



jotaf

**Journal of Tekirdag
Agricultural Faculty**

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi

**ISSN: 1302-7050
e-ISSN: 2146-5894**

**Issue: 1
Volume: 18
2021**

Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty

Sayı/Issue:1 Ocak/January 2021

ISSN: 1302-7050

e-ISSN: 2146-5894

Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi' nin ulusal, uluslararası ve hakemli dergisidir.

Yayımlanan makalelerin sorumluluğu yazarına/yazarlarına aittir.

Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty is the official peer-reviewed, international journal of Tekirdağ Namık Kemal University Agricultural Faculty. Authors bear responsibility for the content of their published articles.

Dergi Hakkında/About the Journal Adı/ Name

Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty (Ocak 2021/January 2021)

İmtiyaz Sahibi/Owner

Prof. Dr. Sezen ARAT

Yayın Kurulu/Editorial Management

Doç. Dr. Fulya TAN (Baş Editör/Editor-in-Chief)

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Dr. Ersen OKUR (Editör/Editor)

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Dr. Eray ÖNLER (Editör/Editor)

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Editorial Danışma Kurulu/Editorial Adviser Board

- Doç. Dr. Fulya TAN, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ
Prof. Dr. Fatih KONUKÇU, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ
Prof. Dr. Ali İhsan ACAR, Ankara Üniversitesi, Ankara
Prof. Dr. Bryan M. JENKIS, California University, Amerika
Prof. Dr. Peter KISS, Szent Istvan University, Macaristan
Prof. Dr. Eugenia BEZIRTZOĞLOU, University of Thrace, Yunanistan
Prof. Dr. Muhammet ARICI, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul
Prof. Dr. Adnan ORAK, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ
Prof. Dr. Şule ARI, İstanbul Üniversitesi, İstanbul
Prof. Dr. Kasim BAJROVIC, Institute for Genetic Engineering and Biotechnology, Bosna Hersek
Prof. Dr. Zoran POPOVSKI, Cyril and Methodius University, Makedonya
Prof. Dr. Edo D'Agaro, University of Udine, İtalya
Prof. Dr. Tuğrul GİRAY, University of Puerto Rico, Amerika
Prof. Dr. Gülen ÖZDEMİR, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ
Prof. Dr. Gamze SANER, Ege Üniversitesi, İzmir
Prof. Dr. Dimitar NIKOLOSKI, University of "St. Kliment Ohridski", Makedonya
Prof. Dr. Mariana IVANOVA, University of Agribusiness and Rural Development, Bulgaristan
Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ
Prof. Dr. M. Rüştü KARAMAN, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon
Prof. Dr. H. Ersin ŞAMLI, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ
Doç. Dr. Zubair ASLAM; University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan
Doç. Dr. Christos KARELAKIS, Democritus University of Thrace, Orestiada, Greece
Doç. Dr. A. Şükrü DEMİRCİ, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ
Doç. Dr. Fulya ÖZDİL, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ
Doç. Dr. Süreyya ALTINTAŞ, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ
Dr. Öğr. Üyesi Nihal KILIÇ, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ
Dr. Öğr. Üyesi M. Recai DURGUT, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Yayın Türü/Type of Publication

Yerel Süreli Yayın/International Periodical

Yayın Dili/Type of Language

Türkçe ve İngilizce /Turkish and English

Yayın Periyodu/Publishing Period

Dört ayda bir Ocak, Mayıs ve Eylül aylarında yayımlanır/Triannual (January, May & September)

Tarandığı İndeksler/Indexed by

TR DİZİN (ULAKBİM - Ulusal Akademik Ağ ve Bilgi Merkezi), CABI,
AGRIS/CARIS (FAO-AGRIS veri tabanı), ProQuest, Scopus, ESCI

Yayın Tarihi / Publication Date

Ocak 2021 / January 2021



İletişim/Correspondence

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

Telefon: +90 282 250 20 00/22 70

Web: <http://jotaf.nku.edu.tr>

Elektronik posta: ziraatdergi@nku.edu.tr

İçindekiler / Contents

Kiraz Üretimi Yapan İşletmelerin Makine ve Ekipman Alımlarının Desteklenmesi Programından (MEADP) Yararlanma Eğiliminin Belirlenmesi: İzmir-Kemalpaşa İlçesi Örneği 1-9 Belma DOĞAN ÖZ, Gamze SANER	1-9
Comparison of Aroma Compounds and Pomological Characteristics of The Fruits of 'cv. Mondial Gala' and Local Apple Genotype 'Gelin' Cultivated in Çanakkale, Turkey 10-20 Mehmet Ali GÜNDOĞDU, Engin GÜR, Murat ŞEKER	10-20
Technical Efficiency and Profitability of Cassava Production in Delta State: A Stochastic Frontier Production Function Analysis 21-31 Theophilus Miebi GBIGBI	21-31
Farklı Hammaddelerden Üretilen Sirkelerin Bazı Fizikokimyasal ve Fonksiyonel Özellikleri..... 32-44 Merve BOZDEMİR, D. Damla ALTAN KAMER, Gönül AKGÜL, Tuncay GÜMÜŞ	32-44
Bazı Ayçiçeği ve Mısır Çeşitlerinde Tohuma Uygulanan İlaçların Tohumluğun Çimlenme Değeri Üzerine Etkileri 45-57 Dilara KUCA, Köksal YAĞDI	45-57
Laktuloz İlave Edilerek Üretilen Sucukların Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi 58-70 Harun URAN, Hatice ŞANLIDERE ALOĞLU, Bayram ÇETİN	58-70
Farklı Materyallerden Yapılmış Tabana Sahip Ahşap Kovanlarla Kışlatmanın Arılı Çerçeve Sayısı ve Kovan Ağırlığına Etkisi 71-79 Semiramis KARLIDAĞ, İbrahim ŞEKER, Abdurrahman KÖSEMAN, Abuzer AKYOL	71-79
Yarı Kurak Koşullarda Farklı Sulama Uygulamalarının Ayçiçeğinin Verim ve Verim Parametreleri Üzerine Etkisi 80-90 Erhan GÖÇMEN	80-90
Use of Solar Panel System in Vermicompost (Worm Manure) Production Facilities as Source of Energy 91-97 Elif YÜKSEL TÜRKBOYLARI, Ahmet Nedim YÜKSEL	91-97
Has Household Purchasing of Confectionery Products in Turkey Changed in the Last Decade..... 98-114 Mehmet BOZOĞLU, Abdalbaki BİLGİÇ, Avni BİRİNCİ, Uğur BAŞER	98-114
Yüksek Enerjili Yemlere Biberiye Yaprağı (Rosmarinus officinalis) İlavesinin, Yumurtacı Tavuklarda Performans, Yumurta Kalite Kriterleri, Serum Lipit Profili ve Karaciğer Yağ Oranı Üzerine Etkisi 115-124 Hilal ÜRÜŞAN	115-124
Mekanik Hasar Düzeyinin Domatesin Solunum ve Kuru Madde Miktarı Üzerine Etkisi..... 125-137 Samet ÖZTÜRK, Türkan AKTAŞ	125-137
Effect of Cyclotrichium niveum Essential Oil on Rumen Microbial Fermentation and in vitro Digestibility of Barley 138-145 Zeynep ŞAHAN, Ahmet Zafer TEL, Harun KUTAY	138-145
Gaziantep ve Kilis İllerinde Yetiştirilen İvesi Koyunlarının Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması 146-156 Sabri GÜL, Nida Zeynep OFLAZ	146-156
Determination of Colour and Kinetic Parameter Differences Between Aflatoxin Contaminated and Uncontaminated Pistachio Nuts Using Machine Vision 157-168 Ömer Barış ÖZLÜOYMAK, Emin GÜZEL	157-168
Parlak Brom (Bromus catharticus Vahl.) Hatlarının Ot Verimi ve Bazı Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi 169-178 Ersan BATO, Iker NİZAM, Metin TUNA	169-178

Kiraz Üretimi Yapan İşletmelerin Makine ve Ekipman Alımlarının Desteklenmesi Programından (MEADP) Yararlanma Eğiliminin Belirlenmesi: İzmir-Kemalpaşa İlçesi Örneği*

Determining The Investment Perceptions of The Cherry Growing Farms Within Support Scheme For The Purchase of Agricultural Machines And Equipment (SSPME): A Case of İzmir-Kemalpaşa District

Belma DOĞAN ÖZ^{1*}, Gamze SANER²

Özet


Bu çalışmada İzmir İli Kemalpaşa ilçesinde kiraz üretimi yapan işletmelerin “Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı”nın (KKYDP) alt programı olan “Makine ve Ekipman Alımlarının Desteklenmesi Programı” (MEADP) yatırım desteğinden yararlanma eğilimlerini etkileyen faktörler belirlenmiş ve bu desteğin devamlılığı değerlendirilmiştir. İşletmelerin sosyo-ekonomik özellikleri işletme büyüklük grupları ve MEADP desteğinden yararlanan-yararlanmayan gruplamaya göre verilmiştir. Araştırmanın verileri 2015 üretim yılına ilişkin olup, bu destekten yararlanan 65, yararlanmayan 52 kiraz işletmesi olmak üzere toplam 117 işletmeden anket yoluyla elde edilmiştir.

Çalışmada kullanılan Logit modelin sonuçlarına göre; üreticilerin ilgili programdan yararlanma durumu üzerine, üreticinin eğitim süresi, kiraz üretimindeki deneyim süresi, Kemalpaşa Kiraz Üreticileri Birliğine üye olup olmama durumu, kiraz yetiştiriciliğinde uzmanlaşma durumu ve brüt kar gibi değişkenlerin pozitif etkisi olurken, üretici yaşının ise negatif etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak bu destekten yararlanan işletmelerin makine-ekipman alt yapısının güçlenmesi ile birlikte iş yükünün azaldığı ortaya çıkmıştır. 2015 yılı sonrasında da makine ve ekipmanların bir kısmının desteklenmeye devam ettiği belirlenmiştir.

2007 yılında başlatılan Makine Ekipman Alımlarının Desteklenmesi Programı (MEADP) kapsamında 2014 yılına kadar 51 çeşit makine-ekipmandan oluşan toplam 270.044 adet makine ekipman alımı desteklenmiş ve bu makine-ekipmanlara toplam 1.212.225.834 TL hibe desteği verilmiştir. MEADP kapsamında desteklenen makine ve ekipman sayısı İzmir ilinde 2803 adet Kemalpaşa İlçesinde ise 245 adet olarak belirlenmiştir. İzmir ilinde 513 adet ve Kemalpaşa ilçesinde ise 96 adet ile en çok desteklenen makine-ekipmanın pülverizatör olduğu belirlenmiştir. Programın devamlılığı; üreticinin uygun fiyata, teknolojiyi ileri çeşitli makine ekipmana sahip olarak, kaliteli ürün elde etmesi, tarımsal üretimini, gelirlerini böylece refahının artırılması açısından büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kırsal Kalkınma, Tarımsal Yatırımlar, Kiraz, İzmir, Yatırım Destekleri

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author Belma DOĞAN ÖZ¹ Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Bornova, İzmir E-mail: belmadogan@hotmail.com,  OrcID: 0000-0003-1766-0016

² Gamze SANER Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Bornova, İzmir E-mail: gamzesaner@gmail.com,  OrcID: 0000-0002-2897-9543
Atif/Citation: Doğan Öz, B., Saner G. Kiraz Üretimi Yapan İşletmelerin Makine ve Ekipman Alımlarının Desteklenmesi Programından (MEADP) Yararlanma Eğiliminin Belirlenmesi: İzmir-Kemalpaşa İlçesi Örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 1-9.

*Bu çalışma Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2021

Abstract

In this research, It is determined the utilization conditions of investments for cherry growing farms within “*Support Scheme for the Purchase of Agricultural Machines and Equipment,*” (SSPME) which is a subprogram of “*Rural Development Investment Support Program*” (RDISP) in Kemalpaşa district of İzmir and determined the factors affecting the investment utilization perceptions of the cherry growing farms. Socio-economic aspects of the cherry growing farms are grouped by the size of the enterprises and the utilization or non-utilization of the SSPME. The research data belongs to the production year 2015, using survey from 117 farms; 65 of which use the support and 52 of them did not use the support.

According to the Logit Model results, the education level of the producer, producer’s experience of the cherry producing process, producer’s membership status of the Kemalpaşa Cherry Producers Union, specialization of cherry producing and gross profit have positive effects also age of producer has a negative effect on producers’ use of that support. As a result, it has been determined that the farms which have benefited from this support decreased the workload with the strengthening of the machine equipment infrastructure. It has been determined that some of the machinery and equipment continue to be supported after 2015.

Within the scope of the Program for Support Scheme for the Purchase of Agricultural Machines and Equipment (SSPME) initiated in 2007, a total of 270,044 machine equipment purchases, consisting of 51 kinds of machine and equipments, were supported until 2014 and a total of 1.212.225.834 TL was granted to these machinery and equipment. The number of machines and equipment supported within the scope of SSPME was determined as 2803 in İzmir and 245 in Kemalpaşa District. In İzmir with the number of 513, and 96 in Kemalpaşa district, atomiser is the most widely used machine-equipment. Continuity of the program is matter great importance for the producer to obtain high quality products at an affordable price by having various advanced technology equipment and to increase agricultural production, income and welfare.

Keywords: Rural Development, Agricultural Investments, Cherry, İzmir, Investment Supports

1. Giriş

Kiraz, dünyada yetiştiriciliği ve ticareti yapılan en önemli meyve türlerinden birisidir. Türkiye dünya kiraz üretiminde 2018 yılında 639 564 ton ile birinci sırada yer almıştır. Türkiye'yi sırasıyla Amerika (312 430 ton), Özbekistan (172 035 ton), Şili (155 935 ton) ve İran (137 268 ton) izlemektedir (FAO, 2018). Türkiye 2019 yılı itibarıyla 183 milyon dolarlık kiraz ihracatında %5.9'luk pay ile dünyada dördüncü sırada yer almaktadır (TradeMap, 2019). Türkiye'den ihraç edilen kiraz çeşitlerinin %95'lik kısmını '0900 Ziraat' kiraz çeşidi oluşturmaktadır (Sosyal, 2018). 2019 yılı itibarıyla kiraz üretiminde Konya ili 68.213 ton ile birinci sırada yer alırken, İzmir ili 66,36 ton ile ikinci sırada yer almaktadır. Kemalpaşa ilçesi ise 42.99 ton ile İzmir ili kiraz üretiminin %64.78'ini oluşturmaktadır (TUIK, 2019).

Türkiye'de kırsal alanlar ekonomik ve sosyal denge içerisinde önemli bir yere sahiptir. Kırsal alanlara yönelik geliştirilen kalkınma projeleri ve tarımsal desteklemelerle kırsal kesimi geliştirerek buradaki nüfusun ekonomik yönden kalkındırılması amaçlanmaktadır (Beycan, 2009). Kırsal kalkınma programları aracılığıyla kırsal alana yapılacak yatırımlar kentlere yönelen göçün ortaya çıkardığı çarpık kentleşmenin önüne geçebilecek ve oluşabilecek diğer sorunları da bir ölçüde engelleyebilecektir (Demirbük, 2013). Ancak kırsal alanlarda gelir ve istihdam artırıcı unsurları oluşturmak kısa sürede çözülebilecek bir süreç değildir. Öncelikle yapılması gereken kırsal alanların dinamosu olan tarım sektörünü canlandırmak olmalıdır (Asoğlu, 2015). Tarım sektörüne hareket kazandırmak için klasik tarım ürünlerini desteklemenin yanında tarımsal ürünlerin işlenmesi, pazarlanması ve satışına olanak sağlayan tarıma dayalı sanayi kollarının desteklenmesi ayrıca tarımsal üretim tekniklerinin modernizasyonu büyük önem taşımaktadır. Bu konuda gereken adımlar atıldığı takdirde kırsal alanlarda yeni istihdam alanları oluşabilecek ve olası kırdan kente göç olgusu da azaltılabilecektir. Türkiye'de tarıma dayalı sanayinin desteklenmesi ve tarımsal üretimde modernizasyon konusunda en önemli gelişmelerden birisi Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından 2006 yılından bu yana uygulamada olan Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı (KKYDP)'dir (Asoğlu ve ark., 2016).

Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı (KKYDP), ulusal kaynaklarla yürütülen destekleme faaliyetleri içerisinde kırsal kalkınma amaçlı tarımsal destekler içerisinde bulunmaktadır (Çobanoğlu ve ark., 2017). Kırsal kalkınma projelerini diğer projelerden farklı kılan özelliği, kırsal alt yapının iyileştirilmesinin yanı sıra üretim kaynaklarını en iyi şekilde değerlendirerek, bitkisel ve hayvansal üretimi artırmayı ve diğer gelir getirici çözümler geliştirmeyi bir arada ele alan, çok amaçlı entegre projeler olmasıdır (Can, 2007). Bu grupta bulunan proje destek konuları; ekonomik faaliyetlerin desteklenmesi ile modern sulamaya ilişkin makine ve ekipman desteği ile tarımsal üretim alt yapısının modernizasyonuna ilişkin makine ve ekipman destekleridir (Demirbük, 2013; Çobanoğlu ve ark., 2017a; Çobanoğlu ve ark., 2017).

KKYDP kapsamında Makine ve Ekipman Alımlarının Desteklenmesi Programı, kırsal alanda belirlenen bazı tarımsal makine ve ekipman alımlarına yönelik yapılacak harcamaları belirli oranlarda hibe olarak finanse etme yoluyla desteklemeyi hedeflemiştir. Bu yolla tarım sektörünün ihtiyaç duyduğu tarım alet ve makine altyapısı yönünden güçlendirmek, gelir ve sosyal standartlarını geliştirmek, tarımsal faaliyetler için geliştirilen yeni teknolojilerin üreticiler tarafından kullanımını yaygınlaştırarak daha kaliteli ve pazar isteklerine uygun üretim yapılmasını sağlamak, zor koşullarda ve bedenen çalışan üreticilerin işlerini kolaylaştırmak, üretim maliyetlerini düşürerek uluslararası düzeyde rekabet edebilir bir düzeye getirmek amaçlanmıştır (Anonim, 2010). Teklif çağrısı usulü ile yürütülen ve %50 hibe desteği sağlanan projeler, kır ve kent ayrımı yapılmaksızın ülke genelinde uygulanmaktadır.

2007 yılında başlatılan Makine Ekipman Alımlarının Desteklenmesi Programı (MEADP) kapsamında 2014 yılına kadar 51 çeşit makine ekipmandan oluşan toplam 270.044 adet makine ekipman alımı desteklenmiş ve bu makine-ekipmanlara toplam 1.212.225.834 TL hibe desteği verilmiştir. MEADP kapsamında desteklenen makine ve ekipman sayısı İzmir ilinde 2803 adet, Kemalpaşa İlçesinde ise 245 adet olarak belirlenmiştir. Türkiye'de desteklenen makine ve ekipmanlar içerisinde toplam 45.808 adet proje ile ilk sırada el traktörü ve ekipmanlarının desteklendiği belirlenmiştir. İzmir ilinde 513 adet, Kemalpaşa ilçesinde ise 96 adet ile en çok desteklenen makine-ekipmanın pülverizatör olduğu belirlenmiştir (Doğan, 2016).

2014 yılı sonrası durum değerlendirildiğinde ise; "Makine Ekipman Alımlarının Desteklenmesi Programı" adı altında bir tebliğ yayınlanmadığı belirlenmiştir. Ancak Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programının alt dalı olan Ekonomik Yatırımların Desteklenmesi Programı proje alt başlıkları incelendiğinde

“Çiftlik Faaliyetlerinin Geliştirilmesine Yönelik Alt Yapı Sistemleri” başlığı altında çeşitli makine ve ekipmanların desteklendiği belirlenmiştir. Çiftlik faaliyetlerinin geliştirilmesine yönelik altyapı sistemleri başlığı altında listelenmiş makine-ekipmanlar maddeler halinde aşağıda gösterilmiştir:

i- Balıkçı barınaklarının modernizasyonu, balıkçı barınakları ile birlikte iç sularda, denizlerde ve havuzlarda yetiştiricilik yapan işletmeler için buzlama makinesi, balık nakil tankı (Balık nakil tankı üretimi ile orantılı olmalı), kafes ve kafes ağı, balık boylama makinası, balık pompası, tambur filtre, tekne üzerinde hidrolik yükleme ve boşaltma aparatı.

ii- Çiftlik gübresi depolama ve/veya işleme ve dağıtma sistemleri, çiftlik gübresi depolama ve/veya işleme tesisi olanlara çiftlik gübresi dağıtma sistemleri, ceviz hasat makinesi, silaj ve balya makinesi.

iii- Yayılcılar ve gezginci arıcılar için çekilir tip güneş paneli, çekilir tip karavan, yaylacılar için çadır ahır ve ağıl, gezginci arıcılar için bal süzme, sır alma, bal dinlendirme.

iv- Bitkisel üretime yönelik yüksek plastik tünel, meyve bahçelerinde don ve dolu zararını engellemeye yönelik sistemler, mantar yetiştiriciliğine yönelik sera, faal durumda olup yenilenebilir enerji kullanacak seraların modernizasyonu için ısıtma sistemi, ısı perdesi, PE sera örtüsü (nylon) hariç diğer sera örtü çeşitleri.

v- Tarımsal üretimle orantılı çiftlik içinde üretilen ürünlerin işlenmesine yönelik işleme tesisleri, soğuk hava deposu, soğuk oda, şoklama ünitesi, çelik silo,

vi- Hayvansal üretime yönelik en fazla 1000 adet kapasiteli taşınabilir kanatlı kümesi, süt soğutma tankları, süt sağım sistemleri, yem karma (sabit/hareketli), yem kırma/ezme, büyükbaş yemlik ve suluk küçükbaş yemlik ve suluk, hayvan padok sistemleri, üstü kapalı kaba yem deposu (Anonim, 2017)

2006-2018 yılları arasında Çiftlik Faaliyetlerinin Geliştirilmesine Yönelik Altyapı Sistemleri Projesi ile hibe almaya hak kazanan İzmir ilinde toplam 26 işletme, Kemalpaşa ilçesinde ise sadece 1 işletme olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2019a; Anonim, 2019b). Meyve bahçelerinde don ve dolu zararını engellemeye yönelik sistemlerin kurulması üreticilerin riskten korunma stratejilerinden bazılarıdır. Bu sistemlerin desteklenmesi üretimde verimlilik ve kalite artışının sağlanması bakımından oldukça önemlidir. Ayrıca üreticiler bu tip sistemleri kurarak tarım sigortası prim indirimlerinden de faydalanabilmektedirler. Bu kapsamda verilen hibe desteklerinin artırılarak devam ettirilmesi üretim, verim artışının yanında istihdam kapasitelerinin artışı, toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı açısından da son derece önemlidir.

Bu araştırmada; İzmir ili Kemalpaşa İlçesinde kiraz üretimi yapan işletmelerin KKYDP'nin alt programı olan Makine ve Ekipman Alımlarının Desteklenmesi Programından (MEADP) yararlanma durumlarının belirlenmesi ve bu yatırıma desteğinden yararlanma eğilimlerini etkileyen faktörlerin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışmanın ana materyalini, İzmir İli Kemalpaşa İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü Çiftçi Kayıt Sistemine (ÇKS) dahil olan kiraz üreticilerinden (KKYDP'den yararlanan ve KKYDP'den yararlanmayan) 2015 üretim dönemine ait anket yoluyla elde edilen veriler oluşturmaktadır. Yapılan ön çalışmada 2015 yılı itibarıyla ÇKS'ye kayıtlı kiraz işletmelerinin toplam sayısının 2400 olduğu belirlenmiştir. Ancak çalışmada tek bir ana kitle yerine KKYDP desteğinden yararlanan ve yararlanmayan işletmeler olarak iki ana kitle grubu üzerinden çalışma kapsamına girecek işletmeler belirlenmiştir. Kemalpaşa İlçesinde 2007-2014 yılları arası KKYDP Makine ve Ekipman desteklerinden yararlanan işletme sayısı 231'dir. Bu sayı KKYDP'den yararlanan işletmelerin ana kitlesini oluşturmaktadır. Bu işletmelerde anket yapılacak üreticilerin sayısının belirlenmesinde oransal örnek hacminde eşitlik 1 kullanılmıştır (Newbold, 1995).

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma_{px}^2 + p(1-p)} \quad (\text{Eş.1})$$

Eşitlikde;

n = Örnek hacmi; N = Toplam üretici sayısı ;p = Örneğe girecek üreticilerin oranı ve

σ^2_{px} = Oranın varyansıdır.

Güven aralığı %90 ve hata payı %10 kabul edilip, $p=0.50$, $(1-p)=0.50$ dikkate alınarak örneğe girecek işletme sayısı 65 işletme olarak belirlenmiştir. KKYDP' den yararlanmayan işletmelerin ana kitlesi ise 2169 olarak belirlenmiştir. Yine oransal örnek hacmi formülü kullanılarak örneğe girecek işletme 52 işletme olarak belirlenmiştir. Böylece anket uygulanan toplam işletme sayısı 117 olarak belirlenmiştir. Bu işletme sahiplerinden anket yoluyla elde edilen birincil veriler öncelikle bilgisayar ortamına aktarılmış, KKYDP'den yararlanan ve KKYDP'den yararlanmayan işletmeler olarak sınıflandırılmıştır. Çalışmanın genel sonuçlarının analizi için ortalama ve yüzde hesapları ile çapraz tablolar ve frekans dağılımlarından yararlanılmıştır. Temel tanımlayıcı istatistiklerin yanı sıra teknik ve ekonomik verilere ilişkin değişkenlerin grup karşılaştırmaları için normal dağılışa uygunluğu Kolmogrov-Simironov testi ile belirlendikten sonra normal dağılışı gösteren değişkenler için t testi yapılmıştır. Normal dağılışı göstermeyen değişkenler için ise, işletme büyüklük grupları arasındaki karşılaştırmada Kruskal-Wallis testi, KKYDP makine-ekipman desteklerinden yararlanan ve yararlanmayan gruplar arasındaki karşılaştırmada Mann Whitney-U testi gibi parametrik olmayan testlerden faydalanılmıştır. Çalışmanın son bölümünde kiraz işletmelerinde KKYDP' den yararlanma durumuna etki eden faktörleri belirlemek amacıyla 0-1 modeli olarak da adlandırılan Logit modeli kullanılmıştır.

Modelde bağımlı değişken iki değer alıyorsa, bağımlı değişkenler tercih belirtmekte ve bu tür modeller ikili tercih modelleri olarak belirtilmektedir. Bu durumda olayın varlığı için 1, yokluğu için 0 kullanılmaktadır. Logit modelin parametrelerini tahmin için Gretl programı kullanılmıştır. Bu modelde bağımlı değişken (kukla değişken) Y olarak sembolize edilmiş, KKYDP' den yararlanan=1 ve yararlanmayan=0 alınmıştır.

$$Y = \begin{cases} 0 & \text{KKYDP kapsamında MEADP 'den yararlanmayan işletmeler} \\ 1 & \text{KKYDP kapsamında MEADP 'den yararlanan işletmeler} \end{cases}$$

Bağımsız değişkenler olarak da kiraz üreticisinin yaşı, eğitim süresi, kiraz üretimindeki deneyim süresi, kiraz işletmesinin büyüklüğü, Kemalpaşa Kiraz Üreticileri Birliğine üye olup olmama durumu, kiraz yetiştiriciliğinde ihtisaslaşma durumu, brüt kar, net kar değişkenleri dikkate alınmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Araştırma kapsamındaki işletmelerin sosyo-ekonomik özellikleri

Araştırma kapsamında ele alınan işletmelerde üretici yaşı, eğitim durumu, ailedeki birey sayısı, tarımsal deneyim süresi ve kiraz üretimi deneyimi süresi Tablo 1'de verilmiştir. İncelenen işletmelerde I. grup ve II. grupta ortalama üretici yaşı sırasıyla; 55.21 ve 53.09 iken, genel ortalamaya göre üretici yaşı 54.27 yıldır. İşletme gruplarına göre kiraz üretiminde deneyim süresi incelendiğinde, I. grup işletmelerde 29,55 yıl, II. grup işletmelerde 29.27 yıl ve genel ortalama olarak 29.43 yıl olarak bulunmuştur. Her iki gruptaki üreticilerin deneyim sürelerinin birbirine yakın değerde olduğu görülmektedir. Mann-Whitney U testi sonuçlarına göre; gerek tarımsal üretimde deneyim süresi ortalamaları bakımından (*Mann-Whitney U = 1478,000, p=0,241*) gerekse kiraz üretiminde deneyim süresi ortalamaları bakımından (*Mann-Whitney U= 1601,000 p=0,615*) gruplar arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır.

İncelenen işletmelerde üretim desenine bakıldığında, işletmelerin genelinde kiraz alanlarının önemli bir paya sahip olduğu görülmektedir. İşletmelerin tüm üretim alanı içerisindeki kiraz üretim alanı payları KKYDP'den yararlanan işletmelerde %56.98, KKYDP'den yararlanmayan işletmelerde %59.32 olarak belirlenmiştir. KKYDP'den yararlanmayan işletmelerin kiraz üretiminde daha fazla uzmanlaşmış olduğu belirlenmiştir. Genel olarak bakıldığında incelenen işletmelerde üretim alanının %58'ini kiraz oluşturmaktadır. Gruplar bazında bakıldığında KKYDP'den yararlanan işletmeler %56.98'lik payla ortalama 18 dekar alanda, destekten yararlanmayan işletmelerin ise %59.32'lik payla ortalama yine yaklaşık 19 dekar alanda kiraz üretimi yaptığı saptanmıştır.

KKYDP alt programı MEADP'den yararlanan işletmelerde brüt kar 6053,40 TL/da iken, destekten yararlanmayan işletmelerde dekara 6654,98 TL' dir. Buna göre KKYDP' dan yararlanan işletmelerde net kar 4626,74 TL/da destekten yararlanmayan işletmelerde ise 5249,75 TL/da olarak belirlenmiştir. Destekten yararlanmayan işletmelerde brüt karın ve net karın daha yüksek belirlenmesinin nedeni, destekten yararlanmayan

işletmelerde ağaç başına verimin ve kiraz satış fiyatlarının destekten yararlanan işletmelere göre daha yüksek olması ve kiraz üretiminde daha fazla uzmanlaşmış olması ile açıklanabilmektedir.

Tablo 1. Kiraz üretimi yapan üreticilerin ve işletmelerin bazı özellikleri

Table 1. Some features of cherry producers and farms

Özellikler	İşletme Grupları		İşletmeler Ortalaması
	I.Grup KKYDP'den yararlanan	II.Grup KKYDP'den yararlanmayan	
Üreticinin Yaşı	55.21	53.09	54.27
Eğitim Durumu (Yıl)	7.26	7.01	7.13
Ailedeki Birey Sayısı	3.96	3.80	3.89
Tarımsal Deneyim Süresi	34.82	33.75	34.34
Kiraz Üretiminde Deneyim Süresi	29.55	29.27	29.43
Kiraz Arazisi Büyüklüğü(da)	17.91	18.96	18.38
Uzmanlaşma (İhtisaslaşma) Oranı (%)	56.98	59.32	58.06
Kiraz Üretim Dalında Brüt Kar (TL/da)	6053.4	6654.98	6354.19
Kiraz Üretim Dalında Net Kar (TL/da)	4626.74	5249.75	4938.24

3.2. Üreticinin örgütlenme durumu

Üreticilerin tarımsal girdi sağlama, teknik danışmanlık ve pazarlardaki risk ve belirsizlikleri azaltma konularındaki beklentilerini karşılamak üzere örgütlenmeye ihtiyaçları bulunmaktadır. Örgütlenme, üreticilere elde edilen tarımsal katma değerden daha fazla pay almaları, tarımsal girdilerin maliyetlerini azaltma, daha iyi ürün fiyatı sağlama, teknik bilgi edinmede kolaylık ve pazarlık gücü sağlama, ölçek ekonomisine ulaşma, ürün farklılaşması, fiyatların oluşumuna katkı sağlama gibi konularda değişik avantajlar sağlamaktadır. Gelişmiş ülkelerin ekonomik ve sosyal yaşamının gelişiminde özel sektör ve kamu sektörü yanında kooperatifçilik üçüncü sektör olarak ortaya çıkmış olup, ortakların belirli bir amaç için örgütlenmelerini sağlamada kullanılan en yaygın modeldir (Sayın ve Sayın 2004; Çıkın, 2016).

İncelenen işletmelerde her iki gruptaki üreticilerin tamamının (117 Üretici) Ziraat Odasına üye olduğu belirlenmiştir. KKYDP'den yararlanan üreticilerin %33.85'inin Kemalpaşa Kiraz Üreticileri Birliğine üye iken, yararlanmayan üreticilerin %80.77'sinin Kemalpaşa Kiraz Üreticileri Birliğine üye olduğu belirlenmiştir. Bunun dışında üreticilerin %12.82'sinin Tarım Kredi Kooperatiflerine ve %46.15'inin Sulama Kooperatiflerine de ortak oldukları da görülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. İncelenen işletmelerde üreticilerin örgütlenme durumları

Table 2. Cooperation status of producers in investigated farms

Ortaklık/Üyelik Durumu	KKYDP'den yararlanan		KKYDP'den yararlanmayan		Genel	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Ziraat Odası	65	100.00	52	100.00	117	100.00
Kemalpaşa KÜB	22	33.85	42	80.77	64	54.70
Tarım Kredi Koop.	8	12.31	7	13.46	15	12.82
Sulama Koop.	36	55.38	18	34.62	54	46.15

3.3. Kiraz işletmelerinde üreticilerin KKYDP kapsamındaki makine ekipman yatırım desteğinden yararlanma eğilimini etkileyen faktörler

Bu bölüm altında, kiraz üreticilerinin yatırım yapmaya istekli olup-olmama durumlarına diğer bir ifade ile KKYDP kapsamında makine ve ekipman yatırımı yapıp-yapmama durumlarına etki eden değişkenleri belirleyebilmek için logit modeli kullanılmıştır.

Modelde bağımlı değişken olarak KKYDP' den yararlanan veya KKYDP' den yararlanmayan üretici teması temel alınmıştır. Eğer KKYDP' den yararlanmışsa 1, yararlanmamışsa 0 kukla değişkeni kullanılmıştır.

Logit Modelin bağımsız değişkenleri olarak; kiraz üreticisinin yaşı, eğitim süresi, kiraz üretimindeki deneyim süresi, kiraz işletmesinin büyüklüğü, Kemalpaşa Kiraz Üreticileri Birliğine üye olup olmama durumu, kiraz yetiştiriciliğinde uzmanlaşma durumu, brüt kar ve net kar gibi değişkenler dikkate alınmıştır.

Modelin değerlendirilmesi aşamasında ilk olarak likelihood ratio test (Chi-square) değerinin sonucuna bakılmıştır. Modelde; $p \text{ değeri} = 0.0000 < 0.01$ olduğu için seçilmiş olan bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkeni açıklayabildiğini göstermektedir.

Tablo 3' de verilen modelin sonuçlarına göre, üreticilerin KKYDP' den yararlanma durumu üzerine, üretici yaşı, eğitim süresi, kiraz üretimindeki deneyim süresi, Kemalpaşa Kiraz Üreticileri Birliğine üye olup olmama durumu, kiraz yetiştiriciliğinde uzmanlaşma durumu, brüt kar gibi değişkenlerin etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan KKYDP kapsamında alet-makine yatırım desteğine yönelme üzerinde işletme büyüklüğü ve kiraz arazisi büyüklüğünün etkisinin olmadığı görülmektedir.

Tablo 3. KKYDP makine ekipman yatırımlarının desteklenmesi programı kapsamında verilen hibe desteğinden üreticilerin yararlanma eğilimini etkileyen faktörler (logit modeli sonuçları)

Table 3. Factors of effecting the investment utilization perceptions of the producers within RDISP Support Scheme for the Purchase of Agricultural Machines and Equipment (Logit Model Results)

Bağımlı Değişken: Üreticinin KKYDP' den Yararlanıp Yararlanmama Durumu Yararlanma (1), Yararlanmama (0)		
Bağımsız Değişkenler	Katsayı	Değişkenlerin Marjinal Etkileri
Sabit	1.26662***	
Üreticinin Yaşı	-0.119397***	0.0016***
Eğitim Seviyesi	1.17121*	0.0539*
Kiraz Üretiminde Uzmanlaşma	1.37847*	0.0548*
Brüt kar	1.02292**	0.0496**
Kiraz Üreticileri Birliğine Üyelik	2.15771***	0.0001***
Kiraz Yetiştiriciliği Deneyimi	0.18754***	0.0002***
İşletme Büyüklüğü	0.01201	0.4732
Kiraz Arazisi Büyüklüğü	-0.0390741	0.1829
LR Chi2(8) = 59,2496	Log Likelihood= -50.85055	R ² = 0.414331

(*,**,***sırasıyla 0.10, 0.05,0.01 istatistiki anlamlılığı göstermektedir.)

Üreticilerin KKYDP'den yararlanma isteği ile üreticilerin yaşı arasında negatif yönlü bir ilişki mevcuttur. Üreticilerin yaşı arttıkça destekten yararlanma eğilimleri azalış göstermektedir. Diğer bir ifade ile genç üreticilerin destekten yararlanma eğilimlerinin yüksek olduğu söylenebilir. Bu ilişki istatistik açıdan anlamlıdır.

KKYDP'den yararlanma isteği ile üreticilerin eğitim seviyesi arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Üreticinin eğitim seviyesi yükseldikçe destekten yararlanma eğilimleri artmaktadır. İncelenen işletmelerdeki genç üreticilerin eğitim seviyeleri orta yaş ve üzeri üreticilere oranla daha yüksektir. Bu da üreticinin yaşı arttıkça yararlanma eğiliminin azalış gösterdiği sonucunu desteklemektedir. Bu ilişki istatistik açıdan anlamlıdır.

KKYDP'den yararlanma isteği ile üreticilerin kiraz üretiminde ihtisaslaşma durumu arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Üreticilerin tarımda uzmanlaşma oranı arttıkça destekten yararlanma eğilimleri artış göstermektedir. Bu ilişki istatistik açıdan da anlamlıdır.

