However, the households who purchase off-season foods frequently expended weekly more by TL 47.556.

However, the variables of nationality, gender, marital status, age, education level, district, job status, number of workers in the household, cash assistance, number of meals daily, buyer, listing before shopping, and payment method did not have a statistically significant influence on the weekly food expenditure of the refugee households.

According to the findings, household size and length of stay in Samsun had statistically significant associations on food expenditure. Therefore, H2. Hypothesis as socio-demographic variables have a significant influence on food expenditure

can be partly accepted. Level of income had statistically significant associations on food expenditure. Therefore, H3. Hypothesis as economic variables have a significant influence on food expenditure, can be partly accepted. Finally, the variables of purchasing food products off-season and food waste had statistically significant associations on food expenditure. Therefore, H4. Hypothesis as behavioral variables have a significant influence on food expenditure can be partly accepted.

The refugees left their countries and moved to Turkey. This crisis can influence the food expenditure negatively. The refugees in Turkey are facing different crises such as, economic, social, and other crises. The economic crises have negative impact on the food consumption and expenditure. The food expenditure of the refugees has been influenced by these crises. Brinkman et al. (2009) indicated that the economic crisis reduces both the quantity and quality of food consumed.

Table 5. Regression results of weekly food expenditure model

Çizelge 5. Haftalık gıda harcama modelinin regresyon sonuçları

Independent Variables	Coefficients	Std. Error	t-test	p-value
(Constant)	43.142	41.735	1.034	.303
Nationality	-.071	11.509	-.006	.995
Gender	18.295	11.078	1.651	.100
Single	4.314	16.015	.269	.788
Divorced	8.696	46.590	.187	.852
Age	.881	.652	1.350	.178
Household size	17.726	2.661	6.660	.000*
Primary	19.644	34.292	.573	.567
Intermediate	-18.993	32.577	-.583	.561
High	-5.314	27.108	-.196	.845
Bachelor	.821	25.365	.032	.974
Graduate	12.022	27.750	.433	.665
Atakum	10.369	18.428	.563	.574
lkadim	20.545	18.705	1.098	.273
Length of stay	-6.325	3.125	-2.024	.044**
Employment	22.892	13.910	1.646	.101
Student	17.562	14.865	1.181	.239
N. of workers	12.470	7.537	1.655	.100
Income	.021	.003	6.273	.000*
Cash assistance	-21.210	16.178	-1.311	.191
Father And mother	-3.537	20.203	-.175	.861
Children	-11.864	15.637	-.759	.449
Three Meals	12.562	10.907	1.152	.251
Four Meals	-2.953	22.973	-.129	.898
Very Rarely	20.335	17.627	1.154	.250
Rarely	21.347	16.703	1.278	.203
Occasionally	31.993	17.415	1.837	.068***
Frequently	47.556	23.469	2.026	.044**
Very rarely list	12.830	18.218	.704	.482
Rarely list	-6.266	21.328	-.294	.769
Occasionally list	8.965	16.995	.528	.598
Frequently list	-.091	17.617	-.005	.996
Always list	7.845	19.785	.397	.692
Payment Way	9.041	13.689	.660	.510

Waste amount	.941	.356	2.639	.009*
Model summary	R ² = 0.555, Adjusted R ² = 0.480			
ANOVA results	F = 7.346, Sig = 0.000			

a. Dependent Variable: Food Expenditure Weekly

*, **, *** mean that significant at 1%, 5%, and 10% levels, respectively.

4. CONCLUSION

In this paper, we aimed to estimate the food expenditure of Syrian and Iraqi refugees in Samsun province of Turkey. Food expenditure of Syrian and Iraqi refugee households was analyzed using LMR. This paper included expenditure on eaten food at home. It is difficult to comprise all food categories in one study. Therefore, the current study included expenditure on five food categories as vegetables, fruit, dairy products, meat products, and cereals. This study is one of few studies conducting on the food expenditure of refugees in Turkey. This study is based on three groups of variables such as socio-demographic, economic, and behavioral variables to examine the influencing factors on the weekly food expenditure.

The first step was to estimate expenditure on food weekly. According to the results, the total food expenditure of refugees' households was 311 TL representing 38% of the total household income. These results showed high expenditure comparing with total income. There were significant differences in both total food expenditure and grouped food expenditure between Syrian and Iraqi refugees. Weekly food expenditure of Iraqi households was greater than Syrian households. It was concluded that the economic status of Iraqi was better than Syrian refugees. Except for fruit, the expenditure by Iraqi refugees was greater than Syrians for the remaining categories. Despite Syrian and Iraqi refugees descend from near areas and speak the same language, their food expenditure behaviors were different. There were statistically significant differences in the food expenditure patterns of Syrian and Iraqi refugees. Iraqis provide the most consideration to meat products, whereas Syrians provide the most consideration to vegetable products.

The research concluded that household size, length of stay in Samsun province, level of income, purchasing off-season foods and wasted food amount had statistically significant impacts on the food expenditure of the refugee households. The surprising finding was that educational level was not an influential factor. This is explained by the fact that the refugees in the host country (Turkey) do not take salaries aligned with the educational levels. These results are consistent with other studies suggesting that food expenditure was associated with financial resources such as household income (Venn et al., 2018).

The share of food expenditure in the budget for refugee households was high compared with the total income. Therefore, the refugee households should decrease the share of food expenditures in their budgets regarding to their incomes and food patterns. The refugees should pay attention to expend more on fruit and cereals to decrease the expenditure of meat products. The food policies should be established based on understanding the factors influencing their food expenditure. Therefore, it is necessary to evaluate the status of food consumption and expenditure of refugees.

Acknowledgments

The authors would like to thank all refugees who joined and responded to this study.

Authorship contribution statement

The authors declare that they have contributed equally to the article.

Conflicts of Interest

The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this paper.

REFERENCES

- Abdel-Ghany, M., Gehlken, A., Silver, J. L., 2002. Estimation of income elasticities from Lorenz concentration curves: application to Canadian micro-data. *International Journal of Consumer Studies*, 26(4): 278-285. doi:10.1046/j.1470-6431.2002.00254.x.
- Akbay, C., Boz, I., Chern, W. S., 2007. Household food consumption in Turkey. *European Review of Agricultural Economics*, 34 (2): 209-231. doi:10.1093/erae/jbm011.
- Aljaroudi, R. 2018. Exploring the Food Choices of Muslim Arab Immigrants in Canada. PhD Thesis. University of Waterloo, Health Studies and Gerontology, p.180, Ontario.
- Anonymous 2019. World Migration Report. (Accessed 01.01.2020). <https://www.iom.int/>
- Antelo, M., Magdalena, P., Reboredo, J. C., 2017. Economic crisis and the unemployment effect on household food expenditure: The case of Spain. *Food Policy*, 69: 11-24. doi: 10.1016/j.foodpol.2017.03.003
- Baker, H. A., Wardle, J., 2003. Sex differences in fruit and vegetable intake in older adults. *Appetite*, 9(3): 269-275. doi:10.1016/S0195-6663(03)00014-X
- Ball, K., Crawford, D., Mishra, G., 2006. Socio-economic inequalities in women's fruit and vegetable intakes: a multilevel study of individual, social and environmental mediators. *Public Health Nutrition*, 9(5): 623-630. doi:10.1079/PHN2005897
- Balasubramaniam, N., 2015. Heterogeneity of food consumption pattern across different ethnic groups in Ontario, Canada, Master Thesis, The University of Guelph, p.139, Ontario.
- Bilgic, A., Yen, S. T., 2013. Household food demand in Turkey: A two-step demand system approach. *Food Policy*, 43: 267-277. doi: 10.1016/j.foodpol.2013.09.004.
- Brinkman, H. J., De Pee, S., Sanogo, I., Subran, L., Bloem, M. W., 2010. High food prices and the global financial crisis have reduced access to nutritious food and worsened nutritional status and health. *The Journal of nutrition*, 140(1): 153S-161S. doi.org/10.3945/jn.109.110767.

- Cleveland, M., Chang, W., 2009. Migration and materialism: The roles of ethnic identity, religiosity, and generation. *Journal of Business Research*, 62(10): 963-971. doi: 10.1016/j.jbusres.2008.05.022
- Cox, D. N., Anderson, A. S., Lean, M. E., Mela, D. J., 1998. UK consumer attitudes, beliefs and barriers to increasing fruit and vegetable consumption. *Public Health Nutrition*, 1(1): 61-68. doi:10.1079/PHN19980009.
- Dharmasena, S., Bessler, D. A., Capps Jr, O., 2016. Food environment in the United States as a complex economic system. *Food Policy*, 61: 163-175. doi.org/10.1016/j.foodpol.2016.03.003.
- Deaton, A., Paxson, C., 1998. Economies of scale, household size, and the demand for food. *Journal of Political Economy*, 106(5): 897-930. doi:10.1086/250035.
- Dibsdall, L. A., Lambert, N., Bobbin, R. F., Frewer, L. J., 2003. Low-income consumers' attitudes and behavior towards access, availability and motivation to eat fruit and vegetables. *Public health nutrition*, 6(2): 159-168 doi:10.1079/PHN2002412.
- Dustmann, C., Fasani, F., Speciale, B., 2017. Illegal migration and consumption behavior of immigrant households. *Journal of the European Economic Association*, 15(3): 654-691. doi:10.1093/jeaa/jvw017.
- Jacobson, D., Mavrikiou, P. M., Minas, C., 2010. Household size, income and expenditure on food: The case of Cyprus. *The Journal of Socio-Economics*, 39(2): 319-328. doi: 10.1016/j.soec.2009.12.009.
- Kirkpatrick, S., Tarasuk, V., 2003. The relationship between low income and household food expenditure patterns in Canada. *Public health nutrition*, 6(6): 589-597. doi:10.1079/PHN2003517.
- Khan, M. A., 2007. *Consumer Behavior and Advertising Management*. New Age International, New Delhi.
- Kotler, P., Armstrong, G., 2012. *Principles of Marketing*. Pearson Education Inc, 14th Edition, New Jersey.
- Kumar, R., 2009. *Research methodology: A step-by-step guide for beginners*. Sage, 3th Edition, California.
- Mbombo-Dweba, T. P., Mbajiorgu, C. A., Ao-Oguttu, J. W., 2017. Food consumption patterns of sub-Saharan African immigrants residing in Gauteng province, South Africa. *Applied Ecology and Environmental Research*, 15(4): 1023-1038. doi:10.15666/aeer/.
- Noel, H., 2009. *Basics marketing 01: Consumer behavior*. Ava Publishing, Singapore.
- Peter, J. P., Donnelly, J. H., 2007. *Marketing management: Knowledge and skills*. Irwin McGraw-Hill, International Edition.
- Pilgrim, F. J., 1957. The components of food acceptance and their measurement. *The American journal of Clinical Nutrition*, 5(2): 171-175. doi:10.1093/ajcn/5.2.171.
- Ramya, N., Ali, S. M., 2016. Factors affecting consumer buying behavior. *International journal of applied research*, 2(10): 76-80.
- Schiffman, L.G., Kanuk, L.L., 2007. *Consumer Behavior*. Prentice Hall, Pearson Education, 2th Edition, New Jersey.
- Solomon, M., Bamossy, G. Soren Askegaard in Margaret K. Hogg., 2006. *Consumer behavior: A European perspective*. Prentice Hall, Pearson Education, 3th Edition, New Jersey.
- Tejada, J. J., Punzalan, J. R. B., 2012. On the misuse of Slovin's formula. *The Philippine Statistician*, 61(1): 129-136.
- Venn, D., Dixon, J., Banwell, C., Strazdins, L., 2018. Social determinants of household food expenditure in Australia: the role of education, income, geography and time. *Public Health Nutrition*, 21(5): 902-911. doi:10.1017/S1368980017003342.





Impact of Gender Discrimination on Economic Asset Accumulation of Smallholder Rice Farmers Participating in USAID MARKETS II Programme in Nigeria's Kano State

Cinsiyet Ayrımcılığının Nijer'in Kano Eyaletinde USAID PİYASALARI II Programına Katılan Küçük Ölçekli Pirinç Çiftçilerinin Ekonomik Varlık Birikimi Üzerindeki Etkisi

Sanusi Mohammed SADIQ¹, Invinder Paul SINGH², Muhammad Makarfi AHMAD³, Ado GARBA⁴, Mahmud SARKI⁵

¹ Federal University Dutse, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics and Extension, Dutse, Nigeria

• sadiqsanusi30@gmail.com • ORCID > 0000-0003-4336-5723

² Swami Keshwanand Rajasthan Agricultural University, Department of Agricultural Economics, Bikaner, India

• drsinghip.eco@gmail.com • ORCID > 0000-0002-1886-5956

³ Bayero University Kano, Department of Agricultural Economics and Extension, Kano, Nigeria

• amakarfi@gmail.com • ORCID > 0000-0003-4565-0683

⁴ Federal University Dutse, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics and Extension, Dutse, Nigeria

• adogarbak@gmail.com

⁵ Federal University Dutse, Department of Education, Dutse, Nigeria

• sarkimahmoud@yahoo.com • ORCID > 0000-0003-3583-0234

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 9 Haziran / June 2021

Kabul Tarihi / Accepted: 26 Kasım / November 2021

Yıl / Year: 2022 | **Cilt - Volume:** 37 | **Sayı - Issue:** 1 | **Sayfa / Pages:** 169-188

Atfı/Cite as: Sadiq, S. M., Singh, I. P., Ahmad, M. M., Garba, A. ve Sarki, M. "Impact of Gender Discrimination on Economic Asset Accumulation of Smallholder Rice Farmers Participating in USAID MARKETS II Programme in Nigeria's Kano State - Cinsiyet Ayrımcılığının Nijer'in Kano Eyaletinde USAID PİYASALARI II Programına Katılan Küçük Ölçekli Pirinç Çiftçilerinin Ekonomik Varlık Birikimi Üzerindeki Etkisi". Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi - Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(1), Şubat 2022: 169-188.

<https://doi.org/10.7161/omuanajas.950236>



<https://doi.org/10.7161/omuanajas.950236>



IMPACT OF GENDER DISCRIMINATION ON ECONOMIC ASSET ACCUMULATION OF SMALLHOLDER RICE FARMERS PARTICIPATING IN USAID MARKETS II PROGRAMME IN NIGERIA'S KANO STATE

ABSTRACT:

Women's control of assets is linked to favorable development outcomes at the household and individual levels, which are crucial for poverty alleviation. The goal of this study is to give agricultural development programs advice on how to incorporate gender and assets into intervention design, implementation and assessment. The research empirically used Oaxaca-Blinder decomposition technique to isolate the impact of gender discrimination on economic asset acquisition among USAID MARKETS II rice farmers in Nigeria's Kano State. A structured questionnaire complemented with an interview schedule using an easy-cost-route approach was used to collect cross-sectional data set for the 2018 rice cropping season from 189 participating farmers selected through a multistage sampling technique. The collected data were analyzed using both descriptive and inferential statistics. From the empirical evidence, it was established that gender differentials had both an effect and an impact on the economic capital acquisition of the two gender groups with a disadvantage or negative consequence on the female farmers. Besides, in isolating the impact of the gender differential, it was observed that gender discrimination due to gender inequality in access and control of productive resources accounts for a major part of the gap in the economic capital acquisition, thus affected women's economic capital accumulation. Thus, the study suggests a mechanism of gender budget mainstreaming in order to establish gender equality and equity, thereby enhancing the growth and development of the farm economy and the aggregate economy of the state in particular and the nation in general.

Keywords: Access, Resorces, Equality, Gender, Programme, Nigeria



CİNSİYET AYRIMCILIĞININ NİJER'İN KANO EYALETİNDE USAID PİYASALARI II PROGRAMINA KATILAN KÜÇÜK ÖLÇEKLİ PİRİNÇ ÇİFTÇİLERİNİN EKONOMİK VARLIK BİRİKİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

ÖZ:

Kadınların varlıkları kontrol etmesi, yoksulluğun azaltılması için çok önemli olan hane ve bireysel düzeylerde olumlu gelişme sonuçlarıyla bağlantılıdır. Bu çalışmanın amacı, toplumsal cinsiyet ve varlıkların müdahale tasarımına, uygulanmasına ve değerlendirilmesine nasıl dahil edileceğine dair tarımsal kalkınma

programlarına tavsiyelerde bulunmaktadır. Araştırma, USAID MARKETS arasında cinsiyet ayrımcılığının ekonomik varlık edinimi üzerindeki etkisini izole etmek için ampirik olarak Oaxaca-Blinder ayrıştırma tekniğini kullandı. Nijerya'nın Kano Eyaletindeki II pirinç çiftçileri. Çok aşamalı bir örnekleme tekniği ile seçilen 189 katılımcı çiftçiden 2018 pirinç mahsul sezonu için kesitsel veri seti toplamak için kolay maliyet-yol yaklaşımı kullanan bir görüşme programı ile tamamlanan yapılandırılmış bir anket kullanıldı. Toplanan veriler hem tanımlayıcı hem de tanımlayıcı kullanılarak analiz edildi. ve çıkarımsal istatistikler. Ampirik kanıtlardan, cinsiyet farklılıklarının, iki cinsiyet grubunun ekonomik sermaye kazanımı üzerinde hem etkisi hem de etkisi olduğu ve kadın çiftçiler üzerinde dezavantajlı veya olumsuz bir sonucu olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, toplumsal cinsiyet farklılığının etkisinin izole edilmesinde, ekonomik sermaye kazanımındaki boşluğun önemli bir bölümünü üretken kaynaklara erişim ve kontrolde cinsiyet eşitsizliğine bağlı cinsiyet ayrımcılığının oluşturduğu ve dolayısıyla kadınların ekonomik sermaye birikimini etkilediği görülmüştür. Bu nedenle çalışma, toplumsal cinsiyet eşitliğini ve eşitliğini tesis etmek ve böylece tarım ekonomisinin ve özel olarak devletin ve genel olarak ulusun toplam ekonomisinin büyümesini ve gelişmesini artırmak için toplumsal cinsiyete dayalı bütçeyi ana akımlaştırma mekanizması önermektedir.