KKYDP'den yararlanma isteği ile üreticilerin elde ettikleri dekara brüt kar arasında pozitif yönlü bir ilişki mevcuttur. İşletmelerde dekara elde edilen brüt kar arttıkça, üreticilerin destekten yararlanma eğilimleri artış göstermektedir. Bu ilişki de istatistik açıdan anlamlıdır.

KKYDP'den yararlanma isteği ile üreticilerin Kiraz Üreticileri Birliğine üye olmaları arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Kiraz Üreticileri Birliğine Üye olan üreticilerin diğer üreticilere göre destekten yararlanma isteği daha fazladır. Bu ilişki istatistik açıdan anlamlı bulunmuştur.

KKYDP'den yararlanma isteği ile üreticilerin kiraz yetiştiriciliği deneyimleri arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Kiraz yetiştiriciliği konusunda deneyim süresi yükseldikçe destekten yararlanma isteği artmaktadır. Bu ilişki istatistik açıdan anlamlı bulunmuştur.

4. Sonuç

Bu çalışmada KKYDP kapsamında, İzmir ili Kemalpaşa ilçesinde uygulanmış olan Makine ve Ekipman Alımlarının Desteklenmesi Programından (MEADP) yöredeki kiraz üretimi yapan işletmelerin yararlanma eğilimleri belirlenmiş ve desteğin devamlılığı tartışılmıştır.

Çalışmada Logit Model Sonuçlarına göre; üreticilerin KKYDP'den yararlanma isteği ile üreticilerin yaşı arasında negatif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Üreticilerin yaşı arttıkça destekten yararlanma eğilimleri azalış göstermektedir. KKYDP'den yararlanma isteği ile üreticilerin eğitim düzeyi arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Üreticilerin eğitim düzeyi yükseldikçe destekten yararlanma eğilimleri de artmaktadır.

KKYDP'den yararlanma isteği ile kiraz üretimindeki deneyim süresi, Kemalpaşa Kiraz Üreticileri Birliğine üye olup olmama durumu, kiraz yetiştiriciliğinde uzmanlaşma durumu, brüt kar gibi değişkenlerin de pozitif etkisinin olduğu belirlenmiştir. Üreticilerin yaşı, eğitim seviyesi, kiraz üretiminde uzmanlaşma durumu, brüt kar, Kiraz Üreticileri Birliğine üye olup olmama durumu ve kiraz yetiştiriciliğindeki deneyiminin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. KKYDP'den yararlanan işletmelerin makine-ekipman alt yapısının güçlenmesiyle, iş yükünün azaldığı belirlenmiştir. 2015 yılı üretim döneminde üreticiler üretim maliyetlerinin azaldığını belirtmişlerdir.

2015 yılı ve sonrasında "*Makine Ekipman Alımlarının Desteklenmesi Programı*" adı altında bir tebliğ yayınlanmamış olup, ancak Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programının alt dalı olan Ekonomik Yatırımların Desteklenmesi Programı kapsamında "*Çiftlik Faaliyetlerinin Geliştirilmesine Yönelik Alt Yapı Sistemleri*" başlığı altında çeşitli makine ve ekipmanların desteklendiği belirlenmiştir.

Üreticinin uygun fiyata, teknolojisini ileri çeşitli makine ekipmana sahip olarak, kaliteli ürün elde etmesi, tarımsal üretimini ve gelirini artırması ve sektörün dinamik olabilmesi için bu programın devamlılığı son derece gereklidir. Ancak işletmeler için başvuru esnasında bürokratik engellerin ve istenen evrakların fazla olması sorun oluşturmaktadır. Proje ve teklif hazırlamada yardımcı olabilmek adına KKYDP projelerinde danışmanlık yapan işletmelerin danışmanlık ücretleri hibeden karşılanmalıdır. Bu öneriye alternatif olarak, Tarım ve Orman Bakanlığı İl ve İlçe Müdürlüklerinde proje hazırlanması konusunda ayrı bir birim kurularak işletmelere hizmet verilmesi ve bu konuda farkındalığın artırılması da son derece önemlidir.

Kaynakça

- Anonim, (2010). 18.03.2010 Tarih 27525 Sayılı Resmi Gazete. Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Tebliği.
- Anonim, (2017). Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı 12. Etap Tebliğ ve Uygulama Rehberi.
- Anonim, (2019a). İzmir İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Kırsal Kalkınma ve Örgütlenme Şube Müdürlüğü Verileri, İzmir.
- Anonim, (2019b). Kemalpaşa İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Kırsal Kalkınma ve Örgütlenme Şube Müdürlüğü Verileri, İzmir, Kemalpaşa.
- Asoğlu, V., (2015). *Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programından Faydalanan İşletmelerin Ekonomik Analizi: Şanlıurfa-Diyarbakır Örneği*, Doktora Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, 156s.
- Asoğlu, V., Kaya, K., Sevinç, M., Sevinç, G., Şit, M., (2016). Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programının (KKYDP) Dünyü Bugünü (2006-2015), XII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 25-27 Mayıs 2016, Isparta, s. 2089-2098
- Beycan, H., (2009). *Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı ve Bu Çerçevde Proje Uygulama Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya, 172s.
- Can, M., (2007). *AB Kırsal Kalkınma Programlarının Türkiye'nin Kırsal Kalkınması Açısından İncelenmesi- SAPARD ve IPARD Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, 155s.
- Çıkan, A., (2016). Bir Başkadır Kooperatifçilik, S.S. Tariş Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifleri Birliği, İzmir.
- Çobanoğlu, F., Cankurt, M., Tunaloğlu, R., Yılmaz, H. İ., Nalbantoğlu, A., (2017). Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programının Etkisinin Değerlendirilmesi: Bursa İli Örneği, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(01): 16-27, Tekirdağ.
- Çobanoğlu, F., Tunaloğlu, R., Yılmaz, H. İ., Bozkıran S., Nalbantoğlu, A., Yıldız, H., (2017a). Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programının Etkisinin Değerlendirilmesi: Konya İli Örneği, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 31(1):16-25, Konya.
- Demirbük, M., (2013). *Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programının Değerlendirilmesi Sivas İli Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, 99s.
- Doğan, B., (2016). *Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı Kapsamında Kiraz İşletmelerinin Yatırımlardan Yararlanma Düzeyi ve İşletmelerin Yatırım Eğilimlerinin Belirlenmesi: Kemalpaşa İlçesi Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 150 s.
- FAO, (2018). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Organizasyonu, (Erişim Tarihi: 1 Ekim 2020).
- Newbold, P., (1995), Statistics for Business and Economics, Prentice Hall International, New Jersey.
- Sayın, B. ve Sayın., (2004). Türkiye'de Tarımsal Üretici Örgütlenmesi, Avrupa Birliğine Uyum Hazırlıkları ve Tarımsal Üretici Birlikleri Kanunu. Türkiye VI. Tarım Ekonomisi Kongresi. 16-18 Eylül 2004. Tokat, 466-470s.
- Soysal, D., (2018). *Kirazda Yeni Terbiye Sistemleri Üzerine Araştırmalar*, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Trade Map. (2019). Trade Statistics for International Business Development, <http://www.trademap.org>, (Erişim Tarihi: 6 Eylül 2020).
- TUİK, (2019). Tarım İstatistikleri Verileri, Ankara, (Erişim Tarihi: 1 Ekim 2020).

Comparison of Aroma Compounds and Pomological Characteristics of The Fruits of 'cv. Mondial Gala' and Local Apple Genotype 'Gelin' Cultivated in Çanakkale, Turkey

Çanakkale, Türkiye'de Yetiştirilen 'Gelin' Yerel Elma Genotipi ve 'cv. Mondial Gala' Meyvelerinin Pomolojik Özellikleri ile Uçucu Bileşiklerinin Karşılaştırılması


Mehmet Ali GÜNDOĞDU^{1*}, Engin GÜR², Murat ŞEKER³


Abstract

Volatiles directly affect the sensorial quality of fresh fruits and therefore consumer preferences. The types and concentrations of volatile compounds show great variability in different apple types and varieties. In this experiment some pomological characteristics and aroma potential of local apple genotype called 'Gelin' or 'Yazlık Elma' and commercial standard apple cultivar 'Mondial Gala' were evaluated. Fruit length and diameter (mm), fruit weight (g), soluble solid content (% Brix), pH, titratable acidity (malic acid ml 100 ml⁻¹), skin and flesh color (L, hue, chroma) were investigated within scope of pomological characteristics. The identification of volatile constituents was performed by Gas Chromatography/Mass Spectrometer (GC/MS) instrument by liquid-liquid extraction using diethyl ether solvent. The amount of the aroma volatile determined with a gas chromatograph-mass spectrometer (Shimadzu® QP2010 GC/MS) fitted with a DB-WAX column (30 m x 0.25 mm ID, 0.25 µm film thickness; J & W, USA). According to the obtained results, 23 volatile constituents including 9 aldehydes (45.56%), 7 esters (46.78%), 6 alcohols (6.85%), and 1 other compound (0.81%), were detected in 'Gelin' genotype; 20 volatile constituents including 6 esters (56.08%), 7 aldehydes (34.76%), 6 alcohols (8.13%) and 1 other compound (1.03%), were detected in 'Mondial Gala' cultivar. Aldehydes and esters are main volatiles to fruity and floral aroma especially for apples. Especially, E-2-Hexenal and acetaldehyde for aldehydes and butyl acetate and hexyl acetate for esters are the main volatile compounds detected for the fruits studied. The high contents of these compounds that give pleasant flavor and aroma in fruits play very important part in the preference of fruits by consumers. In addition, the 'Gelin' genotype population can represent a novel source of breeding materials for improvement of aroma characteristics of standard cultivars.

Keywords: *Malus communis* L., Aroma compounds, Ecotype, Gala cultivar, Flavor

^{1*}**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Çanakkale. E-mail: magundogdu@comu.edu.tr  OrcID: 0000-0002-5802-5505

²Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Çanakkale. E-mail: engingur@comu.edu.tr  OrcID: 0000-0002-4668-1206.

³Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Çanakkale. E-mail: mseker@comu.edu.tr  OrcID: 0000-0002-6886-0547.

Atıf/Citation: Gundogdu M.A., Gur E., Seker M. Comparison of Aroma Compounds and Pomological Characteristics of The Fruits of 'cv. Mondial Gala' and Local Apple Genotype 'Gelin' Cultivated in Çanakkale, Turkey. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 10-20.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2021

Özet

Aroma bileşenleri, taze meyvelerin duyu kalitesini ve böylelikle müşteri tercihlerini direk etkilemektedir. Ülkemizin farklı ekolojik koşullarında elmalarda uçucu bileşiklerin türü ve konsantrasyonları bakımından büyük varyasyonlar görülmektedir. Bu çalışmada ‘Gelin’ veya ‘Yazlık Elma’ olarak bilinen yerel elma genotipi ile ticari olarak yetiştirilen ‘Mondial Gala’ standart elma çeşidinin aroma potansiyeli ve bazı pomolojik özellikleri değerlendirilmiştir. Pomolojik özellikler kapsamında meyve eni ve boyu (mm), meyve ağırlığı (g), suda çözünen kuru madde miktarı (% Brix), pH, titre edilebilir asitlik (malik asit ml 100 ml-1), meyve kabuk ve et rengi (L, hue, chroma) incelenmiştir. Uçucu bileşenlerin tanımlanması ise gaz kromatografisi kütle spektrometresi cihazı ile dietil eter çözgeni kullanılarak sıvı-sıvı ekstraksiyonuyla gerçekleştirilmiştir. Aroma bileşenlerinin miktarlarının belirlenmesinde Gaz kromatografisi kütle spektrometresi cihazında takılı DB-WAX kolonu (30m x 0.25 mm iç çapı x 0.25 µm film kalınlığı) kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; Gelin genotipinde tespit edilen 23 aroma bileşeninin 9’u aldehit (%45.56), 7’si ester (%46.78), 6’sı alkol (%6.85) ve 1’i (%0.81) diğer bileşendir. Mondial Gala çeşidinde ise 6’sı ester (%56.08), 7’si aldehit (%34.76), 6’sı alkol (%8.13) ve 1’i (%1.03) diğer bileşen olmak üzere 20 adet aroma bileşeni saptanmıştır. Elmalar için özellikle meyvemsi ve çiçeksi kokuyu oluşturan esas bileşenler aldehit ve esterlerdir. Özellikle aldehitler için E-2-Hekzenal ve asetaldehit, esterler için bütil asetat ve heksil asetat incelenen meyvelerde tespit edilen başlıca uçucu bileşiklerdir. Meyvelere hoş koku ve tat veren bu bileşenlerin yüksek oranlarda bulunması tüketicilerin meyve tercihlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte, ‘Gelin’ genotipi popülasyonları, standart çeşitlerin aroma özelliklerinin iyileştirilmesi için yeni ıslah materyalleri kaynağını da oluşturabilir.

Anahtar Kelimeler: *Malus communis* L., Aroma bileşenleri, Ekotip, Gala çeşidi, Lezzet

1. Introduction

Turkey has a wide production potential both because it is the homeland of the apple and because there are many regions suitable for apple cultivation. It is observed that the number of trees and the production increase year by year. Çanakkale is a province where the cultivation of the horticulture products is extremely important and has a orcharding culture that goes back to ancient times. The amount of annual apple production in Çanakkale province is 105.295 tons and 'Golden Delicious', 'Starking Delicious' and 'Granny Smith' are the most produced varieties, in addition to 'Gala', 'Fuji', 'Summer Red' and 'Jersey Mac' varieties are followed, respectively (Kaynaş et al., 2009; Anonymous, 2020).

Gala cultivar was bred in the 1939 as 'Kidd's Orange Red' x 'Golden Delicious' hybrids. 'Mondial Gala'® is a limb mutation of Gala in New Zealand. Fruits of 'Mondial Gala' are firm, juicy and have unique sweet, tangy flavour (Echeverria et al., 2008). Fruits have a peel of red top color on a yellow background and mature on from mid-July to late-August.

In Turkey, which has a huge fruit culture, the evaluations of the local genotypes (ecotypes) are revealed with the pomological studies carried out. Since our country is the homeland of apple and has been cultivated for hundreds of years, our local genotypes are too many to be clearly defined. However, in recent years, the studies carried out in the context of the importance of local genetic materials have increased awareness on this issue. Collection, protection and improvement of apple genetic resources are fundamental for improving of new promising apple genotypes with enhanced desirable qualities and protection of unique genetic traits available in ecotypes.

Either name similarity or name complexity is frequently encountered in ecotypes. Although 'Gelin' apple genotype is cultivated as ecotype in many different regions of Turkey, the colours of ripe fruits can be red in some regions and in some regions it can be green (Coskun and Askin, 2016; Dumanoglu et al., 2018).

Production of aroma volatile compounds is an important factor determining quality of fruit produce and is directly influenced by fruit maturity. Flavor is one of the most important factor of fruit quality, especially apple. The formation of flavor and aroma components in fruits is a dynamic process. Aroma substances are incessantly synthesized and developed during fruit ripening. Volatile compositions of fruits change qualitatively and quantitatively (Gundogdu, 2018).

Recently, improvement of the phytochemical composition has gained importance for the breeders in the development of genotypes with superior properties (Mertoglu and Evrenosoglu, 2019). According to Mertoglu and Evrenosoglu (2019), in this context, recently studies are conducted primarily on the determination of the phytochemical contents of the existing genetic resources. (Zhang et al., 2018; Oszmianski et al., 2018; Polat et al., 2018; Gundogdu et al., 2018; Acero et al., 2019). Parents, who have superior qualifications in terms of desired characteristics, are developed in classical and modern breeding methods and new genotypes are developed (Cevallos-Casals et al., 2006; Ramirez-Ambrosi et al., 2015; Yazici and Sahin, 2016; Sahoo et al., 2017).

Aromatic compound analysis plays an important role in the process of quality apple breeding. The aroma of a fruit is the result of a complex mixture of esters, alcohols, aldehydes, terpenoid compounds, etc. The concentration of volatile compounds and their types show great changeability in apple under different ecological conditions of Turkey (Duran, 2013).

In this experiment some pomological characteristics and aroma potential of fruits of local apple genotype named 'Gelin' or 'Yazlik Elma' and standard apple cultivar 'Mondial Gala' were evaluated.

2. Materials and Methods

Six years old 'Mondial Gala' and 'Gelin' (Yazlik) apple trees on MM106 rootstock which grown in same commercial orchard in Çanakkale-Turkey, were used as the plant materials for this study in 2013 year. The trees were randomly selected from trees showing optimum general characteristics of the apple cultivar.

The fruits were harvested carefully by hand. Starch contents of apples were determined by standard procedures

using a starch index (Generic Starch Iodine Index Chart for Apples). When the average starch index reached 5, at the end of July and beginning of August, the fruits were picked up for the experiment (Karaçalı, 2006; Sakaldaş, 2013). These analyses were carried out with 5 repeats and every repeat had 4 fruits.

Some pomological characteristics determined on harvested fruit samples were:

Fruit diameter (mm) and fruit length (mm) were measured by digital caliper on 4 apples for each repeats.

Fruit weight (g) was determined by digital balance on 4 apples for each repeats.

Soluble solids contents (SSC %brix) were measured by using digital refractometer Atago PAL⁻¹ (Atago, Tokyo, Japan) on one reading for each repeats (mixed of 4 fruits) (Karaçalı, 2006; Kaynaş et al., 2012).

Fruit skin colours were assessed using Minolta colorimeter CR 400 (Minolta, Osaka, Japan) on blushed side of 4 apples for each repeats and Lightness (L), Hue and Chroma values were determined (Kaynaş et al., 2012).

Malic acid content (titratable acidity) was evaluated by one reading for each repeats (mixed of 4 fruits) using titration method and expressed as mL 100 mL⁻¹ (Karaçalı, 2006; Kaynaş et al., 2012).

After the pomological analyses were completed, the extractions for determine the volatile components were carried out.

The aroma volatile contents of the apples were determined by GC/MS analysis followed by liquid-liquid extraction. Diethyl ether solvent is widely used for liquid-liquid extraction of aroma volatiles in fruits, vegetables and spices. Furthermore, most of the volatile components reported earlier in apples are readily soluble/miscible in the diethyl ether (Young et al., 1996; Lopez et al., 1998; Duran, 2013; Ekinici et al., 2016-a).

Each extraction contained four replications and each replication contained 100 g apple pulp with puree obtained by using a homogenizer. Thereafter, 100 mL diethyl-ether solvent was added into the Erlen flask with 100 g apple pulp with puree. After solvent treatment, the extracts were concentrated to 1 mL with concentrator and centrifuge. Then the solvent was injected to GC/MS for volatile compounds (Ekinici et al., 2016-a).

The amount of the aroma volatile determined with a gas chromatograph-mass spectrometer (Shimadzu® QP2010 GC/MS) fitted with a DB-WAX column (30 m x 0.25 mm ID, 0.25 µm film thickness; J & W, USA). Identification of volatile content was carried out by mass spectrometry using a mass spectrometer set at 250 °C of capillary direct interface temperature, the ionization energy of the mass spectrometer was programmed for 70 eV. Also the ion source temperature was set at 250 °C and 40-350 amu of mass interval and 666 amu s⁻¹ scan rate. WILEY and NIST libraries were used for identification of compounds. One microliter samples were injected in 1:50 split ratio (with 220 °C injection temperature) by an auto injector. Firstly, the column temperature was set at 40 °C for 4 min. After the column reached at 280 °C by 10 °C min⁻¹ and held for 10 min.

The pomological characteristics of two genotypes were designed as complete randomised factorial designs. Four apple fruits for each repeat and five repeats were used in each genotype. Both pH of fruit juice, soluble solid content and malic acid measurements were done from mixed of four fruits at each repeat. For statistical analysis the means of five measurements were taken. Four replicates were used in each genotype for identification of volatile compounds. Data's were statistically analysed and expressed using T-test (p<0,05) by the software 'SAS ver. 9' (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

3. Results and Discussion

Some pomological characteristics of cv. 'Mondial Gala' and 'Gelin' apple genotype are shown in Table 1.

According to results, fruits of 'Mondial Gala' cultivar are wider, longer and heavier than fruits of 'Gelin' genotype. It was determined that the fruits of cv. 'Mondial Gala' and 'Gelin' genotype were 70.49-47.60 mm diameter and 64.39-41.44 mm length, respectively. In addition, cv. 'Mondial Gala' had approximately 3 times heavier fruit weight than 'Gelin' genotype (156.59 g and 52.67 g).

Table 1. Some Pomological Characteristics of fruits of cv. 'Mondial Gala' and 'Gelin' genotype on commercial harvest date

Pomological Parameters	'Gelin' Genotype	cv. 'Mondial Gala'	LSD**
Fruit Diameter (mm)	47.60 ± 1.17 b*	70.49 ± 1.08 a	1.6443
Fruit Length (mm)	41.44 ± 1.33 b	64.39 ± 1.02 a	1.7243
Fruit Weight (g)	52.67 ± 11.89 b	156.59 ± 5.42 a	13.478
Lightness of peel (L)	62.78 ± 1.24	61.50 ± 1.72	NS
Hue color angle of peel	90.67 ± 1.15 a	52.85 ± 1.92 b	2.309
Chroma of peel	37.51 ± 2.16 b	41.96 ± 1.96 a	3.0041
Lightness of flesh (L)	63.71 ± 1.65 b	74.68 ± 2.16 a	2.8053
Hue color angle of flesh	97.01 ± 1.54 a	93.80 ± 1.71 b	2.3714
Chroma of flesh	16.56 ± 1.87 b	31.62 ± 2.37 a	3.1176
pH of fruit juice	3.60 ± 0.18	3.79 ± 0.19	NS
Soluble Solid Content (%)	12.35 ± 0.54	12.86 ± 0.22	NS
Malic acid (mL 100 mL⁻¹)	1.25 ± 0.06	1.33 ± 0.05	NS

*Data are the means of 5 replicates with standard deviation. Values followed by different letters are significantly different on at $p \leq 0.05$

Yaşasın et al. (2006) determined fruit diameter, fruit length and fruit weight of 'Mondial Gala' cultivar in Yalova ecological conditions 70.4 mm, 63.1 mm and 160.1 g. Iglesias and Alegre (2009) detected fruit weights of cv. 'Mondial Gala' which was grafted on M9 rootstock in 2000, 2001 and 2002 years in Lleida-Spain ecological conditions, 166.7 g, 158.5 g, 138.7 g, respectively. Bozbuga and Pirlak (2012) explained fruit diameter, fruit length and fruit weight of 14-years old 'Mondial Gala' grafted on M9 rootstock in Niğde ecological conditions 72.2-70.5 mm, 60.1-57.6 mm and 152.0-149.6 g in 2006 and 2007, respectively. Öztürk et al. (2015) determined fruit width, length and weight of fruits of cv. 'Mondial Gala' as 74.02 mm, 67.99 mm and 186.9 g, respectively, on Black Sea (Ordu province) ecological conditions in Turkey.

Fruits of cv. 'Mondial Gala' were determined redder and dense peel color than 'Gelin' apple genotype, because of lower hue (52.85 and 90.67, respectively) and higher chroma values (41.96 and 37.51, respectively), However, there was not a statistically significant difference on lightness of peel between cv. 'Mondial Gala' and 'Gelin' genotype fruits (61.50 and 62.78). 'Gelin' apple genotype had more yellowish green peel on commercial harvest date.

Although, fruits of cv. 'Mondial Gala' had brighter (74.68 and 63.71, respectively) and dense (31.62 and 16.56, respectively) than 'Gelin' genotype; fruits of 'Gelin' genotype had more greenish fruit flesh (93.80 and 97.01, respectively).

Echeverria et al. (2008) explained hue color of light exposed side of peel as 52.33 on commercial harvest dates of cv. 'Mondial Gala'. Iglesias and Alegre (2009) detected lightness (46.3, 52.2 and 55.1), hue color of peel (31.8, 44.6 and 43.5) on commercial harvest dates of cv. 'Mondial Gala' on 2000, 2001 and 2002 years. Öztürk et al. (2015) determined lightness, hue color and chroma values of fruits of cv. 'Mondial Gala' as 42.54, 31.39 and 43.48, respectively, on Black Sea (Ordu province) ecological conditions in Turkey.

The absence of a statistically significant difference in pH of fruit juice (3.79 and 3.60), soluble solid content (SSC, 12.86% and 12.35%) and malic acid contents (TA 1.33 mL 100 mL⁻¹ and 1.25 mL 100 mL⁻¹) confirms that the approximation of the harvest dates and starch tests of the two genotypes.

Yaşasın et al. (2006) determined that SSC of cv. 'Mondial Gala' as 12.7%. Iglesias and Alegre (2009) detected SSC and TA of cv. 'Mondial Gala' in 2000, 2001 and 2002 years on Lleida ecological conditions, 12.4%, 11.7%, 11.4% and 2.8 mL 100 mL⁻¹, 2.9 mL 100 mL⁻¹, 3.4 mL 100 mL⁻¹, respectively. Bozbuga and Pirlak (2012) explained SSC of fruits of cv. 'Mondial Gala' as 12.5 %. Öztürk et al. (2015) determined 11.25 % SSC and 3.81 pH of cv. 'Mondial Gala' in Black Sea ecological conditions.

According to the obtained results, 23 volatile constituents including 9 aldehydes (48.56%), 7 esters (43.78%), 6 alcohols (6.85%), and 1 other compound (0.81%), were detected in 'Gelin' genotype; 20 volatile constituents; including 6 esters (56.08%), 7 aldehydes (34.76%), 6 alcohols (8.13%) and 1 other compound (1.03%), were detected in 'Mondial Gala' cultivar (Table 2).

Generally, the most important volatile compounds on 'Gelin' genotype and cv. 'Mondial Gala' fruits were E-2-hexenal, acetaldehyde and hexanal, from the aldehydes; butyl acetate, hexyl acetate and 2-methylbutyl acetate from the esters, butanol and hexanol from the alcohols, α -farnesene from the other compound (Figure 1.). The active volatile components differed according to the genotypes. Especially the esters in cv. 'Mondial Gala' and the aldehydes in 'Gelin' genotype were found higher ratio. A preliminary study presented by Gur and Gundogdu (2017) on aroma compounds of mondial Gala and Gelin apples.

According to many researchers ester compounds are the most important compounds that are contribute to the aroma of ripe apples (Dimick et al., 1983; Rowan et al., 1996; Rowan et al., 1999; Dixon and Hewett, 2010; Vallat et al., 2005; Mattheis et al., 2005; Espino-Diaz et al., 2016). Esters form a significant part of the volatile components both of cv. 'Mondial Gala' (56.08%) and 'Gelin' genotype (43.78%). According to analyzes, although 7 identified ester compounds were quantified in 'Gelin' genotype and 6 aldehydes were identified in cv. 'Mondial Gala'. Butyl acetate (13.67% in 'Gelin' genotype and 16.06% in cv. 'Mondial Gala'), hexyl acetate (11.96% and 15.13%, respectively) and 2-methylbutyl acetate (8.82% and 11.21%, respectively) compounds were identified as the most important ester compounds in fruits of both genotypes. Pentyl acetate (5.25% and 6.46%, respectively), hexyl butanoate (1.09% and 4.49%, respectively) and butyl butanoate (2.02% and 2.73%, respectively) compounds were other identified ester compounds in 'Gelin' genotype and cv. 'Mondial Gala'. In addition to these compounds, butyl 2-methyl butanoate (0.97%) were detected only in fruits of 'Gelin' genotype. In the previous studies, it was stated that butyl acetate was the main ester compound in Golden Delicious, Royal Gala and 'Mondial Gala' apples (Song and Bangerth 1996; Young et al., 1996; Lara et al., 2007; Echeverria et al., 2008; Salas et al., 2011). Espino-Diaz et al., (2016) were described butyl acetate as red apple and banana flavor; hexyl acetate as red apple and pear flavor and 2-methylbutyl acetate as apple and fruit flavor. According to De Pooter et al (1983), 'Golden Delicious' apples treated with hexanal and hexanoic acid vapors had increased hexyl, butyl, and ethyl esters (Dixon and Hewett, 2010). Researchers explained that volatiles in fruits are formed via the β -oxidation biosynthetic pathway, whereas when fruit tissue is damaged, volatiles are formed via the lipoxygenase pathway. Because acetyl-CoA that produced in β -oxidation is the most common CoA in apple fruits, most identified esters are acetate esters (Dixon and Hewett, 2010; Espino-Diaz, 2016). However, yellow-skinned apple varieties have been reported to produce mainly acetate esters and red-skinned varieties mostly butanoate esters; butyric acid is rapidly transformed by β -oxidation into acetic acid, forming acetate esters (Paillard 1979).

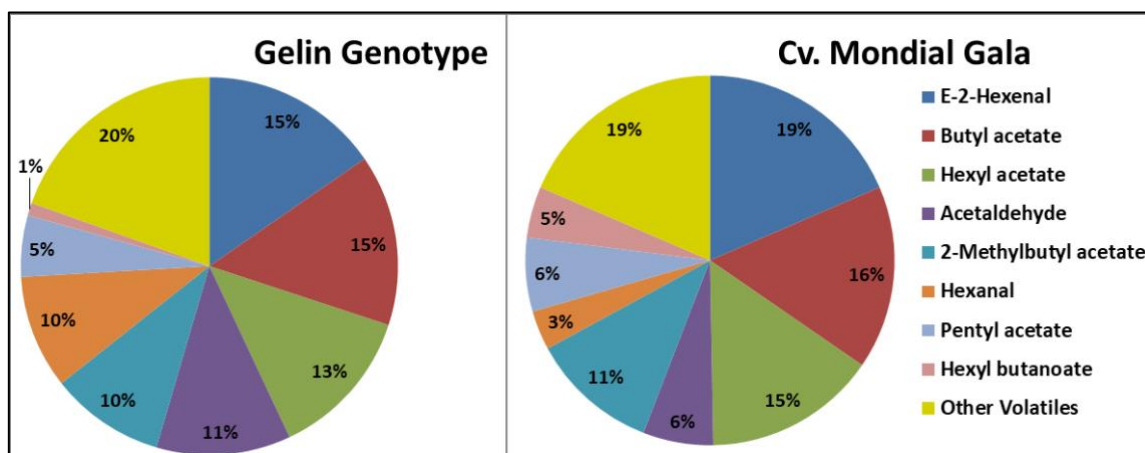


Figure 1. Major volatile compounds of fruits of 'Gelin' genotype and cv. 'Mondial Gala'

According to Paillard (1979); contributing to apple aroma additionally, aldehydes were intermediate compounds between fatty acids and alcohols. Aldehydes form a significant part of the volatile components both of 'Gelin' genotype (45.56%) and cv. 'Mondial Gala' (34.76%). According to analyzes, although 9 identified aldehyde compounds were quantified in 'Gelin' genotype and 7 aldehydes were identified in cv. 'Mondial Gala'. Among these compounds, E-2-hexenal (15.38% in type 'Gelin' and 18.53% in cv. 'Mondial Gala') was found to be the highest aldehyde component in fruits of both genotypes. Secondary and tertiary importance aldehyde components were determined as acetaldehyde (11.52% in type 'Gelin' and 6.16% in cv. 'Mondial Gala') and hexanal (9.74% in type 'Gelin' and 3.44% in cv.

'Mondial Gala') compounds. Butanal (2.08% and 2.10%, respectively), propanal (1.51% and 2.23%, respectively), 2-methyl propanal (1.89% and 1.41%, respectively) and pentanal (0.71% and 0.89%, respectively) compounds were other identified aldehyde compounds in 'Gelin' genotype and cv. 'Mondial Gala'. Furthermore, nonanal and 2-methyl-2-butenal aldehyde compounds were detected only in 'Gelin' genotype. Rizzolo et al (1989) were described acetaldehyde and E-2-hexenal compounds as green and sharp perception and hexanal compound as green, sharp and earthy perception in cv. Golden Delicious. Aldehydes, not only derive from the catabolism of fatty acids, but they can also derive from branched-chain amino acids such as valine, leucine and isoleucine (De Pooter et al, 1986; Rowan et al., 1996; Rowan et al., 1999; Liu et al., 2008).

Table 2. Volatile Contents of fruits of cv. 'Mondial Gala' and 'Gelin' genotype on commercial harvest date*

	COMPOUNDS	'Gelin' Genotype	Cv. 'Mondial Gala'	LSD
Aldehydes	E-2-Hexenal	15.38 ± 0.22 b**	18.53 ± 0.17 a	0.45
	Acetaldehyde	11.52 ± 0.11 a	6.16 ± 0.06 b	0.20
	Hexanal	9.74 ± 0.09 a	3.44 ± 0.11 b	0.23
	Propanal	1.51 ± 0.11	2.23 ± 0.12	0.26
	Butanal	2.08 ± 0.08	2.10 ± 0.10	N.S.
	2-Methyl Propanal	1.89 ± 0.14 a	1.41 ± 0.09 b	0.27
	Pentanal	0.71 ± 0.09	0.89 ± 0.11	N.S.
	Nonanal	0.96 ± 0.09	N.D.	-
	2-Methyl-2-Butenal	1.77 ± 0.23	N.D.	-
	TOTAL ALDEHYDES	45.56 ± 0.32 A	34.76 ± 0.36 B	0.77
Esters	Butyl acetate	14.67 ± 0.14 b	16.06 ± 0.14 a	0.32
	Hexyl acetate	12.96 ± 0.27 b	15.13 ± 0.13 a	0.48
	2-Methylbutyl acetate	9.82 ± 0.12 b	11.21 ± 0.11 a	0.26
	Pentyl acetate	5.25 ± 0.16 b	6.46 ± 0.20 a	0.41
	Hexyl butanoate	1.09 ± 0.09 b	4.49 ± 0.13 a	0.25
	Butyl butanoate	2.02 ± 0.09 b	2.73 ± 0.12 a	0.24
	Butyl 2-methyl butanoate	0.97 ± 0.08	N.D.	-
	TOTAL ESTERS	46.78 ± 0.77 B	56.08 ± 0.09 A	1.24
Alcohols	Butanol	1.89 ± 0.11 a	1.49 ± 0.11 b	0.24
	Hexanol	1.51 ± 0.12 b	1.96 ± 0.14 a	0.26
	2-Methyl Butanol	1.13 ± 0.13 b	1.66 ± 0.09 a	0.25
	Propanol	0.91 ± 0.09	0.92 ± 0.08	N.S.
	E-2-Hexanol	0.87 ± 0.08	N.D.	-
	Ethanol	0.54 ± 0.06 b	0.96 ± 0.06 a	0.14
	Pentanol	N.D.	1.14 ± 0.09	-
	TOTAL ALCOHOLS	6.85 ± 0.33 B	8.13 ± 0.45 A	0.89
Other	α-Farnesene	0.81 ± 0.09 b	1.03 ± 0.08 a	0.19
	TOTAL OTHER	0.81 ± 0.09 B	1.03 ± 0.08 A	0.19

*Percentages obtained by GC/MS peak area normalization

**Data are the means of 4 replicates with standard deviation. Values followed by different letters are significantly different on at $P \leq 0.05$.

According to Dimick et al. (1983), 25 aldehyde compounds, mostly hexanal, E-2-hexenal and butanal, were identified in apples (Espino-Diaz et al., 2016). Aldehyde compounds are copious in early maturation stages on apples; but the content of some aldehydes becomes almost imperceptible on over-ripening stages of apples, while some aldehyde compounds such as acetaldehyde etc. were increasing (Vallat et al., 2005; Mattheis et al., 2005; Espino-Diaz et al., 2016).

Alcohols are formed by the reduction of corresponding aldehydes, by the action of the enzyme alcohol dehydrogenase and also linear alcohols are obtained from the fatty acid catabolism, whereas branched-chain alcohols are consisted of the metabolism of branched amino acids (Espino-Diaz, 2016). Alcohols are the second significant

volatile components that understanding the maturity of apples after esters. It was detected 6.85% alcohols in fruits of 'Gelin' genotype, furthermore 8.13% alcohols in cv. 'Mondial Gala'.

According to analyzes, 6 identified alcohol compounds were quantified in both genotypes. Butanol (1.89% in 'Gelin' genotype and 1.49% in cv. 'Mondial Gala') and Hexanol (1.51% and 1.96%, respectively) compounds were identified as the most important ester compounds in fruits of both genotypes. 2-methyl butanol (1.13% and 0.66%, respectively), propanol (0.91% and 1.92%, respectively) and ethanol (0.54% and 0.96%, respectively) compounds were other identified ester compounds in fruits of both genotypes. In addition to these compounds, E-2-hexanol (0.87%) was detected only in 'Gelin' genotype and also pentanol (1.14%) was detected in cv. 'Mondial Gala'. Espino-Diaz et al., (2016) were described butanol as harsh fusel or banana flavor; hexanol as sweet alcohol and 2-methyl butanol as pleasant flavor; though propanol as alcoholic-nauseating and ethanol as mild and wine or whisky flavors were described as unpleasant flavors. According to Dixon and Hewett (2010), the alcohol acyltransferase enzymes are transferred an acyl group from acetyl CoA to the hydroxide group of an alcohol to form an ester in the last stage of synthesis of volatiles. This reaction happens not only in fatty acid but also amino acid catabolism.

Terpenes are one of the main volatile components from the isoprenoid family in fruits of apples. According to Rupasinghe et al. (1998), the acyclic branched sesquiterpene α -farnesene, synthesized predominantly in epidermal and hypodermal cell layers of the fruit, is the most associated with ripe apple fruit (Espino-Diaz et al., 2016). α -Farnesene that is responsible for the characteristic green apple odour, is primarily synthesized in peel of apple (Kondo et al., 2005). According to the analysis, it was detected 0.81% α -farnesene in fruits of 'Gelin' genotype, furthermore 1.03% α -farnesene in cv. 'Mondial Gala'. α -Farnesene is an unstable aromatic compound of the sesquiterpene that can be oxidized in existence of the oxygen. α -Farnesene oxidation by air forms compounds that are damaging to the fruit in scald progress (Ju and Bramlage, 1999; Anonymous, 2019). α -Farnesene concentrations of apples are lower level in beginning of the ripening. However, they increase during maturation due to rising concentrations of ethylene (Barden and Bramlage, 1994). It usually takes about 3 months for a little decrease in α -farnesene accumulation to occur and at least 3 months for storage scald (Ekinici et al., 2016-b).