Anahtar Kelimeler: Erişim, Kaynaklar, Eşitlik, Cinsiyet, Program, Nijerya



1. INTRODUCTION

When describing resources that individuals, families, or other entities (groups, corporations) hold, the term “asset” is often used extremely loosely. Conventional, privately held productive and financial wealth, as well as social, geographic, and market access advantages that impart economic advantage, are defined as assets by Carter and Barrett (2006) and Johnson *et al.* (2015). Another way assets are discussed in international development literature is through the Sustainable Livelihoods paradigm (Njuki *et al.*, 2014; Olney *et al.*, 2015; Johnson *et al.*, 2016). Natural (land, water), physical (agricultural and household durables), financial (cash or savings), human (health, knowledge, skills), and social (group membership, social networks) capitals are recognized in this framework, and these capitals are posited to underpin households’ ability to engage in livelihood strategies. The ownership and control of an asset are important aspects of its definition (Johnson *et al.*, 2016).

Women’s control of assets is linked to favorable development outcomes at the household and individual levels, which is crucial for poverty alleviation (Quisum-

bing *et al.*, 2015; Johnson *et al.*, 2016). Gender equality is a foundation for addressing the difficulties of poverty reduction, sustainable development, and good governance, rather than a goal in and of itself (Sadiq *et al.* 2020b). For many years, development interventions focused on raising incomes to alleviate poverty. However, a growing body of evidence now emphasizes the importance of assets for poverty reduction (Naschold, 2012 and 2013; Paris *et al.*, 2015), as well as for individuals' and households' current and long-term well-being (Schreiner and Sheraden, 2007; Johnson *et al.*, 2016). There is also research on the value of women's wealth ownership and control for a variety of development outcomes, both for women and their families (Meinzen-Dicket *et al.*, 2011; Paris *et al.*, 2015). Men, on the other hand, have a general advantage in asset ownership due to the gender norms that regulate asset ownership, which implies they own more assets and assets of higher value than women (Deere *et al.*, 2013; Quisumbing *et al.*, 2015; Johnson *et al.*, 2016).

While increasing women's assets has become a global development priority (FAO, 2011; Meinzen-Dick *et al.*, 2011; Deere *et al.*, 2013; Savath *et al.*, 2014; van den Bold *et al.*, 2015), few agricultural initiatives evaluate their effects on individual or household assets. By influencing who participates (and who does not), as well as how and how much they benefit, assets can impact the design, implementation, and outcomes of programs. The gendered allocation of assets is governed by societal standards, although it is not unchangeable. Agricultural development programs have the potential to change the asset distribution between men and women. This could be accomplished directly, for example, through direct wealth transfers to women or through training, possibly in conjunction with attempts to change attitudes. It can also happen inadvertently, as a result of projects' downstream effects on gendered income control and investment prospects. These latter consequences may be inadvertent, but if women's access to or control over assets is weakened, they may suffer poor consequences.

Because the majority of impoverished women in Africa live in rural regions, researching their empowerment status and the factors that influence it is a useful tool for conquering poverty (Obayelu and Chime, 2020). In rural Nigeria, there is little empirical research on multidimensional women's empowerment. As a result, this study provides a clear understanding of the drivers of women's empowerment in rural Nigeria, and its findings will serve as guiding documents for policymakers as they design gender-responsive intervention programs and implement true gender mainstreaming in Nigerian rural development policy. Furthermore, the findings would add to the expanding body of information on women's empowerment in Nigeria's Kano state, the country as a whole, and the developing globe, particularly through empirical studies. Thus, this research on the isolating impact of gender discrimination on economic capital asset accumulation was conceptualized. The

specific objectives were to describe the socio-economic profile of the respondents; determine the effect and impact of gender differential on economic capital asset accumulation; and, isolate the impact of gender discrimination on the economic capital accumulation.

2. Materials and Methods

Nigeria's Kano state is located in the northern section of the country, with latitudes ranging from 10° 33' to 12° 37'N and longitudes ranging from 07° 34' to 09° 25'E of the Greenwich meridian time. Northern-Guinea savannah and Sudan savannah, respectively, characterize the northern and southern regions of the state's vegetation. The annual rainfall ranges from 600-1200 mm in the Northern-Guinea savannah to 300-600 mm in the Sudan savannah. Furthermore, arable crop growth seasons in the Sudan savannah region range from 90 to 150 days, whereas they range from 150 to 200 days in the Northern-Guinea savannah region. The state's population is expected to be 9.4 million people (NPC, 2006), with a population growth rate of about 3.5 percent per year. The state has over 1,754,200 hectares of arable land. The state is well-known for its commercial activities, with the majority of its residents working in agricultural commodities trading.

A multi-stage sampling technique was used to select 195 farmers from the project sites as a representative sample size. The purposive selection of six (6) participating Local government areas (LGAs) out of the nine (9) LGAs designated for USAID MARKETS II program in the state was based on a high concentration of smallholder rice producers in the first stage. Bunkure, Garun-Mallam, Kura, Dambatta, Bagwai, and Makoda are the LGAs chosen. Secondly, five (5) participating localities were chosen at random from each of the identified LGAs. In the third stage, nine (9) farmers were chosen at random from Bunkure, Garun-Mallam, and Kura LGAs, while four (4) farmers were chosen at random from Dambatta, Bagwai, and Makoda LGAs. Thus, a total of 195 farmers constituted the representative sample size. However, only 189 questionnaires were deemed legitimate, thus subjected to examination. The data for the 2018 rice cropping season was gathered using a well-structured questionnaire complemented with interview schedule. Objectives I, II and III were achieved using descriptive statistics; Chow-test and Average treatment effect; and, Endogenous switching regression and Oaxaca-Blinder decomposition models, respectively.

Empirical model:

1. Chow F-statistic test

Following Amaefula *et al.* (2012); Sadiq *et al.* (2020a&b); Sadiq *et al.* (2021), the

F-statistics tests for the test for effect of gender differential, test for homogeneity of slopes, and test for differences in intercepts are given below:

To isolate the effect of gender differential, the error sum of squares for asset function of: (i) women gender (ii) men gender (iii) pooled data without a dummy variable (iv) pooled data with a dummy variable (men =1, women =0) area as follows:

Test for effect of gender differential:

$$F^* = \frac{[\sum \epsilon_3^2 - (\sum \epsilon_1^2 + \sum \epsilon_2^2)] / (K_4 - 1)}{(\sum \epsilon_1^2 + \sum \epsilon_2^2) / (K_1 + K_2)} \quad (1)$$

Where $\sum \epsilon_3^2$ and $(K_4 - 1)$ are the error sum of square and degree of freedom respectively for the pool (women and men), and $\sum \epsilon_1^2$ and (K_1) are the error sum of square and degree of freedom respectively for the women group, and $\sum \epsilon_2^2$ and (K_2) are the error sum of square and degree of freedom respectively for the men group.

If the F-cal is greater than the F-tab, it implies that the gender differential has an effect on the economic capital asset accumulation of the women gender.

Test for homogeneity of slope:

$$F^* = \frac{[\sum \epsilon_4^2 - (\sum \epsilon_1^2 + \sum \epsilon_2^2)] / (K_4 - 1)}{(\sum \epsilon_1^2 + \sum \epsilon_2^2) / (K_1 + K_2)} \quad (2)$$

Where $\sum \epsilon_4^2$ and $(K_4 - 1)$ are the error sum of square and degree of freedom respectively for the pool (both women and men gender) with a dummy variable.

If the F-cal is greater than the F-tab, it implies that gender differential brings about a structural change or shift in the economic capital asset parameter.

Test for differences in intercepts:

$$F^* = \frac{[\sum \epsilon_3^2 - \sum \epsilon_4^2] / (K_3 - K_4)}{\sum \epsilon_4^2 / K_4} \quad (3)$$

If the F-cal is greater than the F-tab, it implies that the asset of the women group differs from that of the men group.

2. Average treatment effect (ATE)

It depicts the average outcome difference between units assigned to care and units assigned to placebo (control). The following equation is based on Lokshin and Sajaia (2011); Wang *et al.* (2017); Sadiq *et al.* (2020a&b); Sadiq *et al.* (2021):

Gender index of the women is given by: $E(y_{1i} | I = 1; X)$ (4)

Gender index of the men is given by: $E(y_{1i} | I = 0; X)$ (5)

Gender index of the women if there is no gender difference is denoted by:

$$E(y_{1i} | I = 1; X) \quad (6)$$

Gender index of the men if there is gender difference is denoted by:

$$E(y_{1i} | I = 0; X) \quad (7)$$

Where:

$E(.)$ = Expectation operator

y_{1i} = Capital of the women farmers (dependent variable)

y_{2i} = Capital of the men farmers (dependent variable)

I = Dummy variable (1 = women, 0 = men)

X = Explanatory variables that is common to both women and men farmers.

$$ATT = E(y_{1i} | I = 1; X) - E(y_{2i} | I = 1; X) \dots \dots \dots (8)$$

$$ATU = E(y_{1i} | I = 1; X) - E(y_{2i} | I = 0; X) \dots \dots \dots (9)$$

Average Treatment effect on Treated = ATET

Average Treatment effect on Untreated = ATEU

Equations (8) and (9) were further simplified as:

$$ATT = \frac{1}{N_1} \sum_{i=1}^{N_1} [p(y_{1i} | I = 1; X) - p(y_{2i} | I = 1; X)] \dots \dots \dots (10)$$

$$ATU = \frac{1}{N_2} \sum_{i=1}^{N_2} [p(y_{2i} | I = 0; X) - p(y_{1i} | I = 0; X)] \dots \dots \dots$$

Where, N_1 and N_2 are number of women and men farmers respectively, and p = probability.

Endogenous switching regression model: Y = Capital asset (TLU, Dead stock and CI); X_1 = Age (year); X_2 = Marital status (married =1, otherwise=0); X_3 = Educational level (year); X_4 = Secondary occupation (yes = 1, otherwise=0); X_5 = Household size (number); X_6 = Rice farming experience (year); X_7 = Extension contact (yes=1, otherwise=0);

= Mixed cropping (yes= 1, otherwise=0);= Length of participation in MARKETS II (year); = Duration of adoption of Urea displacement project (UDP)(year); = proportion of farm size cultivated under UDP (%);= Total livestock unit (TLU) (Camel=1.0; Horse=0.8; Cattle=0.7; Donkey=0.5; Sheep & Goat =0.1; and, Chicken=0.01); = Commercialization index (CI)(ratio of marketed surplus to marketable surplus); = Rice farm size (ha); and, = Dead stocks (capital assets); = Intercept;= Regression coefficient; and, = Stochastic.

3. Oaxaca-Blinder decomposition model

With reference to Marwa (2014); Revathy *et al.*(2020); Sadiq *et al.*(2020a&b); Sadiq *et al.* (2021) the degree to which the capital asset disparity between women and men farmers can be explained by differences in observed human capital characteristics was investigated using the standard Oaxaca-Blinder technique (Oaxaca 1973; Blinder 1973). The following are the capital asset functions:

$$\ln \bar{Y}_F = \beta_0 + \beta_i \sum_{i=1}^i X_i + \varepsilon_i \dots \dots \dots (12)$$

$$\ln \bar{Y}_M = \beta_0 + \beta_i \sum_{i=1}^i X_i + \varepsilon_i \dots \dots \dots (13)$$

Where, = average capital asset value of women farmers; = average capital asset value of men farmers; $X_{i-n} = \text{explanat}$; and,

The total difference can be explain by, (14)

The Oaxaca-Blinder decomposition equation is,

$$\ln \bar{Y}_F - \ln \bar{Y}_M = (\bar{X}_F) \dots \dots \dots (15)$$

$$\therefore \ln \bar{Y}_F - \ln \bar{Y}_M \dots \dots \dots (16)$$

Where the first and the second terms respectively, captured the endowment effect (characteristics differences between the women and men) and the discrimination effect.

3. Results and Discussion

3.1 Socio-economic profile of the farmers

Based on the mean age values of the working population vis-à-vis 42 years and 36 years for men and women, respectively, it can be suggested that the women working population is much younger than that of their men counterparts (Table 1). However, both fall within the economically active age group; the working category of the women folk is more promising than that of men who are ageing. This showed a drift of farm labour to white-collar jobs among the much younger male farmers, thus living farm activities behind for women, a vulnerable group constrained by gender stereotype. Besides, there is little or no hope of labour replacement among the men folk due to farm labour migration to preferred white-collar jobs. Thus, it is very obvious that in the near future, women folk will champion the upstream rice supply chain in the studied area: the future of rice farming will be in the hands of farm women. Furthermore, there is improvement in women involvement in the upstream rice supply chain against the odd of gender stereotype as indicated by the women to men percentage ratio of 39:61%. The possible reasons might be the program tacit focus on women and youth, and women folk steadfast against the vicious cycle of poverty.

It was observed that the married population of women folk is more than that of their men counterparts as evidenced by the married percentage ratio of women folk which is marginally higher than that of their men counterparts i.e. 93.15:90.52%. Besides, on the average, the women farmers maintained a larger household size (11 persons) than their men counterpart (8 persons). By implication, the women folk have more family responsibilities to carter for as against their men counterpart. When male farmers make money from crop sales, they either reinvest it in increasing agricultural output or spend it on personal items. Their earnings have little effect on the quality of food available to their families. When women farmers make money, even if it is a small amount, it is more likely to be spent on the family's food (Sadiq *et al.*, 2020b).

The average literacy level of the women folk is very poor as against their men counterparts who on the average acquired post-primary education as indicated by the year of schooling ratio of 2:8 years in respect of women and men. By implication, the innovation reception level of the women farmers is affected, thus making them inescapable from the vicious cycle of poverty. This poor educational level of women folk is expected as gender stereotype-religion and culture attached less value and importance to girl child education. Some societies see education expenditure on a girl child as a waste of resources- money. An Indian proverb goes that raising girls is like watering someone else's lawn. From the moment they are born,

girl children are viewed as a burden rather than a joy. As a result, women have a low literacy rate. According to a World Bank cost-benefit analysis, if women obtained the same level of education as males, farm yields would improve by 7 to 22%, while improving women's elementary schooling alone might raise agricultural output by 24% (Kumari, 2020). Also, it allows women to earn more money. According to a recent International Labor Organization (ILO) report, each additional year in education increased a woman's earnings by roughly 15%, compared to only 11% for a man (Kumari, 2020).

In terms of experience, male farmers had more longevity of experience in rice production, thus more experienced than women. This may be attributed to their advantage in access and control over productive resources due to gender stereotype, thus making them efficient managers in resource allocation. Likewise, the comparative advantage benefit of gender inequality among male farmers makes them highly engaged in enterprise diversification as a safety and income security measures compared to their female counterparts. Women have limited access to marketing facilities and services, limiting their ability to expand their sources of revenue. Despite the fact that women contribute as traders, hawkers, and street vendors, gender issues in marketing are not well addressed. They are not given the opportunity to receive training in marketing skills such as negotiations, price fixing, and book keeping.

Since the upstream rice supply chain is program-driven, both genders had adequate access to extension contact as indicated by the extension contact percentage ratio of 99.14:98.63% for men and women respectively. For the duration of participation in the program-MARKETS II, there is not much difference but the men have put in more months-6 months than the women. This suggests easy access to information vis-à-vis exposure owing to gender stereotype. Likewise, for the length of adoption of UDP, the men category had adopted the technology for more than a year compared to their women counterpart. Farm women must be exposed to the most recent innovations in farming technology in order to improve their technical abilities, which leads to higher production on the farm and at home. Despite the fact that farm women have made their presence felt in all aspects of agriculture, socio-cultural norms often prevent them from having outside exposures such as field trips, mass media, information, farm periodicals, technology, stakeholders, organizations, and so on. Despite men involvement in the program and adoption of innovation before the women category, findings showed that the proportion of the farm size adopted under UDP by women category is marginally higher than that of their men counterpart.

For the TLU, the livestock asset unit of the men category is higher than that of their women counterpart by 40%. Likewise, the dead-stock asset of the male gen-

der is higher than that of the female gender by 62.1%. Both genders on the average are marginal farmers; with a potential rice yield of 47.28 and 39.44 quintals for men and women respectively. However, both genders have a low marketable surplus, necessitating a return to market to shore-up for household and farm consumptions.

Table 1. Socio-economic profile of the genders

Items	Male		Female		t-stat
	Mean	SD	Mean	SD	
Gender	0.613757	-	0.386243	-	-
Age	42.00862	8.485936	36	10.82179	2.501**
Marital status	0.905172	0.421637	0.931507	0.254338	-1.157 ^{NS}
Educational level	7.534483	3.034981	2.178082	3.683079	7.152***
Primary occupation	0.87931	0.516398	1	0	-2.977***
Secondary occupation	0.422414	0.918937	0.164384	0.373188	4.260***
Household size	8.206897	6.008328	11.08219	7.086281	-3.160***
Experience (rice)	16.02586	5.846176	6.60274	5.987811	8.875***
Extension contact	0.974138	0	0.657534	0.477818	4.964***
Mixed cropping	0.991379	0	0.986301	0.117041	1.00 ^{NS}
Length of particip. in MKT11	3.931034	1.080123	3.369863	1.230479	3.146***
Length of adoption of UDP	3.422414	2.321398	2.452055	1.716271	3.316***
% of farm under UDP	48.92241	5.163978	56.23288	32.02409	-0.578 ^{NS}
Co-operative membership	0.896552	0	1	0	-2.763***
TLU	1.443793	1.065327	0.865753	0.802762	2.113**
CI	0.703465	0.097963	0.706389	0.159194	-6.081***
Rice farm size	0.869138	1.008949	0.597123	0.520557	3.418***
Dead-stock (₹)	100379.1	145448.5	38097.12	49857.72	3.251***
Yield (quintal)	47.27852	23.85093	39.43951	24.10239	2.279**

Source: Field survey, 2018

Note: *** ** * & ^{NS} means significant at 1%, 5%, 10% & Non-significant, respectively.

3.2 Effect of gender differential on economic capital asset accumulation

A cursory review of the results showed that gender differential has effect on the TLU-livestock asset accumulation, dead-stock asset accumulation and commercialization level-marketable surplus of the men folk as indicated by their respective F-statistics which are within the acceptable margin of 10% degree of freedom (Table 2). Besides, for the homogeneity of slope, gender differential viz. gender inequality i.e. head advantage of access and control of productive resources against the women folk brought about a structural change in the resource endowment of the men farmers as evidenced by the respective calculated F-statistics of the assets, which are different from zero at 10% probability level. Furthermore, for the test of heterogeneity of the intercept, except TLU, it was observed that there is a difference in the managerial efficiency of women against the men vis--vis dead stock asset accumulation and commercialization level as indicated by their respective F-statistics which are within the plausible margin of 10% probability level. This difference in the managerial efficiency with men being better managers than the women is largely due to gender stereotype viz. religion and cultural phenomenon which place women in the back seat of household responsibility.

Table 2. Effect of gender differential on asset accumulation

Asset	Items	ESS	DF	Test	F-stat
TLU	Female	31.0235	71		
	Male	222.837	114	I	21.49387***
	Pooled	283.3548	186	II	15.94064***
	Pooled with dummy	280.9491	186	III	1.592674 ^{NS}
Dead-stock	Female	92.04461	71		
	Male	99.08724	114	I	18.29603***
	Pooled	210.0343	186	II	9.082321***
	Pooled with dummy	205.962	186	III	3.677609***
CI	Female	1.18	71		
	Male	2.675372	114	I	29.60103***
	Pooled	4.472253	186	II	15.79673***
	Pooled with dummy	4.338005	186	III	5.756132***

Source: Field survey, 2018

Note: *** ** * & ^{NS} means significant at 1%, 5%, 10% & Non-significant, respectively.

3.3 Impact of gender differential on economic capital asset accumulation

A cursory review of the treatment-effect estimations *viz.* nearest-neighbor matching showed that gender differential has a negative significant impact on the livestock asset's accumulation (TLU)- differed cash reserve of women folk as indicated by its estimated ATE coefficient which is within the acceptable margin of 10% (Table 3). This implies that gender inequality and gender stereotypes, manifestations of religious and cultural barriers hinder women folk access to and control of productive resources, thus affected their physical ownership possession of livestock-differed cash reserve in the studied area. The consequence of the gender differential makes the TLU of the women folk to be 0.48 less than that of their men counterpart as evidenced by the estimated ATE coefficient value of -0.48. Therefore, on the average, it can be inferred that due to the gender differentials, the men farmers have livestock possession comparative advantage of four heads of sheep/goats and eight chickens against their female counterpart. Furthermore, because of the gender status of a farmer as a woman, the women farmers lost a TLU of -0.559 while the men farmers gained a TLU of 0.435 because of their gender status as male as indicated by the plausibility of ATET and ATEU coefficients respectively at 10% probability level. Thus, on the average, the equivalent livestock possession lost by a woman farmer is five heads of sheep /goats and six chickens. Whereas, for the male gender, on the average, the equivalent livestock possession gained is four heads of sheep/ goats and four chickens.

For the treatment-effect estimation, both between (ATE) and within (ATET/ ATEU) *viz.* regression estimation, propensity score matching, and inverse-probability weight, the empirical evidences showed no impact of gender differential on livestock asset's possession (TLU) of the women folk as evidenced by their respe-

ctive ATE and ATET/ATEU which were not different from zero at 10% degree of freedom.

For the dead-stock, the nearest-neighbor estimation showed gender differential to have negative-significant impact on the dead-stock accumulation of the women folk, thus plummeted their dead-stock possession by ₦37328.73 against their male counterpart as indicated by its ATE coefficient which is within the acceptable margin of 10% probability level (Table 3). Thus, it can be inferred that gender inequality and gender stereotype due to cultural and religious constraints affected women farmers' acquisition of dead-stock *viz.* farm production implements, thus inhibit their active involvement in the upstream supply chain of rice production in the studied area. Besides, due to the gender differential, the women folk lost dead-stock assets worth ₦40437.26 against their male counterpart that gained ₦35372.50 due to advantage of gender inequality by the latter. The foregoing loss and gains were based on the negative and positive significant of the ATET and ATEU coefficients respectively. For the treatment-effect estimation *viz.* regression adjustment and propensity-score matching, between the gender categories, it was observed that inspite of the declined dead-stock accumulation worth of the women folk against their men counterpart; gender differential has no impact on the dead-stock asset accumulation as indicated by their respective ATE coefficients which were not different from zero at 10% probability level. Within the women category, a lost due to gender differential was observed in the dead-stock accumulation of both regression adjustment and propensity-score matching estimations as evidenced by the negativity of their respective ATETs coefficient. However, the impact of gender differential on dead-stock's asset lost shown by the regression adjustment estimation was not significant while that of propensity-score matching was significant, thus translate into assets lost of ₦11322.08 as revealed by its estimated ATET coefficient of 11322.08. Besides, within the male category, gender differential brought about a gain in their dead-stock assets accumulation as evidenced by the positivity of both the regression adjustment and propensity-score matching ATEUs estimation; except that it has a significant impact in the former and a non-significant impact in the latter.

The regression adjustment and inverse-probability weights of the treatment-effect estimations showed that gender differential has a positive-significant impact on the commercialization level-marketed surplus of the women folk, thus making their marketed surplus higher than that of their men counterpart by 0.085 and 0.044 respectively, as evidenced by their respective ATE coefficients which were within the acceptable margin of 10% probability level (Table 3). The possible reason may be attributed to women's adequate utilization of market intelligence as both categories fully participate in co-operative association. Women folk in the studied area are active in marketing supply chain, thus vibrant observant of market

outlook and market information against their male counterparts who are more active in the upstream aspect of rice enterprise-production. This didn't come as a surprise as gender inequality-cultural and religious phenomena are barriers to women's access to and control of productive resources, which is very pertinent in the upstream supply chain of rice production. Thus, owing to the gender stereotype which gives them some leverage to participate in the downstream supply chain, they tend to explore the potentials of the downstream supply chain so as to delineate themselves from the vicious cycle of poverty as they belong to the weaker section of the society-vulnerable group. Furthermore, it was observed that due to the proficient utilization of market intelligence, they gained a marketed surplus of 0.136 as indicated by the regression adjustment estimated ATET coefficient which is positive and is within the acceptable margin of 10% degree of freedom. Besides, the ATEU estimated coefficient of the regression adjustment showed a loss in marketed surplus for the men category due to gender differential, but the influence was non-significant as indicated by the negativity and non-plausibility of its estimated ATEU parameter at 10% degree of freedom. Though non-significant (ATET), the empirical evidence from the inverse-probability weight showed that due to gender differential, the women folk lost a marketed surplus of 0.037 which would have been gained if not for gender differential. Likewise, the negative-significant of the ATEU coefficient implied that the men category lost a marketed surplus of 0.066. A similar result was shown by the propensity-score matching ATEU estimated coefficient that revealed a plummeted marketed surplus lost of 0.037 for men as evidenced by its negativity and plausibility at 10% probability level. The possible reason may be attributed to poor market intelligence of the men gender. It is noteworthy to mention that between the gender categories of the treatment effect estimation *viz.* propensity-score matching and nearest-neighbor matching, gender differential has no impact on commercialization-marketed surplus of women as indicated by their respective ATE estimated coefficients which were not different from zero at 10% probability level. Within each category, ATET/ATEU estimated coefficients of nearest-neighbor matching are not within the plausible margin of 10% probability level, thus implies non-significant impact of gender differential on commercialization level of the studied genders. Likewise, for the women group, the ATET coefficient of the propensity-score matching showed no significant impact of gender differentials on the commercialization level of the women folk as evidenced by the parameter which is not different from zero at 10% degree of freedom.

Table 3. Impact of gender differential on asset accumulation

Items	Coefficient	t-stat	Coefficient	t-stat	Coefficient	t-stat		
TLU	Regression adjustment		Propensity-score matching		Nearest-neighbor matching		Inverse-probability weight	
ATE	-0.3536(0.29148)	1.21 ^{NS}	-0.0974(0.2462)	0.40 ^{NS}	-0.4824(0.1984)	2.43**	-0.0042(0.1581)	0.03 ^{NS}
ATET (F)	-0.7700(0.4792)	1.61 ^{NS}	-0.1927(0.1670)	1.15 ^{NS}	-0.5586(0.2971)	1.88*	-0.1666(0.1591)	1.05 ^{NS}
A T E U (M)	0.0928(0.3062)	0.30 ^{NS}	0.0377(0.3557)	0.11 ^{NS}	0.4347(0.2066)	2.10**	0.0469(0.1655)	0.28 ^{NS}
Mean (F)	1.1713(0.1895)	6.18						
M e a n (M)	1.5248(0.2230)	6.84						

Dead stock								
ATE	-32802.58(21115.19)	1.55 ^{NS}	-8676.74(21528.74)	0.40 ^{NS}	-37328.73(15398.26)	2.42 ^{**}		
ATE(T) (F)	-25614.48(32077.65)	0.80 ^{NS}	-11332.08(3361.32)	3.37 ^{***}	-40437.26(15160.55)	2.67 ^{***}		
ATE(T) (M)	37326.12(21975.1)	1.70 [*]	7014.26(29953.35)	0.23 ^{NS}	35372.5(19679.19)	1.80 [*]		
Mean (F)	53413.97(12348.58)	4.33 ^{***}						
Mean (M)	86216.55(17597.48)	4.90 ^{***}						
CI								
ATE	0.0845(0.0283)	2.99 ^{***}	0.0110(0.0136)	0.81 ^{NS}	0.0158(0.0261)	0.61 ^{NS}	0.0439(0.0205)	2.14 ^{**}
ATE(T) (F)	0.1364(0.0386)	3.53 ^{***}	-0.0298(0.0495)	0.60 ^{NS}	0.0170(0.0316)	0.54 ^{NS}	-0.0371(0.0334)	1.11 ^{NS}
ATE(T) (M)	-0.0520(0.0349)	1.49 ^{NS}	-0.0366(0.0039)	9.32 ^{***}	-0.0150(0.0290)	0.52 ^{NS}	-0.0658(0.0165)	3.97 ^{***}
Mean (F)	0.7411(0.0209)	35.31 ^{***}					0.7632(0.0138)	54.98 ^{***}
Mean (M)	0.6566(0.0198)	33.11 ^{***}					0.7192(0.0152)	47.15 ^{***}

Source: Field survey, 2018

Note: *** ** * ϕ ^{NS} means significant at 1%, 5%, 10% & Non-significant, respectively.

F= Female; M=Male

3.4 Economic capital asset gap due to gender discrimination

The result of the gender differential on the TLU showed that gender discrimination- a structural difference accounted for 89.21% of the TLU (livestock's asset accumulation) differential between women farmers and men farmers (Table 4). The endowment effect, a socio-economic related characteristics, accounts for 10.79% of the TLU gap differential. . Likewise, the gaps in dead stock and commercialization index (CI)-marketable surplus between the two gender groups majorly owe to gender discrimination. The structural difference called gender discrimination and endowment effect respectively accounted for 64.54 and 35.46%; and, 83.26 and 16.74% in respects of dead-stock asset and CI gaps between the female and male farmers (Table 4). Besides, the contribution of the different factors towards the economic capital asset accumulation difference between the two strata is due to the differences of the regression coefficients of the independent variables of the respective asset accumulation endogenous switching regressions.

For the TLU, the empirical evidences showed endowed related factors of the farmers *viz.* marital status, secondary occupation, household size, length of adoption of UDP, proportion of farm size adopted for UDP, CI and dead-stock contributed favourably to the women farmers, while age, educational level, rice farming experience, mixed cropping, extension contact, length of participation in MARKETS II and farm size contributed favourably to the men farmers. In the case of dead-stock asset, the contribution of endowment related factors-age, secondary occupation, household size, length of participation in MARKETS II, proportion of farm size adopted under UDP and TLU favoured the women folk while the contribution of marital status, educational level, rice farming experience, mixed cropping, extension contact, length of adoption of UDP, CI and farm size favoured the men farmers. For the CI, the endowment related factors such as secondary occupation, household size, rice farming experience and proportion of farm size adopted

for UDP contributed favourably to the women stratum, whereas age, marital status, educational level, mixed cropping, extension contact, length of participation in MARKETS II, proportion of farm size adopted for UDP, TLU and rice farm size contributed favourably to the men stratum. Therefore, it can be inferred that secondary occupation and household size; and, educational level, mixed cropping and extension contact; are the distinct endowment related factors that favourably contributed to women and men farmers respectively.

The mean values of the women and men farmers cum the gaps for the TLU-livestock asset, dead-stock asset and CI-marketable surplus are 0.866, 1.444 and 0.578; ₦38097.12, ₦100379.10 and ₦62282; and, 0.706, 0.704 and 0.003 respectively. Out of the TLU gap of 0.578, the difference due to superior endowment of the men farmers is 0.062 while the difference due to gender discrimination is 0.516. Out of the dead-stock asset gap of ₦62282, superior endowment of the men farmers accounted for ₦22084.10 while ₦40197.90 owes to gender discrimination. Out of the CI gap of 0.003, superior endowment of the women folk is 0.001 while gender discrimination is 0.002. Thus, it can be concluded that the consequence of gender discrimination *viz.* gender inequality and gender stereotype made the women folk to lost TLU- livestock asset index of 0.516, approximately five sheep/goats plus two chickens; dead-stock asset value of ₦40197.90; and, a marketable surplus of 0.002%. The discrimination values represent 59.57, 105.1 and 0.35% of the actual average values of TLU, dead-stock asset and CI respectively.

Given the endowment-related factors at women farmers' disposal, if given equal access and control to productive resources as their male counterparts-gender equality-coupled with an environment free of gender stereotypes, the actual average TLU-livestock asset index, dead-stock asset, and CI should be 1.38, ₦78295.07, and 0.704, respectively.

The parts of the TLU and CI gaps that can be explained by the differences in covariates are positive among the women folk while in the case of the dead-stock asset it is negative among the women group. For the former, it implies that relative to the men group, the women farmers, on the average, have fewer characteristics that are associated with higher TLU and CI indexes, whereas, for the latter, the women folk in relation to the men group have more characteristics that are associated with higher dead-stock asset accumulation. In a closely related research, Mukasa and Salami (2016a) found a productivity gap due to gender differential in a cross-country survey in sub-Saharan Africa *viz.* Nigeria, Uganda and Tanzania. They inferred that closing the gender productivity gap would increase productivity gains by 2.8, 10.3 and 8.1 in Nigeria, Uganda and Tanzania respectively. Consequently, it raised monthly consumption per adult equivalent and minimized poverty among women folk. Similarly, Tabari and Elmi (2015) reported that gender inequality had

a negative effect on the economic growth in Iran. They opined on the need to reduce gender gaps to enhance economic growth. In the same vein, a large number of studies (Partoviet *et al.*, 2009; Oseniet *et al.*, 2013; Palacios-López and López, 2015; Mukasa and Salami, 2016b) confirmed that gender inequality impeded economic growth. Thus, the exemption of women from opportunities affects not only them but the entire society.