4. Conclusions

In this research, it was characterized pomological characteristics and volatile constituents of the local apple genotype called 'Gelin' or 'Yazlik' cultivated only in Canakkale and compared with 'Mondial Gala' commercial standard apple cultivar.

The fruit characteristics of the 'Gelin' genotype were different from 'Mondial Gala'. 'Gelin' genotype has smaller fruit size and yellowish green peel color is less attractive than cv. 'Mondial Gala'. However, flavor composition of the 'Gelin' genotype may have novel potential for *Malus* genus.

Our results demonstrated that 'Gelin' apple genotype contained much more volatile compounds. Also 'Gelin' genotype had much more aldehyde constituents compared to cv. 'Mondial Gala' especially for E-2-hexenal, acetaldehyde, hexanal and 2-methyl propanal compounds. Although cv. 'Mondial Gala' contained more ester ratio, 'Gelin' genotype contained more ester components. It was also found that the distribution of aroma components was more balanced especially aldehyde:ester:alcohol ratio.

These results reflect the difference between 'Gelin' genotype and cv. 'Mondial Gala'. Aldehydes and esters are main volatiles to fruity and floral aroma especially for apples. High contents of these compounds give pleasant flavor for consumers. Furthermore, presence of undesirable alcohol compounds is higher in the cv. 'Mondial Gala'.

This novel local type called 'Gelin', that described its pomological properties and volatile constituents, is not a standard apple cultivar. In addition, the 'Gelin' genotype population can represent a novel source of breeding materials for improvement of aroma characteristics of standard cultivars.

References

- Aceró, N., Gradillas, A., Beltrán, M., García, A., Mingarro, D.M. (2019). Comparison of Phenolic Compounds Profile and Antioxidant Properties of Different Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) Varieties. *Food chemistry*, 279: 260-271.
- Anonymous (2019). Wikipedia, Farnesene. (Accessed to web: 31.03.2019).
- Anonymous (2020). Turkish Statistical Institute, Crop Production Statistics. (Accessed to web: 28.01.2020).
- Barden, C.L., Bramlage, W.J. (1994). Relationships of antioxidants in apple peel to changes in α -farnesene and conjugated trienes during storage, and to superficial scald development after storage. *Postharvest Biology and Technology*, 4: 23-33.
- Bozbuga, F. and Pirlak, L. (2012). Determination of Phenological and Pomological Characteristics of Some Apple Cultivars in Niğde-Turkey Ecological Conditions. *Journal of Animal and Plant Sciences* 22(1): 183-187
- Cevallos-Casals, B.A., Byrne, D., Okie, W.R., Cisneros-Zevallos, L. (2006). Selecting New Peach and Plum Genotypes Rich in Phenolic Compounds and Enhanced Functional Properties. *Food chemistry*, 96(2): 273-280
- Coskun, S., Askin, M.A. (2016). Determination of Pomological and Biochemical Characteristics of Some Local Apple Varieties (In Turkish). *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 11 (1):120-131.
- De Pooter, H., Van Acker, M.R., Schamp, N.M. (1986). Aldehyde metabolism and the aroma quality of stored Golden Delicious apples. *Phytochemistry*, 26:89-92.
- De Pooter, H.L., Montens, J.P., Willaert, G.A., Dirinck, P.J., Schamp, N.M. (1983). Treatment of Golden Delicious apples with aldehydes and carboxylic acids: effect on the headspace composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 31:813-818.
- Dimick, P.S., Hoskin, J.C., Acree, T.E. (1983). Review of apple flavor state of the art. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 18:387-409.
- Dixon, J., Hewett, E.W. (2010). Factors affecting apple aroma/flavour volatile concentration: A Review. , *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 28:3, 155-173.
- Dumanoglu, H., Aygun, A., Delialioğlu, R.A., Erdogan, V., Serdar, U., Kalkisim, O., Bastas, K., Kocabas, Z. (2018). Analyses of fruit attributes by multidimensional scaling method of apple genetic resources from coastal zone of North Eastern Anatolia, Turkey. *Scientia Horticulturae* 240: 147-154.
- Duran, O. (2013). *Çanakkale Yöresinde Yetiştirilen Elma Çeşitlerinde Aromatik Maddelerin Belirlenmesi* (Master Thesis), Çanakkale Onsekiz Mart University Graduate School of Natural and Applied Sciences, Çanakkale, Turkey.
- Echeverría, G., Graell, J., Lara, I., López, M.L. (2008). Physicochemical measurements in 'Mondial Gala®' apples stored at different atmospheres: influence on consumer acceptability. *Postharvest Biology and Technology*, 50:135-144.
- Ekinci, N., Şeker, M., Gündoğdu, M.A. (2016-a). Effects of Post-Harvest Dippings of Calcium Oxide on Aroma Volatile Compound of Pink Lady Apple Cultivar. *Proceedings of VII International Scientific Agriculture Symposium, "Agrosym 2016"*, 6-9 October 2016, Jahorina-Bosnia and Herzegovina, 1325-1331.
- Ekinci, N., Şeker, M., Aydın, F., Gündoğdu, M.A. (2016-b). Possible Chemical Mechanism and Determination of Inhibitory Effects of 1-MCP on Superficial Scald of the Granny Smith Apple Variety. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40: 38-44.
- Espino-Diaz, M., Sepulveda, D.R., Gonzalez-Aguilar, G., Olivas, G.I. (2016). Biochemistry of Apple Aroma: A Review. *Food Technology and Biotechnology*, 54 (4):375-394.
- Gundogdu, M., Canan, I., Okatan, V. (2018). Bioactive Contents and Some Horticultural Characteristics of Local Apple Genotypes from Turkey. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*, 28(3): 865-874.
- Gundogdu, M.A. (2018). *Bazı Zeytin Çeşitlerinin Farklı Olgunluk Dönemlerinde Pomolojik ve Biyokimyasal Özelliklerindeki Değişim*. (Ph. D. Thesis) Çanakkale Onsekiz Mart University Graduate School of Natural and Applied Sciences, Çanakkale, Turkey.
- Gur, E., Gundogdu, M.A. (2017). Determination of Volatile Constituents and Some Pomological Characteristics of Mondial Gala and Summer Local Apple Genotype Named 'Gelin' Grown in Canakkale Region. III. International Conference on Engineering and Natural Sciences (ICENS), 3-7 May 2017 Budapest-Hungary (Abstract).
- Iglesias, I., Alegre, S. (2009). The Effects of Reflective Film on Fruit Color, Quality, Canopy Light Distribution, and Profitability of 'Mondial Gala' Apples. *HortTechnology*, 19(3):488-498.
- Ju, Z., Bramlage, W.J. (1999). Phenolics and lipid-soluble antioxidants in fruit cuticle of apples and their antioxidant activities in model systems. *Postharvest Biology and Technology*, 16: 107-118.
- Karaçalı, İ (2006). Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 494. 120 s.

- Kaynaş, K., Ekinci, N., Sakaldaş, M., Rodoplu, N. (2012). Fuji Zhen Aztec Elma Çeşidinde Hasat Sonrası 1- Methylcyclopropane Protabs Uygulamalarının Depolama Süresince Bazı Kalite Özelliklerine Etkileri. *V. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, 18-21 Eylül 2102- İzmir.
- Kaynaş, K., Şeker, M., Gündoğdu, M.A., Sakaldaş, M., Akçal, A., İzmir, A. (2009). The Problems of Apple Growing in Çanakkale and Solution Suggestions (In Turkish). *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 2 (1):35-39, 2009
- Kondo, S., Setha, S., Rudell, D.R., Buchanan, D.A., Mattheis, J.P. (2005). Aroma volatile biosynthesis in apples affected by 1-MCP and methyl jasmonate. *Postharvest Biology and Technology*, 36: 61–68.
- Lara, I., Echeverría, G., Graell, J., López, M.L. (2007). Volatile Emission After Controlled Atmosphere Storage of Mondial Gala Apples (*Malus domestica*): Relationship to Some Involved Enzyme Activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55:6087–6095.
- Liu, M., Nauta, A., Francke, C., Siezen, R.J. (2008). Comparative genomics of enzymes in flavor-forming pathways from amino acids in lactic acid bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 74:4590–4600.
- Lopez, M.L., Lavilla, M.T., Riba, M., Vendrell M. (1998). Comparison of Volatile Compounds In Two Seasons In Apples: Golden Delicious And Granny Smith. *Journal of Food Quality*, 21: 155-166.
- Mattheis, J.P., Fan, X., Argenta, L.C. (2005). Interactive responses of Gala apple fruit volatile production to controlled atmosphere storage and chemical inhibition of ethylene action. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 4510–4516.
- Mertoglu, K., Evrenosoglu, Y. (2019). Bazı Elma ve Armut Çeşitlerinde Fitokimyasal Özelliklerin Belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi* 14 (1):11-20.
- Oszmianski, J., Lachowicz, S., Glawdel, E., Cebulak, T., Ochmian, I. (2018). Determination of phytochemical composition and antioxidant capacity of 22 old apple cultivars grown in Polve. *European Food Research and Technology*, 244(4): 647-662.
- Öztürk, B., Uzun, S., Bektaş, E., Yarılgaç, T., Karakaya, M., Karakaya, O., Gün, S., Turga, E. (2015). Determination of Yield and Quality Characteristics of Some Apple Cultivars Grafted on M9 Rootstock under Ecological Conditions of Ordu Province (In Turkish). *Bahçe Özel Sayı. VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri*, 45(1), 492–497.
- Paillard, N.M. (1979). Biosynthesis of Apple Volatiles: Formation of Alcohols and Esters from Fatty Acids. *Phytochemistry*. 18: 1165–71.
- Polat, M., Okatan, V., Guclu, S.F., Colak, A.M. (2018). Determination of Some Chemical Characteristics and Total Antioxidant Capacity in Apple Varieties Grown in Posof/Ardahan Region. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 2(4): 131-134.
- Ramirez-Ambrosi, M., Lopez-Marquez, D.M., Abad-García, B., Dapena, E., Berrueta, L.A., Gallo B. (2015). Comparative Study of Phenolic Profile of Fruit and Juice Samples of A Progeny of ‘Meana’×‘Florina’ from An Asturian Cider Apple Breeding Program. *European Food Research and Technology*, 241(6): 769- 784.
- Rizzolo, A., Polesello, A., Teleky-Vamosy, G.Y. (1989). CGC/Sensory Analysis of Volatile Compounds Developed from Ripening Apple Fruit. *Journal of High Resolution Chromatography* 12: 824-827.
- Rowan, D.D., Allen, J.M., Fielder, S., Hunt, M.B. (1999). Biosynthesis of straight-chain ester volatiles in Red Delicious and Granny Smith apples using deuterium-labeled precursors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47:2553–2562.
- Rowan, D.D., Lane, H.P., Allen, J.M., Fielder, S., Hunt, M.B. (1996). Biosynthesis of 2-methylbutyl, 2-methyl-2-butenyl, and 2-methylbutanoate esters in Red Delicious and Granny Smith apples using deuterium-labeled substrates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44:3276–3285.
- Rupasinghe, H.P.V., Paliyath, G., Murr, D.P. (1998). Biosynthesis of α -farnesene and Its Relation to Superficial Scald Development in ‘Delicious’ Apples. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 123:882–886.
- Sahoo, T., Verma, M.K., Singh, S.K., Thakre, M., Sharma, R.R., Jaiswal, S. (2017). Heterosis and Heterobeltiosis for Morpho-Physical, Phenolics, Flavonoids and Antioxidants in Grape (*Vitis vinifera*) Hybrids. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 87(6): 759-764.
- Sakaldaş, M. (2013). Elmada Hasat, Muhafaza ve Kalibrasyon, Eds: Kaynaş K., Sakaldaş M.; Elma Yetiştiriciliği El Kitabı, 77-88.
- Salas, N.A., Molina-Corral, F.J., Gonzalez-Aguilar, G.A., Otero, A., Sepulveda D.R., Olivas G.I. (2011). Volatile Production by ‘Golden Delicious’ Apples is Affected by Preharvest Application of Aminoethoxyvinylglycine. *Sci Horti (Amsterdam)*, 130:436–444.
- Song, J., Bangerth, F. (1996). The effect of harvest date on aroma compound production from ‘Golden Delicious’ apple fruit and relationship to respiration and ethylene production. *Postharvest Biology and Technology*, 8:259–269.
- Vallat, A., Gu, H., Dorn, S. (2005). How Rainfall, Relative Humidity and Temperature Influence Volatile Emissions from Apple Trees in situ. *Phytochemistry*; 66: 1540–1550.
- Yaşasın, A. S., Burak, M., Akçay, M. E., Türkeli Y. ve Büyükyılmaz M. (2006). Promising Apple Cultivars For The Marmara Region- V (In Turkish). *Bahçe* 35, (1-2): 75-82.
- Yazici, K., Şahin, A. (2016). Characterization of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Hybrids and Their Potential Use in Further Breeding. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(6): 813-824.

Young, H., Gilbert, J.M., Murray, S.H., Ball, R.D. (1996). Causal Effects of Aroma Compounds on Royal Gala Apple Flavours. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 71: 329-336

Zhang, L., Xu Q., You, Y., Chen, W., Xiao, Z., Li P., Ma, F. (2018). Characterization of Quercetin and Its Glycoside Derivatives in *Malus* germplasm. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 59(6): 909-917.


Technical Efficiency and Profitability of Cassava Production in Delta State: A Stochastic Frontier Production Function Analysis

Theophilus Miebi GBIGBI

Abstract

The study empirically examines the production efficiency of cassava farmers in Delta State, Nigeria, using stochastic frontier analysis. A multi-stage sampling procedure was used to select 120 farmers. The result showed that 68.3% of cassava farmers fell within the age range of 40-59 years, majority (63.3%) of them were females, 69.2% had formal education, 51.7% had 6-10 years farming experience, 62.5% had household size of 6-10 persons, 70% did not belong to cooperative society, 88.3% of them had farm size between 0.1-0.9 ha, 76.7% did not have access to credit and 74.2% also did not have extension contact. A mean technical efficiency of 67% was recorded. The results imply that the average efficiency of cassava production could be improved by 33% through better use of existing resources and technology. The result showed that the return to scale was 1.306. The gamma coefficient was 0.86, implying that 86% of variation of cassava output from the production frontier was accounted by the technical inefficiency of the farmers. The major factors which influenced the farmers technical efficiency were farm size, planting material and capital while farming experience, level of education, access to credit, gender, age of farmer and household size exerted a significant effect on their inefficiency level. The major problems faced by the farmers were inadequate finance, inaccessibility to credit, inadequate access to improved varieties and high cost of inputs. The study deduced that the gross margin and net farm incomes were ₦155,726.34 a and ₦147,464.84 with BCR of ₦2.38, suggesting that cassava production is profitable. It is recommended that more farmers should venture into cassava production as a means of wealth creation and employment generation.

Keywords: Cassava production, Smallholder farmers, Stochastic frontier model, Socio-economic.

^{1*}**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Theophilus Miebi GBIGBI, Department of Agricultural Economics and Extension, Delta State University Asaba Campus. PMB 95074, Asaba. E-mail: gbigbitheophilusmiebi@yahoo.com  OrcID: 0000-0002-1335-7231
Atif/Citation: GBIGBI T.M.. Technical Efficiency and Profitability of Cassava Production in Delta State: A Stochastic Frontier Production Function Analysis. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 18 (1), 21-31.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2021

1. Introduction

In Nigeria, agriculture has contributed almost 60 percent of GDP and greater than 70 percent of foreign exchange income. Cassava is the most important food-processed cash crop of resource-limited farmers in Africa, Asia, Latin America and Caribbeans. In addition to contributing to the Gross Domestic Product, it is the greatest non-oil export earner, the greatest agency of labour, and the biggest contributor to the introduction of wealth and the alleviation of poverty, as massive share of the populace derives its earnings from agriculture and related activities (Yakubu and Akanegbu, 2015). It is grown in virtually all parts of the country and is now the local food crop for foreign exchange earnings (Onyenwoke and Simonyan 2014). Cassava is the perfect food security crop for sub-Saharan Africa because of its capacity to produce in poor environments. Cassava can be cultivated with minimal inputs, but produces substantially more fertilizer and better management production.

Cassavas play a major role in agriculture, particularly in sub-Saharan Africa, as they grow on poor soils and low rainfall. It's a crop that can be harvested perennially as needed. It has a remarkable capacity to withstand and recover from the pressure of biotics and abiotics. Cassava acts as a hunger buffer to reduce farmers' poverty. Nigeria is currently the world's largest producer of cassava, generating one-third more than Brazil, almost doubling Thailand and Indonesia's production capacity and producing around five million metric tons per year (FAO, 2013, Anyanwu et al., 2015). This increase in production was attributed to a host of factors such as; the availability of many improved varieties of cassava following the research effort of IITA, the joint effort of African leaders through the New Partnership for Africa's Development (NEPAD), the Presidential cassava production Initiative for agricultural transformation through which basic farm inputs were made available to farmers (Ahmed-Hameed et al., 2017).

Nigeria, cassava has a wide range of uses. Today, cassava is moving from a mere surviving crop in the farmer field to a commercial plantation crop. This exponential growth of this crop is attributable to its finding as a cheap source of edible carbohydrates which can be consumed in raw or processed form as foods like garri, fufu, tapioca, starch, pellets, carbohydrate, alcohol biofuel for vehicles, flour and chips. In Nigeria, the majority of cassava produced (90%) is used for human food (IITA, 2010, Kamaljit and Preeti, 2017). Owing to the wide range of uses to which cassava is put, there is an excessive demand' pressure in its production. In spite of the central position occupied by cassava in addressing rural poverty, the smallholder peasants who produce the bulk of cassava in Nigeria continue to be economically inefficient in terms of resources management.

However, cassava farms are categorized by very low productivity, just like other crop farmers, which is a key issue in Nigeria's agriculture. The problem of decreasing crop efficiency relies upon on the stage of competence of farmers in the utilization of productive resources. It is generally agreed that farmers can increase and sustain their agricultural production within the context of existing resources and available technologies by increasing agricultural productivity through the competence of usage of resources (Fan et al., 2012). This finding has therefore been the main reason why a major economic study has continued to be carried out on agricultural efficiency in Nigeria in particular, with limitable resources and opportunities for developing and applying better technologies (Girei et al., 2014). Recent observations have shown that cassava production in Delta State is significantly deteriorating, owing to poor planting materials, insufficient funding, lack of information, farm size, fluctuations in season, inappropriate technology, poor road transport networks, high inputs cost and manual operations.

Technical efficiency means the ability of a given input and production technology to attain the optimum level of output. The ability of a farm to produce a certain production level with the lowest resources is farm efficiency. The optimal way to produce a commodity is to use the lowest amount of resources to achieve a certain production level (Ogunyinka and Ajibefun, 2003). To reach an optimal production level, resources must be made available and the resources available should be used effectively. Successful results-oriented agricultural development and strategies require knowledge of farm supply productivities to identify the resources whose quantity or use level should be amplified or reduced (Agbontale and Issa, 2011). Based on this, the focus is now on cassava production by small scale farmers, who make up the majority of Nigeria's farmers (Ojimba, 2017).

Small-scale farmers contributing the bulk of agricultural production must be aided by effective use of their production resources to produce higher profitability above subsistence levels. The evaluation of technical efficiency gives policymakers more knowledge to enhance understanding among farmers. Indeed, farmers' technical efficiency level has significant implications for the development strategies of the primary sector.

Therefore, an understanding of the level of profitability and technical efficiency as well as its relationship with farmers and farm features can help farmers to exploit their potential and take critical measures to improve their profitability and efficiency. It is in this context that the objective of this study is to estimate the profitability and technical efficiency of farmers with cassava production determinants in Delta State, Nigeria, with a view to increasing resource efficiency.

2. Materials and Methods

The study was conducted in Delta State. Due to the large percentage of farmers involved and the government's initiative to increase food sufficiency through the cultivation of cassava, this location was chosen for the study. An unsystematic sampling procedure was adopted on a multi-stage basis. The first stage consists of choosing the three agro-geopolitical areas, Delta South, Delta North and Delta Central. Two Local Government Areas from each of the zones were later chosen. Isoko North, Bomadi, Ethiopie West, Ughelli Central, Ukwuani and Ika South are the designated local government areas. A total of eighteen communities were carefully chosen from each of the LGAs. From the list of cassava farmers issued by the Delta Agricultural and Rural Development Authority (DARDA) extension agents, seven (7) farmers were selected randomly from the above-mentioned communities, giving a total of one hundred and twenty-six (126) respondents with the help of a standardized questionnaire. However, six questionnaires were discarded due to lack of information. Therefore, only information from 120 respondents were used for the study.

Data collected for the study were analyzed using simple descriptive statistics, costs and returns analysis as well as stochastic frontier production function. This model concerns itself with the estimation of frontiers that enveloped the data rather than those intersecting the data (Kumbhakar and Lovell, 2000). The stochastic frontier function can be written by the following equation 1;

$$Y_i = f(X_i, \beta) \exp(V_i - U_i) \tag{Eq. 1}$$

In cases in which Y_i is the output of the i th farm, X_i is a input vector used by the i th farm; β is a vector with unspecified parameters, V_i is an allegedly separate, identically distributed variable (iid) $N(0, \sigma_v^2)$ and independent of U_i and U_i is an alleged random variable that is believed to account in the production of the i th farm for technical inefficiency.

The farm specific stochastic production function frontier representing the maximum possible output (Y^*) can be expressed by the following equation 2;

$$Y_i * f(X_i; \beta) + (V_i) \tag{Eq. 2}$$

Equation (1) may be rewritten using equation (2) by the following equation 3;

$$Y_i = Y_i * \exp(-U_i) \tag{Eq. 3}$$

Thus the efficiency of the i th farm denoted by TE_i is given by the following equation (4, 5 and 6)

$$TE_i = \frac{Y_i}{Y_i^*} = \exp(-U_i) \tag{Eq. 4}$$

$$= f(X_i; \beta) \exp(V_i - U_i) / f(X_i; \beta) \exp(V_i) \tag{Eq. 5}$$

$$= \exp(-U_i) \tag{Eq. 6}$$

Where Y_i is the observed output and Y_i^* is the frontier output. The difference between Y and Y_i^* is thus incorporated into U_i . The Y is equal to Y_i if $U_i = 0$. This means that production is located on the stochastic frontier and therefore technically efficient and that given the level of input the farm achieves its maximum output. If $U_i > 0$ is below the frontier, development suggests that the farmer is technically inefficient (Battase and Coelli, 1995).

Given our research objectives, the generalized stochastic frontier model can be expressed for the cassava farmers by the following equation 7;:

$$\ln Y_{ij} = B_0 + B_1 \ln X_{1ij} + B_2 \ln X_{2ij} + B_3 \ln X_{3ij} + B_4 \ln X_{4ij} + V_{ij} - U_{ij} \tag{Eq. 7}$$

Where; subscript ij refers to the j^{th} observation of the i^{th} farmer.

In = Logarithm to base e,

Y = Total output of Cassava (kg)

X₁ = Farm size (ha)

X₂ = Labour Used (Man-days)

X₃ = Planting materials (kg)

X₄ = Capital (₦)

The efficiency Model

It is unnecessary to know farmers' degree of technically inefficient without identifying sources of farm inefficiency (Coelli, 1996). Consequently, the second stage of this analysis therefore examines the sources of the farmers' technical inefficiency at farm level.

Inefficiency effects are believed to be distributed separately and U is caused by truncation (at zero) of Mean U_{ij}'s normal distribution.

Where U_{ij} is defined by the following equation 8;

$$U_i = \beta_0 + \beta_1 Z_1 + \beta_2 Z_2 + \beta_3 Z_3 + \beta_4 Z_4 + \beta_5 Z_5 + e_1 \quad (\text{Eq. 8})$$

where; U_i = Technical inefficiency of the ith farmer

Z₁ = Years of experience of the ith farmer in Cassava Production

Z₂ = Formal education of the ith farmer

Z₃ = Credit accessibility (1 for access to credit and 0 otherwise)

Z₄ = Contact and meeting with extension services (Number of visits in the cropping season)

Z₅ = Age of farmers (yrs)

Z₆ = Household size (persons)

Z₇ = Gender (dummy, male = 1, otherwise=0))

The β , Z and γ coefficients are unknown parameters to be estimated, by the method of maximum likelihood, using the Computer Programme Frontier Version 4.1c (Coelli, 1996) along with various parameters which are expressed with respect of $Z^2 - Zv + Zu^2$, γ (gamma) Zu^2/Z^2 and γ has a value of between 0 and one.

3. Results and Discussion

3.1. Socio-economic attributes of the farmers

Table 1 present the socio-economic attributes of the farmers. The result indicated that majority (68.3%) of the respondents were in the age bracket of 40-59 years. About 25% of them were between 60-79 years while 6.7% of the farmers range between 20-39 years. The reason of older people leading cassava production might be as a result of youth migration from rural to urban in search of white collar jobs. Similar to this finding, Onyediacchi (2015) found a mean age of 40.79 amongst farmers in Abia State, Nigeria. The result showed that majority (63.3%) were female while 36.7% were male. This shows that cassava production was mostly operated by women in the study area. This is likely to have a direct relationship on efficiency since women are good at supervision and follow-up of farming operations (Berhanu and Beliyu 2015). The result indicated that most (37.5%) of the respondents had primary education. The result further showed that 27.5% and 4.1% had secondary and tertiary education respectively while 30.8% had no formal education. This means 69.2% were literate. This high educational level implies that efficiency can be enhanced with relative ease (Osun et al. 2014, Durojaye and Ogunjinmi 2015). This is possible because educated farmers are capable of evaluating and understanding innovations. The result further showed that 51.7% of the respondents had farming experience of 6-10 years, 37.5% of them had farming experience of 11 years and above. And only 10.8% had 1-5 years farming experience. This is in line with the results of Komolafe et al. (2014), who found high farming experience among farmers. This suggest that experience

farmers are likely to be efficient than less experienced farmers, given their acquisition of practical knowledge of farm business.

Most of the respondents (62.5%) had household size of between 6-10 persons. About 28.3% of them had household sizes ranging between 1-5 persons while only 9.2% had household size of 11 persons and above. The household size could serve as source of cheap labour. This is congruent with Idrisa et al (2012) that large household sizes ensure adequate supply of family labour for farm production activities. According to membership of association, majority (70%) did not belong to any organization. This is likely to impact negatively on their level of their efficiencies. The result indicated that majority (88.3%) of the respondents had farm size between 0.1-0.9ha. About 9.2% of the respondents farm size within the range of 1.0-2.0ha and only 2.5 % of them had farm size of between 2.1-3.0 ha. This finding corroborates that of Issa et al (2016) who found that maize farmers operate on small scale. The result also revealed that 76.7% of respondents did not access credit while only 23.3% accessed credit. This invariably translates into an unproductive use of resources. The result revealed that 74.2% of respondents had no interaction with extension workers. This could affect the use of better cassava production technologies.

Table 1. Socioeconomic characteristics of farmers in the study (N = 120)

Variable	Frequency	Percentage
Age (years)		
20-39	8	6.7
40-59	82	68.3
60-79	30	25.0
Gender		
Male	44	36.7
Female	76	63.3
Educational level		
No formal education	37	30.8
Primary education	45	37.5
Secondary education	33	27.5
Tertiary education	5	4.1
Farming experience (years)		
1-5	13	10.8
6-10	62	51.7
11 and above	45	37.5
Household size		
1-5	34	28.3
6-10	75	62.5
11 and above	11	9.2
Membership of association		
Member	36	30.0
Non-member	84	70.0
Farm size (ha)		
0.1-0.9	106	88.3
1.0-2.0	11	9.2
2.1-3.0	3	2.5
Credit access		
Access	28	23.3
No access	92	76.7
Extension contact		
Contact	31	25.8
No contact	89	74.2

3.2. Production Function Analysis

The results of the stochastic frontier function are presented in Table 2. The stochastic frontier model's parameter estimates show that only three determinants of cassava production such as farm size, planting material and capital differed significantly from zero. The farm size coefficient was significant at a level of 1% and its coefficient was positive. This indicates that an upsurge in farm size would lead to an increase in cassava production. This conforms to Krishna et al (2016) findings that farm sizes had positive effects on efficiency. The coefficient of planting materials was positive which conformed to a priori expectation and this resource was significant at 5% level. This shows that increased planting materials would increase cassava output. The result concurs with (Ezeibe et al 2015). The coefficient of capital was positive which conformed to a priori expectation and this resource was important at 1% level. This infers that increased capital would lead to increase in cassava output.

Table 2. Maximum likelihood estimation of the cobb-douglas stochastic production function

Variable	Parameter	Coefficient	Standard error	t-value
Production factors				
Constant	B ₀	5.620	0.612	9.183***
Farm size	B ₁	0.437	0.041	10.659***
Labour	B ₂	0.210	0.119	1.765
Planting material	B ₃	0.516	0.204	2.529**
Capital	B ₄	0.143	0.033	4.333***
Inefficiency effects				
Constant	Z ₀	2.387	0.935	2.553**
Farming experience	Z ₁	-2.246	0.689	3.260***
Education	Z ₂	-0.701	0.205	3.420***
Credit access	Z ₃	-0.048	0.017	2.824**
Extension contact	Z ₄	0.240	0.603	0.398
Age of farmers	Z ₅	0.754	0.163	4.626***
Household size	Z ₆	1.592	0.470	3.387***
Gender	Z ₇	-0.206	0.072	2.861**
Sigma-squared		0.603	0.276	2.183
Gamma		0.861	0.347	2.482
Log-likelihood function		54.140		

***, ** significant at 1% and 5% probability level

The result shows that farming experience was negative. This shows that the years of farming experience decreases technical inefficiency of the farmers, hence, its effect on the technical efficiency increases with more years spent in farming. The variable education was negative. This indicates that the literacy level of cassava farmers decreases the technical inefficiency of the farmers. This suggests that educated farmers use productive resources efficiently to maximize production, presumably due to their enhanced technical knowledge acquisition. This result is congruent with Akerele et al (2018). The variable access to credit is negative and statistically meaningful with technical inefficiency of the respondents. The implication is 'that farmers with more access tend to have higher competence level than those with less access to credit. in cassava. The farmers access to credit at the right time and amount received helps acceptance of better technologies and timely procurement of planting materials which will lead to higher level of farm efficiency and output. The inefficiency estimates indicate that age of farmers was positive and complied with a priori expectation. This indicates that the farmers age increases technical inefficiency, which implies that age decreases the technical efficiency of the farmers. Given the aging nature of farmers in the study area, this finding is not surprising. This is so because aged farmers lack vigor and stamina required to accomplish cassava production tasks which are not only labour intensive and time consuming but done manually. The variable household size has a positive relationship with technical inefficiency status of the farmers. This indicates that the household size increases technical inefficiency of the farmers. This could be that the respondents did not judiciously utilized the available family labour in the farm. The variable gender has negative relationship with technical inefficiency. This indicates that the males are more technically efficient than the female counterparts. This is consistent with a priori expectation. This result can be explained by the

phenomenon that cassava production is very tedious requiring strength to cope which the men are more capable. The result is also congruent with Ekunwe et al (2018) that correlation exist between gender of household head and technical efficiency.

3.3. Technical efficiency analysis

The result of the technical efficiency analysis are presented in Table 3. The findings of evaluation of the technical output of the producers showed that there was a significant technical inefficiency in cassava production as indicated by a 5 percent gamma value of 0.861. This implies that about 86.1% variation in the output of farmers was due to differences in their technical efficiency. As evidenced in Table 3, the estimated technical efficiency varies widely among the sample cassava farmers ranging from 0.47-0.94 with mean technical efficiency of 0.67. The highest range of farms technical efficiency was 0.71 - 0.80 representing 60% of the sample farmers followed by 0.81-0.90 (21.7%) and the lowest range of technical efficiency was less than 0.50 (2.5%) while only 3.3% have an efficiency level of above 90%. On the average, an average cassava farmer in the study area is able to obtain only 67% of cassava output from his input combination. This suggests that the average cassava farmer was 33% far away from the frontier technical efficiency (100%) given the existing technology in the area. The broad variance in technical efficiency estimates indicate that majority of farmers often make inefficient use of their resources during the production process and possibilities are still available to increase their current level of technical performance. By implication, this result shows that in the short run, cassava output can be enhanced by 67% through the adoption of improved cassava production technologies and sound farm management practices. It can be concluded that an average cassava farmer in the area of the study can realize 28.7% cost saving (i.e. $1 - (67/94) \times 100$) in order to achieve its most efficient technical efficiency. In order to achieve the most productive level of technical efficiency, a cassava farmer must also achieve 50% (i.e. $1 - (46/94) \times 100$) cost savings. The result supports Nwike and Ugwumba (2016) who reported different levels of inefficiency in resource use among cassava farmers in Nigeria.

Table 3. Technical efficiencies of sampled cassava farmers

Efficiency level	Frequency	Percentage
< 0.50	3	2.5
0.50-0.60	6	5.0
0.61-0.70	9	7.5
0.71-0.80	72	60.0
0.81-0.90	26	21.7
0.91-1.00	4	3.3
Total	120	100.0
Minimum = 0.47		
Mean = 0.67		
Maximum = 0.94		

3.4. Returns to Scale

The result of the Returns to Scale of cassava production in the study area is presented in Table 4. Table 4 shows the elasticity and returns to scale of cassava production. The returns to scale indicate what would happen to output if all the inputs are increased at the same time. The result of the estimated model shows that the output elasticity was 1.306.

Table 4. Elasticities and return to scale of the parameter of stochastic frontier production function

Variables	Elasticities
Farm size	0.437
Labour	0,210
Planting materials	0.516
Capital	0.143
RTS	1.306

The result of this study shows that one unit increase in the quantities of the inputs would cause output to increase at an increasing rate. This infers that the surveyed cassava farmers were producing at an increasing return to scale. This denotes that a unit increase in all the production resources put together would bring about more than unit increase in output of cassava. The cassava farmers are at the irrational stage of production -stage 1 implying that inputs were under-utilized by the cassava farmers. This suggested that cassava farmers could benefit from the economies of scale linked to increasing returns.

3.5. Cost and return analysis of cassava production

The profitability of cassava production was determined using the cost and return analysis as presented in Table 5. The result shows that the total revenue realized was ₦254,393.30 with a total cost of production of ₦106,928.46 per hectare, the net income per hectare was ₦147, 464.84 and a gross margin of ₦155,726.34. It also reveals a benefit cost ratio of ₦2.38 implying that for every one naira invested in cassava production a profit of ₦2.38k was realized from its sales. The result is congruent with Nzeh-Emeka and Ugwu (2014) findings in Ondo State, Nigeria that cassava farmers realized a net farm income of ₦347,510.00 per hectare of cassava production.

Table 5. Cost and return analysis of cassava production

Cost/revenue items	Amount (₦/ha)	Percentage
Variable cost		
Cuttings (kg/ha)	12,327.22	11.5
Fertilizer(kg/ha)	10,566.19	9.9
Herbicide (litre/ha)	3,522.06	3.3
Transportation	7,044.13	6.6
Labour(₦/ man days)		
Land clearing	15,283.10	
Tillage	9,522.06	
Planting	5039.70	
Weeding	25,283.10	
Fertilizer application	2,519.85	
Harvesting	7,559.55	
Total labour cost	29,207.36	27.3
Total variable cost	98,666.96	92.3
Fixed cost		
Land	6,500.00	
Implements	1,761.03	
Total fixed cost	8261.50	7.7
Total cost	106,928.46	100.0
Total revenue	254,393.30	
Net income	147,464.84	
Gross margin	155,726.34	
Benefit/cost ratio (BCR)	2.38	

3.6. Constraints of cassava production

The constraints affecting cassava production is presented in Table 6. The result indicates that inadequate finance was the most pressing problem limiting cassava production and it accounted for 72.5% of the respondents. This finding is supported by Nmadu et al. (2015) who identified inadequate finance a constraining factor to active participation in agricultural activities in Ondo State, Nigeria. About 62.5% of them were affected by lack of access to credit, 61.7% faced problem relating to inadequate access to improved varieties and 59.2 % had high cost of input problem because of poor financial resources. This implies that most of the farmers had problem of procuring inputs such as improved cassava cuttings and fertilizer because they depend on their personal savings for cassava production. The farmers pointed out that inadequate processing facilities (55.8%) and inadequate storage facilities (54.2%) was a serious problem in cassava production. About 47.5% agreed that transportation was also a challenge in cassava production.

Table 6. Constraints of cassava production

Constraint	Frequency	Percentage	Ranking
Inadequate finance	87	72.5	1 st
High input cost	71	59.2	4 th
Access to credit	75	62.5	2 nd
Labour	38	31.7	9 th
Inadequate extension services	52	43.3	8 th
Transportation	57	47.5	7 th
Inadequate storage facilities	65	54.2	6 th
Inadequate access to improved varieties	74	61.7	3 rd
Pest and disease	34	28.3	10 th
Inadequate processing facilities	67	55.8	5 th
Poor marketing outlets	28	23.3	11 th

Multiple responses

4. Conclusions

The farmers were inefficient in the use of a given technology or mix of inputs but can attain optimum efficiency at the frontier line by a 33% increase. The major factors which influenced the farmers technical efficiency were farm size, planting material and capital while farming experience, level of education, access to credit, gender, age of farmer and household size exerted a significant effect on their inefficiency level. The major problems faced by the farmers were inadequate finance, inaccessibility to credit, inadequate access to improved varieties and high cost of inputs. It is therefore recommended that the farmers should join cooperative society to facilitate access to credit from financial institutions, acquire inputs at a subsidized rate and other forms of assistance from the government. Apart from the provision of basic production inputs to cassava farmers, effort should be directed towards intensive research and introduction of improved cassava production technologies. There is also need to establish adequate storage and processing facilities to further boost cassava utilization. Finally, considering the farm size cultivated by the farmers, the study recommends the expansion of cassava farmland.

References

- Agbontale, A. O., Issa, F.O. (2011). Agricultural knowledge information system (AKIS) in Nigeria: practice, challenges and solutions. *Journal of Sustainable Development*, 8(1/2):66-74.
- Ahmed-Hameed, A., Sharkdam, W. (2017). Leading Pan-Africanism and Development: Nigeria's Role in the New Partnership for Africa's Development (NEPAD). *IUP Journal of International Relations; Hyderabad*, 11(4):49-73.
- Akerele, E.O., Onasanya, A.S., Dada, O.M., Odio, A.F. (2018). Technical Efficiency of Ofada Rice Producers in Ogun State, Nigeria. *KIU Journal of Humanities*, 3(3): 125–138.
- Anyanwu, C.N., Ibeto, C.N., Ezeoha, S.L., Ogbuagu, N.J. (2015). Sustainability of cassava (*Manihot esculenta Crantz*) as industrial feedstock, energy and food crop in Nigeria. *Renewable Energy*, 81:745-752.
- Battese, G.E., Coelli, T.J. (1995). A Model for, Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontiers Production Function for Panel Data. *Empirical Economics*, 20: 325-332.
- Berhanu, K., Beliyu, L (2015). Women Farmers in Practices: Opportunities and Challenges in Accessing Potato Production Technologies in Welmera Ethiopia. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics and Sociology*, 6(3): 149-157.
- Coelli, T.J. (1996). A Guide to Frontier Version 4.1c: a Computer Programme for Stochastic Frontier' Production and Cost Function Estimation". Working Paper 96/07, Centre' for Efficiency and Productivity Analysis, Department of Econometrics, University of New England, Armidale, Australia.
- Durojaiye A. M., Ogunjinmi, O. O (2015). Technical Efficiency Analysis of Mechanized Cassava Farmers in Afijio Local Government Area of Oyo State, Nigeria. *Global Journal Biology, Agriculture and Health Sciences*, 4 (3):113-117.
- Ekunwe, P.A., Henri-Ukoha, A., Emmanuel, R. (2018). Technical Efficiency and Return to Scale in Yam Production in Tai Local Government Area of Rivers State, Nigeria. *Advances in Research*, 15(2): 1-9.
- Ezeibe, A. B., Edafiogho, D. O , Okonkwo, N. A., Okide, C. C. (2015). Gender differences and challenges in cassava production and processing in Abia State, Nigeria. *African Journal of Agricultural Research*, 10(22): 2259-2266.
- Fan, M., Shen, J., Yuan, L., Jiang, R., Chen., X., Davis, W.J., Zhang, F. (2012). Improving crop productivity and resource use efficiency to ensure food security and environmental quality in China. *Journal of Experimental Botany*, 63(1):13–24
- FAO (2013). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistical Database _ FAOSTAT, <http://faostat.fao.org/>; 2013 (Accessed 24 August 2018).
- Girei A. A., Dire, B., Yuguda., R.M., Salihu, M. (2014). Analysis of Productivity and Technical Efficiency of Cassava Production in Ardo-Kola and Gassol Local Government Areas of Taraba State, Nigeria. *Agriculture, Forestry and Fisheries*, 3(1): 1- 5.
- Idrisa, Y.L.; Shehu, H., Ngamdu, M.B. (2012). Effect of Adoption of improved maize seed on household food security in Gwoza Local Government Area of Borno State Nigeria. *Global Journal*, 12(5).
- IITA (2010). Post Harvest Technology Annual report. pp. 62-80.
- Issa, F. O., Kagbu, J. H., Abdulkadir, S .(2016). Analysis of socio-economic factors influencing farmers' adoption of improved maize production practices in Ikara local government area of Kaduna state, Nigeria. *Agrosearch*, 16(2): 15-24.
- Kamaljit, K., Preeti. A. (2017). Cassava as Potential Crop for the Food and Fermentation Industry: A review. *International Journal of Food Fermentation Technology*, 7(1): 1-12.
- Komolafe, S. E., Adeseji, G. B., Ajibola, B.O. (2014). Determinant of adoption of improved crop practices among women farmers in Ekiti East L.G.A. of Ekiti, Nigeria. *Journal of Agricultural Research*, 5(2): 22-31.
- Krishna, H. K., Mishra, A., Mohanty, S. (2016). Impact of land ownership on productivity and efficiency of rice farmers: The case of the Philippines. *Land Use Policy*, 50:371-378
- Kumbhakar, S. C., Lovell, C. A. K. (2000). Stochastic Frontier Analysis. Cambridge University Press, Cambridge.
- Nmadu, J.N., Halima, S., Omojoso, B.V. (2015). Socio-economic factors affecting adoption of innovations by cocoa farmers in Ondo State, Nigeria. *European Journal of Business, Economics and Accountancy*, 3 (2):58-66.
- Ogunyinka, E.O., Ajibefun, I.A. (2003). Determinants of Technical Inefficiency of Farm Production: Tobit Analysis Approach to the NDE Farmers in Ondo State, Nigeria. *International Journal of Agriculture and Biology*, 6 (2): 355-358.
- Ojimba, T.P .(2017). Cost of Production and Resource – Use Efficiency among Small Scale Cassava Farmers in Igbo Etche Rivers State, Nigeria. *Direct Research Journal of Agriculture and Food Science*, 5 (12):390-400.
- Onyediacchi, A. C. (2015). The effect of social capital on access to micro credit among rural farming households in Abia State, Nigeria. *Agrosearch* 15(1): 59 – 75.
- Onyenwoke C. A., Simonyan, K. J. (2014). African Journal of Agricultural Research Cassava post-harvest processing and storage in Nigeria: A review. *African Journal of Agricultural Research*, 9(53):3853-3863.
-

- Osun T, Ogundijo S. D., Bolariwa, K.O. (2014). Technical Efficiency Analysis of Cassava Production in Nigeria; Implication for Increased Productivity and Competitiveness. *Research Journal of Agriculture and Environmental Management*, 3(11):569-576.
- Yakubu, M., Akanegbu, B. (2015). Neglecting agriculture and its consequences to the Nigerian economy: an analytical synthesis. *European Journal of Research in Social Sciences*, 3 (3) :18-27.

Farklı Hammaddelerden Üretilen Sirkelerin Bazı Fizikokimyasal ve Fonksiyonel Özellikleri

Some Physicochemical and Functional Properties of Vinegar Produced From Different Raw Materials

Merve BOZDEMİR,¹ D. Damla ALTAN KAMER,¹ Gönül AKGÜL,² Tuncay GÜMÜŞ,^{1*}


Özet


Sirkenin bileşimi ve kalitesini doğrudan etkilemekte olan hammaddenin etkisini incelemek amacıyla satışa sunulan değişik markalara ait farklı hammaddelerden üretilen sirkelerin (Bal, Üzüm, Nar, Elma ve Alıç) bazı fizikokimyasal özellikleri ve biyoaktif bileşenleri incelenerek TS 1880 EN 13188 standardına uygunlukları araştırılmıştır. Farklı hammaddelerden üretilen sirkelerden alınan örneklerin toplam kuru madde, kül, pH, toplam asitlik, uçur asitlik, uçmayan asitlik, toplam şeker, SO₂ yoğunluk, alkol, toplam antioksidan aktivite ve toplam fenolik bileşenleri belirlenmiştir. Örneklerin kuru madde miktarı % 0.65-6.48, kül miktarı % 0.098-1.937, pH değeri 2.68-3.31 aralığında tespit edilmiştir. Toplam asitlik % 0.870-6.185 (asetik asit), uçur asit % 0.869-6.119, uçmayan asit % 0.0006-0.1221 aralığında belirlenirken, toplam şeker miktarı 0.288-288.2 g L⁻¹, SO₂ miktarı 12.8-70.4 mg L⁻¹, yoğunluk 1.0089-1.0356 g cm⁻³ ve alkol miktarı % 0.1-0.6 aralığında tespit edilmiştir. Sirkelerin toplam fenolik madde içeriği, en düşük bal (B4) sirkesinde 73.52 mg GAE L⁻¹, en yüksek ise nar (N1) sirkesinde 1885.71 mg GAE L⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Diğer bir biyoaktif özellik olan antioksidan kapasite değerleri DPPH yöntemi ile analiz edilmiş ve EC₅₀ değerlerinin 5.83-538.7 µl mL⁻¹ aralığında olduğu belirlenmiştir. En yüksek antioksidan kapasite nar sirkesinde (N3) 5.83 µl mL⁻¹, en düşük antioksidan kapasite ise bal sirkesinde 538.7 µl mL⁻¹ (B4) tespit edilmiştir.


Elde edilen sonuçlar ışığında sirkenin bileşiminin üretildiği hammaddeye bağlı olarak büyük ölçüde değişkenlik gösterdiği ve sirke kalitesinin hammaddeden gelen biyoaktif bileşenlerin yoğunluğuna göre arttığı gözlemlenmiştir. Özellikle biyoaktif bileşenler, sirkenin sağlık üzerine etkilerini olumlu yönde etkilemektedir. Ancak, sirkelerin biyoaktif bileşenler bakımından farklı üstünlükleri bulunmakla birlikte, yapılan analizlerde, sirkelerin bazı bileşeninin yasalarla belirlenen standartlara uymadığı tespit edilmiştir. Sirke, asetik asit içeriğinden dolayı fazla miktarda bozulma belirtisi göstermemesi nedeniyle taklit ve taşıyıcı bakımından çok üzerinde durulmayan bir gıdadır. Sirkelere dışarıdan asetik asit ilavesi yapılması ve/veya asetik asidin sulandırılması en fazla yapılan hileler arasındadır. Bu nedenle, sirke bileşiminin belirlenmesi ve ilgili mevzuata uygunluğunun kontrolü doğal ve yapay sirkelerin ayırt edilmesi açısından çok önemlidir.

Anahtar kelimeler: Sirke, Fizikokimyasal özellikler, Toplam fenolik madde, Antioksidan aktivite, DPPH

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Tuncay Gümüş, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ-Türkiye, E-mail: tgumus@nku.edu.tr,  OrcID: 0000-0001-7635-5519

²Deniz Damla Altan Kamer, Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ-Türkiye, E-mail: ddaltan@nku.edu.tr,  OrcID: 0000-0002-9119-5979

³Merve Bozdemir, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ-Türkiye, E-mail: mmervebozdemir@gmail.com,  OrcID: 0000-0001-5874-2363

⁴Gönül Akgül, Namık Kemal Üniversitesi, Şarköy Meslek Yüksekokulu, Şarap Teknolojisi Programı, Tekirdağ, Türkiye, E-mail: gakgul@nku.edu.tr,  OrcID: 0000-0002-6341-3780

Atıf/Citation: Gümüş T, Altan Kamer D.D, Bozdemir M, Akgül G. Farklı Hammaddelerden Üretilen Sirkelerin Bazı Fizikokimyasal ve Fonksiyonel Özellikleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 32-44.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2021

Abstract

In order to examine the effect of raw material, which directly affects the composition and quality of vinegar in the production, some physicochemical properties and bioactive components of vinegars produced from different raw materials (Honey, Grape, Pomegranate, Apple and Hawthorn), which are sold in the market, were examined and their compliance with TS 1880 EN 13188 standard was investigated. Total dry matter, ash, pH, total acidity, volatile acidity, non- volatile acidity, total sugar, SO₂, density, alcohol, total antioxidant activity and total phenolic components of the samples from vinegars produced from different raw materials were determined. Total dry matter, ash and pH of the samples were between 0.65-6.48 %, 0.098-1.937 % and 2.68-3.31, respectively. Total acidity was determined in the range of 0.870-6.185% (acetic acid), volatile acidity 0.869-6.069%, non-volatile acidity 0.0006-0.1221%, total amount of sugar 0.288-288.2 g L⁻¹, SO₂ amount 12.8-70.4 mg L⁻¹, density 1.0089-1.0617 g cm³⁻¹ and alcohol were determined between 0.1-0.6%. The lowest total phenolic content was determined as 73.52 mg GAE L⁻¹ in the honey vinegar while it was the highest in the pomegranate vinegar as 1885.71 mg GAE L⁻¹. Antioxidant capacity values, another bioactive component in vinegar, were analyzed by DPPH method and EC₅₀ values were determined to be in the range of 5.83-538.7 µl mL⁻¹. The highest antioxidant capacity was found as 5.83 µl mL⁻¹ in pomegranate vinegar (N3), while the lowest antioxidant capacity was determined as 538.7 µl mL⁻¹ (B4) in honey vinegar.

As a consequence of the results obtained, it was observed that the composition of the vinegar varied widely depending on the raw material from which the vinegar was produced and the quality of the vinegar increases according to the density of the bioactive components coming from the raw material. In particular, bioactive components positively influence the effects of vinegar on health. However, although vinegars had different advantages in terms of bioactive components, it was found that some components of vinegars did not comply with the standards set by law. Since it does not show much deterioration due to its acetic acid content, vinegar is not emphasized much in terms of imitation and adulteration. Adding acetic acid from outside or diluting acetic acid are among the most common tricks in vinegars. Therefore, determination of vinegar composition and control of compliance with the relevant legislation is very important in order to distinguish natural and artificial vinegar.

Key words: Vinegar, Physicochemical properties, Total phenolic content, Antioxidant activity, DPPH

1. Giriş

Sirke farklı hammaddelerden, farklı yöntemlerle elde edilen, asetik asit fermantasyonu ile alkolün asetik aside dönüştürüldüğü bir üründür (Aktan ve Kalkan, 1998). TS 1880 EN 13188 sirke standardına göre; “Tarım kökenli sıvılar veya diğer maddelerden, iki aşamalı alkol ve asetik asit fermantasyonuyla, biyolojik yolla üretilen kendine özgü ürün” olarak tanımlanmaktadır. FAO/WHO gıda standardına göre ise; sirke, iki fermantasyon prosesi yani etil alkol ve asetik asit fermantasyonlarıyla, nişasta ve/veya şeker ihtiva eden tarımsal kökenli hammaddelerden üretilen, insan tüketimi için uygun olan bir sıvıdır (Anonim, 2000). Codex Alimentarius Komisyonu’na göre sirke, insan tüketimi için sağlıklı olan ve sadece nişasta veya şeker içeren uygun ürünlerden alkol ve asetik iki fermantasyon sonucunda üretilen sıvı olarak tanımlanır. Sirke %0.5’den fazla alkol içeremez ve Avrupa kurallarına göre fermente edilmiş sirkelerde stabilizatör kullanımına izin verilmemektedir. Sirke aynı zamanda 50 g (w/v)dan az asetik asit içeremez (WHO, 1987). Sirke, lezzet verici olarak sofralarda kullanılmasının yanında, salça, mayonez, hardal gibi bazı gıdaların yapısına da girmektedir (Kırcı, 2017). Bazı ülkelerde hangi hammaddelerden sirke yapılacağı yasa ve tüzüklerle belirlenmiştir. Hammaddelerin bileşimi sirke bileşimi üzerinde doğrudan etkili olup, sirkenin kalitesi hammaddeden gelen bileşenlere göre değişkenlik göstermektedir. Hammaddelerin bileşimleri ise iklim, toprak koşulları, çeşit ve yetiştirme teknikleri gibi etkenlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Prescott ve ark., 1959; Morales ve ark., 2004). Saf asetik asitten elde edilen sirke fermantasyon yoluyla yapılmayıp, sadece su içerisinde asetik asit miktarı ayarlanarak elde edilen bir üründür.

Herhangi bir meyvenin veya şarabın sirkeye en uygun şekilde nasıl işleneceği uzun yıllar alan teknolojik araştırmalar sonucu ortaya çıkmıştır. Sirke kalitesini hammadde ve kullanılan üretim yöntemi belirlemektedir (Carnacini and Gerbi, 1992). Sirke üretimi Yavaş yöntem (Basit yavaş, Orleans, Pastör yöntemleri), Çabuk yöntem (Schützenbach, Jeneratör, Diğer jeneratör) ve Derin kültür yöntemleri olmak üzere üç farklı şekilde yapılabilmektedir. Bu tekniklerin hangilerinin seçileceği, işletmenin kapasitesi ve istenilen ürün kalitesine göre değişmektedir (Aktan ve Kalkan, 1998).

Dünyada sağlığa yararlı olan gıda ürünlerine tüketici eğilimlerinin artması, farklı hammaddelerden üretilmiş sirkeye olan talebin de artmasına neden olmuştur. Sirke bileşimindeki biyoaktif bileşenler sirkenin sağlık üzerindeki etkilerini olumlu etkilemekte ve dolayısıyla farklı hammaddelerden üretilen sirkelerin biyoaktif bileşenler bakımından farklı üstünlükleri olabilmektedir. Budak (2010), elma ve üzüm sirkeleri üzerine yapmış olduğu çalışmada, fenolik bileşen miktarının alkol fermentasyonu ile arttığını, asetik asit fermentasyonu ile çok az düştüğünü bildirmiştir. Bu nedenle fenolik bileşenlerin sirkeye geçmesi için alkol fermentasyonunun önemli bir aşama olduğunu belirlemişlerdir. Sirkenin; sindirim kolaylaştırıcı, iştah açıcı, kan basıncı düzenleyici, diyabet ve obezite, kolesterol, karaciğer fonksiyonları, oksidatif stres ve kansere etkisinin yanında antimikrobiyel etkisi gibi sağlık üzerine birçok olumlu etkisi olduğu ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır (Özen, 2018; Gökırmaklı ve ark., 2019).

Sirke taklit ve tağşiş çok müsait bir ürün olması nedeniyle, tarih boyunca tağşiş ve taklitlere maruz kalmıştır (Şahin ve Kılıç, 1981). Sirke, asetik asit, kuru madde artırıcı ve renk maddeleri ilavesi yapılarak tağşiş edilebilmekle birlikte, doğal fermantasyon sirkeleri içerisine sentetik asetik asit ilavesi de yapılan hileler arasındadır. Bunun sonucunda hem haksız kazanç sağlanmakta ve üreticiler arasında haksız rekabet oluşmakta, hem de tüketiciler yanıltılmaktadır. Bu sebeple asetil metil karbinol testi, uçucu olmayan asit miktarı, toplam kuru madde miktarı, kül miktarı, iyot sayısı ve oksidasyon sayısı analizleri gibi sirkenin bileşimini belirlemek, sirke hilelerini ortaya çıkarmada önem arz etmektedir (Aktan ve Kalkan, 1998).

Farklı hammaddelerden üretilmiş sirkelerin fizikokimyasal özellikleri üzerine birçok araştırma yapılmış olup bunlardan bazıları Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tüketici tercihlerine paralel olarak piyasada farklı hammaddelerden üretilmiş sirke çeşitliliğinin artması ile birlikte sirkelerde taklit ve tağşiş konusunda hilelerin ortaya çıkarılması bu ürünlerin güvenilirliği bakımından oldukça önemlidir. Bu çalışmada, ülkemizde üretilen ve Trakya bölgesinde satışa sunulan değişik markalara ait farklı hammaddelerden üretilen sirkelerinin fizikokimyasal ve biyoaktif bileşenleri incelenmiş, ilgili mevzuata uygunlukları araştırılmıştır.

Tablo 1. Farklı hammaddelerden üretilmiş sirkelerin bazı fizikokimyasal özellikleri ile ilgili çalışmalar
 Table 1. Studies on some physicochemical of Vinegar produced from different raw materials

	Sirke çeşidi	Fizikokimyasal özellikler	Referans
Kül miktarı (g L ⁻¹)	Üzüm	1.820-2.158	Şahin, 1977
		1.9-4.8	Budak, 2010
	Elma	1.7-4.7	Budak, 2010
		Bal	0.11-2.72
Titrasyon asitliği Asetik asit cinsinden (g L ⁻¹)	Üzüm	4.14-6.59	Ünal, 2007
		0.53-12.29	Budak, 2010
	Elma	0.19-7.37	Budak, 2010
		Bal	7.80-46.20
pH	Üzüm	2.87-3.91	Budak, 2010
	Elma	2.87-4.30	Budak, 2010
	Bal	2.19-3.35	Alak, 2015
Toplam şeker miktarı (g L ⁻¹)	Üzüm	0.87-4.46	Kılıç 1976
		0-6.2	Plessi, 2003
	Elma	0.8-3.2	Ünal, 2007
		144.24	Budak, 2010
Kuru madde (%)	Üzüm	9.9-11.9	Şahin, 1977
		5.44-17.62	Şahin ve Kılıç, 1981
		10.85-12.60	Ünal, 2007
	Elma	1.66-22.58	Budak, 2010
		1.37-10.26	Budak, 2010
		Bal	1.23-5.92
Yoğunluk (g cm ³ ⁻¹)	Üzüm	1.0100-1.0190	Şahin, 1977
		1.0110-1.0135	Ünal, 2007
		1.013-1.020	Plessi, 2003
	Elma	0.9955-1.0981	Budak, 2010
		1.013-1.024	Plessi, 2003
		Bal	0.9987-1.0517
		1.00346-1.157346	Alak, 2015

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Araştırmada Tekirdağ marketlerinden 14 sirke örneği; dört farklı markaya ait bal sirkesi (B1, B2, B3, B4), üç farklı markaya ait üzüm sirkesi (Ü1, Ü2, Ü3), üç farklı nar sirkesi (N1, N2, N3), iki farklı markaya ait elma sirkesi (E1,E2), iki farklı markaya ait alıç sirkesi (A1, A2), tesadüfi örnekleme yöntemine göre satın alınmıştır.

2.2. Metot

Fizikokimyasal analizler, Sirke örneklerinde; pH değeri (ISOLAB Laborgerate GmbH model, Almanya) pH metre ile belirlenmiştir. Kuru madde tayini ve kül miktarı tayini Aktan ve Kalkan (1998)'in belirttiği yöntemine göre yapılmıştır.

Toplam asitlik, 10 mL sirke üzerine 20 mL saf su konularak pH 8.2 oluncaya kadar 0,1N NaOH kullanılarak titre edilen örneklerin toplam asit miktarı asetik asit cinsinden % olarak verilmiştir (Anonim 1990b; Ough ve ark.1988).

Uçmayan asit tayini, 200 mL hacimdeki bir porselen kapsüle 10 mL sirke konularak su banyosunda kaynayınca kadar uçurulmuştur. Üzerine 5-10 mL destile su konularak yeniden uçurulmuş, bu işlem 5 kez

tekrarlanmıştır. Daha sonra porselen kapsüldeki artık üzerine henüz kaynatılıp soğutulmuş 200 mL destile su ilave edilmiş indikatör olarak birkaç damla fenolftaleyn damlatılarak ve 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir. Sarfedilen 1 ml 0.1 N alkali 0,006 g asetik aside tekabül etmektedir (Aktan ve Kalkan, 1998). Uçar asit tayini, Toplam asit miktarından uçmayan asit miktarı çıkarılarak bulunmuştur (Aktan ve Kalkan, 1998).

Kükürt dioksit SO₂ miktarı, 250 mL' lik erlene 50 mL sirke, pipet ucu erlenin tabanına değmiş olarak hızlı bir şekilde aktarılmış, üzerine 10 mL % 25'lik H₂SO₄ ve 2-3 mL %1'lik nişasta çözeltisi ilave edilmiş, N/64' lük I çözeltisi ile titre edilmiştir. Yoğunluk Tayini ise, 20°C'de piknometre ile belirlenmiştir.

Toplam Şeker tayini, Carrez çözeltileri ile muamele edilen sirkelerin toplam şeker analizi Luff-Schoorl yöntemi kullanılarak yapılmıştır (Cemeroğlu, 2007).

Alkol Miktarı tayini, sirkelerin damıtılmasıyla elde edilen alkollü sıvının yoğunluğu piknometre ile belirlenmesiyle önce ağırlık (g L⁻¹), sonra da hacim (% h/h) alkol olarak ifade edilmiştir (TS 522).

Toplam Fenolik Madde tayini, Folin-Ciocalteu ayracı ile belirlenmiş olup 720 nm'de spektrofotometrede okunmuştur (Cemeroğlu, 2007).

Toplam Antioksidan Değeri Tayini, DPPH serbest radikal yakalama kapasitesi analizi (DPPH) Garzón ve Wrolstad (2009)'ın bildirdiği yöntemle göre yapılmıştır.

Araştırma sonuçları SPSS Statistics 18.0 paket programı kullanılarak Oneway Anova varyans analizine tabi tutulmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynakları Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutularak, önemli bulunan sonuçlar grafiklerde farklı harflerle gösterilmiştir.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Sirkelerin Fizikokimyasal Özellikleri

Farklı hammaddelerden üretilmiş sirkelerin bazı fizikokimyasal özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'de de görüldüğü gibi, satışa sunulan değişik markalara ait farklı hammaddelerden üretilmiş sirkeler (Bal, Üzüm, Nar, Elma ve Alıç), fizikokimyasal özellikleri bakımından istatistiki olarak birbirinden farklı bulunurken, benzer şekilde aynı hammaddeden üretilmiş sirkelerde fizikokimyasal özellikleri bakımından istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmuştur ($p < 0.05$). Bu özelliklerden biri olan % kuru madde oranı, sirkelerin doğal veya yapay olmasını belirleyen önemli kriterlerden biridir. Yapılan çalışmada, sirkelerin % kuru madde oranı (% KM) % 0.65 ile 13.1 aralığında değiştiği, hem aynı hammaddelerden üretilen sirkeler arasında, hem de farklı hammaddelerden üretilen sirkeler arasında % KM bakımından farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). En yüksek %KM nar sirkesinde (N1) % 6.48 iken, en düşük %KM üzüm sirkesinde (Ü1) % 0.65 olarak belirlenmiştir. Aynı hammaddeden yapılan sirkelerin % KM ortalamalarına göre en yüksekten düşüğe sırasıyla bal>nar>alıç>elma>üzüm sirkesi olarak sıralanmıştır. TS 1880 EN 13188 kuru madde ile ilgili herhangi bir limit bulunmamasına rağmen, bir önceki standart olan TS 1880 (2003)'e göre üzüm sirkesinde şeker hariç KM oranı en az 8 g/L, kül miktarı en az 0.8 g/L iken, alkol sirkelerinde kuru madde miktarı için 0.5 g/L, kül miktarı 0.05 g/L olması gerektiği belirtilmiştir. Bu sonuçlara göre Üzüm (Ü1) sirkesi hariç %KM bakımından sirke örneklerinin tamamının TS 1880 EN 13188 standardına uyduğu görülmektedir. Gerbi ve ark. (1998) yaptıkları çalışmada kuru madde miktarı bakımından en zengin sirkenin elma sirkesi olduğunu, bunu sırasıyla şarap sirkesi ve alkol sirkesinin izlediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise Gerbi ve ark (1999)'nın bulduğu sonuçlarının tersine kuru madde bakımından en yüksek bal sirkesinin olduğu, bunu sırasıyla nar, alıç, elma ve üzüm sirkelerinin takip ettiği görülmektedir. Bal sirkesinin %KM oranının yüksek bulunmasının nedeninin içerdiği şeker miktarı ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Çalışma sonuçları, Tablo 1'de verilen Şahin (1977) ve Ünal (2007)'in bildirdiği % KM değerlerinden düşük, Plessi (2003) ve Alak (2015)'in bildirdiği değerler ile benzerlik göstermektedir.

Sirkede ikinci önemli bir bileşen olan % kül miktarı, % KM ile doğrudan bağlantılıdır. Kül sirkede yanmayan maddelerin toplamıdır ve bu maddeler inorganik yapıda anyonik ve katyonik iyonlardır. Kül içinde, potasyum, sodyum, kalsiyum, magnezyum, alüminyum, demir, bakır, kurşun, çinko, arsenik katyonik iyonlar ve fosfatlar, sülfatlar, karbonat ve klorürler anyonik iyonlar olarak yer alırlar (Cabaroğlu, 1991). Sirkenin bazı kimyasal özellikleri, doğallık ya da yapaylık ayırımı açısından oldukça önemlidir. Asetik asitten seyreltilerek oluşan sirkelerde; asetik asit fermantasyonu neticesinde meydana gelen birtakım fermantasyon yan ürünleri (tiamin, kül, pantotenik asit, riboflavin vb.) bulunmadığından, fermantasyon sirkesi ve asetik asit sirkenin kolaylıkla ayırımının

yapılabileceğini belirlenmiştir (Kirk ve Sawyer, 1991). Asetik asit ilavesiyle elde edilen sirkelerde kül miktarı düşük iken, doğal fermantasyon yoluyla elde edilen sirkelerde kül oranı nispeten daha yüksek ve Kül/KM oranının 1/10 şeklinde uyumlu olması beklenmektedir (Aktan ve Gürarda, 1990). Yapılan analizlerde sirkelerin kül miktarları 0.067 ile 1.937 g 100 mL⁻¹ aralığında olduğu tespit edilmiştir. Sirkelerde en yüksek kül miktarları elma sirkesinde (E1) 1.937 g 100mL⁻¹, en düşük kül miktarı bal sirkesinde (B2) 0.067 g 100mL⁻¹ olduğu tespit edilmiştir. Aynı hammaddeden yapılan sirkelerin % kül miktarları ortalamalarına göre en yüksek Elma sirkesi belirlenirken bunu sırasıyla üzüm>alıç>nar>bal sirkesi takip etmektedir. Örneklerin kül miktarları literatürlerde bildirilen (Tablo 1) kül miktarlarından oldukça düşük bulunmuştur. KM/Kül oranı incelendiğinde doğal fermantasyonla üretilen sirkelerde yaklaşık 10 kat olması beklenen bu oran bal sirkelerinde en düşük 31.09, en yüksek 44.17, üzüm sirkelerinde en düşük 0.91 iken en yüksek 6.24 olarak belirlenmiştir. Nar sirkelerinde iki örnekte bu oran 5.66 ve 7.81 bulunurken 3. örnekte 14.79, elma sirkelerinde bu oran 0.84-5.14, alıç sirkesinde 8.96-10.52 olarak belirlenmiştir. Sonuçta sirkelerin kül miktarının KM miktarı oranına bakıldığında, üzüm, elma ve nar sirkesinin iki tanesinde ve alıç sirkesinin birinde bu oranın 10'dan daha düşük olduğu diğerlerinde ise 10'dan yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre, bal sirkesinin KM/Kül oranının yüksek bulunmasının nedeninin bal sirkelerinin şeker miktarının diğer sirke örneklerine göre yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Tablo 2).

Sirkelerin pH değerleri 2.68-3.31 arasında değiştiği, en düşük pH değeri yani asitliği en yüksek bal sirkesinde (B3) 3.31, en yüksek pH değeri yani asitliği en düşük olan Nar sirkesinde (N2) 2.68 olarak tespit edilmiştir. Bal sirkelerinde pH değeri 2.69-3.31, üzüm sirkesinde 2.84-2.95, nar sirkesinde 2.68-2.90, elma sirkesinde 3.12-3.13 ve alıç sirkesinde 3.13-3.26 arasında değişmektedir. Farklı hammaddelerden yapılan sirkeler pH değeri bakımından aralarındaki farklılıkları istatistiki olarak önemli ($p<0.05$), elma ve üzüm sirkelerinin pH değerlerindeki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Aynı hammaddelerden üretilen sirkelerin pH değeri bakımından ortalaması alındığında büyükten küçüğe alıç>elma>bal>üzüm>nar şeklinde sıralanmıştır. Alkan ve Kalkan (1998), Sirkelerde pH değerinin 2.0-3.5 arasında olması gerektiğini bildirmiştir. Bu çalışmada pH değeri bakımından bulunan sonuçlar hem Alkan ve Kalkan (1998) ile hem de Tablo 1'de verilen Budak (2010) ve Alak (2015)'in sonuçları ile uyumluluk göstermektedir.

Sirkelerin asetik asit cinsinden toplam asitlikleri, 0.870-6.185 g 100mL⁻¹ arasında değişmektedir. Farklı hammaddelerden ve aynı hammaddeden yapılan sirkelerin asetik asit cinsinden toplam asitlik değerlerinin birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). En düşük toplam asitliğin alıç sirkesinde (A1) 0.870 g 100mL⁻¹, en yüksek toplam asitliğin ise nar sirkesinde (N1) 6.185 g 100mL⁻¹ olduğu tespit edilmiştir. TS 1880 EN 13188 standardında sirke bileşiminin toplam asit içeriği (suda serbest asetik asit cinsinden) 4 g 100 mL⁻¹ az olmamalı, ABD' deki standartlara göre de asetik asit içeriği en az %4, Avrupa standartlarına göre ise en az % 5 olmalıdır. Analiz edilen B1, B2, B3, Ü3, N3, E2, A1, A2 kodlu sirkelerin bu standartlara uymadığı görülmektedir. Aynı hammaddeden yapılan sirkelerin asetik asit cinsinden toplam asitlik değerleri ortalamalarına göre en yüksek asitliğe sahip olan sirke nar iken, bunu sırasıyla üzüm>elma>bal>alıç sirkesi takip etmektedir. Bu sonuçların yukarıda ifade edilen pH değerleri ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Sirkelerin uçar asitlikleri incelendiğinde 0.869-6.119 g 100 mL⁻¹ aralığında tespit edilmiş olup, en yüksek uçar asitliğe sahip sirkenin nar sirkesi (N1) olduğu belirlenmiştir. En düşük uçar asitlik ise alıç sirkesinde (A1) tespit edilmiştir Aynı hammaddeden yapılan sirkelerin % uçar asitlik ortalamaları alındığında en yüksekten küçüğe sırasıyla; nar>üzüm>elma>bal>alıç şeklinde sıralanmıştır. Bu sıralama toplam asitliğe göre sıralama ile benzerlik göstermektedir. Sirkelerin uçmayan asitlikleri ise 0.0006-0.1221 g 100 mL⁻¹ aralığında tespit edilmiş olup, en yüksek uçmayan asitliğe sahip nar sirkesi (N2), en düşük uçmayan asitliğe sahip sirke üzüm sirkesi (Ü1) olduğu belirlenmiştir. Sirkelerde uçmayan asit miktarı, sirkelere sentetik asetik asit katılıp katılmadığını tespit etmekte önemli bir kriterdir. Sirkeye asetik asit karıştırılmasının oranı arttıkça uçmayan asit miktarı azalmaktadır. % Uçmayan asitlik değerleri incelendiğinde uçmayan asit miktarının çok düşük olduğu görülmektedir. Aktan ve Gürarda (1990)'ya göre uçar asit miktarının/kül miktarına oranı 10-45 arasında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Bu hesaplama göre bal (B1) ve alıç (A1) sirkesinde sadece 2 örnekte uçar asit miktarı/kül miktarı oranı 10 değerinin altında bulunmuştur. Araştırmacılar aynı çalışmada Uçar asit/Uçmayan asit oranının 20-25 arasında olması gerektiğini, uçar asit miktarının uçmayan asit miktarına oranı 25 değeri üzerinde çıkması durumunda asetik asit ilavesi yapılma ihtimalinin olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada, sirke örneklerinde Uçar asit/uçmayan asit oranı 25'in üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar sirkeye dışarıdan asetik asit ilavesi yapılma ihtimalini güçlendirmektedir.

Sirkelerin şeker miktarı 0.288-288.2 g L⁻¹ aralığında bulunmuş, en yüksek şeker miktarı 288.2 g L⁻¹ bal sirkesinde (B1) tespit edilirken, bunu sırasıyla 126.6, 113.1, 13.92 g L⁻¹ ile yine bal sirkeleri takip etmiştir. Şeker miktarı bakımından bal sirkesi, diğer sirkelerle karşılaştırıldığında, bal sirkelerinin önemli düzeyde şeker ihtiva ettiği ve istatistiksel olarak diğerlerinden farklı oldukları tespit edilmiştir ($p<0.05$). Bal sirkesinden sonra en yüksek şeker oranının 22.08 g L⁻¹ ile nar sirkesi (N1) olduğu belirlenmiştir. En düşük şeker miktarı ise 0.288 g L⁻¹ ile alıç sirkesinde (A1) bulunmuştur. Şeker oranlarına göre aynı hammaddeden üretilen sirkelerin şeker miktarı ortalaması sırasıyla; bal>nar>üzüm>elma>alıç sirkesi şeklindedir. Şeker miktarının fazla olması şekerden etil alkol üretim aşamasında fermantasyonun tam olarak gerçekleşmediğinin bir göstergesi, şeker miktarının düşük olması ise alkol fermantasyonunun tam olarak gerçekleştiğinin göstergesi olabilir.

Sirkelerin SO₂ miktarları 12.8-70.4 mg L⁻¹ aralığında tespit edilmiş olup en yüksek SO₂ miktarı üzüm sirkesinde (Ü1) 70,4 mg L⁻¹ seviyesinde tespit edilmiştir. Örnekler arasında Ü1 ve N2 örneği hariç SO₂ bakımından farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş ve aynı grupta yer almıştır ($p>0.05$). Türk gıda kodeksi gıda katkı maddeleri yönetmeliğine göre sirkelerdeki maksimum SO₂ miktarı en fazla 170 mg L⁻¹ olması gerektiği bildirilmiş olup, sirkelerin tamamı yönetmeliğe uygunluk göstermektedir.

Sirkelerin yoğunlukları 1.0089-1.0356 g cm⁻³ aralığında değişmiş, en yüksek yoğunluk nar sirkesinde (N2), en düşük yoğunluk ise alıç sirkesinde (A1) belirlenmiştir. Sirkelerin yoğunluk değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p<0.05$) aynı hammaddeden üretilen sirkelerin yoğunluk bakımından birbiri ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir ($p>0.05$). Plessi (2003), doğal üzüm sirkelerinin yoğunluğunun 1,042-1.361, elma sirkesinde 1.013-1.024 g cm⁻³ arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu çalışmada belirlenen yoğunluk değerleri literatürde belirtilen Şahin (1977), Ünal (2007), Plessi (2003), Budak (2010) ve Alak (2015) bildirdiği değerler ile benzerlik göstermektedir.