Table 4. Asset gap due to gender discrimination

Items	Mean		TLU coefficient		Dead stock coefficient		CI coefficient
	F	M	F	M	F	M	F
Intercept			-0.71919	-3.06056	7.482071	8.594221	0.565293
Age	36	42.00862	0.002161	0.00393	-0.00489	0.005693	0.002587
Marital status	0.931507	0.905172	0.281696	0.211937	-0.64163	0.424961	-0.09228
Educational level	2.178082	7.534483	0.061744	-0.04673	0.032958	0.045559	0.009791
Secondary occupation	0.164384	0.422414	-0.05756	-0.34272	-0.3437	0.091354	-0.03238
Household size	11.08219	8.206897	0.024403	0.036157	0.052377	-0.0081	0.00704
Experience (rice)	6.60274	16.02586	0.027569	-0.00288	0.015272	-0.00104	-0.00211
Extension contact	0.657534	0.974138	0.383868	-1.1513	1.206927	0.520235	0.058605
Mixed cropping	0.986301	0.991379	0.581011	0.62163	1.715577	-0.27569	0.031247
Length of participation in MKT11	3.369863	3.931034	0.008869	0.161084	-0.02051	0.017336	0.007361
Length of adoption of UDP	2.452055	3.422414	-0.02499	0.063991	0.000755	0.004601	0.003037
% of farm under UDP	56.23288	48.92241	0.007426	-0.00117	0.007798	-0.00059	0.000513
TLU	0.865753	1.443793	-	-	-0.22585	0.139846	0.007528
CI	0.706389	0.703465	0.197918	0.390265	-0.68731	0.681053	-
Rice farm size	0.597123	0.869138	0.089065	0.458525	0.443063	0.507596	0.017749
Dead-stock (₹)	38097.12	100379.1	-0.07612	0.3145	-	-	-0.00881

Source: Field survey, 2018

Table 4. Continued

Items	CI coef-	TLU decomposition		Dead stock decompo-		CI decomposition	
	cient	$\beta_F(\bar{X}_F - \bar{X}_M)$	$\bar{X}_M(\beta_F - \beta_M)$	$\beta_F(\bar{X}_F - \bar{X}_M)$	$\bar{X}_M(\beta_F - \beta_M)$	$\beta_F(\bar{X}_F - \bar{X}_M)$	$\bar{X}_M(\beta_F - \beta_M)$
Intercept	0.441498		2.341371		-1.11215		0.123795
Age	-0.00393	-0.01298	-0.0743	0.029373	-0.44453	-0.01554	0.273913
Marital status	0.046638	0.007418	0.063143	-0.0169	-0.96545	-0.00243	-0.12574
Educational level	0.005866	-0.33072	0.817287	-0.17653	-0.09494	-0.05244	0.029572
Secondary occupation	0.004633	0.014851	0.120459	0.088685	-0.18377	0.008356	-0.01564
Household size	-0.00262	0.070165	-0.09647	0.150599	0.496301	0.020243	0.079318
Experience (rice)	0.005348	-0.25979	0.487928	-0.14391	0.261467	0.01992	-0.11958
Extension contact	0.172066	-0.12153	1.495466	-0.38212	0.668933	-0.01855	-0.11053
Mixed cropping	-0.05731	-0.00295	-0.04027	-0.00871	1.9741	-0.00016	0.087789
Length of participation in MKT11	-0.01435	-0.00498	-0.59836	0.01151	-0.14877	-0.00413	0.085338
Length of adoption of UDP	-0.00491	0.024246	-0.30452	-0.00073	-0.01316	-0.00295	0.027194
% of farm under UDP	0.000392	0.054286	0.420527	0.05701	0.410229	0.003752	0.005939
TLU	0.004686	-	-	0.13055	-0.52799	-0.00435	0.004104
CI	-	0.000579	-0.13531	-0.00201	-0.9626	-	-
Rice farm size	0.014661	-0.02423	-0.32111	-0.12052	-0.05609	-0.00483	0.002684
Dead-stock (₹)	0.018389	4741.05	-39210.3	-	-	548.7793	-2730.28
Endowment effect		4740.465		-0.3837		548.7262	
Discrimination effect			-39206.2		-0.69843		-2729.93
Overall effect			43946.62		-1.08213		3278.66
% from overall effect		10.78687	-89.2131	35.45818	64.54182	16.73629	-83.2637
Gap			-0.57804		-62282		
Contribution to Gap		-0.06235	0.515687	-22084.1	-40197.9	0.000489	-0.00243
Without Discrimination		1.381441	1.381441	78295.07	78295.07	0.703955	0.703955
% of Disc. In asset			59.56515		105.514		0.34468

Source: Field survey, 2018

4. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Based on the findings, it can be inferred that gender differential has both effect and impact on the economic capital acquisition of women folk. Furthermore, in isolating the impact, the empirical evidence showed that the differential-gap in the economic capital asset acquisition between the two groups owes majorly to a structural difference called gender discrimination. Thus, gender inequality in access and control to productive resources and gender stereotype have succeeded in inducing gender discrimination affecting women folk access to economic capital asset accumulation. Gender mainstreaming and equality are now more important than ever to empower women with equal access to and control over productive resources, services, technology, credit, and information in order to increase agricultural production. Therefore, onus lies on the stakeholders- international, national and local institutions to strive toward effecting gender equality and equity, a precursor for growth and development for a virile society *viz.* gender budget mainstreaming. Furthermore, all stakeholders should be made aware of gender issues so that they can participate in the development of gender-sensitive policies, projects, and programs. Thus, it becomes imperative to narrow the gender gap in order to enhance economic growth and development in the studied area in particular and the country in general. Generally, most of these interventions need legislative support and changes in agricultural policies. Others will depend on intra-household relationships which are less amenable to government intervention *viz.* targeted support tilted towards women producers could play an important role.

REFERENCES

- Amaefula, C., Okezie, C.A. and Mejeha, R.(2012). Risk attitude and insurance: A causal analysis. *American Journal of Economics*, 2(3): 26-32
- Blinder, A.S.(1973).Wage discrimination: reduced form and structural estimates. *Journal of Human Resources*, 8(4):436-455.
- Carter, M.R. and Barrett, C.B.(2006).The economics of poverty traps and persistent poverty: An asset-based approach. *Journal of Development Studies*, 42(2):178-199.
- Deere, C.D., Oduro, A.D., Swaminathan, H. and Doss, C.(2013).Property rights and the gender distribution of wealth in Ecuador,Ghana, and India. *The Journal of Economic Inequality*, 11:249-265.
- FAO (2011).The state of food and agriculture 2010-2011. Women in agriculture: Closing the gender gap for development. FAO: Rome.
- Johnson, N., Njuki, J., Waithanji, E., Nhambeto, M., Rogers, M. and Kruger, E.H.(2015). The gendered impacts of agricultural asset transfer projects: Lessons from the Manica smallholder dairy development program. *Gender, Technology and Development*, 19(2):145-180.
- Kumari, V.(2020).Gender issues in agriculture and strategies for mainstreaming. *A Lecture Module* submitted to National institute of Agricultural extension Management (MANAGE), Hyderabad, India.
- Lokshin, M. and Sajaia, Z.(2011).Impact of interventions on discrete outcomes: Maximum likelihood estimation of the binary choice models with binary endogenous regressors. *The Stata Journal*, 11(3): 11-21.
- Marwa, B.(2014).Estimation of gender wage differentials in Egypt using Oaxaca Decomposition technique. *Paper Presented at the 34th Annual MEEA Meeting in Conjunction with the Allied Social Science Association (ASSA)*, Philadelphia, January 3-6, 2014, Pp. 1-26
- Meinzen-Dick, R., Johnson, N, Quisumbing, A., Njuki, J., Behrman, J.,Rubin, D., and Waithanji, E.(2011). Gender, assets,

- and agricultural development programs: a conceptual framework, *CAPRI Working Paper* No. 99. Washington, DC: International Food Policy Research Institute.
- Mukasa, A.N. and Salami, A.O.(2016a). Gender equality in agriculture: What are really the benefits for sub-Saharan Africa? *Africa Economic Brief*, 7(3):1-12
- Mukasa, A.N. and Salami, A.O.(2016b). Gender productivity differentials among smallholder farmers in Africa: A cross-country comparison. *Working Paper Series* No.231, African Development Bank, Abidjan, Cote d'Ivoire.
- Naschold, F.(2012). The poor stay poor-household asset poverty traps in rural semi-arid India. *World Development*, 40(10):2033-2043.
- Naschold, F.(2013). Welfare dynamics in Pakistan and Ethiopia-Does the estimation method matter? *Journal of Development Studies*, 49(7):936-954.
- National Population Commission (NPC)(2006). *Report on Census Survey*. Abuja, Nigeria.
- Njuki, J., Waithanji, E., Sakwa, B., Kariuki, J., Mukewa, E. and Ngige, J.(2014). A qualitative assessment of gender and irrigation technology in Kenya and Tanzania. *Gender and Technology Development*, 18(3):303-340.
- Oaxaca, R.(1973). Male-female wage differentials in urban labor markets. *International Economic Review*, 9:693-709.
- Obayelu, O.A. and Chime, A.C.(2020). Dimensions and drivers of women's empowerment in rural Nigeria. *International Journal of Social Economics*, 47(3):315-333.
- Olney, D., Pedehombga, A., Ruel, M. and Dillon, A.(2015). A 2-year integrated agriculture and nutrition and health behavior change communication program targeted to women in Burkina-Faso reduces anemia, wasting, and diarrhea in children 3-12.9 months of age at baseline: A cluster-randomized controlled trial. *Journal of Nutrition*.
- Oseni, G., Corral, P., Goldstein, M. and Winters, P.(2013). Explaining gender differentials in agricultural production in Nigeria. Background Paper: levelling the field-improving opportunities for women farmers in Africa. *World Bank and ONE Report*.
- Palacios-López, A. and López, R.(2015). The gender gap in agricultural productivity: The role of market imperfections. *The Journal of Development Studies*, 51(9):1175-1192.
- Paris, T., Pede, V., Luis, J., Sharma, R., Singh, A., Stipular, J. and Villanueva, D.(2015). Understanding men's and women's access to and control of assets and their implications for agricultural development projects: A case study in rice farming households in eastern Uttar Pradesh, India, *IFPRI discussion paper* 01437. Washington, DC: International Food Policy Research Institute.
- Partovi, B., Amini, S. and Goodarzi, A.(2009). The effect of gender inequality on economic growth in Iran. *Journal of Economic Modeling*, 3(3):51-76. (In Persian)
- Quisumbing, A.R., Rubin, D., Manfre, C., Waithanji, E., van den Bold, M., Olney, D. and Meinzen-Dick, R.(2015). Gender, assets, and market-oriented agriculture: Learning from high-value crop and livestock projects in Africa and Asia. *Agriculture and Human Values*, 32(1).
- Revathy, N., Thilagavathi, M. and Surendran, A.(2020). A comparative analysis of rural-urban migrants and non-migrants in the selected region of Tamil Nadu, India. *Economic Affairs*, 65(1): 23-30.
- Sadiq, M.S., Singh, I.P. and Ahmad, M.M.(2020a). Rice yield differentials between IFAD participating and non-participating farmers in Nigeria's Niger State. *Economic Affairs*, 65(4): 01-15.
- Sadiq, M.S., Singh, I.P., Ahmad, M.M. and Kumari, V.(2020b). Effect of gender on income gap among fish farmers in Nigeria's Kogi State. *Atatürk Üniversitesi Kadın Araştırmaları Dergisi (Atatürk University Journal of Woman's Studies)*, 2(2): 27-45
- Sadiq, M.S., Singh, I.P., Ahmad, M.M. and Orifa, M.O.(2021). Impacts of farmers-herders conflict on livelihoods of farming households in Nigeria's middle-belt region. *Moroccan Journal of Agricultural Science*, 2(1): 14-24
- Savath, V., Fletschner, D., Peterman, A. and Santos, F.(2014). Land, assets and livelihoods: Gendered analysis of evidence from Odisha State in India, *IFPRI discussion paper* 01323. Washington, DC: International Food Policy Research Institute.
- Schreiner, M. and Sherraden, M.(2007). Can the poor save? Saving and asset building in individual development accounts. New Brunswick, NJ, US: Transaction.
- Tabari, A.N. and Elmi, Z.M.(2015). The effect of gender discrimination on economic growth in the Middle East and North of Africa with emphasis in Iran. *Been A Conference Paper Submitted to International Student's Conference of Economics*, held at University of Mazandaran, Babolsar, Iran on October 10th- 11th, 2015. Pp. 1-16

- Thevenon, O. and Del Pero, A.S.(2014).Gender equality (f)or economic growth? effects of reducing the gender gap in education on economic growth in OECD Countries. Retrieved from <http://www.researchgate.net>
- van den Bold, M., Pedehombga, A., Ouedraogo, M., Quisumbing, A.R. and Olney, D.(2015).Can integrated agriculture-nutrition programschange gender norms on land and asset ownership? *Journal of Development Studies*.
- Wang, A., Nianogo, R.A.andArah, O.A. (2017).G-computation of average treatment effects on the treated and the untreated. *BMC Medical Research Methodology*, 17(3): 1-5.





A Study on Land Market in Turkey After the New Land Law

Türkiye’de Yeni Arazi Yasası Sonrası Arazi Piyasaları Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma

Şenol ÖZDEMİR¹, Metin TÜRKER², Hasan ŞANLI³, Hüseyin Tayyar GÜLDAL⁴, Ahmet ÖZÇELİK⁵

¹ Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Agricultural Reform, Lodumlu, Ankara, Turkey
• senolozdemir68@yahoo.com • ORCID > 0000-0002-9126-9114

² Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Agricultural Reform, Lodumlu, Ankara, Turkey
• metin.turker@gmail.com • ORCID > 0000-0002-5488-0918

³ Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Agricultural Reform, Lodumlu, Ankara, Turkey
• hasansanli@gmail.com • ORCID > 0000-0003-3077-7710

⁴ Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Ankara, Turkey
• htguldal@ankara.edu.tr • ORCID > 0000-0003-4477-3980

⁵ Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Ankara, Turkey
• aozcelik@agri.ankara.edu.tr • ORCID > 0000-0003-4562-7723

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 25 Haziran / June 2021

Kabul Tarihi / Accepted: 8 Aralık / December 2021

Yıl / Year: 2022 | **Cilt – Volume:** 37 | **Sayı – Issue:** 1 | **Sayfa / Pages:** 189-202

Atıf/Cite as: Özdemir, Ş., Türker, M., Şanlı, H., Güldal, H. T. ve Özçelik, A. "A Study on Land Market in Turkey After the New Land Law - Türkiye’de Yeni Arazi Yasası Sonrası Arazi Piyasaları Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma". Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi - Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(1), Şubat 2022: 189-202.
<https://doi.org/10.7161/omuanajas.957445>

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: htguldal@ankara.edu.tr



A STUDY ON LAND MARKET IN TURKEY AFTER THE NEW LAND LAW

ABSTRACT:

The small, shared, fragmented, and dispersed structure of Turkey's agricultural lands has negatively affected farms' effective and efficient management. Developed and developing countries have been involved in many legal and institutional structural formations, including new techniques and theories since their establishment, but they have experienced difficulties in controlling the market for agricultural lands administratively. To solve these problems, which happened in the Turkish agriculture sector and create a sustainable land market, the Soil Conservation and Land Use Law numbered 5403 was issued in 2005. With the regulation made in 2014, it has become a new law that can create different effects. In this study, the socio-economic characteristics of the farmers who bought and sold agricultural land (240 farmers) in September, October and November of 2019 in Karaman, as well as their opinions on the land market and developments after new land law were examined. While determining the sample size, all the farmers who traded in the specified region were interviewed on the specified date. While 27.52% of the farmers stated that the land size affects the land price, 23.85% of them stated that efficiency was the second most crucial factor on the land price. It was determined that 45.83% of the sellers sold their land to pay their debts and 66.67% of the lands sold were paid in cash. The Chi-square independence test was used in the analysis of data. As a result of the analysis, a relationship was found between the personal interests of the farms in agricultural activities, their educational status, their non-agricultural income, and their status as the seller or buyer of the land. This relationship supports that farmers who are actively involved in agricultural production are important actors in the land purchase and sale market. It will be beneficial to take into account the opinions of the farmers in this group in the studies to be carried out on the land market.

Keywords: *Land Division, Land Market, Land Sale, New Land Law*



TÜRKİYE'DE YENİ ARAZİ YASASI SONRASI ARAZİ PİYASALARI UYGULAMALARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

ÖZ:

Türkiye'de tarım arazilerinin küçük ölçekli, hisseli, parçalı ve dağınık yapıda olması, tarım işletmelerinin etkin ve verimli yönetimini olumsuz etkilemektedir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler, kurulduklarından bu yana yeni teknik ve teorileri

de içine alan yasal ve kurumsal birçok yapısal oluşum içinde olmuş, ancak yönetimsel olarak tarım arazilerinin piyasasının kontrol altına alınmasında zorluklar yaşamışlardır. Türkiye tarımında da yaşanan bu sorunları çözebilir ve sürdürülebilir bir arazi piyasasını oluşturabilmek için 2005 yılında 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu çıkarılmıştır. 2014 yılında yapılan düzenleme ile farklı etkiler yaratabilecek yeni bir yasa haline gelmiştir. Bu çalışmada, Karaman ilinde 2019 yılı Eylül, Ekim ve Kasım aylarında tarım arazisi alım-satımı gerçekleştiren üreticilerin sosyo-ekonomik özellikleri ile arazi piyasasına ilişkin görüşleri ve yeni arazi yasası sonrası oluşan yapısal gelişmeler incelenmiştir. Örneklem büyüklüğü belirlenirken, belirlenen bölge ve tarihte alım satım yapan tüm üreticilerle görüşülmüştür. Üreticilerin %27,52'si arazi büyüklüğünün fiyata etki ettiğini belirtirken, %23,85'i verimin fiyat üzerinde en önemli ikinci faktör olduğunu belirtmişlerdir. Satıcıların %45,83'ünün arazisini borçları için sattığı ve satışı yapılan arazilerin de %66,67'sinin bedelinin peşin olarak ödendiği tespit edilmiştir. Verilerin analizinde ki-kare bağımsızlık testi uygulanmıştır. Analiz sonucunda işletmelerin tarımsal faaliyetlerle bizzat ilgilenme durumları, eğitim durumları, tarım dışı gelirlerinin durumu ile arazilerin satıcısı veya alıcısı olma durumları arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Bu ilişki, tarımsal üretimde aktif olarak yer alan üreticilerin arazi alım-satım piyasasının önemli aktörleri olmasını desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Arazi Bölünmesi, Arazi Piyasası, Arazi Satışı, Yeni Arazi Yasası



1. INTRODUCTION

Agricultural lands have been used by human beings as shelters, living spaces and food production areas in line with human needs and priorities to feed the rapidly increasing population for centuries. On the other hand, the needs and priorities of human beings have changed in line with the demands depending on time, place, and development situation. The more efficient and productive use of agricultural lands has remained an unchanging issue.

With the increase in pressures on agricultural lands, meeting the land needs of different sectors from agricultural land caused some of the land to go out of agriculture and some of it not to be used efficiently, which has revealed the need for land management in rural areas. The fragmentation of agricultural lands by inheritance prevents the efficient use of the lands.

As a result of the destruction of the “landlord” system in Europe after the French Revolution and the agricultural reform studies for the distribution of state lan-

ds, the problem of land fragmentation arose. Over time, land consolidation works and land management began to be used as an effective tool in solving the fragmentation caused by the investments needed in the public sector. In many European countries, legal regulations have been made regarding the use of agricultural lands, and efforts have been made to prevent businesses from turning into uneconomic production units. For example, in England, agricultural land is transferred to the eldest brother by inheritance, while in France, the brothers leave it to one of the inheritors within the scope of their decision, and the heir is provided with favorable conditional loans to make it easier for the heir to pay his shares of the inheritance to other heirs. (Latruffe and Le Mouel, 2006). In Germany, measures were taken to protect farmers' scales with the "Administrative Control of the Change of Ownership of Farms Law" enacted in 1961 (Winkler, 1992).

The prevalence of small-scale farms, and fragmented and scattered land were the main structural problems with agricultural land in Turkey (Tanrıvermiş and Şanlı, 2008; Türker, 2011; Türker, 2017). In 2019, 3 million farms cultivated 23.2 million hectares of agricultural land, and the average land area of farms was 5.9 hectares. The farmland consisted of 10 parcels and 13 shareholders cultivated the farmland (Anonymous, 2019a). These statistics reveal that the land structure in Turkey is very fragmented and the farms are small-scale. Along with this, the amount of agricultural land operated in the form of tenancy, half-ownership, or sharecropping, the conditions of which are determined in an uncontrolled manner and increasing, and the farms engaged in agricultural production without land are becoming widespread.

Many legal regulations have been made regarding the sustainable use and protection of agricultural lands. Throughout the history of the Turkish Republic, the most important law for agricultural land management is the "Soil Conservation and Land Use Law" numbered 5403, which was issued in 2005 (Anonymous, 2004). This law aims to classify, protect, develop, and prevent the division of land and agricultural lands under the determined land sizes and use them according to the principles of sustainable development. Until 2008 in Turkey, village-based and irrigation investment-oriented simple land consolidation was implemented. After this date, consolidation projects were accelerated, and basin-based and multi-purpose consolidation practices were implemented. To date, many studies have determined the positive effects of land consolidation activities on producers in Turkey (Koral and Güney, 1996; Özyazıcı, 2007; Sönmez yıldız, 2013). However, the regulations and practices were unable to address the structural problems and the formation of a solid agricultural land market (Türker and Gencel, 2010; Türker, 2017). Until 2012, approximately 4.2 million hectares of land were consolidated (Anonymous, 2019a; Anonymous, 2019b). It has been observed that the consolidation projects have solved the problem of fragmentation, but not the shareholding problem and

have not increased the scale of the farm with the current practice. With inheritance and sales, land divisions continued in the consolidated agricultural areas (Türker, 2011; Türker et al., 2014; Türker, 2017). The protection and development of agricultural lands, the classification of their lands, the minimum agricultural land and the agricultural land with sufficient income, and the principles and procedures ensuring the planned use of agricultural lands in accordance with the environmental priority sustainable development principal have been determined by the Law of the Amendment of the Law on Soil Conservation and Land Use Law” (No. 6537, adopted on 30/4/2014), (Anonymous, 2014). It has been claimed that the new inheritance law is essential in that it covers different issues than the regulations made so far. It gives one year to the heirs in the transfer of ownership by inheritance, prolonging the transfer process (Kavasoglu and Sayin, 2016).

This research aims to determine the farmers’ perspectives on the new land law and their socio-economic characteristics who bought and/or sold agricultural land in the province of Karaman in 2019. The research results are thought to be an important reference for both researchers and lawmakers, as well as evaluating the changes, regulations and developments that took place in 2014 when the last legal regulation on the agricultural land market was issued.

2. Material and Methods

This research was conducted in Karaman, which is one of Turkey’s most important agricultural provinces regarding its strategic location, agricultural production, and agro-based industry. Although there are 6 districts and 154 villages in the province and there are 13,088 farmers registered in the farmer registration system. In 2020, the total land assets of Karaman province were 885,100 ha and 36.95% of them were agricultural lands. The land width of land consolidated in Karaman province until 2020 was 73,503 ha, while the ongoing land width was 181,182 ha (Anonymous, 2020).

In this study, primary data was obtained from the survey with 120 sellers and 120 buyers in 44 villages where land was purchased and sold in the province of Karaman in September, October and November 2019. While determining the sample size, all the farmers who traded in the specified region were interviewed on the specified date. Survey questions were prepared for both buyers and sellers to determine the socio-economic structure and agricultural production characteristics of the farmers, obtain information about the land purchase and sale, and determine their opinions on the land legislation. In addition to these data, publications and websites belonging to public institutions operating in the study area and previous domestic and foreign studies on the subject of the study were also utilized.

The Chi-Square test of independence was used to analyze the data obtained within the scope of the study ($p < 0.05$). The Chi-square test is one of the most widely used tests among nonparametric tests. There are different application areas. If it is desired to reveal the existence of a relationship between two qualitative variables, it is necessary to resort to the chi-square test of independence (Bakan and Büyükbeşe, 2004). Chi-square test of independence aims to test the similarity of the frequencies (G_{ij}) observed in the 2×2 or $r \times c$ type cross-charts to the theoretical frequencies (T_{ij}) calculated according to the marginal probability approach (Bircan et al., 2003).

Hypotheses tested in the chi-square test of independence were given as follows;

H_0 : There is no relationship between variables.

H_1 : There is a relationship between variables.

Chi-square test statistic

is calculated according to the below formula (1):

$$\chi^2 = \sum \frac{(G_{ij} - T_{ij})^2}{T_{ij}} \quad (1)$$

The calculated chi-square statistic is then compared with $(r-1)(c-1)$ degrees of freedom (df) with the chi-square value found from the table, and if $p\text{-value} < 0.05$, it is decided that the H_0 (null) hypothesis is rejected (Çömlekçi, 2001).

3. Result and Discussion

In Table 1, the socio-economic characteristics of the farmers who are land sellers and buyers were specified. While 86.67% of the sellers were men, this rate was 94.16% for buyers. While 45.00% of the land sellers stated that they have been engaged in agricultural activities for 31 years and more, 35.83% and 23.33% of the buyers have been engaged in agricultural activities for 21-30 and 31 years and more, respectively. Whether the farmers are sellers or buyers has a relationship with the number of years they have been engaged in farming and this was tested by chi-square analysis, and a significant relationship was found between the duration of experience of the farmers and whether they were buyers or sellers ($p\text{-value} = 0.002$).

It was determined that 51.66% of the sellers and 45.83% of the buyers were primary school graduates. As a result of the analysis, a statistically significant rela-

tionship was found between the education status of the farmers, whether they are sellers or buyers (p -value = 0.000).

Table 1. Socio-Economic characteristics of farmers

	SELLER		BUYER	
	n	%	n	%
Gender				
Woman	16	13.33	7	5.84
Man	104	86.67	113	94.16
Total	120	100.00	120	100.00
Experience				
0-10	7	5.83	16	13.34
11-20	20	16.67	33	27.50
21-30	39	32.50	43	35.83
31 +	54	45.00	28	23.33
Total	120	100.00	120	100.00
		$\chi^2 = 15.149$		p -value=0.002 (<0.05)
Education				
Literate	15	12.50	0	0.00
Primary School	62	51.66	55	45.83
Secondary School	24	20.00	25	20.83
High School	14	11.67	31	25.83
University	5	4.17	9	7.51
Total	120	100.00	120	100.00
		$\chi^2 = 23.004$		p -value=0.000 (<0.05)
Having any agricultural engineer in the family				
Yes	15	12.50	21	17.50
No	105	87.50	99	82.50
Total	120	100.00	120	100.00
Having non-agricultural income				
Yes	59	49.16	23	19.17
No	61	50.84	97	80.83
Total	120	100.00	120	100.00
		$\chi^2 = 24.007$		p -value=0.000 (<0.05)

While 87.50% of the sellers did not have an agricultural engineer in their family, this rate was 82.50% among the buyers. While it was found that 49.16% of the land sellers had non-agricultural income, the rate of those with non-agricultural income among the buyers was 19.17%. As a result of the analysis, a statistically significant relationship was found between the farmers' non-agricultural income status and their status as a seller or a buyer (p -value = 0.000) (Table 1.).

Information on the agricultural activities of the farmers is given in Table 2. While the rate of sellers who received training in agriculture was 18.33%, this rate was 26.67% for buyers. As a result of the analysis, a statistically significant relationship was not found between the farmers' education on agriculture and whether they are sellers or buyers (p -value = 0.122). While 65.83% of the sellers were personally interested in their agricultural activities, this rate was determined to be higher for the buyers (90.83%). A statistically significant relationship was found between the farmers' interest in agricultural activities and whether they are sellers or buyers (p -value = 0.000). Also, 29.17% of the sellers benefit from the agricultural consultancy service, while this rate was determined as 39.17% for the buyers.

Table 2. Information on agricultural activities of farmers

	Seller		Buyer	
	n	%	n	%
Having any agricultural education				
Yes	22	18.33	32	26.67
No	98	81.67	88	73.33
Total	120	100.00	120	100.00
$\chi^2 = 2.389$ p-value=0.122 (>0.05)				
Being personally involved in agricultural activities				
Yes	79	65.83	109	90.83
No	41	34.17	11	9.17
Total	120	100.00	120	100.00
$\chi^2 = 22.095$ p-value=0.000 (<0.05)				
Being a beneficiary of the agricultural agency's services				
Yes	35	29.17	47	39.17
No	85	70.83	73	60.83
Total	120	100.00	120	100.00
Having an agricultural insurance				
Yes	69	57.50	82	68.33
No	51	42.50	38	31.67
Total	120	100.00	120	100.00
$\chi^2 = 3.018$ p-value=0.082 (>0.05)				
Being involved in livestock				
Yes	32	26.67	44	36.67
No	88	73.33	76	63.33
Total	120	100.00	120	100.00
$\chi^2 = 2.773$ p-value=0.096 (>0.05)				

It was found that 57.50% of the sellers and 68.33% of the buyers had agricultural insurance. As a result of the analysis, a statistically significant relationship was not found between the farmers' with agricultural insurance and their status as a seller or a buyer. (p-value = 0.082). Also, 26.67% of the sellers dealt with animal husbandry, while this rate was 36.67% for the buyers. A statistically significant relationship was not found between the farmers' dealing with livestock and their status as a seller or buyer (p-value = 0.096) (Table 2.).

Within this research, the information about the reasons for the farmers' selling the land was also stated. While 45.83% of the sellers were determined to sell their lands to pay their debts, 21.67% of them were determined to start another business, and 10.83% of them sold their lands because they had low income from agriculture (Table 3). Also, Aksu (2017) found that 16% of the farmers sold their lands because of their debts, 15% fragmented land and 11% left farming.

Table 3. Information on the reasons for the farmers to sell land

	n	%
Starting another farms	26	21.67
Sharing heritage	9	7.50
Pay debt	55	45.83
Having trouble with the neighboring land owner	7	5.83
Migrate from the village	9	7.50
Low income	13	10.83
Inability to process the big land	1	0.84
Total	120	100.00

Information about the reasons for the farmers' buying of land was given in Table 4. It was determined that 80.83% and 11.67% of the buyers bought land to expand farms and establish a new farm.

Table 4. Information on the reasons for the farmers to buy the land

	n	(%)
Expanding farms	97	80.83
Non-agricultural activity	7	5.83
Establishing a farm	14	11.67
Investing in the future	2	1.67
Total	120	100.00

In Table 5, information about the factors affecting the purchase and sale price of the land was specified. While 27.52% of the farmers stated that the size of the land affects the land prices, 23.85%, 16.82% and 16.51% of them stated that yield, payment terms, and being close to the road affect the land prices.

Table 5. Information on the factors affecting the purchase and sale price of the land

	n	%
Productivity	78	23.85
Size	90	27.52
Proximity to the road	54	16.51
Seller's congestion status	40	12.23
Buyer's attitude	10	3.07
Payment terms	55	16.82
Total	327	100.00

While 30.83% of the farmers stated that the field was registered without title deed or in the name of the deceased, they had more than one share and some shareholders could not be reached, 28.33% of the farmers stated that the title deed transactions were the main reasons. The rate of farmers who state that they do not have a problem with excessive bureaucracy on purchasing or selling agricultural land was 20.83% (Table 6.).

Table 6. Information on the most common problems in the land trading

	n	%
Deed transfer (bureaucracy)	34	28.33
Title deed registration problem (shareholder, registration on behalf of the dead, inability to reach the owner)	37	30.83
Tax procedures (high tax and title deed fees)	3	2.51
Difficulty in payment	15	12.50
Mortgage	6	5.00
No problem	25	20.83
Total	120	100.00

While 20.83% of the sellers stated that they sold their lands within 10 days after deciding to sell their land, 21.67%, 25.83% and 25.83% of the sellers sold their lands between 11-20 days, 21-30 days and 31-60 days, respectively (Table 7).

Table 7. Information on how many days after the decision is made to sell the land

Day	n	%
1-10	25	20.83
11-20	26	21.67
21-30	31	25.83
31-60	31	25.83
61-90	7	5.84
Total	120	100.00

In Table 8, the information of the farmers about the properties of their lands sold was listed. While 80.83% of the farmers stated that their lands had separate title deeds and the landform was smooth, 78.33% of those who migrated from the village sold their lands, 53.33% of them sold their land to their neighbors and 55.83% of them had irrigation facilities. The Chi-square test result shows that there was a statistically significant relationship between the farmers' opinions about the new land law and the problematic situations in the land transferred through inheritance (p -value = 0.004) (Table 8.). Another study stated that the irrigation of the land and its proximity to the center were the most critical factors affecting the land price (Aksu, 2017). Also, Karakayacı (2016) found that the land was fertile, it had accessible irrigation opportunities and land market, the land was close to the road, and the land was close to the city center, increased value of the land.

Table 8. Information about the characteristics of the lands sold

	Yes	%	No	%	Total	%
Being a corner parcel	24	20.00	96	80.00	120	100.0
Neighbor to the buyer	64	53.33	56	46.67	120	100.0
Possibility of irrigation	67	55.83	53	44.17	120	100.0
Having a detached title deed	97	80.83	23	19.17	120	100.0
Land shape being smooth	97	80.83	23	19.17	120	100.0
The immigrant village has land	94	78.33	26	21.67	120	100.0
Being the land of the village under consolidation	67	55.83	53	44.17	120	100.0
Being the land of the expropriated village	9	7.50	111	92.50	120	100.0
Being close to the industrial facility	6	5.00	114	95.00	120	100.0

The sale of agricultural land was carried out within free market rules. Only the state has imposed restrictions on the division of agricultural lands under the determined scales of the new land law, and the state has been given the task of mediation between the land sellers and buyers if requested. There is no developed institutional structure for land sales and leases. The research results show that while 75.00% of agricultural lands were sold through familiar relatives and friends, 10.00% of them were advertised and sold through real estate offices (Table 9).

Table 9. Advertisement methods of those who want to sell agricultural land

	n	%
Via real estate agents	12	10.00
Internet	1	0.84
Through those who buy land in the village- in the district	7	5.83
Through the headman	10	8.33
Through familiar friends and relatives	90	75.00

Total	120	100.00
-------	-----	--------

According to the research results, while 66.66% of the lands were sold in cash, 27.50% of remaining lands were paid in cash and the rest were paid in installments (Table 10).