Tablo 2. Farklı hammaddelerden üretilmiş sirkelerin bazı fizikokimyasal özellikleri
 Table 2. Some physicochemical of Vinegar produced from different raw materials

Sirke örnekleri	Kuru madde (%)	Kül miktarı (%)	pH değeri	Toplam asitlik* (%)	Uçar asitlik (%)	Uçmayan asitlik (%)	Şeker miktarı (g L ⁻¹)	SO ₂ miktarı (mgL ⁻¹)	Yoğunluk (g cm ³ ⁻¹)	Alkol miktarı (%)
B1	5.97±0.05 ^b	0.192±0.00 ^h	3.16±0.01 ^{bc}	3.174±0.01 ^g	3.157±0.01 ⁱ	0.0169 ^e	288.2±13.85 ^a	12.8±0.00 ^c	1.0274 ^b	0.6±0.00 ^a
B2	3.71±0.09 ^c	0.098±0.00 ^j	2.89±0.00 ^{de}	3.069±0.01 ^g	3.047±0.01 ⁱ	0.0219 ^d	126.6±21.38 ^b	25.6±0.00 ^b	1.0186 ^c	0.4±0.00 ^b
B3	6.07±0.09 ^b	0.148±0.00 ⁱ	3.31±0.01 ^a	2.085±0.02 ^h	2.082±0.02 ^j	0.0033 ^j	113.1±3.81 ^b	25.6±0.00 ^b	1.0276 ^b	0.1±0.00 ^e
B4	2.96±0.18 ^d	0.067±0.00 ^k	2.69±0.01 ^f	5.539±0.02 ^b	5.533±0.02 ^b	0.0052 ^h	13.92±0.67 ^{cd}	25.6±0.00 ^b	1.0187 ^c	0.1±0.00 ^e
Ü1	0.65±0.07 ^j	0.639±0.00 ^d	2.84±0.01 ^e	4.225±0.01 ^d	4.224±0.01 ^d	0.0006 ^m	2.93±0.48 ^{cd}	70.4±9.05 ^a	1.0097 ^d	0.1±0.00 ^e
Ü2	1.12±0.01 ⁱ	1.225±0.01 ^b	2.95±0.02 ^d	4.075±0.07 ^{de}	4.071±0.07 ^{de}	0.0045 ⁱ	6.18±0.28 ^{cd}	16.0±4.50 ^c	1.0114 ^d	0.1±0.00 ^e
Ü3	1.03±0.01 ⁱ	0.165±0.00 ⁱ	2.95±0.01 ^d	3.993±0.08 ^e	3.988±0.08 ^{ef}	0.0045 ⁱ	3.43±0.07 ^{cd}	12.8±0.00 ^c	1.0095 ^d	0.3±0.00 ^c
N1	6.48±0.16 ^a	0.438±0.02 ^e	2.90±0.07 ^{de}	6.185±0.16 ^a	6.119±0.16 ^a	0.0651 ^c	22.08±1.35 ^c	12.8±0.00 ^c	1.0114 ^d	0.1±0.00 ^e
N2	2.96±0.04 ^d	0.379±0.00 ^f	2.68±0.07 ^f	5.299±0.02 ^c	5.176±0.02 ^c	0.1221 ^a	1.34±0.13 ^d	25.6±0.00 ^b	1.0356 ^a	0.4±0.00 ^b
N3	2.53±0.02 ^e	0.447±0.00 ^e	2.83±0.07 ^e	3.858±0.19 ^e	3.791±0.19 ^{fg}	0.0666 ^b	5.83±0.07 ^{cd}	12.8±0.00 ^c	1.0177 ^d	0.1±0.00 ^e
E1	1.63±0.00 ^f	1.937±0.00 ^a	3.13±0.00 ^c	4.06±0.03 ^{de}	4.058±0.03 ^{de}	0.0018 ^k	9.74±0.52 ^{cd}	19.2±0.05 ^{bc}	1.0129 ^d	0.1±0.00 ^e
E2	1.26±0.01 ^{hi}	0.245±0.00 ^g	3.12±0.02 ^c	3.61±0.02 ^f	3.607±0.02 ^{gh}	0.0100 ^g	1.87±0.06 ^{cd}	12.8±0.00 ^c	1.0105 ^d	0.2±0.00 ^d
A1	1.60±0.01 ^{fg}	0.752±0.01 ^c	3.26±0.01 ^{ab}	0.87±0.04 ⁱ	0.869±0.04 ^k	0.0015 ^l	0.288±0.13 ^d	12.8±0.00 ^c	1.0089 ^d	0.1±0.00 ^e
A2	1.39±0.03 ^{gh}	0.155±0.00 ⁱ	3.13±0.01 ^c	3.515±0.06 ^f	3.501±0.06 ^h	0.0135 ^f	1.536±0.13 ^{cd}	12.8±0.00 ^c	1.0106 ^d	0.1±0.00 ^e

B: Bal sirkesi, Ü: Üzüm sirkesi, N: Nar sirkesi, E: Elma sirkesi, A: Alıç sirkesi, SO₂: Kükürtdioksit, * : Asetik asit cinsinden, ± : Standart sapma

^{a, b, c} : Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.05)

Sirkelerin alkol miktarları % 0.1-0.6 aralığında tespit edilmiş olup, en yüksek alkol miktarının bal sirkesinde (B1) olduğu Tablo 2’de görülmektedir. Analiz edilen sirkeler alkol miktarı bakımından karşılaştırıldığında B1 örneğinde % 0.6, B2 ve N2 örneğinde % 0.4, Ü3 örneğinde % 0.3 bulunurken diğer sirke örneklerinde % 0.1 olarak tespit edilmiştir. Alkol oranı sirkelerde en önemli kriterlerden biri olup, sirke fermantasyonun tam yapılıp yapılmadığının göstergesidir. İyi bir fermantasyon sonrası alkolün büyük bir çoğunluğu asetik aside dönüşmektedir (Akbaş ve Cabaroğlu, 2010). Şaraptaki alkol miktarı %14 ün üzerine çıkarsa alkolün sirke asidine oksidasyonu tam olarak gerçekleşmez. Ayrıca sirke üretimi sırasında alkol miktarı çok düşük olduğu %2’ nin altına düştüğünde üst oksidasyon denilen asetik asit bakterilerinin asetik asidi parçalama olayı gerçekleşerek CO₂ ve H₂O’ya parçalanma durumu söz konusudur (Alkan ve Kalkan,1998). TS 1880 EN 13188’e göre tüketime sunulan sirkelerde kalıntı alkol oranı şarap sirkeleri dışındaki sirkelerde hacimce % 0.5’den, şarap sirkelerinde ise hacimce % 1.5’den fazla olmamalıdır (Anonim, 2003). Bu değerlere göre, tüm örnekler alkol miktarı bakımından ilgili standarda (TS 1880 EN 13188) uygun olduğu tespit edilmiştir.

3.2. Sirkelerin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivitesi

Biyoaktif maddeler “gıdanın yapısında besin ögeleri hariç bulunan fizyolojik ve biyolojik fonksiyonları olan sağlık üzerine olumlu etki gösteren maddeler” olarak tanımlanmaktadır. Bu bileşenler enzimatik reaksiyonlarda kofaktör veya inhibitör, faydalı bakteriler için fermentasyon substratı, zararlı bakteriler için inhibitör, bağırsakta istenmeyen bileşiklerin uzaklaştırılmasında absorbant, reaktif ve toksik radikaller için yakalayıcı ajan olarak sağlık üzerine olumlu etki göstermektedir (Tan, 2003). Gıdalarda bulunan biyoaktif bileşenler kimyasal yapı ve özelliklerine göre; karotenoidler, flavonoidler, klorofiller, fosfolipidler, steroller ve polifenollerin yanında E ve C vitamini olarak sınıflandırılmaktadır (Chang ve ark., 2007; Hamzalıoğlu ve Gökmen, 2016). Doğal olarak üretilen sirkede hammaddeden gelen biyoaktif maddelerin bulunma ihtimali, araştırmacıları sirkenin sağlık üzerine etkileri konusunda çalışmalarla yoğunlaşmasına neden olmuştur (Kris-Etherson ve ark. 2002; Tan, 2003). Farklı hammaddelerden yapılan sirkelerin farklı çeşit ve miktarda polifenolik bileşenler bulundurduğu ile ilgili pekçok çalışma bulunmaktadır (Verzelloni ve ark. 2007). Davalos ve ark.(2005), sirke içinde bulunan fenolik bileşiklerin, antihipertansif etkisi ve güçlü antioksidan etkisinden dolayı olumlu sağlık etkileri içerdiğini bildirmişlerdir. Samanidou ve ark (2001), sirkede bulunan fenolik maddelerin antioksidan, antitümör, antimutajenik ve antikanserojenik ajanlarla sağlığını koruduğunu, fenolik maddelerden salisilik asidin enfeksiyon önleme ve antibakteriyel etkilerinin olduğunu, ayrıca kafeik, ferulik ve venilik asit gibi fenoliklerin ise antibakteriyel, antivirüs, antiromatizmal ve ateş düşürücü etkiye sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada ise, farklı hammaddelerden üretilmiş sirkelerin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite değeri Tablo 3’de verilmiştir.

Farklı hammaddelerden üretilen sirkelerin toplam fenolik madde miktarları 73.52-1885.71 mg GAE L⁻¹ aralığında tespit edilmiş, en yüksek toplam fenolik madde miktarı 1885.71 mg GAE L⁻¹ ile nar sirkesinde (N1), en düşük toplam fenolik madde miktarı ise bal sirkesinde (B4) tespit edilmiştir. Bal sirkelerini toplam fenolik bileşenler bakımından kendi aralarında karşılaştırıldığında, B4 örneğinde 73.52 mg GAE L⁻¹ tespit edilirken, B3 örneğinde 84.47, B1 örneğinde 161.61 ve B2 örneğinde 328.76 mg GAE L⁻¹ olarak belirlenmiştir. Aynı hammaddeden yapılan sirke örneklerinin toplam fenolik madde miktarı bakımından ortalamaları alındığında en yüksekten en düşüğe sırasıyla; nar>alıç>elma>bal>üzüm şeklinde sıralanmıştır. Fenolik içerik bakımından yüksek olması beklenen bal ve üzüm sirkesinin son sıralarda yer almıştır. Alak (2015), bal sirkesi üzerine yaptığı çalışmada balın türüne (çiçek, çam vb) ve üretildiği coğrafi bölgeye göre fenolik bileşenler ve antioksidan kapasite değerlerinde farklılıklar olduğunu bildirmiştir. Garcia ve ark. (1997) sirke üretiminde kullanılan hammadde içeriklerinin ve kullanılan metodların sirkenin fenolik madde içeriklerine doğrudan etki ettiğini ve sirkenin coğrafi kökenlerini ayırt edebilmek için fenolik bileşiklerin çok önemli bir faktör olduğunu bildirmişler. Garcia-Parilla ve ark (1999), sirke üretiminde seçilen hammadde ve yöntemin sirkelerdeki fenolik madde içeriğini etkilediğini belirtmişlerdir. Xu ve ark. (2007) yeni üretilen sirkenin toplam fenolik madde değerini 3944 mg GAE L⁻¹, dinlendirilmiş sirkenin toplam fenolik madde değerini 4145 mg GAE/L olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmada bulunan değerler, Xu ve ark. (2007)’nin bildirdikleri değerlerden düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 3. Farklı hammaddelerden üretilmiş sirkelerin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite değeri

Table 3. Total phenolic content and antioxidant capacity values of Vinegar produced from different raw materials

Sirke örnekleri	Toplam fenolik madde miktarı mg GAE/L	Antioksidan kapasite değeri (DPPH) $\mu\text{L mL}^{-1}$
B1	161.61±1.65 ¹	189.95 ^f
B2	328.76±8.61 ^e	189.76 ^g
B3	84.47±0.82 ^j	250.14 ^b
B4	73.52±4.36 ^j	538.79 ^a
Ü1	81.62±3.59 ^j	241.29 ^e
Ü2	186.86±10.30 ^h	223.29 ^d
Ü3	201.14±14.07 ^{gh}	133.85 ¹
N1	1885.71±5.71 ^a	6.38 ^m
N2	1207.143±5.00 ^c	8.28 ¹
N3	1349.23±7.33 ^b	5.83 ⁿ
E1	157.33±7.04 ¹	197.88 ^e
E2	214.42±4.79 ^g	141.87 ^h
A1	361.193±4.48 ^d	38.70 ^k
A2	261.14±1.43 ^f	80.79 ^j

B: Bal sirkesi, Ü: Üzüm sirkesi, N: Nar sirkesi, E: Elma sirkesi, A: Alıç sirkesi

a, b, c : Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.05) ± : Standart sapma

Sirkelerin fonksiyonel özelliklerden antioksidan kapasite (DPPH) değerleri incelendiğinde, EC₅₀ değerleri 5.83-538.7 $\mu\text{L mL}^{-1}$ aralığında bulunmuş, en yüksek antioksidan aktiviteye sahip N3 nar sirkesinde, en düşük antioksidan aktiviteye sahip yine B4 bal sirkesinde olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlendirmeye göre aynı hammaddeden yapılan sirkelerin antioksidan kapasite değerlerinin ortalamalarına göre en düşükten en büyüğe doğru sırasıyla; nar<alıç<elma<üzüm<bal şeklinde sıralanmıştır. Antioksidan aktivite başlangıçtaki DPPH derişiminin % 50'sinin azalması için harcanan antioksidan miktarını ifade eden EC₅₀ (etkin konsantrasyon) değeri ile verilir (Brand-Williams ve ark. 1995). Bu yöntemde bir antioksidan için ölçülen EC₅₀ değeri ne kadar küçük ise o sirkenin antioksidan aktivitesi o kadar yüksek demektir. Bu sonuçlara göre antioksidan aktivitesi en yüksek nar sirkesi olduğu, bunu sırasıyla alıç>elma>üzüm>bal sirkesinin takip ettiği görülmektedir. Fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteden sorumlu olduğu ve fenolik madde miktarına bağlı olarak antioksidan aktivitenin de arttığını bildiren birçok çalışma mevcuttur (Hamzaloğlu ve Gökmen, 2016). Canlı organizma serbest radikallerden korunmak için antioksidatif savunma sistemine sahiptir ve serbest radikallerle antioksidanları organizmada denge durumundadır (Opara, 2004). Bu dengenin serbest radikaller lehine bozulması oksidatif stresin oluşmasına ve sonra serbest radikallerin artmasıyla yaşlanmanın hızlanması, hücre ölümleri, doku ölümleri ve beyin damarlarının tahribatına varan hasarlar gibi birçok olumsuzluklara neden olur. (Tunalıer ve ark., 2004). Antioksidanlar serbest radikalleri nötralize etmek, hücreleri onların toksik etkilerinden korumak ve vücudun hastalıklardan korunmasına yardımcı olmasına katkı sağlamaktadır. Bu olayların engellenmesi için antioksidanca zengin gıdaların önemi gittikçe artmaktadır.

4. Sonuç

Sirkenin sağlık üzerine olumlu etkileri nedeniyle her geçen gün üretimi ve tüketimi artmaktadır. Genellikle üzüm ve elma sirkesi tüketiciler tarafından çok tercih edilse de bu çalışmada; nar, alıç ve elma sirkelerinin fenolik bileşen ve antioksidan kapasitesi bakımından üstün özelliklerinin olduğu tespit edilmiştir. Sirkenin yapıldığı meyve ve bal çeşitlerinin, sirkenin doğrudan fenolik bileşen ve antioksidan kapasitesi üzerine etkisinin olduğu söylenebilir. Ayrıca, bu çalışmada 14 farklı firmaya ait sirke örnekleri analiz edilerek mevzuata uygunluğu, taşıyıcı yapı ve yapılmadığı ile ilgili veriler toplanmaya çalışılmıştır. Analiz edilen sirkelerde kül miktarı, KM, uçmayan asit miktarı, yoğunluk ve şeker miktarları incelendiğinde birkaç parametrede sonuçların standartlara uymadığı görülmektedir. Üzüm sirkesi (Ü1) % KM bakımından ilgili standarda uymadığı, yine benzer şekilde literatürde belirtilen Uçar asit/kül oranı 10-45 arasında olması beklenirken bal (B1) ve alıç (A1) sirke örneklerinde bu oranın

10'un altında kaldığı tespit edilmiştir. Toplam asitlik bakımından B1, B2, B3, Ü3, N3, e2, A1 ve A2 örneklerinin ilgili standarda uymadığı, uçar asit oranı/uçmayan asit oranının literatürde belirtildiği gibi 25 değerinin üzerinde tespit edilmesi nedeniyle sirkeye asetik asit ilavesi yapılma ihtimalini artırmaktadır. Sirke içerdiği asetik asit nedeniyle fazla miktarda bozulma belirtisi göstermemesinden dolayı taklit ve tağşiş bakımından çok fazla üzerinde durulmamaktadır. Ancak sirke taklit ve tağşişe çok müsait bir ürün olması nedeniyle, sirkenin bileşimi, ilgili yasa ve mevzuata uygunluğunun kontrolü ve doğal ve yapay sirkelerin ayırt edilmesi açısından önemlidir. Çoğu ülkede konsantre asetik asidin sulandırılmasıyla elde edilen sirkenin gıda olarak kullanılması yasaklanmıştır. Gıda mevzuatı tüketicinin sağlığını korumak ve onun kandırılmasının önüne geçmek için sirkede bazı alt ve üst değer limitleri belirleyerek üretimin bu sınırlar içerisinde olmasını sağlamaktadır. Bu aynı zamanda haksız rekabetin önüne geçilmesinde de önem arz etmektedir.

Kaynakça

- Akbaş, M., Cabaroğlu, T (2010). Ülkemizde Üretilen Bazı Üzüm Sirkelerinin Bileşimleri ve Gıda Mevzuatına Uygunlukları Üzerine Bir Araştırma, *Gıda*, 35:3, 183-188.
- Aktan, N., Gürarda (1990). Tabii ve Katkılı Sirkeleri Ayırımında Esas Alınacak Kriterlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, *Çukurova Üniversitesi Dergisi*, 6:1, 239-255.
- Aktan, N., Kalkan, H. (1998). *Sirke Teknolojisi II*. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Alak, Gd. (2015). *Bal ve Bal Sirkesinin Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Anonim, (1990). *Recuel des Methodes Internationales D'Analyse des Vins et des Mouts*, Office International de la Vigne et du Vin, Paris, 368s.
- Anonim, (2000). Proposed Draft Revised Ragional Standart for Vinegar, Codex Alimentarius Commission, FAO, WHO, Rome.
- Anonim, (2003). Türk Gıda Kodeksi Renklendiriciler ve Tatlandırıcılar Dışındaki Gıda Katkı Maddeleri Tebliği (2003/44). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, 22 Aralık 2003 tarih ve 25324 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Anonim, (2004). TSE-Sirke-Tarım Kökenli Sıvılardan Elde Edilen Ürün-Tarifler, Özellikler ve İşaretleme, TS 1880 EN 13188, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Brand-Williams, W., Cavalier, M.E., Berset, C. (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity, *Food Science and Technology*, 28:1, 25-30.
- Budak, H.N., Güzel-Seydim, Z.B. (2010). Sirke Üretimi ve Bazı Fonksiyonel Özellikleri, *Gıda Teknolojisi*, 14 (11), 85-88
- Budak, N.H. (2010). *Elma ve Üzümünden Üretilen Sirkelerin Bileşenleri ve Fonksiyonel Özellikleri Üzerine Araştırma*, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Cabaroğlu, T. (1991). *Nevşehir Ürgüp Bölgesinde Yetiştirilen Şaraplık Beyaz Emir Üzümü Üzerinde Teknolojik Araştırma*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Carnacini, A., Gerbi, V. (1992). L'Aceto di vino, un prodotto da tutelare e da valorizzare. *Indian Bevande*, 21, 465-478.
- Cemeroğlu, B. (2007). Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No. 34, Ankara.
- Chang, H.C., Huang, G.J., Agrawal, D.C., Kuo, C.L., Wu, C.R., Tsay, H.S. (2007). Antioxidant Activities and Polyphenol Contents of Six Folk Medicinal Fems Used as "gusuibu", *Botanical Studies*, 48, 397-406.
- Davalos, A., Bartolome, B., Gomez-Cordoves, C. (2005). Antioxidant Properties of Commercial Grape Juices and Vinegars. *Food Chemistry*, 93, 325-330.
- Garcia, Parrilla, M. C., Gonzalez, G. A., Heredia, F. J. & Troncoso. M. (1997). "Differentiation of Wine Vinegars Based on Phenolic Composition", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45: 3487-3492.
- Garcia-Parilla, M.C., Heredia, F.J., Troncoso, A.M. (1999). Sherry Wine Vinegar: Phenolic Composition Changes During Aging. *Food Research International*, 32, 433-440.
- Garzón, GA., Wrolstad RE. (2009). "Major Anthocyanins and anTioxidant Activity of NasturtiumFflowers (Tropaeolum majus)" *Food Chemistry* 114:44-49
- Gerbi, V., Zeppa, G., Beltramo, R., Carnacini, A., Antonelli, A. (1998). Characterization of White Vinegars of Different Sources with Artificial Nneural Networks. *Journal of the Science in Food and Agriculture*, 78, 417-422.
- Gökırmaklı, Ç., Budak, H.N., Seydim, Z.B:G., (2019). Sirkenin Sağlık Üzerine Etkileri, *Gıda* 44 (6), 1042-1058
- Hamzaloğlu, A., Gökmen V. (2016). Interaction between Bioactive Carbonyl Compounds and Asparagine and Impact on Acrylamide. *Acrylamide in Food*, 355-376.
- Kılıç, O. (1976). Piyasada Satılan Sirkelerin Bileşimleri Üzerinde Bir Araştırma, *Gıda Dergisi*, Ankara, 1(4/5):121-125s.
- Kılıç, O.(1976). Piyasada Satılan Sirkelerin Bileşimleri Üzerine Bir Araştırma, *Gıda*, 121-124.
- Kırcı, H.,(2017). *Güvem (Prunus spinosa) Meyvesinden Fonksiyonel Sirke Üretimi* (Yüksek Lisans Tezi) Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ
- Kirk, R.S., Sawyer, R. (1991). *Pearson's Composition and Analysis of Foods*. 9th. Edition, Longman Scientific& Technical, England, 705-710.
- Kondo, S., Tayama, K., Tsukamoto, Y., Ikeda, K., Yamori, Y. (2001). Antihypertensive Effects of Acetic acid and Vinegar on Spontaneously Hypertensive Rats. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 65, 2690-2694.
- Kris-Etherson, P.M., Hecker, K.D., Bonanome, A., Coval, S.M., Binkoski, A.E., Hilpert, K.F., Griel, A.E., Etherton, T.D.,(2002). Bioactive Compounds in Foods: Their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *American Journal of Medicine*, 113, 71-83.

- Masino, F., Chinnici, F., Bendini, A., Montevecchi, G., Antonelli, A.A. (2008). Study on Relationships Among Chemical, Physical, and Qualitative Assessment in Traditional Balsamic Vinegar. *Food Chemistry*, 106, 90–95.
- Morales, M.L., Benitez, B., Troncoso, A.M. (2004). Accelerated Aging of Wine Vinegar with Oak Chips: Evaluation of Wood Flavour Compounds. *Food Chemistry*, 88: 305-315.
- Opara, E.c. (2004). Role of Oxodative Stress in the Etiology of Type-2 Diabetes and The Effect of Antioxidant Supplementation on Glycemic Control. *Journal of Investigation Medicine*, 52, 19-23.
- Ough, C.S., Amerine, M.A., (1988). *Methods for Analysis of Must and Wines*. Second Edition, A Wiley-Interscience Publication, 377s.
- Özen, M. (2018). Vişne Sirkelinin Üretim Aşamalarında Antioksidan Ve Biyoaktif Bileşenlerin Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üni, versitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta
- Pham-Huy, L. A., He, H., Pham-Huy, C. (2008). Free radicals, Antioxidants in Disease and Health, *International Journal of Biomedical Science*, 4, 89-96.
- Plessi, M. (2003). Vinegar. In: *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, Caballero B, Trugo L.C, Finglas P.M. ,Academic Press, Oxford, pp, 5996-6003.
- Prescott, S.C., DunN, C.G. (1959) .*Industrial Microbiology*, McGraw-Hill Book Company, Inc., United States of America, 945.
- Samanidou, V.F., Antoniou, C.V., Papadoyannis, I.N (2001). Gradient RP-HPLC determination of free phenolic acids in wines and wine vinegar samples after Spe, with photodiode array identification. *Journal of Liquid Chromatography and Related Technologies*, 24, 2161-2176.
- şahin, İ., Yavaş, İ., Kılıç, O. (1977). “Kuru Üzüm Sirkesi Üretiminde Öğütme ve Çeşitli Katkı Maddelerinin Fermantasyon Süresi ve Verime Etkileri”, *Gıda Dergisi*, 2 (3), 95-110.
- şahin, İ., Kılıç, O. (1981). Kuru üzüm ve şarap sirkelerinin Bileşimleri ve kontrol Yöntemleri Üzerine Araştırma, *Gıda*, 6 (6):5-15.
- Tan, S.C.(2003). *Vinegar Fermentation*, Yüksek Lisans Tezi, Louisiana State University School of Nutrition and Food Sciences, Lafayette, ABD.
- TS 522. (1976). şarap Muayene Metodları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Tunalıer, Z., Öztürk, N., Kaan, M., Başer, K.H.C., Duman, H., Kırınır, N. (2004). Bazı Sideritis Türlerinin Antioksidan Etki ve Fenolik Bileşikler Yanında İncelenmesi, 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, 130-138.
- Ünal, E., (2007). *Dimrit Üzümünden Değişik Yöntemlerle Sirke Üretimi Üzerine Bir Araştırma*. (Yüksek Lisans Tezi), 60s. Adana.
- Xu, Q., Tao, W., & Ao, Z. (2007). Antioxidant Activity of Vinegar Melanoidins. *Food Chemistry*, 102(3), 841-849.
- Verzielloni, E., Tagliazucchi, D., Conte, A. (2007). Relationship Between The Antioxidant Properties and The Phenolic and Flavonoid Content in Traditional Balsamic Vinegar. *Food Chemistry*, 105, 564-571.
- WHO, (1987). Draft European Regional Standard for Vinegar, Codex Alimentarius Commission, Switzerland.

Bazı Ayçiçeği ve Mısır Çeşitlerinde Tohuma Uygulanan İlaçların Tohumluğun Çimlenme Değeri Üzerine Etkileri

The Effects Of Treated Seed Pesticides On Germination Value Of Seed In Some Sunflower And Corn Cultivars


Dilara KUCA¹


Köksal YAĞDI²

Özet

Bu araştırma ayçiçeği ve mısır çeşitlerinde, piyasada tohum ilacı olarak kullanılan pestisitlerin farklı dozlarının tohumluğun çimlenme değerleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışma Limagrain Grup/ Bursa tohumluk laboratuvarlarında, tesadüf parselleri 3 faktörlü deneme desenine uygun olarak yürütülmüştür. Çalışmada ayçiçeği için Aprin XL 350 ES fungusidi ; 0, 200, 250, 300, 350, 400 ml ve Cosmos 500 FS insktisidi; 0, 300, 400, 500, 600, 700 ml dozlarında; mısır için ise Maxim XL 035FS fungusidi; 0,50,75,100,125,150 ml ve Gaucho FS 600 insktisidi; 0,400,500,600,700 ve 800 ml dozlarında uygulanmıştır. İlaçlanan tohumlar 10 gün ve 180 gün bekletilerek çimlenme denemelerine alınmıştır Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; Ayçiçeği için 10 günlük bekleme süresi sonunda ilaç x doz interaksyonun istatistiki olarak % 5 düzeyinde, 180 günlük bekleme süresi sonunda ise doz özelliği bakımından istatistiki olarak % 5 düzeyinde önemlilik tespit edilmiştir. Mısırdaki ise varyans analizi sonuçlarına göre 10 günlük bekleme süresi sonrasında çeşit ve doz uygulamaları istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunurken, çeşit x ilaç interaksyonu % 5 olasılık düzeyinde önemli olmuştur. 180 gün bekleme sonrası ise tüm uygulamalarda % 1 düzeyinde önemlilik tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda Ayçiçeğinde rutin olarak uygulanan Aprin XL 350 ES 300 ml dozun üzerindeki değerlerde çimlenme değerlerinin olumsuz etkilendiği, Cosmos 500 FS uygulamasında ise bu olumsuz durumun söz konusu olmadığı belirlenmiştir. En iyi dozun Aprin XL 350 ES için 300 ml Cosmos 500 FS için ise 600 ml olduğu tespit edilmiştir. Mısırdaki ise en uygun ilaç dozunun çeşitlere göre değiştiği ve genel olarak tohuma uygulanan her iki pestisitinin de artan dozlarda mısırdaki çimlenme oranını düşürdüğü tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ayçiçeği, Mısır, Tohum fungusitleri, Tohum insektisitleri, Çimlenme oranı

²Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Köksal Yağdı, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye. E-mail: kyagdi@uludag.edu.tr  OrcID: 0000-0003-1567-9397

¹ Dilara Kuca, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye.. E-mail: dilarakuca@gmail.com  OrcID: 0000-0001-8732-3360.

Atıf/Citation: Kuca, D., K. Yağdı. 2020.. Bazı Ayçiçeği ve Mısır Çeşitlerinde Tohuma Uygulanan İlaçların Tohumluğun Çimlenme Değeri Üzerine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 45-57.

*Bu çalışma Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2021

Abstract

This research was conducted to determine the effect of different doses, which are the most common use as seed chemicals on the germination values of the seed in sunflower and corn cultivars. The research were carried out accordance with the 3-factor randomized plots experimental design in Limagrain Group / Bursa seed laboratories. Aprin XL 350 ES fungicide for sunflower in the study; 0, 200, 250, 300, 350, 400 ml and Cosmos 500 FS insecticidal; 0, 300, 400, 500, 600, 700 ml and the Maxim XL 035FS fungicide; 0,50,75,100,125,150 ml and Gaucho FS 600 insecticidal; 0,400,500,600,700 and 800 ml for corn was applied in doses. Sprayed seeds were stored for 10 days and 180 days and germination trials were conducted. According to the variance analysis results; at the end of the 10-day storage period for sunflower, the pesticide x dose interaction was statistically significant at the level of 5%, and at the end of the 180-day storage period, it was statistically significant at the level of 5% in for doses. According to variance analysis in Corn, after 10 days of storage period, cultivar and dose applications were statistically significant at 1% level, while cultivar x pesticide interaction was significant at 5%. After 180 days of storage, 1% significance was detected in all applications. As a result of the study, it has been determined that the germination values of Aprin XL 350 ES over 300 ml dose routinely applied in sunflower are negatively affected, and that this is not the case in Cosmos 500 FS application. The best dose was found to be 300 ml for Aprin XL 350 ES and 600 ml for Cosmos 500 FS. In corn, the most suitable pesticide dose varies according to cultivars and it is determined that both pesticides applied to the seed decrease the germination rate of corn in increasing doses.

Keywords: Sunflower, Corn, Seed fungicide, Seed insecticide, Germination value

1. Giriş

Dünya nüfusunun sürekli artmasına karşın tarıma elverişli alanların çeşitli nedenlerle giderek azalması, özellikle geri kalmış ve gelişmekte olan ülkelerde yetersiz beslenme ve açlık sorununa neden olmaktadır. Bunun yanı sıra tarımsal üretimde hastalık, zararlı ve yabancı otlar nedeniyle meydana gelen üretim kayıpları açlık ve yetersiz beslenme sorununa farklı bir boyut kazandırmaktadır. Dünya genelinde hastalık, zararlı ve yabancı otlar nedeniyle oluşan ürün kayıpları toplamının % 35 olduğu ifade edilmektedir (Kansu, 1981).

Bitkileri hastalık, zararlı ve yabancı otlardan korumak amacıyla kimyasal, biyolojik ve kültürel mücadele gibi yöntemler uygulanmaktadır. Verim kayıplarını önleme bakımından en yaygın ve yoğun uygulanan yöntem tarım ilaçlarının yani pestisitlerin kullanıldığı kimyasal mücadeleye yöntemidir. Bu yöntemin uygulanmasında pestisitlerin belirli bir bilinç düzeyinde ve kontrollü bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Yoğun ve kontrolsüz kullanım sonucu zararlı, hastalık ve yabancı ot üzerinde direnç oluşmakta böylece pestisitler etkisiz hale gelmektedir. Bilinçsiz pestisit kullanımı ayrıca ürünler üzerinde ilaç kalıntılarının kalmasına neden olarak çevre ve insan sağlığı açısından risk oluşturmaktadır. Yapılan çalışmaların genelinde üreticilerin pestisit kullanımı konusunda bilinçsiz oldukları tespit edilmiştir. Bu çalışmalarda özellikle üreticilerin, hastalık ve zararlıları doğru tespit edememesi, ilaç seçiminin ve doz ayarlamamasının yanlış yapılması, aşırı ya da yetersiz düzeyde ilaç kullanımı ile pestisitlerin çevre ve insan sağlığına olan etkileri konusunda duyarsız davranışları pestisit kullanımı konusunda yeterli bilince sahip olmadıkları ortaya konulmuştur (Yılmaz ve ark., 2000; Oruç, 2001; Erbaugh ve ark., 2002; Salameh, 2004; Özkan ve Akçaöz, 2003; Rahman, 2003; Demircan ve Yılmaz 2005; Gün ve Kan, 2009; Kalıpçı ve ark., 2011, Gaber ve Abdel-Latif, 2012).

Günümüzde ise zararlı, hastalık ve yabancı otlarla mücadeleye yaklaşım, verim artışından çok ürünü korumak şeklinde olmaktadır. Bununla birlikte bu etmenlerle mücadele edilmediği takdirde ise verimdeki kayıpların %50'lere çıkabileceği belirtilmektedir (Ecevit ve Mennan, 1998). Kimyasal mücadele kapsamında fungusitlerle tohum ilaçlaması yapılmaktadır. Bununla birlikte iklim koşullarının uygun olduğu bazı yıllar epidemiler meydana gelebilmektedir. Bu da etmenin ırklarının olmasından ve kullanılan fungusitlere karşı dayanıklılık kazanmasından kaynaklanmaktadır (Delen ve ark. 1985; Onan ve Karcıoğlu 1988; Albourie ve ark. 1998; Molinero-Ruiz ve ark. 2008; Viranyi ve Spring, 2011).

Tarımsal üretimde en önemli girdilerden birisi kaliteli tohumluktur. Ekim sonrasında oluşan olumsuz ekolojik koşullar ve teknik hatalar (düşük toprak sıcaklığı, toprakta kaymak tabakasının oluşumu vs.) çimlenmeyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu amaçla, uygun olamayan koşullarda ekilen tohumların düzgün bir çimlenme ve çıkış sağlayabilmeleri için hasat sonrası ve ekim öncesi bazı uygulamalar yapılmaktadır. Bunlar hidrasyon uygulamaları, biyolojik tohum uygulamaları, fiziksel yöntemler, kimyasal yöntemler, tohum kaplama uygulamalarıdır (Gülşen ve ark. 2016).

Hastalıklarla mücadelede en önemli faktörlerden biri seçilen çeşit ve bu çeşidin kullanılan tohumluğunun ilaçlanmasıdır. Hastalıktan arındırılmış hastalık etmenlerine karşı etkin kimyasallarla ilaçlanmış sertifikalı tohum kullanımı büyük önem taşımaktadır (Gider, 2018).

Fazla ilaçlama ve ilaçlı tohumluğun ambarda bekletilmesi, tohumluğun çimlenme gücünü azaltacağından, bekletilecek veya satılması garanti olmayan tohumluğun ilaçlanmaması daha doğru olacaktır (Aytn, 1966).

Tarımsal ürünlerin verim ve kalitesini düşüren hastalık, zararlı ve yabancı otların oluşturduğu zararı azaltmak veya ortadan kaldırmak tarımsal savaşın ana hedeflerindedir. Tarımsal savaş yöntemleri içerisinde yer alan kimyasal savaş kolay uygulanabilirliği ve sonucunun hemen alınabilmesi gibi çeşitli avantajları sebebiyle üreticiler tarafından en çok tercih edilen yöntemlerden biridir (Uygur ve Şekeroğlu, 1993).

Ülkemizde Zirai mücadele teknik talimatları ve Türk Gıda Kodeksi yönetmeliği ile belirli pestisitlerin hangi ürünlerde, hangi zamanda, ne miktarda kullanılacağı ve bu ürünlerde bulunmasına izin verilen kabul edilebilir maksimum kalıntı düzeyleri (MRL) belirlenmiştir (Anonim, 1999). Bu bağlamda, ürünlerde oluşan kalıntı sorunu yani uygulanan pestisit miktarının hasat sonrası, izin verilen maksimum kalıntı limitinin üzerinde çıkması önemli bir sorun olmaktadır (Örnek, 2008). Bu nedenle pestisit uygulamaları karmaşık bir işlem olup, ürün üretimindeki çoğu işlemde daha fazla deneyim ve duyarlılık gerektirmektedir. Pestisit uygulaması, pülverizatör deposundaki sıvı ilacın karıştırılarak tekdüzelikliğin sağlanması, ekipmandan hedef yüzeye etkin bir şekilde iletilmesi, hedef

yüzey üzerinde tutunması ve son olarak ilaç etken maddesinin zararlı veya bitkiye penetrasyonu gibi birçok kritik aşamadan oluşmaktadır (Ozkan ve Fox, 1998).

Ülkemizde tarım ilacı kullanımı 2006 yılında 7628 ton insektisit, 19.900 ton fungusit miktarlarında iken 2017 yılında bu rakam 11.436 ton insektisit, 22.006 ton fungusit olarak artış göstermiştir (TÜİK 2017). Entansif tarımın yoğun olarak yapıldığı Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgelerinde tarım ilaçları kullanımının diğer bölgelere göre daha fazla olduğu belirtilmektedir (Durmuşoğlu ve ark. 2010).

Ayçiçeğinde Aprin XL 350 ES (350 g/l Metalaxyl-M) fungusiti ayçiçeği mildiyösü, Cosmos 500 FS (500 g/l Fipronil) insektisiti telkurtları üzerine etkili pestisitlerdir. Ayçiçeğinde Aprin XL 350 ES (350 g/l Metalaxyl-M) fungusiti ayçiçeği mildiyösü, Cosmos 500 FS (500 g/l Fipronil) insektisiti ayçiçeğe telkurtları; mısırdaki Maxim XL 035 FS (25 g/l Fludioxonil + 10 g/l Metalaxyl-M) fungusiti mısırdaki fide ve kök çürüklüğü, Gaucho FS 600 (600 g/l Imidacloprid) insektisiti mısırdaki telkurtları üzerine etkili pestisitlerdir.

Bu çalışmada ayçiçeğinde ve mısırdaki tohuma uygulanan pestisitlerin tohum çimlenme oranına etkileri araştırılmıştır. Beş Ayçiçeği ve beş mısır çeşidine piyasada yoğun olarak kullanılan tohum ilaçlarının değişik dozları uygulanmış, bu uygulamanın 10 gün ve 180 gün bekleme süresi sonunda tohumluğun çimlenme değerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışma üç faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak Limagrain firmasına ait beşer ayçiçeği ve mısır çeşidi kullanılarak Limagrain Tohum Islah ve Üretim San. Tic. A.Ş (Bursa) laboratuvarında yürütülmüştür. Her iki tür için de bir fungusit ve bir insektisit kullanıldığı çalışmada ilaçların tohuma uygulamasından sonra 10 gün ve 180 gün beklenmiş ve tohumların çimlenme oranları tespit edilmiştir. Araştırmada kullanılan çeşitler firmanın isteği doğrultusunda çeşit isimleri dışında farklı kod numaraları ile belirtilmiştir. Çalışmada kullanılan çeşitler ve pestisitlerin özellikleri aşağıda verilmiştir:

Ayçiçeği çeşitleri ve kullanılan pestisitler:

KC/1: Büyük tablalı ve ortasına kadar dane doldurabilir. Hektolitre ağırlığı, dane verimi ve yağ oranı yüksektir. %53'e kadar yağ oranı alınabilir. Güneş yanıklığı ve kuş zararını önleyebilecek şekilde tablası eğiktir. Orta boylu sağlam gövdelidir. Orta erkencidir. Verem otuna (Orabaş) ve kurağa yüksek seviyede toleranslıdır.

KC/2: Yatma ve yıkılmaya karşı kuvvetli kök yapısına ve kuş zararı ve güneş yanıklığı için eğik tablaya sahiptir. Mildiyö ve Orabaş toleranslıdır. Ayçiçeği üretiminde problem olan tüm hastalıklara karşı yüksek mukavemet gösterir. Verimlilik için tüm ekim alanlarına tavsiye edilebilir.

KC/3: Orta boylu sağlam gövdelidir. Orta erkencidir. Tabla yapısı aşağıya doğru eğik olduğundan dolayı, kendisini güneş yanıklığından ve kuş zararından korur. Hektolitre ağırlığı çok yüksektir. Ortasına kadar dane doldurabilen büyük tablaya sahiptir. Yağ oranı yüksektir ve kurağa ve orabaşa yüksek derecede toleranslıdır.

KC/4: Orta boylu sağlam gövdelidir. Erkencidir. Kurağa, mildiyö hastalığına karşı yüksek seviyede toleranslıdır. Orabaş için ilaç atma zorunluluğu olmayıp, sadece yabancı ot ile mücadele yeterlidir. Büyük tablalı ve ortasına kadar dane doldurabilir. Hektolitre ağırlığı, dane verimi ve yağ oranı yüksektir. %53'e kadar yağ verimi alınabilir.

KC/5: Erkenci bir çeşittir. Çok yüksek verimlidir. Mildiyö hastalığına yüksek seviyede toleranslıdır. Orabaşın bilinen tüm ırklarına yüksek seviyede toleranslıdır. Yağ oranı ve hektolitresi yüksektir. Orta boylu ve güçlü kök sistemi nedeni ile yatmaya ve kurak koşullara dayanımı çok yüksektir. Ortasına kadar dane doldurabilen tabla yapısı nedeni ile verimi yüksektir. Tabla yapısı aşağıya doğru baktığından dolayı, kuş zararı ve güneş zararına karşı avantajlıdır.

Aprin XL 350 ES: Etkili maddesi 350 g/l Metalaxyl-M. Formülasyonu Emülsiyon formülasyonlu sıvı tohum ilacı. Ayçiçeği mildiyö hastalığı için kullanılan bir fungusittir. Ayçiçek bitkisi için önerilen ilaç piyasa dozu 250 ml/100 kg tohumdur. Syngenta Tarım Sanayi ve Ticaret A.Ş' ne ait bitki koruma ürünüdür.

Cosmos 500 FS: Etkili maddesi 500 g/l Fipronil. Formülasyonu tohum ilaçlaması için akıcı konsantredir. Ayçiçeği ve mısırdaki tel kurtları için kullanılan bir insektisittir. Ayçiçek bitkisi için önerilen piyasa dozu 500 ml/100 kg'dır.

Mısır çeşitleri ve kullanılan pestisitler:

DK/1: Bitki boyu uzun, dik yapraklı ve kuvvetli bir kök sistemine sahiptir. Tane tipi at dişidir. Koçanlar orta büyüklükte olup, sömek kırmızı renklidir. Koçan ucu doldurma özelliği yüksek olan bir çeşittir. Doğal koşullarda, yaprak yanıklığına, sap çürüklüğü ve koçan çürüklüğüne çok yüksek toleranslıdır. Yüksek bitki sıklıklarına toleransı çok iyidir. Hasat zamanında tanelerdeki rutubeti hızlı şekilde atar. Adaptasyon kabiliyeti çok iyidir.

DK/2: Gövdesi kalın ve bol yapraklıdır. Tane verimi ve silaj verimi çok yüksektir. Hektolitre ve 1000 tane ağırlığı yüksektir. Koçanları büyük olup, sömek ve tane rengi kırmızıdır. Bitki boyu uzun, dik yapraklı ve kuvvetli bir kök sistemine sahiptir. Slaj yapım zamanı bitkinin alt yaprakları ve gövdesi yeşil kalma özelliğine sahiptir. Bu özelliğinden dolayı yapılan slajın silolanması kolay olur ve mevcut slaj kalitesi uzun süre bozulmaz. Slaj kalitesini artıran protein oranı, slaj verimini artıran kuru madde oranı, yüksek olan bir çeşittir.

DK/3: Bitki yapısı uniform olup aşağıdan koçan bağlar. Hektolitre ağırlığı yüksektir. Koçan sömeği ince, daneler ise uzundur. Sağlam gövdeli, yatmaz, yıkılmaz ve koçan dökmez bir çeşittir. Koçanı beyaz olduğu için taze tüketime çok uygundur. Bitki yapısı dik yapraklı olduğundan güneş ışınlarından daha fazla yararlanır. Diğer çeşitlere nazaran daha sık ekilebilir. Hasatta dane rutubeti düşük, yüksek verimli bir çeşittir.

DK/4: Sap ve gövde yapısı çok sağlamdır. Bu özelliğinden dolayı yatmaya çok toleranslı bir çeşittir. Tane yapısından dolayı hektolitre ağırlığı çok yüksektir. Erken bir çeşit olduğundan dolayı, 80-85 günde silaja gelir. Koçan içinde bulunan sömek yapısı çok ince olup dane/koçan oranı çok yüksektir. Daneleri at dişi yapısında olduğundan dolayı, yüksek verim verme kabiliyeti vardır. Toprak seçiciliği yoktur.

DK/5: Gövdesi kalın ve bol yapraklıdır. Bitki boyu ve yapısı nedeni ile slaj verimi yüksektir. Tane rengi kırmızıdır. Hektolitre ve 1000 dane ağırlığı yüksektir. Tane verimi çok yüksektir. Slaj yapım zamanı bitkinin alt yaprakları ve gövdesi yeşil kalma özelliğine sahiptir. Bu özelliğinden dolayı yapılan slajın silolanması kolay olur ve mevcut slaj kalitesi uzun süre bozulmaz.

Gaicho FS 600: Etkili maddesi 600 g/l imidacloprid. Formülasyonu tohum ilaçlaması için akıcı konsantredir. Mısırdaki telkurtlarına karşı kullanılan bir insektisittir. Mısır bitkisi için önerilen ilaç piyasa dozu 600 ml/100 kg tohumdur. Bayer Türk Kimya San. Ltd. Şti şirketine ait bitki koruma ürünüdür.

Maxim XL 035 FS: Etkili maddesi 25 g/l Fludioxonil + 10 g/l Metalaxyl-M. Formülasyonu tohum ilaçlaması için akıcı konsantredir. Mısırdaki tohum ve kök çürüklüğü, fide yanıklığı için kullanılan bir fungusittir. Mısır bitkisi için önerilen ilaç piyasa dozu 100 ml/100 kg tohumdur. Syngenta Tarım Sanayi ve Ticaret A.Ş.' ne ait bitki koruma ürünüdür.

Araştırmada, pestisitlerin piyasa dozları baz alınarak su ve ilaç miktarları ayarlanmıştır. 100 kg tohum için gerekli ilaç miktarı, her çeşit için yapılacak deneme toplam 1200 adet tohum kullanılacak şekilde numune kilosu ve ilaç dozları ile oran hesabı yapılmış ve her çeşitte uygulanacak tohum kilosu x ilaç dozu ayrı ayrı hesaplanmıştır. İdeal ilaçlı su miktarı (tohumu iyi bir şekilde kaplayan fakat akmayan miktar olan ilaçta kullanılacak su miktarı) 100 kg tohum için 1 litre su olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu oranlar üretici ilaç firmalarının vermiş olduğu oranlarla desteklenmiştir.

Her iki tür için de incelenen pestisitler 6 ayrı dozda uygulanmış ve tohumlar 10 gün ve 180 gün bekletilerek çimlenme testlerine geçilmiştir. Ayçiçeği için Aprin XL 350 ES; 0, 200, 250, 300, 350, 400 ml ve Cosmos 500 FS; 0, 300, 400, 500, 600, 700 ml ; mısır için ise Maxim XL 035Fs; 0,50,75,100,125,150 ml ve Gaicho FS 600; 0,400,500,600,700 ve 800 ml dozlarında uygulanmıştır. Denemelerde çimlenme testleri ISTA kurallarına uygun olarak yapılmış ve elde edilen veriler JUMP istatistik programında değerlendirilmiştir.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Çalışmada ilaç, doz uygulamaları ve çeşitlerin bu uygulamalara verdikleri tepkiyi belirlemek üzere yapılan varyans analiz sonuçları 10 gün ve 180 gün bekletme sürelerine göre Tablo1'de verilmiştir. Ayçiçeği için 10 günlük bekletme süresi sonrasında çeşit, ilaç ve doz uygulamaları istatistik olarak önemsiz bulunurken, İlaç x doz

interaksiyonu istatistiki olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. 180 günlük bekleme süresi sonrası ise doz uygulaması açısından % 5 düzeyinde önemlilik tespit edilmiştir. Mısırdaki ise 10 günlük bekleme süresi sonrasında çeşit ve doz uygulamaları istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunurken, çeşit x ilaç interaksiyonu % 5 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur. 180 gün bekleme sonrası ise ele alınan tüm uygulamalarda % 1 düzeyinde önemlilik tespit edilmiştir.

Tablo1. Ayçiçeği ve mısır çeşitlerinin, ilaç ve doz uygulamalarının 10 gün ve 180 gün bekleme sonunda çimlenme oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Table 1. Variance analysis results of sunflower and corn cultivars, germination rates of 10 days and 180 days of drug and pesticide applications

Varyasyon Kaynağı	10 GÜN			180 GÜN	
	AYÇİÇEĞİ SD	KO	MISIR KO	AYÇİÇEĞİ KO	MISIR KO
Çeşit	4	10.54	81.78**	40.23	375.04**
İlaç	1	7.35	1.67	19.84	79.35**
Doz	5	1053	45.35**	62.92*	197.90**
Çeşit x İlaç	4	6.36	27.63*	10.89	399.86**
Çeşit x Doz	20	35.26	15.28	155.73	209.56**
İlaç x Doz	5	31.30*	8.68	24.39	54.80**
Çeşit x İlaç x Doz	20	21.74	32.03	118.76	182.24**

*:p<0.05. **:p<0.01

Ayçiçeğinde 10 günlük bekleme sonrası yapılan çimlenme testleri sonucunda çeşitlerin % 98.02 - 98.63 oranında çimlendikleri görülmüştür. Çeşitler arasında en yüksek değer % 98.63 değeri ile KC/4 çeşidinden, en düşük değer ise % 98.02 ile KC/1 çeşidinden elde edilmiştir. 180 günlük bekleme sonrasında ise çeşitlerin çimlenme değerleri % 96.98 - 98.08 arasında değişmiştir. Çeşitler arasında en yüksek değer % 98.08 değeri ile KC/4 çeşidinden, en düşük değer ise % 96.98 ile KC/1 ve KC/5 çeşitlerinden elde edilmiştir. Mısırdaki ise 10 günlük bekleme süresi sonrası yapılan çimlenme testleri sonucunda çeşitlerin çimlenme değerleri % 97.46 - 99.08 arasında saptanmıştır. Çeşitler arasındaki en yüksek değer % 99.08 değeri ile DK/4 çeşidinden, en düşük değer ise % 97.46 ile DK/2 çeşidinden elde edilmiştir. 180 günlük bekleme sonrasında çeşitlerin çimlenme değerleri % 94.63 - 98.19 arasında değişmiştir. Çeşitler arasında en yüksek değer % 98.19 ile DK/4 çeşidinden, en düşük değer ise % 94.63 ile DK/2 çeşidinde saptanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Ayçiçeği ve Mısırdaki çeşit bazında çimlenme oranları ortalama değerleri (%)

Table 2. Average values of germination rates on the basis of cultivars in sunflower and corn (%)

ÇEŞİTLER	AYÇİÇEĞİ		ÇEŞİTLER	MISIR	
	10 GÜN	180 GÜN		10 GÜN	180 GÜN
KC/1	98.02	96.98	DK/1	98.06 b	96.73 b
KC/2	98.13	97.33	DK/2	97.46 c	94.63 c
KC/3	98.31	97.52	DK/3	98.12 b	97.88 a
KC/4	98.38	98.08	DK/4	99.08 a	98.19 a
KC/5	98.63	96.98	DK/5	97.52 c	96.96 b

Ayçiçeği çeşitlerinde tohuma uygulanan pestisit türlerinin çimlenme oranlarına etkisi incelendiğinde, 10 günlük bekleme sonrası ortalama değerler Aprin XL 350 ES için % 98.12 iken, Cosmos 500 FS için % 98.47 olarak belirlenirken 180 günlük bekleme sonrası ise ortalama çimlenme oranları Aprin XL 350 ES için % 97.09 iken Cosmos 500 FS için % 97.66 olarak belirlenmiştir. Mısır çeşitlerinde 10 günlük bekleme sonrası ortalama çimlenme oranları Maxim XL 035 FS için % 97.97; Gaucho FS 600 için % 98.13 olarak saptanmıştır. 180 günlük bekleme süresi sonrasında ise ortalama çimlenme oranları Maxim XL 035 FS için % 97.45 ve Gaucho FS 600 % 96.30 olarak belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Uygulanan pestisit türlerinin çimlenme oranları ortalama değerleri (%)
 Table 3. Average values of germination rates of applied pesticides (%)

İLAÇ	AYÇİÇEĞİ		İLAÇ	MISIR	
	10 GÜN	180 GÜN		10 GÜN	180 GÜN
Aprin XL 350 ES	98.12	97.09	Maxim XL 035	97.97	97.45
Cosmos 500 FS	98.47	97.66	FS	98.13	96.30
			Gaicho FS 600		

Çeşit x ilaç interaksyonu bakımından ise 10 gün ve 180 gün bekleme sonrası elde edilen çimlenme sonuçları ayçiçeği için Tablo 4'de, mısır için ise Tablo 5'de verilmiştir. Ayçiçeğinde 10 gün bekleme sonrası ortalama değerler % 97.63 – 98.75 arasında, 180 gün bekleme sonrası ise % 96.50- 98.08 arasında tespit edilmiştir. En yüksek sonuç 10 gün için KC/4 çeşidinde Cosmos 500 FS uygulamasından ve 180 gün için de aynı çeşit ve her iki pestisit uygulamasından elde edilmiştir.

Tablo 4. Ayçiçeğinde çeşit x ilaç interaksyonuna ait ortalama çimlenme değerleri (%)
 Table 4. Average germination values of cultivar x pesticide interaction in sunflower (%)

Çeşit	İlaç	10 Gün	180 Gün
KC/1	Aprin	97.63	96.50
	Cosmos	98.42	97.46
KC/2	Aprin	97.83	96.83
	Cosmos	98.42	97.83
KC/3	Aprin	98.17	97.12
	Cosmos	98.46	97.92
KC/4	Aprin	98.50	98.08
	Cosmos	98.75	98.08
KC/5	Aprin	98.46	96.92
	Cosmos	98.29	97.04

Mısırdaki çeşit x ilaç interaksyonu bakımından 10 günlük bekleme süresi sonrası elde edilen çimlenme sonuçları Maxim XL 035 FS uygulanan tohumlarda % 97.58 – 98.75 değerleri arasında olup en yüksek sonuç DK/4 çeşidinde görülmüştür. 10 günlük bekleme süresi sonrası Gaicho FS 600 için ise çimlenme oranları % 97.04–99.42 arasında ve yine en yüksek değer DK/4 çeşidinden saptanmıştır. 180 günlük bekleme sonrası çimlenme oranları ortalama değerleri incelendiğinde Maxim XL 035 FS için % 97.17 – 97.71 arasında sonuçlar elde edilmiştir. Denemede DK/1 çeşidinden en yüksek değer saptanırken, en düşük değer DK/5 çeşidinden elde edilmiştir. 180 günlük bekleme sonrası Gaicho FS 600 uygulanan tohumlarda çimlenme oranı % 91.75 – 98.71 arasında olmuştur ve en yüksek değer DK/4 çeşidinde saptanmıştır.

Tablo 5. Mısırdaki çeşit x ilaç interaksyonuna ait ortalama çimlenme değerleri (%)
 Table 5. Average germination values of variety x pesticide interaction in corn (%)

Çeşit	İlaç	10 Gün	180 Gün
DK/1	Maxim	97.96	cd
	Gaicho	98.17	bc
DK/2	Maxim	97.88	cd
	Gaicho	97.04	e
DK/3	Maxim	97.58	cde
	Gaicho	98.67	b
DK/4	Maxim	98.75	b
	Gaicho	99.42	a
DK/5	Maxim	97.67	cd
	Gaicho	97.38	de

Ayçiçeğinde 10 günlük bekleme süresi sonrasında saptanan çimlenme oranları ortalamasına göre ilaç x doz interaksyonu incelendiğinde Aprin XL 350 ES için en iyi çimlenme değerinin % 98.95 değeri ile 300 ml dozunda olduğu, Cosmos 500 FS için ise % 98.95 ile 600 ml dozunda olduğu tespit edilmiştir. 180 günlük bekleme süresi

sonunda ise Aprin XL 350 ES için en iyi çimlenme değerinin % 97.15 ile 200 ml dozunda olduğu ve doz artırımının çimlendirme oranını düşürdüğü, Cosmos 500 FS için ise en yüksek değer için ilaç uygulaması yapılmayan kontrol tohumlarında % 98.45 ile tespit edildiği görülmüştür. Bunu % 98.10 ile 700 ml dozu izlemiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Ayçiçeğinde ilaç x doz interaksiyonuna ait ortalama çimlenme değerleri (%)
Table 6. Average germination values of pesticide x dose interaction in sunflower (%)

İlaç	Doz	10 Gün	180 Gün	İlaç	Doz	10 Gün	180 Gün
APRİN	0	98.45 abc	98.45 a	COSMOS	0	98.00 bcd	98.45 a
	200	97.55 cd	97.15 abc		300	98.15 a-d	96.80 bc
	250	98.00 bcd	97.05 abc		400	98.40 abc	97.75 abc
	300	98.95 a	96.45 c		500	98.45 abc	97.75 abc
	350	97.40 d	96.75 bc		600	98.95 a	97.15 abc
	400	97.95 cd	96.70 bc		700	98.85 ab	98.10 ab
LSD _{0.05}	1.97	3.17			1.97	3.17	

Mısırdaki 10 gün bekletme sonrasında saptanan çimlenme oranları ortalamalarına göre ilaç x doz interaksiyonu incelendiğinde Maxim XL 035 FS için en iyi çimlendirme değerinin ilaç uygulaması yapılmayan kontrol tohumlarında % 98.70 ile tespit edildiği görülmüştür. Bunu % 98.35 ile 50 ml dozu izlemiştir. Gaucho FS 600 için de en yüksek değer ilaç uygulaması yapılmayan kontrol tohumlarında % 98.70 değeri olduğu görülmüş bunu % 98.65 ile 400 ml dozu olduğu izlemiştir. 180 günlük bekletme süresi sonrasında Maxim XL 035 FS için en iyi çimlendirme değerinin ilaç uygulaması yapılmayan kontrol tohumlarında ve bunu % 97.50 değeri ile 125 ml dozu izlerken. Gaucho FS 600 için en yüksek değer yine kontrol tohumlarında olduğu ve bunu da % 97.25 ile 400 ml dozu izlemiştir. Her iki ilacında 180 günlük bekletme sonrasında çimlenme oranını önemli düzeyde düşürdüğü görülmüştür (Tablo 7).

Denemede çeşit x ilaç x doz üçlü interaksiyonu bakımından 10 günlük bekletme sonrası elde edilen ortalama çimlenme değerleri Tablo 8’de, 180gün bekletme sonrası elde edilen değerlerde Tablo 9’da verilmiştir. Buna göre ayçiçeği için 10 gün bekletme sonrası en yüksek değer KC/5 çeşidinden Aprin 300 ml uygulamasından % 99.50 elde edilirken, en düşük değer % 96.75 ile 350 ml Aprin uygulamasında KC/1 ve KC/2 çeşitlerinde tespit edilmiştir. Cosmos uygulamalarında ise en yüksek değer % 99.50 ile 600 ml dozda yine KC/5 çeşidinden elde edilmiştir. 180 günlük bekletme sonrası ortalama çimlenme değerleri incelendiğinde ise Aprin için en yüksek değer % 99.25 ile ilaç uygulaması yapılmayan KC/4 ve KC/5 çeşitlerinde tespit edildiği bunu % 98.75 ile 200 ml ve 300 ml dozlarında KC/3 çeşidinin izlediği görülmüştür. Cosmos için ise en yüksek değer yine % 99.25 ile ilaç uygulaması yapılmayan KC/4 ve KC/5 çeşitlerinde saptanmıştır. Ayçiçeğinde külemeye karşı kullanılan Aprin XL 350 ES için yüksek dozların çimlenme oranını KC/1 çeşidi dışında genel olarak düşürdüğü görülmüştür.

Çalı (2007) domates bitkisinde Aprin XL 350 ES fungisitinin etkili maddesi olan Metalaxyl’i uygulaması ve elde edilen sonuçlardan yola çıkarak, ülkemizde sadece ayçiçeği bitkisinde mildiyö hastalığına karşı tohum ilacı olarak kullanılması önerilen Metalaxyl etkili maddeli pestisit için üretici dozu ve bu dozun üzerinde yapılacak uygulamaların domates bitkisinin stomalarda olumsuzluklara yol açtığını, bu durumun bitkinin temel fizyolojik olaylarını dolayısıyla da bitki gelişimini ve sonuçta da verimi olumsuz yönde etkileyeceğini tespit etmiştir. Tel kurtlarına karşı kullanılan Cosmos 500 FS ayçiçeğinde doz artırımının çimlenme oranı üzerinde etkisi çeşitlere göre değişmiştir. Örneğin KC/1 çeşidine bir miktar artışa sebep olurken KC/4 ve KC/5 çeşitlerinde düşüşe sebep olmuştur. Trotuş ve ark. (2011) Cosmos 500 FS mısır bitkisinde tel kurtlarına karşı kullanımında doz artırımının zararlı üzerinde olumlu etki ettiğini gözlemiştir. İlacın çimlenme değerleri üzerinde 2.0 l/d % 89.75 l/d % 94 oranında etkili olduğunu tespit etmiştir.

Tablo 7. Mısırdaki ilaç x doz etkileşimine ait ortalama çimlenme değerleri (%)
 Table 7. Average germination values of pesticide x dose interaction in corn (%)

İlaç	Doz	10 Gün	180 Gün	İlaç	Doz	10 Gün	180 Gün
MAXİM	0	98.70	98.70	GAUCHO	0	98.70	98.70
	50	98.35	97.05		400	98.65	97.25
	75	97.85	97.35		500	98.15	96.05
	100	97.10	97.25		600	97.80	95.85
	125	98.25	97.50		700	97.70	95.15
	150	97.55	96.85		800	97.80	94.80
LSD _{0.05}		1.50	2.44			1.50	2.44

Mısırdaki ise çeşit x ilaç x doz etkileşimini bakımından 10 günlük bekletme sonrası ortalama çimlenme değerleri incelendiğinde Maxim için en yüksek değerin % 99.50 ile ilaç uygulaması yapılmayan DK/4 çeşidinden elde edildiği ve bunu % 99.25 ile 50 ml dozda yine DK/4 çeşidinin izlediği görülmüştür.

Tablo 8. Çeşit x İlaç x Doz etkileşimine ait ortalama çimlenme değerleri (10 gün)
 Table 8. Average germination values of cultivar x pesticide x dose interaction (10 days)

Çeşit	İlaç	Doz	Ç.D.	Çeşit	Ç.D.	Çeşit	Ç.D.	Çeşit	Ç.D.	Çeşit	Ç.D.
AYÇİÇEĞİ											
KC1	Aprin	0	97.00	KC2	KC3	KC4	KC5	98.25	98.50	99.25	99.25
		200	97.75					97.00	98.00	98.50	98.50
		250	98.00					98.25	98.00	97.75	98.00
		300	98.00					99.25	99.00	99.00	99.50
		350	96.75					96.75	97.25	98.50	97.75
		400	98.25					97.50	99.25	98.00	97.75
KC1	Cosmos	0	97.00	KC2	KC3	KC4	KC5	98.25	98.50	99.25	97.00
		300	98.00					98.25	97.75	98.25	98.50
		400	98.50					99.00	98.50	98.50	97.50
		500	99.00					97.25	99.00	98.25	98.75
		600	98.75					99.25	98.00	99.25	99.50
		700	99.25					98.50	99.00	99.00	98.50
MISIR											
DK1	Maxim	0	98.25	DK2	DK3	DK4	DK5	98.75	98.75	99.50	98.25
		50	98.00					98.25	98.25	99.25	98.00
		75	97.75					98.25	97.50	98.75	97.00
		100	97.50					97.25	96.25	97.75	96.75
		125	98.50					98.50	98.00	98.25	98.00
		150	97.75					96.25	96.75	99.00	98.00
DK1	Gaucho	0	98.25	DK2	DK3	DK4	DK5	98.75	98.75	99.50	98.25
		400	99.50					97.25	99.00	99.50	98.00
		500	97.75					96.75	99.00	99.25	98.00
		600	97.75					96.00	98.25	100	97.00
		700	98.25					96.25	98.50	99.00	96.50
		800	97.50					97.25	98.50	99.25	96.50

Gaucho için ise en yüksek değer % 100 ile 600 ml dozda DK/4 çeşidinde ve en düşük çimlenme değeri %96.00 ile DK/2 çeşidi olduğu tespit edilmiştir. 180 günlük bekletme sonrası ortalama çimlenme değerleri incelendiğinde ise Maxim için en yüksek değerin % 99.50 ile ilaç uygulaması yapılmayan DK/4 çeşidinden elde edildiği ve bunu ilaç uygulaması yapılan çeşitler arasında % 98.50 ile 100 ml dozda DK/5 çeşidinin izlediği görülmüştür. Gaucho insektisidi için ise en yüksek değerin yine ilaç uygulaması yapılmayan DK/4 çeşidinden elde edildiği ve bunu % 99.25 ile 500 ml dozda DK/3 çeşidinin izlediği en düşük değerin ise % 86.25 ile DK/2 çeşidinde olduğu tespit edilmiştir. Mısırdaki Maxim XL 035 FS ve Gaucho FS 600 pestisitlerinin yüksek dozlarda çimlenmeyi olumsuz

etkilediği görülmüştür. Mısır hastalıkları; üretimi etkileyen en önemli sorunlardan birisidir. Hastalıklar verimi azaltmakta. normal olgunlaşmayı değiştirmekte. tane kalitesini azaltmakta ve yatmaya neden olabilmektedirler. Genel olarak mısır hastalıklarından dolayı %10.9 oranında tane veriminde kayıplar ortaya çıkmaktadır. Kök ve kökboğazı ile sap ve koçanlarda görülen fungal hastalıklar. verimi sınırlayan en önemli faktörler arasında yer almaktadır (Miller 1994). Beres ve ark. (2016). mısır bitkisinde Gaucho FS 600 insektisinin etkili maddesi olan imidacloprid uygulamasının mısır gelişim evresinde Fusarium türleri üzerine oldukça etkili olduğunu gözlemlemiştir. Bu konuda bitki çıkışları üzerine çalışmaya rastlanmamıştır.

Tablo 9. Çeşit x İlaç x Doz interaksyonuna ait ortalama çimlenme değerleri (180 gün)
Table 9. Average germination values of cultivar x pesticide x dose interaction (180 days)

Çeşit	İlaç	Doz	Ç.D.	Çeşit	Ç.D.	Çeşit	Ç.D.	Çeşit	Ç.D.	Çeşit	Ç.D.
AYÇİÇEĞİ											
KC1	Aprin	0	97.00		98.25		98.50		99.25		99.25
		200	97.25		96.50		98.75		98.50		94.25
		250	97.25		96.50		98.00		98.50		95.00
		300	93.00		96.50		98.75		97.25		96.75
		350	97.75		96.75		95.50		97.75		98.00
	400	98.25		96.50		93.25		97.25		98.25	
	Cosmos	0	97.00		98.25		98.50		99.25		99.25
		300	97.25		96.25		97.00		97.50		96.00
		400	97.25		97.75		98.00		99.00		96.75
		500	97.50		97.75		98.00		98.75		96.75
600		97.25		99.00		97.25		96.25		96.00	
700	98.50		98.00		98.75		97.75		97.50		
MISIR											
DK1	Maxim	0	98.25 a-f		98.75 a-d		98.75 a-d		99.50 a		98.25 a-f
		50	97.00 b-1		97.50 a-h		97.00 b-1		97.00 b-1		96.75 c-1
		75	97.25 a-1		98.00 a-g		97.25 a-1		97.25 a-1		97.00 b-1
		100	97.75 a-g		97.00 b-1		96.00 f-1		97.00 b-1		98.50 a-e
		125	98.25 a-f		98.00 a-g		97.50 a-h		97.75 a-g		96.00 f-1
	150	97.75 d-1		95.75 gh1		96.75 c-1		97.50 a-h		96.50 d-1	
	Gaucho	0	98.25 a-f		98.75 a-d		98.75 a-d		99.50 a		98.25 a-f
		400	96.50 d-1		96.25 e-1		98.25 a-f		98.25 a-f		97.00 b-1
		500	95.25 hj		91.50 kl		99.25 ab		98.50 a-e		95.75 gh1
		600	95.00 ij		90.25 l		98.00 a-g		99.00abc		97.00 b-1
700		96.25 e-1		86.25 m		98.50 a-e		99.00abc		95.75 gh1	
800	93.25 jk		87.50 m		98.50 a-e		98.00 a-g		96.75 c-1		

4. Sonuç

Bu çalışma kapsamında ülkemizde yetiştirilen ayçiçeği ve mısır türlerine ait beşer çeşit üzerinde tohuma 6 farklı dozda pestisit uygulamaları yapılmış.10 gün ve 180 gün bekletme süresi sonunda uygulanan pestisitlerin tohumluğun çimlenme değeri üzerine etkileri incelenmiştir.

Ayçiçeği için 10 günlük bekletme süresi sonunda varyans analiz sonuçları incelendiğinde ilaç x doz interaksyonu bakımından istatistiki olarak % 5 düzeyinde önemlilik tespit edilmiştir. Ayçiçeğinde 10 günlük bekletme süresi sonrasında saptanan çimlenme oranları ortalamasına göre ilaç x doz incelendiğinde Aprin XL 350 ES için en iyi çimlenme değerinin % 98.95 değeri ile 300 ml dozunda olduğu. Cosmos 500 FS için ise % 98.95 ile

600 ml dozunda olduğu tespit edilmiştir Ayçiçeği için 180 günlük bekletme süresi sonunda varyans analiz sonuçları incelendiğinde doz özelliği bakımından istatistiki olarak % 5 düzeyinde önemlilik tespit edilmiştir. Aprin XL 350 ES fungusiti için en iyi çimlendirme değerinin % 97.15 ile 200 ml dozunda olduğu ve doz artırımının çimlendirme oranını düşürdüğü. Cosmos 500 FS için en yüksek değer ilaç uygulaması yapılmayan kontrol tohumlarında % 98.45 ile tespit edildiği görülmüştür. Bunu % 98.10 ile 700 ml dozu izlemiştir. Doz artırımının

çimlenme üzerine etkisi çeşitlere göre değişiklik göstermiş olup. çeşitlerin ilaçlar ile interaksyonlarının genetik yapıları ile de ilgili olduğu sonucuna varılmıştır. Mısır için 10 günlük ve 180 günlük bekletmeler sonrası yapılan çimlenme tetkiklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre 10 günlük bekletme süresi sonrasında çeşit ve doz uygulamaları istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunurken. çeşit x ilaç interaksyonu % 5 olasılık düzeyinde önemli olmuştur. 180 gün bekletme sonrası ise verileri tüm uygulamalarda % 1 düzeyinde önemlilik tespit edilmiştir. Mısırdaki 10 gün bekletme sonrasında saptanan çimlenme oranları ortalamalarına göre ilaç x doz interaksyonu incelendiğinde Maxim XL 035 FS için en iyi çimlendirme değerinin ilaç uygulaması yapılmayan kontrol tohumlarında % 98.70 ile tespit edildiği görülmüştür. Bunu % 98.35 ile 50 ml dozu izlemiştir. Gaucho FS 600 için de en yüksek değer ilaç uygulaması yapılmayan kontrol tohumlarında % 98.70 değeri olduğu görülmüş bunu % 98.65 ile 400 ml dozu olduğu izlemiştir. 180 günlük bekletme süresi sonrasında Maxim XL 035 FS için en iyi çimlendirme değerinin ilaç uygulaması yapılmayan kontrol tohumlarında ve bunu % 97.50 değeri ile 125 ml dozu izlerken. Gaucho FS 600 için en yüksek değer yine kontrol tohumlarında olduğu ve bunu da % 97.25 ile 400 ml dozu izlemiştir. Denemede çeşit x ilaç x doz interaksyonu bakımından 10 günlük bekletme sonrası ortalama çimlenme değerleri incelendiğinde Maxim için en yüksek değer % 99.50 ile ilaç uygulaması yapılmayan DK/4 çeşidinden elde edildiği ve bunu % 99.25 ile 50 ml dozda yine DK/4 çeşidinin izlediği görülmüştür. Gaucho için ise en yüksek değer % 100 ile 600 ml dozda DK/4 çeşidinde ve en düşük çimlenme değeri %96.00 ile DK/2 çeşidi olduğu tespit edilmiştir. Mısır çeşit x ilaç x doz interaksyonu bakımından 180 günlük bekletme sonrası ortalama çimlenme değerleri incelendiğinde Maxim için en yüksek değer % 99.50 ile ilaç uygulaması yapılmayan DK/4 çeşidinden elde edildiği ve bunu ilaç uygulaması yapılan çeşitler arasında %98.50 ile 100 ml dozda DK/5 çeşidinin izlediği görülmüştür. Gaucho insektisit için ise en yüksek değer yine ilaç uygulaması yapılmayan DK/4 çeşidinden elde edildiği ve bunu % 99.25 ile 500 ml dozda DK/3 çeşidinin izlediği görülmüştür. Bu veriler ışığında mısırdaki en uygun ilaç dozunun çeşit özelliğine göre değişmekle birlikte 180 gün bekleme süresi sonunda doz oranının çimlenme değerleri üzerinde farklılık gösterebildiği ve en iyi çıkışın Maxim ilacında 100 ml dozda DK/5 çeşidinden Gaucho ilacı için ise 500 ml dozda DK/3 çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Genel olarak tohuma uygulanan her iki pestisit de artan dozlarda mısırdaki çimlenme oranını düşürdüğü tespit edilmiştir.