Table 10. Methods of payment of the land price of the buyer to the seller at the end of the sale

	n	%
Payment in installments through the bank	2	1.67
Some in cash, the other in installments	33	27.50
All in cash	80	66.66
Payment to the creditor in return for debt	5	4.17
Total	120	100.00

While 90.40% of the farmers who think that there was a problem with the new land law stated that there was a problem in the inherited land, this rate was 68.40% and 60.00% for those who have no idea about the new land law and those who think that the law is good, but its implementation was not sufficient (Table 11.).

Table 11. Information about the opinions of the farmers about the new land law and the problem of the land transferred by inheritance

Opinion/ Problem	Yes		No		Total	
	n	%	n	%	n	%
No idea	26	68.40	12	31.60	38	100.00
Good but not enough	18	60.00	12	40.00	30	100.00
Not good	47	90.40	5	9.60	52	100.00
$\chi^2 = 11.251$ $p \text{ value} = 0.004 (<0.05)$						

4. CONCLUSION

This research reveals the socio-economic structures of land sellers and buyers, who are important actors in the agricultural land market in the country, the factors affecting the prices of agricultural lands, sales processes, the role of intermediaries and access to finance. This study presents valuable results, such as the current problems for the land market and the new land law assessment.

This study concluded that there was a significant relationship between the farmers' 'interest in agricultural activities, the duration of the farmers' experience, the education status of the farmers and their non-agricultural income status, and the status of being a land seller or buyer. This relationship supports that farmers who are actively involved in agricultural production are important actors of the land purchase and sale market. It will be beneficial to take into account the opinions of the farmers in this group in the studies to be carried out on the land market.

The fact that the farmers sold their lands for reasons such as establishing a not-

her farm, migrating from the village and earning a low income may be an indication of the decrease in agricultural production, migration from rural to urban areas and increasing rural poverty. However, most of the land buyers aimed to expand their farms. This result can be interpreted as a sign that agricultural production in the region is shifting from small family farmers to larger farmers.

The fact that most of the farmers made land sales announcements through their relatives and friends shows that there is no developed system for the sale of land in rural areas. For a stronger agricultural land market, there is a need to establish an organization that will serve in areas such as land development, land valuation, land sales and lease, and access to financial resources.

The research results show that new land laws are not sufficient and work on a voluntary basis. Incentives and penal sanctions are not sufficient. Therefore, a legal regulation should be made to eliminate the deficiencies. Priority should be given to working with international institutions, and financial models such as “Heritage Loan” and “Land Acquisition Loan” should be developed by examining developed country practices in this regard.

REFERENCES

- Aksu, B. (2017). Analysis of Factors Affecting Agricultural Land Sales Prices In Kırkgöçü County of Manisa Province. Master Thesis, Akdeniz University Graduate School of Natural and Applied Sciences Agricultural Economics Department.
- Anonymous, (2004). Soil Conservation and Land Use Law No. 5403, Official Gazette, 03.07.2005.
- Anonymous, (2014). Law No. 6537 Amending the Law on Soil Conservation and Land Use. Official Gazette, 15 May 2014, No: 29001.
- Anonymous, (2019) (a). Bringing Idle Agricultural Lands to Production and Land Banking Corporate Infrastructure Building Regional and Center Workshops Results and Evaluation Report, TOB Agricultural Reform General Directorate, Ankara.
- Anonymous, (2019) (b). Sustainable Use of Agricultural Lands Working Group Report. Tenth Development Plan, Agriculture Specialization Commission. Publication No: KB: 2860.
- Anonymous, (2020). Karaman Provincial Directorate of Agriculture and Forestry Briefing Report.
- Minister, İ. ve Büyükbese, T. (2004), “The Relationship between Employees’ Job Security and General Business Behavior: A Field Study”, Journal of Erciyes University Faculty of Economics and Administrative Sciences, Issue: 23, July-December, p. 35-59.
- Bircan, H., Karagöz, Y. and Kasapoğlu, Y. (2003), “Comparison of Chi-Square and Kolmogorov Smirnov Conformity Tests on Data Obtained by Simulation”, Cumhuriyet University Journal of Economics and Administrative Sciences, Volume: 4, Issue: 1, Sivas.
- Karakayacı, Z., Oğuz, C., and Reis, S. (2016). Analysis of Factors Affecting the Value of Agricultural Lands With Different Approaches in Konya-Cumra District. Turkish Journal of Agricultural Economics, 22(2).
- Kavasoglu, İ.İ., Sayin, C. New law of inheritance in agriculture and its probable results. XII. National Agricultural Economics Congress, 25-27 May, 2016. Isparta, Turkey.
- Koral, A., İ., Güney, D., 1996. Tokat-Erbaa-Kızılçubuk Köyünde uygulanan arazi toplulaştırmasının ekonomik analizi. Köy Hizmetleri Tokat Araştırma Enstitüsü, Genel Yayın No:130, Seri No: R-82, Tokat, Turkey.
- Latruffe, L., Le Mouel, C. (2006), Description of Agricultural Land Market Functioning in Partner Countries, IDEMA Project, www.researchgate.net, Rennes.
- Özyazıcı, G., 2007. Sinop ilinde köy hizmetlerinin toplulaştırma yatırımlarının benimsenmesini etkileyen sosyo-

- ekonomik faktörler. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Proje No: TAGEM-BB-TOPRAKSU-2006/10, Samsun, Turkey.
- Pottery, N. (2001), Scientific Research Method and Statistical Significance Tests, Bilim Teknik Publishing House, Eskisehir, p. 121, 127, 165, 241.
- Sönmezıldız, E., Çakmak, B. (2013). Assessment of irrigation performance in land consolidation area of Eskişehir Beyazaltın village. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 26(1), 33-40.
- Tanrıvermiş, H., & Şanlı, H. (2008). "Evaluation of the Effects of Agricultural Policies on Land Values", Turkish Cooperative Association, Third Sector Cooperative, Vol (2008): 43, Issue: 3, Ankara.
- Türker, M., Gencil B. (2010). The Effects of Land Consolidation and Modern Irrigation Systems on Irrigation Water Savings. *International Water and Wastewater Management Symposium*, Konya.
- Türker, M. (2011). Proceedings of Agricultural Reform Practices and Its Effects on Rural Development, *International Gazi Kars Şehrengizi Symposium*, 29-31 November.
- Türker, M., Eren, K., Parlak, Z. (2014). The Effect of Land Consolidation on Rural Development (Example of Eskişehir Büğdüz), Samsun Agricultural Economics Congress.
- Türker, M. (2017). Agriculture Soil Conservation and Assessment Policies in Turkey, TZOB Publications.
- Winkler, W. (1992), *The Law of Agricultural Land Use in the Federal Republic of Germany*, In *Agrarian Land Law in the Western World*, Edited by M.R. Grossman and W. Brussaard. Wallingford.





Farklı Dozlarda Deniz Yosunu Uygulanmış Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.)'nda Fenolik Madde İçeriği, Antioksidan Kapasite ve Antioksidatif Yanıtlar

Total Phenolic Contents, Antioxidant Capacity and
Antioxidative Responses in *Salvia fruticosa* Mill.
Treated with Different Doses of Seaweed

Ruvejde YILMAZ¹, Ayşegül AKPINAR², Asuman CANSEV³

¹ Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, Türkiye
• ruveydenuryilmaz16@gmail.com • ORCID > 0000-0001-5989-4860

² Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Bilecik, Türkiye
• agulugur@gmail.com • ORCID > 0000-0002-4606-0645

³ Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye
• auslu@uludag.edu.tr • ORCID > 0000-0002-3353-846X

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 22 Eylül / September 2021

Kabul Tarihi / Accepted: 24 Ekim / October 2021

Yıl / Year: 2022 | **Cilt – Volume:** 37 | **Sayı – Issue:** 1 | **Sayfa / Pages:** 203-217

Atıf/Cite as: Yılmaz, R., Akpınar, A. ve Cansev, A. "Farklı Dozlarda Deniz Yosunu Uygulanmış Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.)'nda Fenolik Madde İçeriği, Antioksidan Kapasite ve Antioksidatif Yanıtlar - Total Phenolic Contents, Antioxidant Capacity and Antioxidative Responses in *Salvia fruticosa* Mill. Treated with Different Doses of Seaweed". Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi - Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(1), Şubat 2022: 203-217.

<https://doi.org/10.7161/omuanajas.999463>

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: agulugur@gmail.com



FARKLI DOZLARDA DENİZ YOSUNU UYGULANMIŞ ANADOLU ADAÇAYI (*SALVIA FRUTICOSA* MİLL.)'NDA FENOLİK MADDE İÇERİĞİ, ANTİOKSİDAN KAPASİTE VE ANTİOKSİDATİF YANITLAR

ÖZ:

Doğal ve zengin besin içeriği nedeniyle tarımda deniz yosunu uygulamalarına olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Bu nedenle deniz yosunu uygulamalarının kullanım alanı ve dozları ile ilgili çalışmaların yaygınlaştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle adaçayı gibi tıbbi ve aromatik bitkiler sınıfına giren bitki türlerinde doğal içerikli ürünlerin kullanımı önemlidir. Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.), diğer adaçayı türleri içerisinde fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasitesi yüksek olan türlerden biridir. Bu kapsamda çalışmamızda Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkisinde farklı dozlarda (SW-1: 0.25 g/L, SW-2: 0.5 g/L, SW-3: 1 g/L ve SW-4: 2 g/L) deniz yosunu uygulamalarına bağlı olarak toplam fenolik madde içeriği, antioksidan kapasite ve antioksidatif enzim (SOD ve CAT) yanıtları incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre 1 g/L deniz yosunu uygulamasının Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa*) bitkilerinde stres oluşturmadığı ve aynı zamanda toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasite bakımından istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda, farklı deniz yosunu içeriklerinin Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa*) bitki türü üzerindeki etkileri, çeşitli dozlar ve uygulama şekilleri denenerek çalışmaların detaylandırılması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deniz yosunu, Anadolu adaçayı, Antioksidatif metabolizma



TOTAL PHENOLIC CONTENTS, ANTIOXIDANT CAPACITY AND ANTIOXIDATIVE RESPONSES IN *SALVIA FRUTICOSA* MİLL. TREATED WITH DIFFERENT DOSES OF SEAWEED

ABSTRACT:

The interest in seaweed applications in agriculture is increasing day by day due to its natural and rich nutritional content. However, there is a need to expand studies on the use and doses of seaweed applications. It is important to use products with natural ingredients, especially in plant species that fall under the class of medicinal and aromatic plants such as *Salvia fruticosa*. *Salvia fruticosa* Mill. have high phenolic content and antioxidant capacity. In our study, the total phenolic content, antioxidant capacity and antioxidative enzyme (SOD and CAT) responses in *Salvia fruticosa* plant were investigated depending on seaweed applications at different

doses (SW-1: 0.25 g/L, SW-2: 0.5 g/L, SW-3: 1 g/L and SW-4: 2 g/L). According to the results of the study, it was observed that 1 g/L seaweed application did not cause stress in *Salvia fruticosa* plants and at the same time gave statistically significant results in terms of total phenolic content and antioxidant capacity. In future studies, it has been suggested to elaborate the studies by testing the effects of different seaweed contents on *Salvia fruticosa*, various doses and application methods.

Keywords: Seaweed, *Salvia fruticosa*, Antioxidative metabolism



1. GİRİŞ

Ülkemizde ve dünyada gerek kullanım alanları ve üretimi, gerek piyasadaki hacmiyle gün geçtikçe önem kazanmakta olan tıbbi ve aromatik bitkiler, içerdiği etken maddeler nedeniyle insan sağlığı için fayda sağlayan fonksiyonel gıdalar olarak kullanılmaktadır (Acıbuca ve Budak, 2018). İçerdikleri biyoaktif bileşikler, özellikle fenolik maddeler nedeniyle doğal bir antioksidan kaynağı olarak kabul edilmektedirler (Sindhi ve ark., 2013). Bu sayede fenolik maddeler içeren tıbbi ve aromatik bitkilerin serbest radikal süpürücü olarak bir fonksiyona sahip olduğu ifade edilmektedir (Tusevski ve ark., 2014).

Türkiye, mevcut coğrafi konumu ve tarımsal potansiyeli dolayısıyla tıbbi ve aromatik bitkilerin yetiştiriciliğinde önemli bir ayrıcalığa sahiptir. Türkiye florasında 10.000 den fazla aromatik bitkinin bulunduğu bilinmektedir (Türkan ve ark., 2006). Ancak bu bitkiler genellikle ülkemizin doğal florasında yer alır ve farklı iklim özelliklerine sahip bölgelerde gelişen bu türlerin etken madde içeriği yetiştiği ortama göre değişiklik gösterir. Gıda, ilaç gibi pek çok sektörde kullanılan bu etken maddeler nedeniyle tıbbi ve aromatik bitki yetiştiriciliğinde standart ürün elde edilmesi ve bu konuda sürdürülebilir tarımın yaygınlaştırılması gerekmektedir (Karık ve ark., 2013). Bu nedenle günümüzde tıbbi ve aromatik bitki yetiştiriciliğinde doğal gübre/ biyo gübre kullanımı önemli bir yere sahiptir.

Deniz yosunu, organik gübreler içerisinde etkinliği kanıtlanmış bir üründür ve verimliliği artırmak için kullanılmaktadır. Organik gübre olarak kullanılan deniz yosunu özütlerinin, makro element olan N,P,K ve mikro besin elementleri olan Fe, Cu, Zn, Mo, Mn içerdiğini aynı zamanda bünyesinde hormon(oksin ve sitokinin), vitamin ve amino asitleri içerdiği bilinmektedir (Shukla ve ark., 2019). Günümüzde deniz yosunu özütlerinin tarımda organik gübre olarak kullanımı, dünya çapındaki toplam pazarın %33'ünden fazlasını oluşturmaktadır ve 2022'de 894 milyon € luk bir değere ulaşacağı tahmin edilmektedir (EL Boukhari ve ark., 2020). Son yıllarda giderek artan bir popüleriteye sahip olan deniz yosunu özütleri, bitkisel

ürünün kalitesini artırma, bitki büyümesini ve gelişmesini olumlu etkileme gibi olumlu fizyolojik etkilere sahip olması nedeniyle tıbbi ve aromatik bitki yetiştiriciliğinde önem kazanmıştır (Kumar ve ark., 2012). Fakat bu konuda yapılan araştırmalar, hali hazırda tarımı yapılan tıbbi ve aromatik bitki çeşitlerini tam olarak karşılamamakta olup deniz yosununun uygulama şekilleri ve dozlarının hangi bitkide hangi etkiyi yaratacağı henüz belirlenmemiştir. Tıbbi ve aromatik bitkilerde organik üretime artan talep doğrultusunda bu uygulamaların yaygınlaştırılması ve araştırılması gerekmektedir.

Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) ülkemizin kuzeybatısından güneybatısına kadar uzanan bölgede farklı lokasyonlarda yayılış gösteren ve ticari önemi olan tıbbi ve aromatik bir türdür. İçerdiği etken maddelerden dolayı sağlık alanında kullanımının artması ve bitkinin yapraklarının çay olarak tüketilmesi Anadolu adaçayı bitkisinin popüleritesini gün geçtikçe arttırmaktadır. *Lamiaceae* (Ballıbagiller) familyasına ait bu bitki içerdiği hoş, keskin kokusundan dolayı farmakoloji ve parfümeri sanayisinde de büyük öneme sahiptir. Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa*) Trakya'da, Batı ve Güneybatı Anadolu'da yetişen, yumuşak sık tüylü ve grimsi renkte yapraklar taşıyan bir çalıdır. Yapraklardan elde edilen uçucu yağ (elmayağı) %60 kadar 1,8-cineole taşır ve bu bakımdan tıbbi adaçayından (*Salvia officinalis* L.) daha değerlidir (Baytop 1996). Anadolu adaçayı bitkisinde deniz yosunu uygulamasına ait literatürde geçen bir çalışma mevcut değildir, bunun üzerine adaçayı bitkisinin yetiştirilmesinde deniz yosununun spreyleme yoluyla yapraklara uygulanmasına yönelik araştırma sorusu oluşmuştur. Dolayısıyla, bu çalışmanın amacı farklı dozlarda (SW-1: 0.25 g/L, SW-2: 0.5 g/L, SW-3: 1 g/L ve SW-4: 2 g/L) deniz yosunu uygulanmış Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkisinde toplam fenolik madde içeriğinin ve antioksidan kapasitenin belirlenmesidir. Çalışmamızda ayrıca bitkinin superoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) enzim aktiviteleri ile enzimatik antioksidatif yanıtları takip edilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde Araştırma ve Uygulama alanında gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda çeliktan üretilen ve UludağAgro firmasından alınan Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) fideleri kullanılmıştır. Adaçayı fideleri 1:1 oranında perlit: torf karışımı içeren 14 x 12 cm lik saksılara dikilmiştir. Fidelere düzenli sulama uygulanmış olup iki hafta sonra deniz yosunu uygulamaları yapraklara spreyleme yoluyla yapılmıştır. 15 Temmuz- 15 Ağustos 2020 tarihleri arasında toplamda 1 ay boyunca iki günde 1 kez yapraklara spreyleme yoluyla farklı dozlarda (SW-1: 0.25 g/L, SW-2: 0.5 g/L, SW-3: 1 g/L ve SW-4: 2 g/L) deniz yosunu uygulanmıştır. Çalışmamızda kullanılan deniz yosununun içeriği aşağıdaki çizelgede verilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan deniz yosunu içeriği (Leili Alga600 toz deniz yosunu)

Table 1. Seaweed content used in the study (Leili Alga 600 powder seaweed)

Organik madde	% 35-45
K ₂ O	% 18
Yoğunluk	0.5-0.55 g/cm ³
Doğal bitki hormonları (PGR)	600 ppm
Alginek asit	%12-15
pH	9-11

Uygulama sonunda bitkiler hasat edilerek aşağıda belirtilen analizler gerçekleştirilmiştir.