Teşekkür

Çalışmanın yürütülmesinde materyal temini ve laboratuvar destekleri nedeniyle Limagrain Tohum Islah ve Üretim San. Tic. A.Ş (Bursa) firmasına teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Albourie, J.M., Tourvieille, J., de Labrouhe, D.T. (1998). Resistance to metalaxyl in isolates of the sunflower pathogen *Plasmopara halstedii*. *European Journal of Plant Pathology*. 104(3): 235–242
- Anonim (1999). Zirai Mücadelede Kullanılan ve Benzeri Maddelerin Ruhsatlandırılması Hakkında Yönetmelik. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Resmi Gazete: 17.02.1999-23614.
- Aytın, Y. (1966). Sertifikalı Hububat Tohumculuğunda Tarla Muayenesi ve Numune Alma. T. C. Tarım Bakanlığı. Tohumluk Kontrol ve Sertifikasyon Enstitüsü. Ankara.
- Beres, P., Gorski, D., Kucharczyk, H. (2016). Influence of Seed Treatments and Foliar Insecticides Used Against *Oscinella frit* L. in Maize on the Population of Thrips. Institute of Plant Protection – National Research Institute. Regional Experimental Station in Rzeszów Gen. Langiewicza 28. 35-101
- Delen, N., Onoğur, E., Yıldız, M. (1985). Sensitivity levels to metalaxyl in six *Plasmopara helianthi* Novot. isolates. *The Journal of Turkish Phytopathology*. 14(1): 31-36
- Demircan, V., Yılmaz, H. (2005). Isparta İli Elma Üretiminde Tarımsal İlaç Kullanımının Çevresel Duyarlılık ve Ekonomik Acıdan Analizi. *Ekoloji*. 14(57): 15-25.
- Durmuşoğlu, E., Tiryaki, O., Canhilal, R. (2010). Türkiye'de Pestisit Kullanımı. Kalıntı ve Dayanıklılık Sorunları. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi. 11-15 Ocak. TMMOB-Ziraat Mühendisleri Odası. Ankara
- Erbaugh, J.M., Donnermeyer, J., Kyamanywa, S. (2002). Factors Associated with the Use of Pesticides in Uganda: Strategic Options for Targeting Integrated Pest Management (IPM) Programs. *Journal of International Agricultural and Extension Education*. 9. 23-28
- Gaber, S., Abdel-Latif, S.H. (2012). Effect of Education and Health Locus of Control on Safe Use of pesticides. A Cross Sectional Random Study. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 7:3.
- Gider, İ. (2018). *Ekmeklik Buğday Genotiplerinde Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğünün Tane Verimi ve Kalite Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. NKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı. Tekirdağ
- Gülşen, O., Coşkun, G., Demirkaya, M. (2016). Çerezlik Kabak Tohumlarında Bazı Ön Uygulamaların Çimlenme Üzerine Etkileri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 32(1): 48-53
- Gün. S., Kan. A. (2009). Pesticide Use in Turkish Greenhouses. Health and Environmental Consciousness. *Polish Journal of Environmental Study*. 18(4): 607-615.
- Kalıpçı, E., Özdemir, C., Öztaş, H. (2011). Çiftçilerin Pestisit Kullanımı İle İlgili Eğitim Ve Bilgi Düzeyi İle Çevresel Duyarlılıklarının Araştırılması. *TUBAV Bilim Dergisi*. 4(3): 179-87
- Kansu, İ.A. (1981). Hastalık ve Zararlılarla Savaş Yoluyla Bitkisel Üretim Artırılması Olanakları. Tarım-Orman Bakanlığı Türkiye II. Tarım Kongresi. Ankara.
- Miller, J.D. (1994). Epidemiology of *Fusarium* ear diseases of cereals. In *Mycotoxins in grain: compounds other than Aflatoxin*. Edited by J.D.Miller and H.L.Trenholm. Eagan Pres. St. Paul. MN. USA.. pp:19-35
- Molinero-Luiz, M.R., Condon-Torres, M.M., Martinez-Aguilar, J., Melero-Vara, J.M., Dominguez, J. (2008). Resistance to metalaxyl and to metalaxyl-M in populations of *Plasmopara halstedii* causing downy mildew in sunflower. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 30(1): 97-105
- Onan, E., Karcılıoğlu, A. (1988). Ayçiçeği mildiyösü (*Plasmopara helianthi* Novot.) hastalığına karşı bazı preparatların etkililiği ile Metalaxyl'e karşı dayanıklılığının saptanması üzerinde araştırmalar. V.Türkiye Fitopatoloji Kongresi Bildiri Özetleri. 107. Antalya
- Oruç, E. (2001). *Tokat İlinde Bitkisel Üretimde Tarımsal Mücadele Uygulamaları ve Çiftçilerin İlaç Kullanımındaki Bilgi Düzeyleri ile Bilgi Kaynakları Üzerine Bir Araştırma*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi) Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı. Ankara.
- Ozkan, H.E., Fox, R.D. (1998). Recent Trends in Agrochemical Application in the USA. Proceedings of Conference on Measurement and Management of Agrochemical Spraying Quality. Taiwan Agricultural Research Institute. Taichung, Taiwan 413. ROC.. p. 43 – 59.
- Örnek, H. (2008). *Ege Bölgesi Bağlarından Elde Edilen Yaş ve Kuru Üzümlerde Bazı Pestisit Kalıntılarının ve Risk Durumunun Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi. Bitki Koruma Anabilim Dalı. Aydın.
- Özkan, B., Akçaöz, H.V. (2003). Antalya İlinde Turunçgil Üretiminde Tarımsal İlaç Kullanımına Yönelik Üretici Tutum ve Davranışları. *Anadolu Dergisi*. 13(2): 103-116.
- Rahman, S. (2003). Farm-Level Pesticide Use in Bangladesh: Determinants and Awareness. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 95(1): 241–252.

-
- Salameh, P.R., Baldi, I., Brochard, P., Saleh, B.A.(2004). Pesticides in Lebanon: A Knowledge, Attitude, and Practice Study. *Environmental Research*. 94(19): 1–6.
- Trotuş, E., Buburuz, A., Zaharia, P. (2011). Researches on the Protection of Maize Crops Against Soil Pests. *Cercetări Agronomice în Moldova*. 44(4): 49-50.
- Uygun, N., Şekeroğlu, E. (1993). Gökusu Deltasında Tarımsal Gelişim ve Doğa Koruma. Uluslar Arası Gökusu Deltası Çevresel Kalkınma Semineri Bildiri Metinleri. Doğal Hayatı Koruma Derneği. İstanbul. s. 162
- Viranyi, F., Spring, O. (2011). Advanced in sunflower downy mildew research. *European Journal of Plant Pathology*. 129(2): 207–220
- Yılmaz, İ., Özkan, B., Akkaya, F., Yılmaz, S., Kutlar, İ. (2000). Antalya İli Sera Sebzeciliğinde İlaç ve Gübre Kullanımının Analizi. IV. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi. 6-8 Eylül. Tekirdağ.

Laktuloz İlave Edilerek Üretilen Sucukların Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Determining of Some Quality Properties of Sucuks Produced by Lactulose Addition


Harun URAN^{1*}, Hatice ŞANLIDERE ALOĞLU¹, Bayram ÇETİN¹**Özet**


Laktuloz, probiyotik bakterilerin gelişimini teşvik eden prebiyotik özelliğe sahip bir disakkarittir. Gıda endüstrisinde kullanımı giderek artmakta olup, özellikle probiyotik gıdalarda kullanımı üzerinde durulmaktadır. Probiyotik et ürünleri, nispeten yeni ve et endüstrisinin çok iyi tanınmamış bir alanıdır. Ülkemizde bu türde üretilen ürünlerin başında fermente sucuk gelmektedir. Prebiyotik özelliğe sahip laktulozun, ülkemizde çok eski yıllardan beri üretilen ve sevilerek tüketilen fermente sucukların kalite özelliklerini olumlu yönde etkileyebileceğinden hareketle planlanan bu çalışmada, farklı konsantrasyonlarda (%0.5, %1 ve %2) laktuloz ilavesiyle hazırlanan sucuklar, fermantasyon sürecinden sonra çeşitli özellikleri bakımından incelenmiştir. Elde edilen verilere göre laktuloz ilavesi sucukların kurumadde, kül ve pH değerlerinde farklılık oluşturmamış ($p>0.05$), bununla birlikte %2 laktuloz katkılı sucuklar laktuloz ilave edilen diğer gruplar ve edilmeyen kontrol grubuna göre su aktivitesi açısından önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Laktuloz katkısı ürünlerin L^* değerini (parlaklık) arttırmış, b^* değerini (sarılık) azaltmış, ancak istatistiksel olarak fark oluşturmamıştır ($p>0.05$). Örneklerin a^* değeri (kırmızılık) de laktuloz ilavesiyle düşüş göstermiş ve bu durum kontrol grubu örneklerine göre önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur. Laktuloz katkısı sucukların tekstürel (sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, çignenebilirlik ve bağlılık) ve duyuşsal özelliklerinde farklılık yaratmamış, duyuşsal değerlendirmeyi yapan panel en çok %2 laktuloz katkılı sucukları beğendiklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre fermantasyon süreci sonunda örneklerde *Enterobacteriaceae*, Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) ve maya-küf sayıları açısından fark belirlenmemiş, ancak Laktik Asit Bakterileri (LAB) sayısının laktuloz ilave edilen örneklerde kontrol örneklerine göre yüksek olduğu ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Sucuk örneklerinden taramalı elektron mikroskopu (SEM) ile görüntü de alınmış ve %2 laktuloz ilave edilmiş sucuk örneklerinde basil yapıdaki bakterilerin yoğun olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: : Laktuloz, Prebiyotik, Sucuk, Fiziksel kalite, Laktik asit bakterileri

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Harun URAN. Kırklareli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Kırklareli, Türkiye.

E-mail: harunuran@klu.edu.tr  ORCID: 0000-0002-3161-6698

¹ Hatice ŞANLIDERE ALOĞLU. Kırklareli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Kırklareli, Türkiye. E-mail: haticeloglu@klu.edu.tr  ORCID: 0000-0001-6004-0694

¹ Bayram ÇETİN. Kırklareli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Kırklareli, Türkiye. E-mail: bayram.cetin@klu.edu.tr  ORCID: 0000-0003-1321-7746

Atıf/Citation: Uran, H., Şanlıdere Aloğlu, H., Çetin, B. Laktuloz İlave Edilerek Üretilen Sucukların Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 58-70.

*Bu çalışmanın özeti 8. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu'nda sunulmuştur.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2021

Abstract

Lactulose is a disaccharide with a prebiotic property that promotes the development of probiotic bacteria. It is increasingly used in the food industry, especially in the use of probiotic foods. Probiotic meat products are relatively new and not well known area of the meat industry. In the study, which is planned based on the possibility that lactulose can influence the quality properties of sucuks positively, sucuks prepared with the addition of lactulose at different concentrations (0.5%, 1% and 2%) were examined according to their various properties following the fermentation process. According to the results, the addition of lactulose did not cause any difference in the dry matter, ash and pH values of the sucuks ($p>0.05$), however, the water activity of the sucuks containing 2% lactulose were found significantly lower when compared to the other groups ($p<0.05$). The addition of lactulose increased the L* value (brightness) of the products, and decreased the b* value (yellowness), but did not cause any statistical difference ($p>0.05$). Lactulose supplementation did not cause any difference in the textural properties of samples, on the other hand sucuks with 2% lactulose were the most favored group for sensory evaluation. In addition, according to the results of microbiological analysis, there was no difference in the number of *Enterobacteriaceae*, Total Aerobic Mesophilic Bacteria (TAMB) and yeast-mold in the samples at the end of the fermentation process. However, the count of Lactic Acid Bacteria (LAB) was found to higher ($p<0.05$) in the samples with lactulose added compared to the control samples. In the SEM images of the samples, bacil bacteria were observed very dense in the 2% lactulose added sucuks.

Keywords: Lactulose, Prebiotic, Sucuk, Physical quality, Lactic acid bacteria

1. Giriş

Prebiyotik ifadesi “kolon bakterilerinden birinin veya az bir kısmının çoğalmasını ve/veya aktivitesini etkileyip yararlı bir etki oluşturan, sindirilemeyen gıda katkı maddesi” şeklinde tanımlanmaktadır (Gibson ve Roberfroid, 1995). Pek çok faydalarının olduğu bilinen bu maddelerin üzerinde en çok durulanları oligofruktoz, neoşeker, inülin gibi fruktooligosakkaritler (FOS) ve laktuloz, laktitol gibi galaktooligosakkaritlerdir (GOS) (Gülmez ve Güven, 2002).

Prebiyotikler içerisinde yer alan laktulozun, ilk kez 1930 yılında Montgomery ve Hudson tarafından elde edildiği bildirilmektedir. Doğada doğal olarak mevcut olmayıp, süt ürünlerinin ısıtılmasıyla laktozun izomerizasyonu sonucu oluşmakta ve UHT sütte % 0.5 oranında bulunmaktadır (Montila ve ark., 2005). Laktuloz, yarı sentetik bir disakkarit türevidir olup galaktozun fruktoza $\beta(1-4)$ glikozidik bağ ile bağlanması sonucu oluşur. İnce bağırsak kanalında değişikliğe uğramadan kalın bağırsağa geçerek öncelikle Bifidobakterler gibi metabolizma için çok faydalı olan probiyotik bakteriler tarafından değerlendirilmekte ve bu bakterilerin gelişimini desteklemektedir. Hastalık yapıcı bakterilere karşı probiyotik bakterilerin etkisinin laktuloz katkısı ile önemli düzeyde desteklendiği belirtilmektedir. Bu nedenle fonksiyonel değeri yüksek bir prebiyotik olarak kabul edilmektedir. (Akalm, 2002; Kavas ve Kavas, 2011).

Fonksiyonel özelliği yanında teknolojik olarak da önem arz eden ve endüstriyel olarak da çeşitli proseslerde değerlendirilen bir katkıdır. Laktulozun gıda sanayiinde özellikle fırıncılık ve süt ürünleriyle, çeşitli içeceklerde ve bazı özel gıdaların üretiminde kullanıldığı belirtilmektedir (Alpkent ve Göncü, 2005).

Laktulozun başta yoğurt ve peynir olmak üzere özellikle süt ürünlerinde kullanımı üzerine pek çok araştırma bulunmaktadır. Buna karşın bu katkı maddesinin et ürünlerinde kullanımı üzerine çok az çalışma bulunmaktadır. Son yıllarda fermente ürünlerde katkı maddesi olarak laktuloz, fruktooligosakkarit, galaktooligosakkaritler gibi prebiyotik sakkaritlerin kullanımı üzerinde durulmaktadır. Bu maddelerin özellikle bifidobakterlerin gelişimini teşvik ettiği bilinmektedir (Bağdatlı ve Kundakçı, 2013).

Araştırmamızda prebiyotik özelliğe sahip bir disakkarit olan laktulozun, sucuk üretiminde kullanılması amaçlanmıştır. Fermantasyon işlemi, eti uzun süre muhafaza etmek ve yeni ürün üretmek amacıyla kullanılan oldukça eski yöntemlerdendir. Günümüzde farklı tür etlerin kullanımına olanak sağlamak, ürün çeşitliliğini artırmak ve sağlık açısından faydalı ürünler üretmek amacıyla fermantasyon işleminde mikroorganizma, et ve teknoloji birlikte kullanılmaktadır (Geçgel ve ark., 2016). Fermantasyon esnasında ürün çeşitli fiziksel, biyokimyasal, mikrobiyolojik değişimler geçirmekte ve üründe istenilen tat, koku ile tekstür oluşmaktadır (Gökalp ve ark., 1998).

Sucuk, Türk Gıda Kodeksi ilgili tebliğine göre büyükbaş ve/veya küçükbaş hayvan karkas etlerinin ve yağlarının kıyılarak lezzet vericiler ile karıştırıldıktan sonra doğal veya yapay kılıflara doldurularak belirli koşullarda fermentasyon ve kurutma işlemleri uygulanarak kesit yüzeyi mozaik görünümünde olan ısıtılmış fermente et ürünü olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2019). Ülkemiz standart kuruluşuna (TSE) göre ise geleneksel Türk sucuğu, mevzuatına uygun kombina ve mezbahalarda kesilen kasaplık hayvanların gövde etlerinden hazırlanan sucuk hamurunun, doğal veya yapay kılıflara doldurulup, olgunlaştırma işlemine tabi tutulması ile elde edilen et ürünü olarak tanımlanmaktadır (TSE, 2002).

Fermente et ürünleri Avrupa ülkeleri başta olmak üzere dünyada yaygın bir şekilde üretilmekte ve tüketilmektedir. Türklere özgü fermente bir et ürünü olan sucuk, ülkemizde de yoğun olarak üretilmesine rağmen halen standart üretim koşulları belirli olmayan bir ürün durumundadır. Geleneksel Türk sucukları yaygın olarak küçük ve orta ölçekli işletmelerde hava akımı beraberinde, geleneksel yöntemler takip edilerek üretilmektedir. Bu ürünün çeşitleri içerisinde fermente sucukların daha fazla tercih edilmesinde ve beğenilmesinde, fermantasyonun bu ürünlerde hoş giden lezzet, aroma, renk ve yapısal nitelikler ile nispeten uzun bir raf ömrü kazandırmasının etkili olduğu belirtilmektedir (Kara ve Akkaya, 2010).

Sucuklarda arzu edilen yapı, lezzet, aroma ve renk, sucuk hamurundaki spontan mikroorganizmaların, fermantasyon esnasında enzimatik ve biyokimyasal reaksiyonları aracılığı ile şekillenmektedir. Sucuğun olgunlaşması ve buna bağlı olarak kalite niteliklerinin gelişmesini sağlayan en önemli etkenler mikrobiyel aktivitelerdir. Olgunlaşmada rol alan başlıca bakteriler laktobasiller, pediokoklar, mikrokoklar ve stafilokoklardır.

Sucuklarda arzu edilen kalite kriterlerinin oluşması, olgunlaşmada rol oynayan bu bakteri gruplarının florada bulunma düzeyleri ve oluşturdukları etkilerle yakından ilişkilidir (Gözübüyük ve Özdemir, 2005).

Sucuk üretiminde olgunlaşmayı hızlandırmak amacıyla starter kültür ilavesi yapılabildiği gibi, sucuk hamurunda bulunan doğal mikrofloranın çoğu zaman istenen neticeyi sağladığı bildirilmektedir. Bununla birlikte genellikle endüstriyel üretimde çeşitli şekerler (glukoz, sakkaroz ve bazen laktöz) sucuk hamuruna ilave edilmektedir. Fermantasyon ve olgunlaştırma aşamalarında, laktik asit bakterileri öncelikli enerji kaynakları olan glukozu, pH azalmasını sağlayan laktik aside dönüştürmektedirler. Ortamdaki bu asitleşme, düşük pH'ya az da olsa dirençli olan patojenik ve istenmeyen bakterilerin inhibisyonu açısından da önemli olup, sucuğun tipik organoleptik karakterinin gelişmesini sağlamaktadır (Bilge, 2010).

Araştırmamızda farklı konsantrasyonlarda prebiyotik bir bileşik olan laktuloz ilave edilerek üretilen sucuklar, fermantasyon sürecini takiben kalite özelliklerinin bir katkı olan laktulozun, sucuğun fermantasyon sürecine olan katkısı belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Sucuk üretimi için kullanılacak malzemeler (sığır eti, kuyruk yağı, baharatlar) Kırklareli'de faaliyet gösteren özel bir et işleme tesisinden (Dere Et ve Et Ürünleri) temin edilmiş ve üretim de aynı tesiste yapılmıştır. Öte yandan üretimde kullanılan NaNO₂ ve Na-askorbat Merck'ten (Almanya), laktuloz Sigma'dan (L7877, ABD) alınmıştır. Tüm analizler Kırklareli Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında (Kırklareli, Türkiye) yapılmıştır.

2.1. Sucuk üretimi

Sucuk üretimi için ana bileşenleri sığır eti (%80) ve kuyruk yağı (%20) oluşturmuştur. Bu ana karışımın kg'ı başına ilave edilen diğer bileşenler şunlardır: kırmızı biber (7 g), tuz (25 g), sarımsak (toz) (10 g), karabiber (5 g), kimyon (9 g), yenibahar (2.5 g), Na-askorbat (0.45 g) ve NaNO₂ (0.15 g). Üretimde öncelikle et ve dondurulmuş kuyruk yağı bir kıyım makinesinde (Arı Makine, İstanbul, Türkiye) yaklaşık 1-1.5 cm boyutlarında olacak şekilde çekilmiştir. Daha sonra tuz (NaNO₂ ilave edilip karıştırılmış şekilde), baharatlar, Na-askorbat eklenmiş ve kıyılmış et ile karıştırılmıştır. Karışım dinlendirildikten sonra (0-4oC'de 12 saat), dört gruba ayrılmış, bunlardan üçüne laktuloz eklenmiş (%0.5, 1 ve 2) ve sonuncusu ise kontrol olarak ayrılmıştır. Elde edilen sucuk hamuru el yardımıyla iyice karıştırılarak homojen hale getirilmiştir. Hamur tekrar ince gözenek çapına sahip aynadan geçirilerek doluma hazır hale getirilmiştir. Sucuk hamuru, önceden ıslatılmış doğal sığır bağırsaklarına doldurulup bağlanarak askıya asılmıştır. Hazırlanan sucuklar önce 3 gün boyunca 25±1oC ve %90 RH'de ve sonra da 12 gün boyunca 20±1oC'de ve %80-85 RH'de bekletilerek olgunlaştırılmıştır. Bu sürenin sonunda olgunlaşma süreci tamamlanan sucuklar analize alınmıştır. Üretim 2 tekerrürlü yapılmış ve analizler paralelli olarak yürütülmüştür.

2.2. Analizler

2.2.1. Fizikokimyasal analizler

Sucuk örneklerinin kurumadde ve kül analizleri AOAC (1990)'a göre yapılmıştır. pH ölçümlerinde, homojenize edilmiş örneklerden 10 g alınmış ve 100 ml saf su içerisinde homojenizatör kullanılarak 1 dk homojenize edildikten sonra pH-metre (WTW Inolab Level 2) probu daldırılmıştır ve değerler kaydedilmiştir (AOAC, 1984).

Su aktivitesi ölçümü, su aktivitesi tayin cihazı (Novasina LabSwift, İsviçre) kullanılarak 25°C'de gerçekleştirilmiştir (Frei ve ark., 2012).

Sucukların CIE L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerleri CR-400 Conica Minolta (Minolta, Osaka, Japonya) Renk Ölçüm Cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Eşit boylarda kesilen her örnekten beş ölçüm yapıldıktan sonra aritmetik ortalamaları hesaplanmıştır (Gokoglu ve ark., 2010).

Pişirme kaybı tespiti için sucuklar elektrikli ızgarada (Simbo, Türkiye) yaklaşık 180°C'de 5 dakika süre ile pişirilmiştir. Sucuklarda pişirme kaybı, pişirmeden önceki sucuk ağırlığının pişmiş sucuk ağırlığından çıkarılıp, çığ sucuk ağırlığına bölümünün yüz ile çarpımı sonucu tespit edilmiştir (Bostan ve ark., 2001).

Sucuk örneklerinin Tekstür Profil Analizi (TPA), tekstür analiz cihazı (TA.HD Plus Stable Micro Systems Ltd., Surrey, İngiltere) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüm için 36 mm çapında alüminyum silindir prob (SMS P/36, 36mmdiameter, TA.HD Plus StableMicro Systems Ltd., Surrey, İngiltere) kullanılmıştır. Ölçüm için Güç-zaman deformasyon eğrileri, 30 kg'lık yük hücresi uygulanarak elde edilmiştir. Ölçümleri yapılacak sucuk örnekleri, buzdolabında bekletilmiş ve çıkarıldıktan sonra 1 cm yüksekliğinde ve 1.5 cm kenar uzunluğunda eşit boylarda kesilerek cihaza yerleştirilmiştir. Cihazın ön test, test ve son test hızı sırasıyla 1, 5 ve 1 mm/s olarak ayarlanmıştır. Güç-uzaklık eğrileri kaydedilmiştir ve kuvvet ve maksimum kuvvet pikinin mesafesi ile eğriyi temsil eden mekanik parametreler (sertlik, çiğnenebilirlik, yapışkanlık, elastikiyet ve koheziflik) belirlenmiştir. Ölçümler her örnek için 5'er kez tekrar edilmiş ve ortalama değerler kaydedilmiştir (Dertli ve ark., 2016).

2.2.2. Mikrobiyolojik analizler

Sucukların fermantasyon sürecinin 7. ve 15. günlerinde *Enterobacteriaceae*, Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), maya-küf ve Laktik asit bakterileri (LAB) sayımı yapılmıştır. *Enterobacteriaceae* analizi Violet Red Bile Dextrose Agar (VRBDA, Oxoid, England) kullanılarak dökme plak yöntemi ile 37°C'de 24 saat inkübe edilerek yapılmıştır (TSE, 2018). TAMB sayımı için hazırlanan örnekler Plate Count Agar (PCA, Oxoid) üzerine dökme plak yöntemi ile ekilmiş ve 30°C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir (TSE, 2014a) Toplam maya-küf sayımı Rose Bengal Chloramphenicol Agar (Oxoid) kullanılarak yayma plak yöntemi ile 25°C'de 5-7 gün inkübe edilerek yapılmıştır (TSE, 2014b). LAB sayımı için Man Rogosa Sharpe Agar (MRS)'a ekim yapılmış ve örnekler 37°C'de 72 saat süre ile anaerob koşullarda inkübe edilerek sayımları gerçekleştirilmiştir (Gimeno ve ark., 2001). Sayımlardan elde edilen sonuçlar log kob g⁻¹ olarak ifade edilmiştir.

2.2.3. Duyusal analizler

Sucukların çeşitli duyu özelliklerinin (Renk, koku, lezzet, doku, genel kabul) belirlenmesi amacıyla, sonuçların 10 cm uzunluğunda çizgilere yapıldığı değerlendirme skalası kullanılmıştır. Skalaya göre 0: kabul edilemez ve 10:mükemmel değerlerini temsil etmektedir. Değerlendirme sonucunda işaretlemeler cetvel yardımıyla ölçülerek kaydedilmiştir. Duyusal panel, sucuk tüketim alışkanlığı olan 10 kişilik bir panelist grubu tarafından yürütülmüştür (Bingöl ve ark., 2015).

2.2.4. Taramalı elektron mikroskopunda (SEM) görüntü alınması

Sucukların Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile mikro yapılarının incelenmesinde Yılmaz ve ark. (2015)'in belirlemiş olduğu metot kullanılmıştır. Yüksek vakum altında çalışan Fei marka (FEI, Quanta feg 250, USA) SEM ile numunelerden 10.000 büyütme gücünde görüntü alınmıştır. İkincil elektron görüntüleri 5 kV'lık hızlanan bir voltajda kazanılmıştır. Ölçüm öncesi sucukların iç kısımlarından homojen bir şekilde 1 mm kalınlığında ve 0.5 cm kenar uzunluğuna sahip boyutlarda örnek alınmış ve cihaza yerleştirilmiştir.

2.2.5. İstatistik analiz

Denemeler iki tekerrürlü ve ikişer paralelli olarak yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara SPSS (18.0; SPSS Statistics/IBM, Armonk, NY) paket programı kullanılarak varyans analizi uygulanmış ve önemli bulunan varyasyon kaynaklarından farklı etkide bulunanı belirlemek amacıyla ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır ($p<0.05$)

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Araştırma neticesinde sucuk örneklerine ait çeşitli fizikokimyasal özellik bulguları Tablo 1'de verilmiştir. Fermantasyon süreci sonunda laktuloz ilave edilmeyen ve %0.5, %1 ve %2 laktuloz içeren sucuk örneklerinin kurumadde içerikleri sırasıyla %64.17; 63.93; 61.11; 61.72 olarak tespit edilmiştir. Ürünlerde su içeriğinin Türk Sucuğu Standardı'nda verilen sınırın (%40) altında olduğu görülmektedir (TSE, 2002). Ayrıca laktuloz ilavesi ürünlerin kurumadde içeriklerinde az da olsa azalma meydana getirmesine rağmen (Tablo 1), bu durum istatistik olarak fark oluşturmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 1. Sucuk Örneklerinin Analiz Sonuçları 1¹Table 1. Analysis Results of Sucuks 1¹

Analizler	Örnek*			
	A	B	C	D
Kuru madde (%)	64.17±2.52 ^a	63.93±1.82 ^a	61.11±1.87 ^a	61.72±1.75 ^a
Kül (%)	5.82±0.43 ^a	6.07±1.07 ^a	6.65±0.42 ^a	6.71±0.27 ^a
Su Aktivitesi (a_w)	0.876±0.00 ^a	0.875±0.00 ^a	0.872±0.00 ^a	0.849±0.00 ^b
pH değeri	5.41±0.03 ^a	5.24±0.02 ^a	5.23±0.02 ^a	5.17±0.06 ^a

*A: Kontrol; B: %0.5 laktuloz ilaveli; C: %1 laktuloz ilaveli; D: %2 laktuloz ilaveli

¹Değerler ± standart sapmayı ihtiva etmektedir. Satırda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$)

*A: No lactulose added; B: 0.5% lactulose added; C: 1% lactulose added; D: 2% lactulose added

¹Values include ± standard deviation. The averages marked with the same letters in rows are not statistically different from each other ($p>0.05$)

Prebiyotik özellikte ürün katkılı fermente sucuk üretimi üzerine çalışmaya rastlanmamış, ancak fermente sucukların değişik özellikte katkı ilavesi ve koşullarda üretimi üzerine çeşitli çalışmaların bulunduğu gözlenmiştir. Ayrıca fermente sucuk olarak satışa sunulan sucukların da kalitelerinin incelendiği araştırmalar mevcuttur. İstanbul piyasasında fermente sucuk olarak satılan sucukların kalitelerinin araştırıldığı bir çalışmada, toplam 30 adet sucuk örneğinin 6 tanesinin su içeriğinin çalışmamızdaki sonuçlara benzer şekilde %35-40 arasında olduğu belirlenmiştir (Pehlivanoğlu ve ark., 2015). Yine başka bir çalışmada Kara ve ark. (2012) farklı oranlarda manda eti ve yağ kullanarak ürettikleri fermente sucuklarda 12. gün sonunda su içeriklerinin % 38.09 ila 40.82 arasında değiştiklerini bildirmişlerdir. Öksüztepe ve ark. (2011)'nin bildirdiği bir araştırmada ise, Elazığ'da tüketime sunulan 100 adet fermente sucuk, farklı özellikleri açısından incelenmiş ve araştırma neticesinde örneklerin nem içeriklerinin ortalama %38.75 olduğunu belirtmişlerdir. Dertli ve ark. (2016), farklı starter kültür ve fermantasyon şartları deneyerek ürettikleri fermente sucukları, fermantasyon süreci boyunca fizikokimyasal ve tekstürel özellikleri bakımından incelemişlerdir. Fermantasyonun 16. gününde oluşturdukları farklı sucuk gruplarının kurumadde içeriklerinin %51.23; %57.88 ve %63.27 düzeyinde olduğunu gözlemlemişlerdir.

Çalışmamızda kontrol grubu sucuk örneklerinin kül içeriklerinin %5.82 olduğu, laktuloz ilavesine paralel olarak kül içeriğinde de artış olduğu ve en yüksek kül içeriğinin %2 laktuloz içeren örnekler olduğu (%6.72) belirlenmiştir. Ancak kül miktarında görülen bu artış, örnekler arasında istatistiki olarak fark meydana getirmemiştir ($p>0.05$).

Fermente sucukların kalitelerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, örneklerin (100 adet) kül içeriklerinin %6.18 ile %5.39 arasında değiştiği belirlenmiştir (Öksüztepe ve ark., 2011). Sonuçlar çalışmamız ile paralellik göstermektedir.

Ürettiğimiz sucuk örneklerinin fermantasyon sonundaki pH değerleri sırasıyla 5.41; 5.24; 5.23 ve 5.17 olarak bulunmuş ve örnekler arasında istatistiki olarak fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Fermente sucuklarda pH değeri, fermantasyon süreci boyunca değişime uğrayan ve prosesin seyrini tayin eden önemli bir kriterdir. Fermantasyonun ilk aşamasında düşüş gözlenir ve sonra tekrar artışa geçer. Pehlivanoğlu ve ark. (2015) yaptıkları araştırmada fermente sucukların %26'sının pH değerinin 5.4 ile 6 arasında olduğunu, büyük çoğunluğunun ise çalışmamızdaki gibi 5 ile 5.4 arasında bir pH değerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Öksüztepe ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada fermente sucukların pH değerlerinin ortalama 5.18 olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte genel olarak fermente sucuklar üzerine yapılan çalışmalarda pH değerlerinin çalışmamıza benzer olduğu bildirilmektedir (Soyer ve ark., 2005; Bozkurt ve Erkmén, 2007; Kara ve ark., 2012; Dertli ve ark., 2016).

Araştırmamızda sucuk örneklerinin su aktivitesi (a_w) değerleri 0.876 (kontrol grubu) ila 0.849 (%2 laktuloz ilaveli grup) arasında belirlenmiştir. Laktuloz ilavesi sucuk örneklerinin a_w değerlerinde düşüş meydana getirmiş ve bu düşüş kontrol, %0.5 ve %1 laktuloz ilaveli gruplar arasında fark oluşturmazken, % 2 laktuloz ilaveli grup diğer gruplara göre önemli derecede ($p<0.05$) farklı bulunmuştur. Bu durum, bir disakkarit olan laktulozun suyu bağlaması ve bu sayede a_w değerini düşürmesi şeklinde açıklanabilir.

Hampikyan ve Uğur (2007), nisin ilavesinin Türk tipi fermente sucukta *L. monocytogenes* üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, farklı oranlarda nisin ilave ederek oluşturdukları sucuk örneklerinin su aktivitesi değerlerinin fermantasyonun 1. gününde 0.985 olduğunu ve 15. gün sonunda bu değer 0.93 seviyesinin altına düştüğünü bildirmişlerdir. Yine Soyer ve ark. (2005) farklı işleme koşullarının fermente sucukların özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri araştırmalarında, 10. gün sonunda sucukların su aktivitesi değerlerinin 0.90'ın altına düştüğünü bildirmişlerdir.

Sucuk örneklerinin renk değerlerine ait bulgular Tablo 2'de verilmiştir. Elde edilen verilere göre laktuloz ilavesi örneklerin a* değerleri (kırmızılık) dışında renk özellikleri üzerinde farklılık oluşturmamıştır. L* değeri (parlaklık) örneklerde sırasıyla 48.71; 51.82; 50.08 ve 50.41 olarak bulunmuştur. Laktuloz ilavesi örneklerin parlaklığında artış olursa da bu artış istatistiki olarak farklı bulunmamıştır ($p>0.05$). Örneklerin a* değerleri incelendiğinde kontrol grubu örneklerde 17.97 değeri gözlenirken, laktuloz ilave edilen örneklerde sırasıyla 14.73; 12.92 ve 12.77 değerleri belirlenmiştir. Laktuloz ilavesi örneklerin kırmızılığını arttırmış ve bu durum kontrol grubu örnekler göre fark yaratmıştır ($p<0.05$). Diğer taraftan laktuloz içeren gruplar kendi içerisinde fark oluşturmamıştır ($p>0.05$). Örneklerin b* değerleri (sarılık) incelendiğinde, en düşük değer %1 laktuloz ilaveli grupta (6.86), en yüksek değer ise kontrol grubunda (8.20) olduğu görülmektedir. Laktuloz ilavesi örneklerin az da olsa sarılık değerlerinde artış oluşturmuş, ancak tüm gruplar istatistiki olarak farklı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 2. Sucuk Örneklerinin Analiz Sonuçları 2¹

Table 2. Analysis Results of Sucuks 2¹

Analizler		Örnek*			
		A	B	C	D
Renk	L*	48.710±1.515 ^a	51.820±1.621 ^a	50.082±1.430 ^a	50.415±2.791 ^a
	a*	17.970±0.959 ^a	14.737±0.925 ^b	12.920±1.664 ^b	12.772±1.444 ^b
	b*	8.205±0.489 ^a	7.735±0.601 ^a	6.865±1.126 ^a	7.280±0.893 ^a
Pişirme Kaybı (%)		20.285±0.989 ^a	18.410±1.796 ^{ab}	16.595±2.506 ^b	15.422±2.060 ^b

*A: Kontrol; B: %0.5 laktuloz ilaveli; C: %1 laktuloz ilaveli; D: %2 laktuloz ilaveli

¹Değerler ± standart sapmayı ihtiva etmektedir. Satırda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$)

*A: No lactulose added; B: 0.5% lactulose added; C: 1% lactulose added; D: 2% lactulose added

¹Values include ± standard deviation. The averages marked with the same letters in rows are not statistically different from each other ($p>0.05$)

Bozkurt (2007) kekik ve susam yağı kullanarak ürettiği fermente sucukların, olgunlaşmanın 15. gününde L* değerlerinin 39.28-41.14; a* değerlerinin 11.57-12.85 ve b* değerlerinin ise 11.99-12.36 arasında değiştiğini bildirmiştir. Başka bir çalışmada farklı işleme koşullarında işlenen sucukların 10. gün sonunda L* değerleri 36-45 arasında, a* değerleri 12-18 arasında ve b* değerleri de 14-20 arasında değiştiği bildirilmektedir (Üren ve Babayigit, 1996). Siyah havuç eklenerek üretilen fermente sucukların kalite özelliklerinin incelendiği çalışmada ise, örneklerin L* değerlerinin 45.72-42.40, a* değerlerinin 17.20-12.13 ve b* değerlerinin de 17.43-9.64 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Ekici ve ark., 2015).

Araştırmamızda laktuloz ilavesinin, sucukların pişirme kayıplarında azalma meydana getirdiği belirlenmiştir (Tablo 2). Kontrol grubu örneklerde pişirme kaybı %20.28 olarak bulunurken, bu değer laktuloz ilaveli gruplarda sırasıyla 18.41; 16.59 ve 15.42 olarak belirlenmiştir. Laktulozun %1 ve %2 oranında kullanıldığı sucuk örnekleri, pişirme kayıplarındaki azalma açısından kontrol grubu örneklerine göre önemli derecede farklı ($p<0.05$) bulunmuştur. Su aktivitesindeki azalmaya paralel olarak pişirme kayıplarında benzer durumun gözlenmesi, yani laktulozun suyu bağlayarak pişirme kayıplarında düşüş meydana getirmesi normal olarak değerlendirilebilir. Ancak ticari açıdan düşünüldüğünde, üründe pişirme kayıplarının azaltılması önemli bir kazanım olarak kabul edilebilir.

Çalışmamızda farklı konsantrasyonlarda eklenen laktulozun, fermente sucukların tekstürel özelliklerini (sertlik, çignenebilirlik, yapışkanlık, elastikiyet ve koheziflik) önemli düzeyde etkilemediği belirlenmiş ve tekstürel özelliklere ait değerler Tablo 3'de verilmiştir. Laktuloz konsantrasyonundaki artış örneklerin sertlik değerlerinde

artış meydana getirmiş, bu değer kontrol grubu örneklerde 22.03 N ile en düşük düzeyde bulunurken, %2 laktuloz ilaveli örneklerde 24.48 N ile en yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Başka bir ifadeyle laktuloz örnekleri daha sert yapıya dönüştürmüştür ancak bu durum istatistiki olarak fark oluşturmamıştır ($p>0.05$). Bu duruma paralel olarak laktuloz ilavesi örneklerin çığnenabilirliğini azaltmış, ancak benzer şekilde istatistiki fark oluşturmamıştır ($p>0.05$).