2.1 Toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasite tayini

Bir miktar (2 g) bitki örneği 1/80/10 oranında HCl/metanol/su içinde homojen hale getirilmiştir (Vitali ve ark., 2009). Ardından su banyosunda 2 saat inkübasyona bırakılmış ve 3500 rpm de 10 dk santrifüj edilmiştir. Toplam fenol içeriği, DPPH süpürme aktivitesi ve CUPRAC analizlerinde kullanılıncaya kadar -80°C'de saklanmıştır.

Toplam fenolik madde içeriğinin belirlenmesinde, Apak ve ark. (2008) tarafından açıklanan bir yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemde, ekstre edilen bitki örneklerinden 100 µl alınarak 2000 µl ye su (dd H₂O) ile tamamlanmıştır. Ardından üzerine Lowry C eklenecek 10 dk beklenmiştir. Lowry C çözeltisi, 0.1 mol/L NaOH içinde %2 lik Na₂CO₃ olacak şekilde hazırlanan Lowry A çözeltisi ile %1 lik NaKC₄H₄O₆ içinde %0.5 lik CuSO₄ olacak şekilde hazırlanan Lowry B çözeltisinin 50:1 (v/v) oranında karıştırılmasıyla oluşturulmuştur. Sonrasında örnek içeren karışım, 250 µl Folin-Ciocalteu reaktifi ile reaksiyona sokulmuştur. Ardından örnekler karıştırılarak 30 dakika inkübasyona bırakılmış ve 750 nm'de absorbans ölçümü yapılmıştır. Gallik asit standart olarak kullanılarak kalibrasyon eğrisi hazırlanmış ($y = 0,2768x - 0,0394$ $R^2 = 0,9882$) ve bu eğriye göre örneklerin toplam fenol içeriği mg gallik asit eşdeğerleri (GAE)/g taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.

Bu çalışmada antioksidan kapasitesinin (AC) belirlenmesinde CUPRAC ve DPPH yöntemleri kullanılmıştır. CUPRAC yönteminde (Cu(II) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite), Apak ve ark. (2008) tarafından açıklanan bir yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemde 2,9-dimetil-1, 10-fenantrolin (Neokuproin-Nc)'in Cu (II) ile meydana getirdiği Cu (II)-neokuproin kompleksinin 450 nm'de Cu (I)-neokuproin şelatına indirgenme kapasitesinden faydalanılır. Ekstre edilen örnekler saf su (dd H₂O) ile 1mL ye tamamlanır. Üzerine 10⁻² M CuCl₂ ve 7.5x10⁻³ M neokuproin ve 1 M NH₄Ac ilave edilerek örnekler 30 dk karanlıkta bekletilmiştir. Ardından 450 nm'de nihai absorbansı ölçümü yapılarak µmol Trolox eşdeğeri (TE)/g taze ağırlık olarak ifade edilmiştir. Standart olarak trolox kullanılmıştır ($y = 1,3506x +$

0,0195 R² = 0,9612).

Numunelerin DPPH serbest radikal süpürme aktivitesi, Boskou ve ark., (2006) tarafından ifade edilen yöntemle yapılmıştır. Bu yöntemde, ekstre edilen bitki örnekleri, 6x10⁻⁵ M DPPH radikalinin metanolik çözeltisi ile karıştırılmıştır. Daha sonra reaksiyonun 30 dakika boyunca karanlıkta gerçekleşmesine izin verilmiştir ve 515 nm'de absorbans ölçülmüştür. Farklı Trolox konsantrasyonları kullanılarak standart eğri hazırlanmıştır (y = 5243,4x - 3,5267 R² = 0,994). Sonuçlar µmol Trolox eşdeğeri (TE)/g taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.

2.2 Antioksidatif Enzim (SOD ve CAT) Aktivite Tayini

Ardıç ve ark. (2009) tarafından uygulanan yöntemle göre bitki materyalinin ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. 3ml tampon çözeltisi (Tampon Çözelti: 1 mM EDTA ve % 2 PVP içeren 50 mM Na-fosfat tamponu (pH: 7.8) içerisine 1 gr dondurulmuş bitki parçası konularak buzlu havanda homojenize edildikten sonra 4°C de 14.000 g de 40 dk kadar santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatantlar analizlerde kullanılmaya kadar -80°C de muhafaza edilmiştir.

Süperoksitdismutaz (SOD) aktivitesinin tayininde Beuchamp ve Fridovich (1971)'in belirlediği yöntem kullanılmıştır. 0.1 mM EDTA, 10 mM metiyonin, 0.1 mM p-Nitro Blue Tetrazolium (NBT), 5 µM riboflavin den oluşan 20 mM sodyum fosfat tamponuna 50 µM enzim ekstraktı eklenerek 300 µmol m⁻² s⁻¹ ışık altında 15 dakika boyunca inkübasyon gerçekleştirilmiştir. Işık altından alınan örneklerin 560nm'de absorbans değerleri elde edilerek % inhibisyonu belirlenmiştir. Bir SOD ünitesi ise % 50 inhibisyon sağlayan enzim miktarı olarak tanımlandığı için konsantrasyon değerleri üniteye çevrilmiştir. Elde edilen ünite değerleri, toplam protein içeriğine oranlanmış ve enzim aktivitesi U/mg protein olarak belirlenmiştir. SOD standartı olarak sığır eritrositlerinden elde edilen bir SOD kiti (SOD S7446, Sigma-Aldrich, USA) kullanılmıştır.

Katalaz (CAT) aktivite tayini, Lester ve ark. (2004)'nin yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Hidrojen peroksitin katalaz enziminin etkisi ile su ve oksijene parçalanması sonucu gerçekleşen bu yöntem 240 nm dalga boyundaki absorbans düşüşünün spektrometre de izlenmesi usulüne dayanır. 20 mM sodyum fosfat tamponu (pH 6.8) ve 15 mM H₂O₂ (Fluka % 3'lük H₂O₂)'na 0.1 ml enzim ekstraktı konularak enzim aktivitesi başlatılmıştır. Ölçüm, 3dk içerisinde meydana gelen absorbans değerlerinin azalışın belirlenmesine yönelik yapılmıştır. Reaksiyonun başlangıç ve bitiş anındaki değerleri, 240 nm dalga boyunda absorbans ölçümü ile belirlenmiştir. Ardından, aşağıda verilen formüle göre U/mg protein olarak hesaplanmıştır; (Ekstraksiyon katsayısı, ε, 40 mmol/L.cm). Toplam protein içeriğinin belirlenmesinde Bradford (1976) tarafından geliştirilen spektrofotometrik yöntem

kullanılmıştır.

$$\text{CAT Aktivitesi: } [(\Delta\text{Abs} \times V_{\text{toplam}}) / \epsilon \times t \times \text{Venzim} \times l] / \text{TP}$$

ϵ : 40 mmol/L.cm, V_{toplam} : Toplam hacim (3ml), Venzim: Reaksiyona konulan enzim hacmi (0,1 ml),

t: Reaksiyonun gerçekleştiği süre (3 dk), l: Küvete ait ışık yolu (1 cm), TP: Total protein miktarı (mg protein taze ağırlık)

2.3 İstatistiksel Analizler

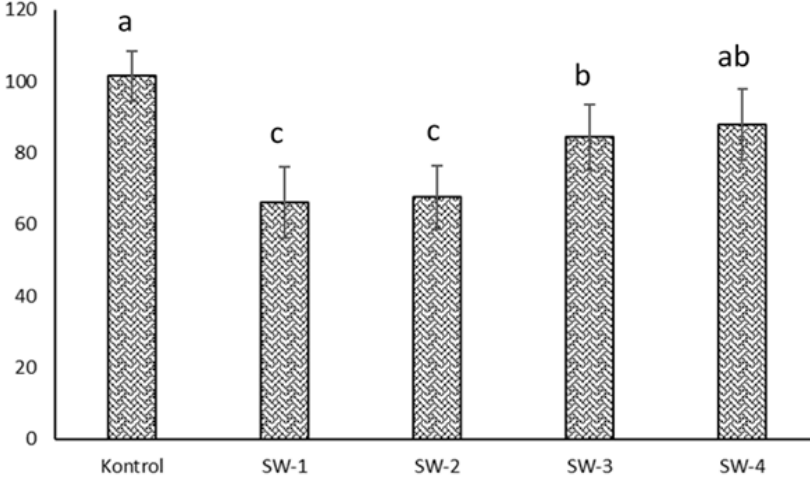
Bu çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırma sonuçlarının varyans analizleri SPSS 22.0 paket programı (IBM Corp., Chicago, IL) kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar ise α : 0.05 anlamlılık düzeyinde gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, spreyleme yoluyla farklı dozlarda deniz yosunu (SW-1: 0.25 g/L, SW-2: 0.5 g/L, SW-3: 1 g/L ve SW-4: 2 g/L) uygulanmış Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa*) fidelerinin antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde içeriği belirlenmiştir. Aynı zamanda, fidelerin enzimatik antioksidatif savunma sisteminde yer alan süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) aktivitelerindeki değişimler de takip edilmiştir.

Şekil 1 de farklı dozlarda deniz yosunu uygulanmış Anadolu adaçayı fidelelerinde toplam fenolik madde içeriğine ait sonuçlar verilmiştir. Çalışmamızda yapılan varyans analizlerine göre deniz yosunu uygulamalarına ait dozlar ile Anadolu adaçayı nın toplam fenolik madde içeriği arasında istatistiksel olarak anlamlılık bulunmuştur (Çizelge 2). Buna göre SW-1: 0.25 g/L ve SW-2: 0.5 g/L dozlarında spreyleme yoluyla gerçekleştirilen deniz yosunu uygulamalarında Anadolu adaçayı bitkilerinde toplam fenolik madde içeriğinde kontrole göre azalış meydana gelmiştir ($p < 0.05$). Bu iki dozda elde edilen toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla 66.24 ± 9.87 mg GAE/100 gr taze ağırlık ve 67.59 ± 8.75 mg GAE/100 gr taze ağırlık olarak belirlenmiştir. SW-3: 1 g/L ve SW-4: 2 g/L dozlarında ise toplam fenolik madde içeriğinde istatistiksel olarak kontrole göre anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. *Salvia fruticosa* Mill nın toplam fenolik madde içeriği 1 g/L deniz yosunu uygulamasında 84.44 ± 9.11 mg GAE/100 gr taze ağırlık, 2 g/L deniz yosunu uygulamasında ise 87.97 ± 9.83 mg GAE/100 gr taze ağırlık olarak belirlenmiştir. Nitekim Şenol ve ark. (2010) nın *Salvia* cinsine ait 55 taksonda fenolik madde içeriğini belirlediği çalışmada *Salvia fruticosa* Mill. nın 87.86 ± 4.54 mg

GAE/g toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğu ve *Salvia fruticosa*'nın diğer *Salvia* türlerine göre yüksek değerler içerdiği belirtilmektedir. Hem kontrol hem de Şenol ve ark. (2010) nın araştırma sonuçları ile karşılaştırıldığında çalışmamızda gerçekleştirdiğimiz SW-3: 1 g/L ve SW-4: 2 g/L deniz yosunu uygulamalarında da *Salvia fruticosa* Mill. nın toplam fenolik madde içeriği için benzer değer aralıkları elde edilmiştir.



Şekil 1. Farklı dozlarda (SW-1: 0.25 g/L, SW-2: 0.5 g/L, SW-3: 1 g/L ve SW-4: 2 g/L) deniz yosunu uygulanmış Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkilerinde toplam fenolik madde içeriği (mg GAE/100 gr taze ağırlık)

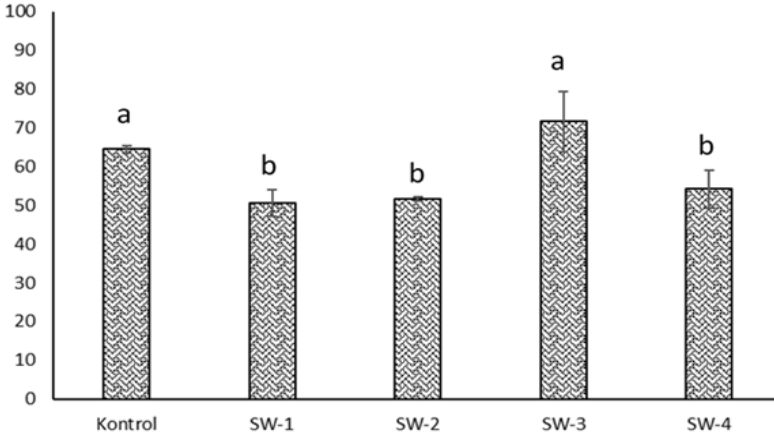
Figure 1. Total phenolic content in *Salvia fruticosa* treated with different doses (SW-1: 0.25 g/L, SW-2: 0.5 g/L, SW-3: 1 g/L and SW-4: 2 g/L) of seaweed (mg GAE/100 gr fresh weight)

Çizelge 2. Deniz yosunu dozlarına göre ölçüm yapılan parametrelerin varyans analizi (ANOVA tablosu). Çizelgede yer alan rakamlar, α : 0.05 seviyesinde F değerini temsil etmektedir.

Table 2. Analysis of variance of parameters measured according to seaweed doses (ANOVA table). The numbers in the table represent the F value at the α : 0.05 level.

Bağımlı değişken	Bağımsız değişken
	Deniz yosunu dozları
Toplam Fenolik madde içeriği	8.178 (P<0.05)
CUPRAC	8.781 (P<0.05)
DPPH	25.966 (P<0.01)
SOD aktivitesi (U/mg protein)	27.727 (P<0.01)
CAT aktivitesi (U/mg protein)	22.414 (P<0.01)

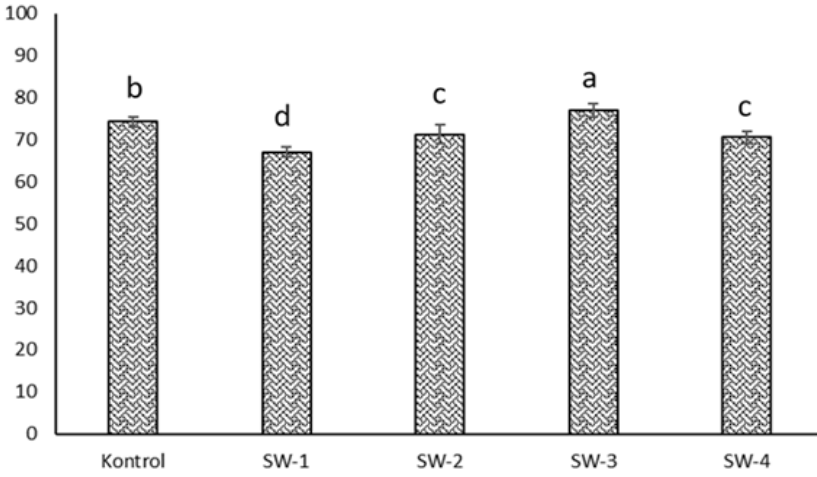
Şekil 2 de ise farklı dozlarda deniz yosunu uygulanmış Anadolu adaçayı fidelerinde CUPRAC yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasiteye ait sonuçlar yer almaktadır. Çalışmamızda yapılan varyans analizlerine göre deniz yosunu uygulamalarına ait dozlar ile Anadolu adaçayı'nın CUPRAC antioksidan kapasitesi arasında istatistiksel olarak anlamlılık bulunmuştur (Çizelge 2). Elde edilen sonuçlara göre Anadolu adaçayı bitkilerinde CUPRAC yöntemiyle belirlenen en yüksek antioksidan kapasite, SW-3 (1 g/L deniz yosunu) uygulaması yapılmış fidelerinde gözlenmiştir ($p<0.05$). Bu değer 71.61 ± 7.8 $\mu\text{mol TE/g}$ olarak belirlenmiştir. Spreyleme yoluyla SW-1: 0.25 g/L, SW-2: 0.5 g/L ve SW-4: 2 g/L dozlarında gerçekleştirilen deniz yosunu uygulamalarında ise Anadolu adaçayı bitkilerindeki antioksidan kapasite (CUPRAC) birbirine benzer sonuçlar vermiş olup istatistiksel olarak hepsinde kontrole göre azalış gözlenmiştir ($p<0.05$).



Şekil 2. Farklı dozlarda (SW-1: 0.25 g/L, SW-2: 0.5 g/L, SW-3: 1 g/L ve SW-4: 2 g/L) deniz yosunu uygulanmış Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkilerinde CUPRAC yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasite değerleri (µmol TE/g).

Figure 2. Antioxidant capacity (CUPRAC) in *Salvia fruticosa* treated with different doses (SW-1: 0.25 g/L, SW-2: 0.5 g/L, SW-3: 1 g/L and SW-4: 2 g/L) of seaweed (µmol TE/g).

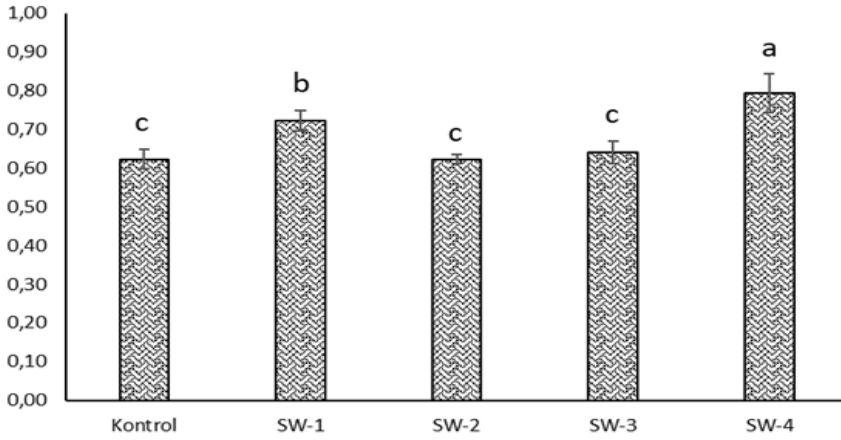
Çalışmamızda, farklı dozlarda deniz yosunu uygulanmış Anadolu adaçayı fi-delerinde DPPH yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasite değerleri ise Şe-kil 3 de verilmiştir. Çalışmamızda yapılan varyans analizlerine göre deniz yosunu uygulamalarına ait dozlar ile Anadolu adaçayı nın DPPH antioksidan kapasitesi arasında istatistiksel olarak anlamlılık bulunmuştur (Çizelge 2). DPPH yöntemi-ne göre en yüksek antioksidan kapasite, CUPRAC yönteminde olduğu gibi SW-3 (1 g/L deniz yosunu) uygulamasında belirlenmiştir ($p < 0.05$). DPPH yönteminde belirlenen en düşük antioksidan kapasite ise SW-1: 0.25 g/L deniz yosunu uyu-lamasında gözlenmiştir ($p < 0.05$). Antioksidan kapasiteyi ölçmek için çok sayıda yöntem kullanılmaktadır (Pellegrini ve ark. 2003; Huang ve ark., 2005; Somogyi ve ark. 2007). Çalışmamızda kullandığımız DPPH yöntemi, bitkiler ve gıdaların antioksidan kapasitesini belirlemek için araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Scalzo, 2008). Çeşitli *Salvia* türlerinin DPPH radikal-lerine karşı kayda değer bir süpürme aktivitesi gösterdiği çeşitli çalışmalarda da gösterilmiştir (Bozan ve ark., 2002; Şenol ve ark., 2010). Çalışmamızda antioksidan kapasitenin belirlenmesinde CUPRAC ve DPPH yöntemleri kullanılmış olup elde edilen sonuçlar Anadolu adaçayı bitkisinde bu iki yöntem arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu göstermektedir.



Şekil 3. Farklı dozlarda (SW-1: 0.25 g/L, SW-2: 0.5 g/L, SW-3: 1 g/L ve SW-4: 2 g/L) deniz yosunu uygulanmış Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkilerinde DPPH yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasite değerleri (μmol Trolox eşdeğeri (TE)/g taze ağırlık)

Figure 3. Antioxidant capacity (DPPH) in *Salvia fruticosa* treated with different doses (SW-1: 0.25 g/L, SW-2: 0.5 g/L, SW-3: 1 g/L and SW-4: 2 g/L) of seaweed (μmol TE/g fresh weight).

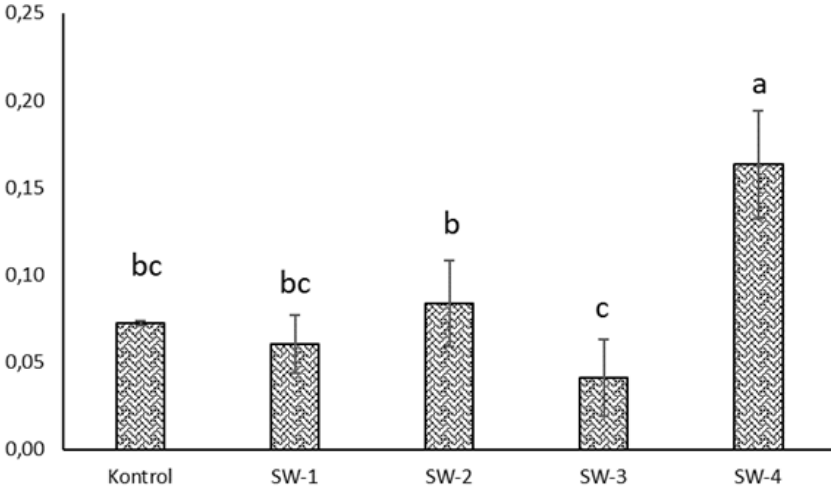
Bu çalışmada farklı dozlarda deniz yosunu uygulamalarına bağlı olarak Anadolu adaçayı bitkilerindeki antioksidatif yanıtlar da takip edilmiştir. Şekil 4 de farklı dozlarda deniz yosunu uygulanmış adaçayı fidelerinde SOD aktivitesine ait sonuçlar verilmiştir. Çalışmamızda yapılan varyans analizlerine göre deniz yosunu uygulamalarına ait dozlar ile Anadolu adaçayı'nın SOD aktivite değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlılık bulunmuştur (Çizelge 2). Buna göre en yüksek SOD aktivitesi SW-4 (2 g/L deniz yosunu) uygulamasında gözlenmiştir ($p < 0.05$). 2 g/L deniz yosunu uygulamasında Anadolu adaçayı bitkilerinde gözlenen bu artış, oksidatif stres varlığının bir göstergesidir. Nitekim antioksidatif savunma sisteminde ilk basamakta yer alan süperoksit dismutaz (SOD), serbest radikalleri etkisiz hale getiren önemli bir enzimdir (Michalak 2006). Benzer şekilde SW-1 (0.25 g/L deniz yosunu) uygulamasında da SOD aktivitesinin kontrole göre istatistiksel olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir. SW-2 (0.5 g/L deniz yosunu) ve SW-3 (1 g/L deniz yosunu) uygulamalarında kontrole göre SOD aktivitesinde herhangi bir değişim gözlenmemiştir.



Şekil 4. Farklı dozlarda (SW-1: 0.25 g/L, SW-2: 0.5 g/L, SW-3: 1 g/L ve SW-4: 2 g/L) deniz yosunu uygulanmış Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkilerinde belirlenen SOD aktivite değerleri (U/mg protein)

Figure 4. SOD enzyme activity in *Salvia fruticosa* treated with different doses (SW-1: 0.25 g/L, SW-2: 0.5 g/L, SW-3: 1 g/L and SW-4: 2 g/L) of seaweed (U/mg protein).

Bitkilerin antioksidatif yanıtlarında SOD enzimiyle birlikte diğer antioksidan enzimlerin biri ya da bir kaç da aynı anda aktif olabilir (Xu ve ark. 2010). Bu nedenle çalışmamızda CAT enzim aktivite yanıtları da incelenmiştir. Çalışmamızda yapılan varyans analizlerine göre deniz yosunu uygulamalarına ait dozlar ile Anadolu adaçayı nın CAT aktivite değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlılık bulunmuştur (Çizelge 2). Farklı dozlarda (SW-1: 0.25 g/L, SW-2: 0.5 g/L, SW-3: 1 g/L ve SW-4: 2 g/L) deniz yosunu uygulanmış Anadolu adaçayı fidelerinde belirlenen CAT aktivitesine ait sonuçlar Şekil 5 de verilmiştir. CAT aktivitesi sonuçlarına ait en yüksek değer SW-4 (2 g/L deniz yosunu) uygulamasında tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Elde edilen bu sonuç, Şekil 4 de belirtilen SOD aktivite değerleri ile paralellik göstermekte olup, 2 g/L deniz yosunu uygulamasının Anadolu adaçayı bitkilerinde oksidatif strese neden olabileceğini de düşündürmektedir. Bununla birlikte, SOD ve CAT aktivite değerleri incelendiğinde 1 g/L deniz yosunu uygulamasının herhangi bir oksidatif strese neden olmadığı gözlenmiştir.



Şekil 5. Farklı dozlarda (SW-1: 0.25 g/L, SW-2: 0.5 g/L, SW-3: 1 g/L ve SW-4: 2 g/L) deniz yosunu uygulanmış Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkilerinde belirlenen CAT aktivite değerleri (U/mg protein)

Figure 5. CAT enzyme activity in *Salvia fruticosa* treated with different doses (SW-1: 0.25 g/L, SW-2: 0.5 g/L, SW-3: 1 g/L and SW-4: 2 g/L) of seaweed (U/mg protein).

4. SONUÇ

İçerdiği etken maddelerden dolayı kullanımını oldukça yayınlanan Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkisi, toplam fenolik madde içeriğinin ve antioksidan kapasitenin yüksek olması, fitokimyasal olarak diğer adaçayı türlerine göre daha fazla araştırılmaya değer kabul edilmiştir (Şenol ve ark. 2010). Ancak Anadolu adaçayı bitkisini metabolik süreçlerinde farklı dozlarda deniz yosunu uygulamalarının etkisi bilinmemektedir. Deniz yosunu uygulamalarının Anadolu Adaçayı bitkisinin antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde içeriği üzerine etkilerini inceleyen daha önce yapılmış herhangi bir çalışma olmadığı için bu çalışma ilk verileri oluşturmaktadır. Bu nedenle mevcut çalışma literatüre önemli veriler sunmaktadır.

Deniz yosunu özleri, geçmişten günümüze verimliliği artırmak için kullanılmaktadır (Rathore ve ark., 2009; Frioni ve ark., 2018). Ancak tıbbi ve aromatik bitkilerde deniz yosunu uygulamalarına ait veriler son yıllarda araştırılmaya başlamıştır. Örneğin Shafie ve ark. (2021) Civanperçemi (*Achillea millefolium* L.) bitkisinde tarla ve sera koşullarında farklı dozlarda (1, 2, 3 ml/L) yapraktan spreyleme

olarak uygulanarak gelişim ve büyüme üzerine yapılan çalışma gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarında, 3ml/L deniz yosunu uygulamasında bitkinin büyüme ve gelişme, sürgün taze ağırlığı, toplam klorofil içeriği, karotenoid miktarı, fenol ve flavonoid, antioksidan aktivitesinde artış gözlendiği tespit edilmiştir. Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkilerinde gerçekleştirdiğimiz çalışmada da spreyleme yoluyla 1 g/L deniz yosunu uygulamasının toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite ile antioksidatif yanıtlar bakımından incelendiğinde Anadolu Adaçayı bitkilerinde en ideal sonuçları verdiği görülmektedir. Bundan sonraki çalışmalarda da, farklı deniz yosunu içeriklerinin Anadolu Adaçayı gibi önemli tıbbi ve aromatik bitkiler üzerindeki etkileri, çeşitli dozlar ve uygulama şekilleri deneyerek çalışmaların detaylandırılması önerilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Bursa Uludağ Üniversitesi BAP Kooridnatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No: FHZP-2021-499) ve 'Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkisinde deniz yosunu uygulamalarının meydana getirdiği metabolik etkilerin belirlenmesi' isimli yüksek lisans tez çalışmasının bir kısmını oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

- Acıbuca, V., Budak, D. 2018. Dünya ' da ve Türkiye ' de Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Yeri ve Önemi. Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi, 33(1): 37-44.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Çelik, S.E. 2008. Mechanism of antioxidant capacity assays and the CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) assay. *Microchim Acta*, 160: 413-419
- Ardıç, M., Sekmen, A.H., Türkan, I., Tokur, S., Ozdemir, F. 2009. The Effects of Boron Toxicity on Root Antioxidant Systems of Two Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Cultivars. *Plant Soil*, 314: 99-108.
- Beuchamp, C., Fridovich, I. 1971. Superoxide dismutase; improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. *Anal. Biochem.*, 44: 276-287.
- Boskou, G., Salta, F. N., Chrysostomou, S., Mylona, A., Chiou, A., Andrikopoulos, N. K. 2006. Antioxidant capacity and phenolic profile of table olives from the Greek market. *Food Chemistry*, 94: 558-564.
- Bozan, B., Ozturk, N., Kosar, M., Tunalier, Z., Baser, K.H.C. 2002. Antioxidant and free radical scavenging activities of eight *Salvia* species. *Chem. Nat. Compd.*, 38: 198-200.
- Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.*, 72: 248-254.
- EL Boukhari, M. EL M., Barakate, M., Bouhia, Y., Lyamlouli, K. 2020. Trends in Seaweed Extract Based Biostimulants: Manufacturing Process and Beneficial Effect on Soil-Plant Systems. *Plants*, 9: 359
- Froni, T., Sabbatini, P., Tombesi, S., Norrie, J., Poni, S., Gatti, M., Palliotti, A. 2018. Effects of a biostimulant derived from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* on ripening dynamics and fruit quality of grapevines. *Scientia Horticulturae* 232: 97-106.
- Huang D., Ou B., Prior R.L. 2005. The Chemistry Behind Antioxidant Capacity Assays. *J. Agric. Food Chem.*, 53: 1841-1856.
- Karık, Ü., Sağlam A. C., Kürkçüoğlu, M. 2013. Güney Marmara Florasındaki Adaçayı (*Salvia tomentosa* Mill.) Populasyonlarının Bazı Morfolojik ve Kalite Özellikleri. *Anadol. J. of AARI*, 23 (2): 9-20.
- Kumar, N. A., Vanlalzarzova, B., Sridhar, S., Baluswami, M. 2012. Effect of liquid seaweed fertilizer of *Sargassum wightii* G. on the growth and biochemical content of green gram (*Vigna radiata* (L.) R. wilczek). *Recent Research in Science and Technology*, 4(4): 40-45.

- Lester, C., Moller, N., Hammerum, A. 2004. Conjugal Transfer of Aminoglycoside and Macrolide Resistance between *Enterococcus faecium* Isolates in The Intestine of Streptomycin-Treated Mice. *Feems Microbiol. Lett*, 235: 385-391
- Michalak, A. 2006. Phenolic Compounds and Their Antioxidant Activity in Plants Growing under Heavy Metal Stress. *Polish J. of Environ. Stud.*, 15(4): 523-530
- Pellegrini, N., Serafini, M., Colombi, B., Del Rio, D., Salvatore, S., Bianchi, M., Brighenti, F. 2003. Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays, *J. Nutr.*, 133: 2812-2819.
- Rathore, S.S., Chaudhary, D.R., Boricha, G.N., Ghosh, A., Bhatt, B.P., Zodape, S.T., Patolia, J.S. 2009. Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (Glycine max) under rainfed conditions, *South African Journal of Botany*, 75(2): 351-355.
- Scalzo, R.L. 2008. Organic acids influence on DPPH scavenging by ascorbic acid, *Food Chem.*, 107: 40-43.
- Shafie, F., Bayat, H., Hossein Aminifard, M., Daghighi, S. 2021. Biostimulant Effects of Seaweed Extract and Amino Acids On Growth, Antioxidants, and Nutrient Content of Yarrow (*Achillea millefolium* L.) In the Field and Greenhouse Conditions, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 52(9): 964-975
- Shukla, P.S., Mantin, E.G., Adil, M., Bajpai, S., Critchley, A.T., Prithiviraj, B. 2019. Ascophyllum nodosum-Based Biostimulants: Sustainable Applications in Agriculture for the Stimulation of Plant Growth, Stress Tolerance, and Disease Management. *Front. Plant Sci.* 10, 655.
- Sindhi, V., Gupta, V., Sharma, K., Bhatnagar, S., Kumari, R., Dhaka, N. 2013. Potential applications of antioxidants – A review. *Journal of Pharmacy Research*, 7(9): 828-835.
- Somogyi, A., Rosta, K., Pusztai, P., Tulassay Z., Nagy, G. 2007. Antioxidant measurements, *Physiol. Meas.*, 28: R41-R55.
- Şenol, F.S., Orhan, I., Celep, F., Kahraman, A., Doğan, M., Yılmaz, G., Şener, B. 2010. Survey of 55 Turkish *Salvia* taxa for their acetylcholinesterase inhibitory and antioxidant activities. *Food Chemistry*, 120(1): 34-43
- Tusevski, O., Kostovska, A., Iloska, A., Trajkovska, L., Gadzovska Simic, S. 2014. Phenolic production and antioxidant properties of some Macedonian medicinal plants. *Cent. Eur. J. Biol.* , 9(9), 888-900.
- Turkan, Ş., Malyer, H., Aydın, S.Ö., Tümen, G. 2006. Ordu İli ve Çevresinde Yetişen Bazı Bitkilerin Etnobotanik Özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, vol. 10, no. 2, p. 162-166.
- Xu, J., Wang, W., Yin, H., Liu, X., Sun, H., Mi, Q. 2010. Exogenous nitric oxide improves antioxidative capacity and reduces auxin degradation in roots of *Medicago truncatula* seedlings under cadmium stress. *Plant and Soil*, 321-326.
- Vitali, D., Vedinra Dragojevic, I., Sebecic, B. 2009. Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 114: 1462-1469.