Laktuloz, sucukların yapışkanlığını farklı şekillerde etkilemekle birlikte genel olarak arttırmıştır. Ancak bütün gruplar arasında yapışkanlık değeri bakımından istatistiki açıdan bir fark gözlenmemiştir ($p>0.05$).

Aynı şekilde laktuloz ilavesi örneklerin elastikiyet ve koheziflik özelliklerinde artış meydana getirmiştir. Bununla birlikte yine örnekler arasında elastikiyet ve koheziflik bakımından istatistiki fark oluşmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 3. Sucuk Örneklerinin Tekstürel Analiz Sonuçları¹

Table 3. Textural Analysis Results of Sucuks¹

Tekstürel Özellik	Örnek*			
	A	B	C	D
Sertlik (N)	22.03±3.827	23.41±2.665	24.02±3.521	24.48±2.412
Çığnenabilirlik	13.69±1.792	11.92±1.467	11.62±1.630	11.26±1.548
Yapışkanlık (g.s)	-30.51±5.907	-25.39±7.275	-28.86±5.085	-29.09±7.197
Elastikiyet (mm)	0.73±0.100	0.77±0.044	0.82±0.063	0.82±0.077
Koheziflik	0.67±0.011	0.68±0.022	0.69±0.024	0.70±0.008

*A: Kontrol; B: %0.5 laktuloz ilaveli; C: %1 laktuloz ilaveli; D: %2 laktuloz ilaveli

¹Değerler ± standart sapmayı ihtiva etmektedir.

*A: No lactulose added; B: 0.5% lactulose added; C: 1% lactulose added; D: 2% lactulose added

¹Values include ± standard deviation.

Ekici ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada fermente sucuk örneklerinin tekstürel özelliklerinde çalışmamıza benzer bulgulara rastlanmıştır. Araştırmacılar örneklerin yapışkanlıklarının -10.99 ile -86.83 g.s. arasında; elastikiyetlerinin 0.50-0.61 arasında; bağlılık değerlerinin 0.44-0.61 arasında ve sertlik değerlerinin de 463.37-798.76 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Dertli ve ark., (2016) de farklı şekillerde ürettikleri fermente sucukların tekstürel özelliklerinden sertlik değerinin 3998 ila 25,484 g arasında; yapışkanlık değerinin -155.4 ile -13.6 g.s. arasında; elastikiyet değerinin 0.499 ile 0.699 mm arasında ve bağlılık değerinin de 0.266 ile 0.517 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Çalışmamızda üretilen sucuklar, fermantasyonun 7. ve 15. günlerinde mikrobiyolojik açıdan takip edilmiş ve bulgular Tablo 4'de verilmiştir. 7. gün sonunda sucuklarda 1.63 ile 2.21 log kob g⁻¹ arasında değişen *Enterobacteriaceae* sayısı, 15. gün sonunda tüm örneklerde sıfırlanmıştır. TAMB sayıları incelendiğinde, 7. Günde 3.66-3.82 log kob g⁻¹ arasında değişen sayı, 15. günde 3.54-4.29 log kob g⁻¹ arasında seyretmiş, bu süre sonunda en yüksek sayı kontrol grubu örneklerde belirlenmiştir. Bununla birlikte örnekler arasında TAMB sayıları açısından fark gözlenmemiştir ($p>0.05$). Fermantasyonun 7. Gününde maya-küf sayısı en yüksek olan örneğin %0.5 laktuloz ilave edilen sucuklar (4.57 log kob g⁻¹), en düşük olan örneğin ise % 1 laktuloz ilave edilen sucuklar (3.24 log kob g⁻¹) olduğu tespit edilmiş ve istatistik olarak da fark meydana gelmiştir ($p<0.05$). 15. Gün sonunda ise maya-küf sayısı açısından en yüksek artışın %1'lik örneklerde (3.24 log kob g⁻¹'den 4.29 log kob g⁻¹'a) olduğu görülmüş, ancak örnekler arasında fark gözlenmemiştir ($p>0.05$). LAB sayıları incelendiğinde, fermantasyonun başlangıcında 4.77 log kob g⁻¹ olan sayının, 7. günde önemli bir artış gösterdiği (8.15-8.91 log kob g⁻¹) belirlenmiş ancak örnekler arasında fark oluşturmadığı ($p>0.05$) tespit edilmiştir. Fermantasyonun sonunda ise sucuklarda LAB sayıları 8.57 ila 9.55 log kob g⁻¹ olarak bulunmuş ve örneklerde istatistiki olarak fark oluşmuştur ($p<0.05$). Laktuloz konsantrasyonunun artışı, LAB gelişimini teşvik ederek sayılarında artış meydana getirmiş ve en yüksek sayı %2 ilaveli sucuklarda belirlenmiştir (9.55 log kob g⁻¹). Bu durum SEM görüntülerinde de gözlenmiş olup, örneklerin SEM görüntüleri incelendiğinde (Şekil 1) yine %2 laktuloz ilaveli sucuklarda yoğun olarak basil yapıda bakterilerin bulunduğu görülmüştür.

Tablo 4. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları¹ (log kob g⁻¹)

Table 4. Microbiological Analysis Results¹ (log cfu g⁻¹)

Analiz	Gün	Örnek			
		A	B	C	D
<i>Enterobacteriaceae</i>	0	3.56			
	7	1.63±0.72 ^a	2.21±0.15 ^a	2.02±0.18 ^a	1.97±0.25 ^a
	15	0	0	0	0
TAMB	0	5.85			
	7	3.69±0.14 ^a	3.66±0.12 ^a	3.82±0.12 ^a	3.78±0.14 ^a
	15	4.29±0.89 ^a	3.84±0.37 ^a	3.54±0.24 ^a	3.93±0.30 ^a
Maya-Küf	0	4.15			
	7	4.15±0.25 ^a	4.57±0.66 ^a	3.24±0.28 ^b	3.92±0.72 ^{ab}
	15	4.00±0.09 ^a	3.50±0.16 ^a	4.29±0.39 ^a	3.96±1.92 ^a
LAB	0	4.77			
	7	8.15±0.74 ^a	8.20±0.98 ^a	8.90±0.38 ^a	8.91±0.39 ^a
	15	8.57±0.21 ^b	8.95±0.17 ^{ab}	9.30±0.35 ^a	9.55±0.23 ^a

*A: Kontrol; B: %0.5 laktuloz ilaveli; C: %1 laktuloz ilaveli; D: %2 laktuloz ilaveli

¹Değerler ± standart sapmayı ihtiva etmektedir. Sütunda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (p>0.05)

*A: No lactulose added; B: 0.5% lactulose added; C: 1% lactulose added; D: 2% lactulose added

¹Values include ± standard deviation. The averages marked with the same column in rows are not statistically different from each other (p>0.05)

Kargozari ve ark. (2014), İran'da tüketilen özel bir peynirden izole ettikleri 3 farklı kültür ilavesiyle fermente sucuk üretmişler ve bu sucukları 15 gün boyunca fermantasyona tabi tutmuşlardır. Olgunlaşma periyodunun sonunda örneklerde LAB sayılarının 8.96 ile 9.14 log kob g⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu sonuçların çalışmamıza yakın olduğu görülmektedir.

Başka bir çalışmada Ekici ve ark. (2015) farklı oranlarda siyah havuç ilave ederek sucuk üretmişler ve bu sucuklarda çeşitli analizler yürütmüşlerdir. 12 günlük olgunlaştırma periyodu sonunda sucuk örneklerinde TAMB sayısının 8.47-8.73 log kob g⁻¹; LAB sayısının 8.36-8.71 log kob g⁻¹ ve maya-küf sayısının ise 3.54-5.21 log kob g⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada sucuklardaki LAB ve maya-küf sayılarının çalışmamızda elde edilen sonuçlarla benzer olduğu, TAMB sayısının ise çalışmamızdan yüksek olduğu görülmüştür. Öksüztepe ve ark. (2011) Elazığ'da satışa sunulan fermente sucukların kalite özelliklerini incelemişler ve sucuklarda TAMB, LAB ve maya-küf sayılarının ortalama olarak sırasıyla 8.75, 8.56 ve 3.08 log kob g⁻¹ düzeyinde bulunduğunu bildirmişlerdir.

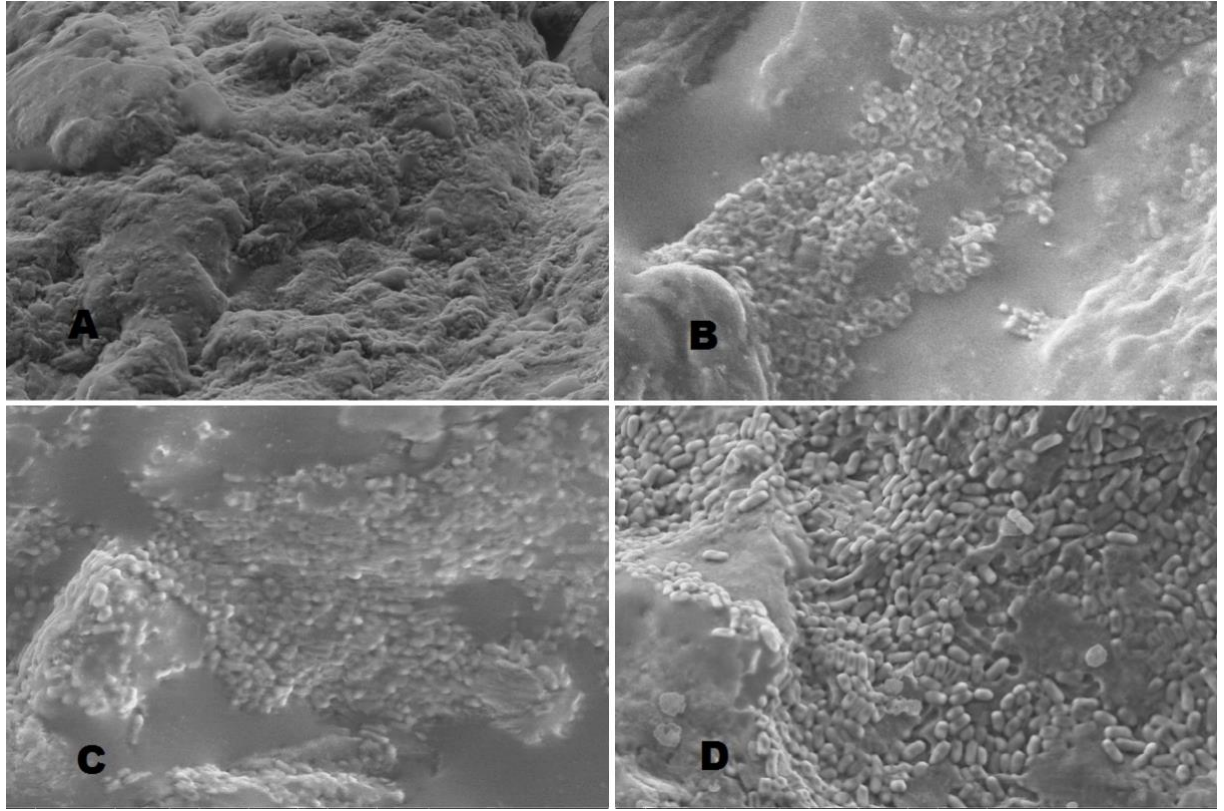


Figure 1. SEM Images of Sucuk Samples* (x10.000 magnified times)

*A:No lactulose added; B: 0.5% lactulose added; C: 1% lactulose added; D: 2% lactulose added

Şekil 1. Sucuk Örneklerinin SEM Görüntüleri* (x10.000 büyütme gücü ile)

*A:Kontrol; B: %0.5 laktuloz ilaveli; C: %1laktuloz ilaveli; D: %2 laktuloz ilaveli

Sucuk örneklerinin duyusal analiz bulguları Tablo 5’de verilmiştir. Laktuloz ilavesi sucukların duyusal özelliklerinde renk kriteri hariç farklılık meydana getirmemiştir. Duyusal paneli yapan grup tarafından incelenen bütün duyusal kalite kriterleri (renk, koku, lezzet, doku, genel kabul) açısından en çok beğenilen grup % 2 laktuloz ilaveli sucuk grubu olurken, en düşük puanı % 1 laktuloz ilaveli sucuk grupları almıştır. Ürünlerin genel kabul puanları incelendiğinde sırasıyla ortalama 6.03; 5.69; 5.16; 6.07 şeklinde puan dağılımı gözlenmiş, örnekler arasında istatistiki fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 5. Sucuk Örneklerin Duyusal Analiz Puanları¹

Table 5. Sensorial Analysis Scores of Sucuks¹

Duyusal Özellik	Örnek*			
	A	B	C	D
Renk	6.36±0.311 ^{ab}	4.99±0.848 ^b	3.30±0.601 ^c	6.60±0.304 ^a
Koku	6.19±0.02 ^a	5.77±0.516 ^a	4.91±0.388 ^a	6.28±0.318 ^a
Tat	6.04±0.254 ^a	5.88±0.417 ^a	5.29±0.134 ^a	6.11±0.247 ^a
Doku	5.58±0.502 ^a	5.51±0.714 ^a	4.78±0.275 ^a	5.71±0.219 ^a
Genel Kabul	6.03±0.226 ^a	5.69±0.487 ^a	5.16±0.035 ^a	6.07±0.289 ^a

*A:Kontrol; B: %0.5 laktuloz ilaveli; C: %1laktuloz ilaveli; D: %2 laktuloz ilaveli

¹Değerler ± standart sapmayı ihtiva etmektedir. Satırda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$)

*A:No lactulose added; B: 0.5% lactulose added; C: 1% lactulose added; D: 2% lactulose added

¹Values include ± standard deviation. The averages marked with the same letters in rows are not statistically different from each other ($p>0.05$)

Pehlivanoğlu ve ark. (2015), piyasada bulunan fermente sucukların çeşitli duyuşal özelliklerini (görünüş, kesit yüzeyi, kıvam-yapı, aroma, genel kabul) incelemiş ve duyuşal incelemede puanlama 5 üzerinden yapmışlardır. Araştırma sonunda ilgili parametreler sırasıyla ortalama olarak 4.66; 4.87; 4.83; 4.92 ve 4.82 şeklinde elde edilmiş ve sucukların duyuşal açıdan iyi durumda oldukları belirlenmiştir. Yine başka bir çalışmada Ekici ve ark. (2015) ürettikleri fermente sucukları duyuşal açıdan değerlendirmiş (1-9 puan aralığı) ve sonuçların çalışmamızla benzerlik taşıdığını bildirmişlerdir.

4. Sonuç

Laktuloz, laktozun izomerizasyonu sonucu oluşan bir disakkarit olup, çok değerli bir fonksiyonel maddedir. Bulunduğu ortamda probiyotik özellikteki yararlı bakterilerin gelişimini teşvik ederek sağlığa katkıda bulunabilmektedir. Aynı zamanda sindirim sisteminde bulunması durumunda buradaki yararlı bakterilerin gelişimi hızlandırmaktadır. Laktulozun fermantasyon prosesi içeren pek çok gıdada bu özellikleri dolayısıyla kullanılması, yeni ürünlerin geliştirilmesi ve tüketime sunulması bakımından önemli katkılarda bulunacağı tahmin edilmektedir. Bütün bunları dikkate alarak yaptığımız çalışmada, farklı oranlarda laktuloz ilave edilerek sucuk üretilmiş ve laktulozun sucukların fermantasyon sürecini nasıl etkilediği ve kalite özelliklerine olan etkisi incelenmiştir. Laktuloz ilavesi ürünlerde pişirme kaybını azaltmış, duyuşal açıdan panele katılanlar da laktuloz ilaveli sucukları daha çok beğendiklerini ifade etmişlerdir. Diğer taraftan laktuloz ilavesi sucukların tekstürel özelliklerini değiştirmemiştir. Bununla birlikte laktuloz ilave edilen sucuklarda, fermantasyonun 15. Gününde LAB sayısının daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Önemli bir et ürünü olan sucukta laktulozun kullanılmasının, ürünün kalite özelliklerinin geliştirilmesi açısından, teknolojik açıdan, ekonomik açıdan ve en önemlisi de sağlık açısından çok faydalı olacağı çalışmamızda elde edilen sonuçlarla örtüşmektedir. Bu nedenle laktuloz ve benzeri prebiyotik özellikli doğal ürünlerin, fermente sucuk ve benzeri et ve diğer gıda ürünlerinde kullanımı üzerine çalışmaların yaygınlaşması gerektiği de düşünülmektedir.

Teşekkür

Çalışmaya verdiği destekten dolayı Kırklareli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederiz (Proje no: KLU BAP 079).

Kaynakça

- Akalın, A.S. (2002). Laktuloz üretimi, gıda ve farmakoloji endüstrisinde kullanımı. *Gıda* 27(6): 475-478.
- Aksu, M.I., Kaya, M. (2004). Effect of usage *Urtica dioica* L. on microbiological properties of sucuk, a Turkish dry-fermented sausage. *Food Control* 15:591-595.
- Alpkent, Z., Göncü, A. (2005) Laktuloz ve kullanım alanları. *Dünya Gıda* 12: 66-69.
- Anonim (2019). Et, hazırlanmış et karışımları ve et ürünleri tebliği. Türk Gıda Kodeksi Tebliğ No: 2018/52.
- Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1984). Official methods of analysis. Centennial Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., USA.
- Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1990). Official methods of analyses of association of analytical chemist. Fifteen Edition, Washington DC, USA.
- Bağdatlı, A.B., Kundakçı, A. (2013). Fermente et ürünlerinde probiyotik mikroorganizmaların kullanımı. *C.B.U. Fen Bilimleri Dergisi* 9 (1): 31-37.
- Bilge, G. (2010). *Sucukta üretim sırasında meydana gelen mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişmelere üretim sıcaklığının ve starter kültürün etkisi.* (Yüksek Lisans Tezi) Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bingol, E.B., Bostan, K., Varlık, C., Uran, H., Alakavuk, D.Ü., Sivri, N. (2015). Effects of chitosan treatment on the quality parameters of shrimp (*Parapenaeus longirostris*) during chilled storage. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 15: 821-831.
- Bostan, K., Uğur, M., Çetin, Ö. (2001). Kanatlı etinden salam üretimi üzerine deneysel çalışmalar. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 27(2): 631-644.
- Bozkurt, H. (2007). Comparison of the effects of sesame and Thymra spicata oil during the manufacturing of Turkish dry-fermented sausage. *Food Control* 18: 149-156.
- Bozkurt, H., Erkmen, O. (2007). Effects of some commercial additives on the quality of sucuk (Turkish dry-fermented sausage). *Food Chemistry* 101: 1465-1473.
- Dalmıs, U., Soyer, A. (2008). Effect of processing methods and starter culture (*Staphylococcus xylosus* and *Pediococcus pentosaceus*) on proteolytic changes in Turkish sausages (sucuk) during ripening and storage. *Meat Science* 80: 345-354.
- Dertli, E., Yılmaz, M.T., Tatlısu, N.B., Toker, O.S., Cankurt, H., Sagdic, O. (2016). Effects of *in situ* exopolysaccharide production and fermentation conditions on physicochemical, microbiological, textural and microstructural properties of Turkish-type fermented sausage (sucuk). *Meat Science* 121: 156-165.
- Ekici, L., Ozturk, I., Karaman, S., Caliskan, O., Tornuk, F., Sagdic, O., Yetim, H. (2015). Effects of black carrot concentrate on some physicochemical, textural, bioactive, aroma and sensory properties of sucuk, a traditional Turkish dry-fermented sausage. *LWT- Food Science and Technology* 62: 718-726.
- Frei, C.B.F., Prudencio, E.S., Amboni, R.D.M.C., Pinto, S.S., Murakami, A.N.N., Murakami, F.S. (2012). Microencapsulation of *bifidobacteria* by spray drying in the presence of prebiotics. *Food Research International* 45: 306-312.
- Geçgel, Ü., Yılmaz, İ., Ay, A., Apaydın, D., Dülger G.C. (2016). Soğuk pres yağlar ilave edilerek üretilen fermente sucukların fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 13(04): 1-11.
- Gibson, G. R., Roberfroid, M. B. (1995) Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *The Journal of Nutrition* 125: 1401-1412.
- Gimeno, O., Astiasaran, I., Bello, J. (2001). Calcium ascorbate as a potential partial substitute for nacl in dry fermented sausages: effect on colour, texture and hygienic quality at different concentrations. *Meat Science* 57, 23-29.
- Gökalp, H.Y., Ercoşkun, H., Çon, A.H. (1998). Fermente et ürünlerinde bazı biyokimyasal reaksiyonlar ve aroma üzerine etkileri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* 4(3): 805-811.
- Gokoglu, N., Yerlikaya, P., Uran, H., Topuz, O.K. (2010). The effect of modified atmosphere packaging on the quality and shelf life of frankfurter type-sausages. *Journal of Food Quality* 33 (2010): 367-380.
- Gözübüyük, S.T., Özdemir, H. (2005). Ticari starter kültürlerin fermente Türk sucuklarının organoleptik kalite niteliklerine etkisi. *Orlab Mikrobiyoloji Dergisi* 2(12): 1-12.
- Gülmez, M., Güven, A. (2002). Probiotik, prebiyotik ve sinbiyotikler. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 8 (1): 83-89
- Hampikyan, H., Ugur, M. (2007). The effect of nisin on *L. monocytogenes* in Turkish fermented sausages (sucuks). *Meat Science* 76: 327-332.
- Kaban, G. (2010). Volatile compounds of traditional Turkish dry fermented sausage (sucuk). *International Journal of Food Properties* 13: 525-534.
- Kara, R., Akkaya, L. (2010). Geleneksel ve ısıtma işlemi uygulanarak üretilen Türk sucuklarında *Salmonella typhimurium*'un gelişimi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 5(3): 1-8.

- Kara, R., Akkaya, L., Gök, V., Gürlü, Z., Müdüroğlu, R. (2012). Farklı oranlarda manda eti kullanılarak üretilen sucukların olgunlaşma ve depolama aşamalarındaki bazı özelliklerinin araştırılması. *Kocatepe Veteriner Dergisi* 5(1): 13-19.
- Kargozari, M., Moini, S., Basti, A.A., Emam-Djomeh, Z., Gandomi, H., Martin, I.R., Ghasemlou, M., Carbonell-Barrachina, A.A. (2014). Effect of autochthonous starter cultures isolated from Siahmazgi cheese on physicochemical, microbiological and volatile compound profiles and sensorial attributes of sucuk, a Turkish dry-fermented sausage. *Meat Science* 97:104-114.
- Kavas, G., Kavas, N. (2011). Laktulozun sağlık üzerindeki etkileri ve kullanım alanları. *Dünya Gıda* 11: 94-97.
- Montilla, A., Castillo, M.D.D., Sanz, M.L., Olano, A. (2005). Egg shell as catalyst of lactose isomerisation to lactulose. *Food Chemistry* 90: 883-890.
- Öksüztepe, G., Güran, H.S., İncili, G.K., Gül, S.B. (2011). Elazığ'da tüketime sunulan fermente sucukların mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Değisi* 25(3): 107-114.
- Pehlivanoğlu, H., Nazlı, B., İmamoğlu, H., Çakır, B. (2015). Piyasada fermente sucuk olarak satılan ürünlerin kalite özelliklerinin saptanması ve geleneksel Türk fermente sucuğu ile karşılaştırılması. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 41(2): 191-198.
- Soyer, A., Ertas, A.H., Uzunçuoğlu, U. (2005). Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucuks). *Meat Science* 69: 135-141.
- TSE (2002). TS 1070: Türk Sucuğu. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TSE (2014a). TS EN ISO 4833-2: Gıda zinciri mikrobiyolojisi-Mikroorganizmaların sayımı için yatay yöntem. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TSE (2014b). TS ISO 21527-2: Gıda ve hayvan yemleri mikrobiyolojisi-Maya ve küflerin sayımı için yatay yöntem. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TSE (2018). TS EN ISO 21528-2: Gıda zinciri mikrobiyolojisi-*Enterobacteriaceae*'nin tespiti ve sayımı için yatay yöntem. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- Uren, A., Babayigit, D. (1996). Determination of Turkish-type fermented colour by a reflectance method. *Food Chemistry* 57(4): 561-567.
- Yılmaz, M. T., Dertli, E., Toker, O. S., Tatlısu, N. B., Sagdic, O., Arici, M. (2016). Effect of in situ exopolysaccharide production on physicochemical, rheological, sensory and microstructural properties of yoghurt drink, ayran: An optimization study based on fermentation kinetics. *Journal of Dairy Science* 98: 1604-1624, 2015.
- Yılmaz, M.T., Toker, O.S., Tatlısu, N.B., Arici, M., Dertli, E. (2016). Effect of in situ exopolysaccharide production on sensory properties of Turkish-type fermented sausage. *Sigma Journal Engineering and Natural Sciences* 34(2): 261-267.

Farklı Materyallerden Yapılmış Tabana Sahip Ahşap Kovanlarla Kışlatmanın Arılı Çerçeve Sayısı ve Kovan Ağırlığına Etkisi


The Effect of Wintering with Wooden Hives with Differently Materials Manufactured Bottom on Bee Covered Frames and Hive Weights


Semiramis KARLIDAĞ¹, İbrahim ŞEKER², Abdurrahman KÖSEMAN^{3*}, Abuzer AKYOL⁴

Özet


Arıcılıkta ilkbahar ve yazın ölüme neden olmayan bazı problemlerin kışın olması, daha çok kışlatma sırasında koloni kayıplarının meydana gelmesi ve kış kayıplarının hala % 8-10'un altına düşürülememesi bu konuda yeni araştırmaların yapılmasını gerektirmektedir. Arıcılık yapılan bölgenin koşullarına uygun farklı kovan tiplerinin kullanılması arıların sağlığı ve yaşam gücü üzerinde etki gösterdiği gibi elde edilecek bal ve diğer arı ürünlerinin miktarını da etkilemektedir. Bu araştırma, balırası (*Apis mellifera L.*) kolonilerinin; ahşap tabanlı (AT) ve ızgaralı-polen tuzaklı plastik tabanlı (IPTPT) ahşap kovanlarda kışlatmanın arılı çerçeve sayılarına ve kovan ağırlıklarına etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Mevcut araştırma İnönü Üniversitesi Arıcılık Geliştirme-Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne ait arılıkta yürütülmüştür. Araştırmada arı materyali olarak toplam 21 adet balırası kolonisi kullanılmıştır. Koloniler, 12 adet AT ve 9 adet IPTPT ahşap kovanda kışlatılmıştır. Kışlatma kabiliyeti AT kovanlarda % 42.03, IPTPT kovanlarda % 47.27 olarak hesaplanırken, tüm kovanlardaki koloni kaybı % 55.35 olarak belirlenmiştir. Kovan tiplerinin kışlatma öncesi ve sonrasına ait arılı çerçeve sayıları arasında farklılıklar istatistiki olarak farklı düzeylerde önemli tespit edilmiştir ($p = 0.041-0.007$). Kovan ağırlığı bakımından yapılan hesaplamalarda ise AT kovanların kışa girişteki ağırlıklarının % 51.60'ını, IPTPT kovanların ise % 51.89'unu muhafaza ettikleri saptanmıştır. Bu çalışmada hem kışlatma öncesi hem de kışlatma sonrasında kovan ağırlıkları bakımından AT ve IPTPT kovan tipleri arasında farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Ancak, her bir kovan tipinin kendi içerisinde kışlatma öncesi ve sonrasına ait kovan ağırlıkları arasında farklılıklar ise istatistiki olarak farklı düzeylerde önemli tespit edilmiştir ($p = 0.028-0.008$). Sonuç olarak diğer verim özellikleri, maliyet, uzun ömürlülük ve sağlık koşulları da dikkate alınarak her iki kovan tipinin de arıcılıkta tercih edebileceği kanaatine ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ahşap kovan, Arılı çerçeve, Balırası (*Apis mellifera L.*), Koloni, Kovan ağırlığı

¹ Semiramis Karlıdağ, Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Akçadağ Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Malatya, Türkiye. E-mail: semiramis.karlidag@ozal.edu.tr  ORCID: 0000-0002-9637-2479

² İbrahim Şeker, Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootečni Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye. E-mail: iseker@firat.edu.tr  ORCID: 0000-0002-3114-6411

^{3*} Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Abdurrahman Köseman, Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Akçadağ Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Malatya, Türkiye. E-mail: abdurrahman.koseman@ozal.edu.tr  ORCID: 0000-0001-6491-9962

⁴ Abuzer Akyol, Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Akçadağ Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Malatya, Türkiye. E-mail: abuzer.akyol@ozal.edu.tr  ORCID: 0000-0002-9324-8640

Atıf/Citation: Karlıdağ, S., Şeker, İ., Köseman, A., Akyol, A. Farklı materyallerden Yapılmış Tabana Sahip Ahşap Kovanlarla Kışlatmanın Arılı Çerçeve Sayısı ve Kovan Ağırlığına Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 71-79.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2021

Abstract

Some problems that do not cause death in spring and summer are in winter, colony losses occur mostly during wintering and the fact that winter losses still cannot be reduced to below 8-10% requires new researches in beekeeping. The use of different hive types suitable for the conditions of the beekeeping region affects the health and life force of the bees as well as the amount of honey and other bee products to be obtained. This research was carried out to determine the effects of wintering honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies on beehive frame numbers and hive weights in wooden based (WB) and screened-pollen trapped plastic based (SPTPB) wooden hives. The current research was carried out in the İnönü University Apiculture Development Application and Research Center. A total of 21 honeybee colonies were used as bee material in the study. Colonies were wintered in 12 WB and 9 SPTPB wooden hives. While the wintering ability was calculated as 42.03% in WB hives and 47.27% in SPTPB wooden hives, the colony loss in all beehives was determined as 55.35%. Differences between the number of bee frames before and after wintering in each hive type were statistically significant at different levels ($p = 0.041-0.007$). It was determined that the wooden hives and SPTPB wooden hives retain 51.60% and 51.89% respectively of their weight at the beginning of the winter. In this study, differences between WB and SPTPB wooden hive types were not found statistically significant in terms of hive weights both before and after wintering ($p > 0.05$). However, differences among the beehive weights of each beehive type before and after wintering were found statistically significant at different levels ($p = 0.028-0.008$). As a result, it was concluded that both types of hives can be preferred in beekeeping by considering other yield characteristics, cost, longevity and health conditions.

Keywords: Wooden hive, Bee frame, Honeybee (*Apis mellifera* L.), Colony, Hive weight.

1. Giriş

Arı yetiştiriciliği, düşük maliyetli yatırımlar ve yoğun işgücü gerektirmeden doğadaki hazır kaynaklardan yararlanılarak yapılabilen, bunun karşılığında yetiştiricisine önemli maddi kazanç sağlayan bir hayvancılık faaliyetidir. Türkiye, sahip olduğu geniş coğrafyası ve zengin florası yanı sıra koloni varlığı ile de dünya arıcılığında önemli bir yere sahiptir (Karlıdağ ve Köseman, 2015). Tüm bu avantajlar göz önünde tutulduğunda Türkiye'nin arıcılıkta çok yüksek bir performans sergilemesi beklenmektedir. Oysa Türkiye'de arıcılığın genel yapısı, sorunları, arı ürünleri üretimi ve ticaretine ilişkin sayısal veriler değerlendirildiğinde ülkemizin beklenenin tersine bu avantajları çok iyi değerlendiremediği, bal üretimi ve ticaretinde hak ettiği düzeye ulaşamadığı görülmektedir (Kekeçoğlu ve ark., 2007).

Her geçen gün profesyonel bir faaliyete dönüşen arıcılıkta düşük verim, yüksek arı ölümleri ve koloni kayıpları gibi sektörü olumsuz etkileyen gelişmeler de meydana gelmektedir (Chauzat ve ark., 2013). Popülasyon kayıplarının meydana gelmesinde tek başına ya da kombinasyon halinde hastalıklar, parazitler, tarımsal ilaçlar, çevre ve sosyo-ekonomik unsurlar da dahil olmak üzere pek çok faktör rol oynamaktadır (Vanengelsdorp ve Meixner, 2010). Havalandırması yetersiz ve standart olmayan kovan kullanımı, yanlış koloni ve arılık yönetimi, bölge ve gezginci arıcılık koşullarına uygun olmayan arı genotipleri ile çalışılması, sonbahar bakımı ile başlayan ek besleme ve kovanda arıların tüketimi için yetersiz bırakılan besin miktarı, kış kayıpları, sonbahar, geç sonbahar, kış ve erken ilkbaharda gözlenen anormal iklim koşulları da arıcılığın temel problemlerindedir (Yeninar, 2015). Arı yetiştiriciliğinin başarısını ve kârlılığını olumsuz şekilde etkileyen bu temel problemlerin çözülmesi neticesinde arıcılık faaliyetlerinin daha sağlıklı, ekonomik ve başarılı bir yapıya kavuşması ve sektörün daha fazla gelişmesi mümkündür (Köseman ve ark., 2016).

Arıcılıkta koloni kayıplarının daha çok kışlatma sırasında meydana gelmesi ve kış kayıplarının hala % 8-10'un altına düşürülemediği olması yeni araştırmaların yapılmasında uyarıcı rol oynamaktadır. İlkbahar ve yaz gibi aktif dönemlerde ölüme neden olmayan bazı problemler kışın zor koşullarıyla birleşince koloni kayıplarına neden olabilmektedir (Kaya, 2007). Arıcılıkta, kışlatma sırasında meydana gelen kayıplara kovan tabanında kullanılabilen ahşap ve plastik gibi farklı materyal tercihlerinin etkisinin de olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, mevcut çalışma balarısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerini ahşap tabanlı (AT) ve ızgara-polen tuzaklı plastik tabanlı (IPTPT) ahşap kovanlarda kışlatmanın arılı çerçeve sayılarına ve kovan ağırlıklarına etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda elde edilecek verilerin, sahadaki sorunların tespitine ve katma değeri daha yüksek arıcılık yapılmasına katkı sağlayacağı beklenmektedir.

1.1. Arı kolonilerinin kışlatılması ve kovan kullanımı

Arıcılık yıl boyunca farklı uygulamalar gerektirmekte olup mevsimsel yönetim tekniklerinin doğru bir şekilde uygulanması bir sonraki dönemdeki başarının temelini oluşturmaktadır. En çok uygulanan ve en iyi bilinen yönetim metotları bile doğru bir şekilde uygulanmadığı takdirde yetersiz olmaktadır. Arıcılığın temel faaliyetlerinden birisi de kışlatmadır. Kışlatma, kolonilerin kış koşullarını rahat biçimde geçirerek sonraki döneme hazırlanmalarını sağlayacak bakım ve uygulamaları kapsamaktadır (Kaya, 2007).

Kışlatmanın en temel ekipmanı olan kovanlar arıların yaşam alanları olup, onların sağlık ve verimleri ile yakından ilgilidir. Kışlatmaya alınan bal arıları kovan içerisindeki stoklanmış besinleri ve kovana dışarıdan alınan oksijeni tüketerek vücut ısılarını ve yaşamsal enerjilerini sağlamaktadırlar. Besinlerin sindirilmesi ve meydana gelen metabolizma sonucunda su buharı, karbondioksit ve ısı meydana gelmektedir. Bu nedenle kovan yapısının yaşamsal fonksiyonların sürdürülmesine cevap verecek, oluşan su buharı ve diğer metabolik atıkları uzaklaştırabilecek nitelikte olması gerekmektedir (Kaya, 2007). Kovanların kışa hazırlanması, kovan içi düzenlemelerin yapılması, doğru ve yeterli besin bırakılması, soğuk ve neme karşı izole edilmesi, uygun ve yeterli havalandırmanın sağlanması kışlatma öncesi yapılacak önemli uygulamalardır (Burğut 2006; Şeker ve ark., 2017).

Günümüzde arıcılıkta farklı malzemelerden yapılmış değişik kovanlar kullanılmaktadır. Bunlar arasında doğal materyalden yapılmış olan ve uzun yıllardır arıcılıkta kullanılan ahşap kovanlar tavsiye edilmektedir. Bu kovanlar, temizliğe elverişli olma, nisbeten fiyat ucuzluğu, arı, insan ve çevre sağlığına elverişlilik avantajı taşımaktadır (Topal ve ark., 2019). Ahşaptan yapılan ve içerisinde hareketli çerçeveler bulunan Langstroth ve Dadant tipi kovanlar ise günümüzde en çok kullanılanlardır. Her iki kovan da ölçüleri dışında benzer özellikler göstermektedir (Genç ve Dodoloğlu, 2002).

Malatya’da yapılan bir araştırmada arıcıların %83.7’sinin Langstroth tip kovan kullandığı ve kovanlarını % 79.7 oranında 5 ve üzeri yılda bir değiştirdiği saptanmıştır. Aynı araştırmada işletmelerde yeterli ve uygun havalandırması bulunan kovanların oranı %92.6 olarak tespit edilmiştir. Yüksek oranda modern kovan kullanılması ve kovanlarda yeterli ve uygun havalandırma olması olumlu, ancak geri kalan kovanların havalandırma bakımından uygun olmaması dikkat çekici bulunmuştur (Şeker ve ark., 2017). Ağrı’da yapılan çalışmada ise bu ilde tamamen yeni tip kovan kullanıldığı bildirilmiştir (Kaya, 2008).

Son yıllarda kullanımı artan plastik tabanlı ahşap kovanlar ise standart kovanların plastik tabanla birleştirilmesinden meydana gelmektedir. Kullanılan plastik tabanlar menteşeli bir polen kapanına, polen kurutma sepetine ve yağmur suyu kanalına sahiptirler. Bu özelliklerden dolayı kovana daha iyi bir havalandırma ve oluşan nemi uzaklaştırma avantajı sağlamaktadır. Bu tabanlar ayrıca sahip olduğu polen tuzağı filtresi sayesinde işçi arıların üzerinde bulunan varroa parazitlerinin temizlenmesine, daha fazla polen toplanmasına, arıların kovan önünde salkım yapmasını engelleyerek daha fazla bal verimi elde edilmesine katkı sağlamaktadır (Anonim, 2020). Başka bir araştırmada ise plastik kovanların maliyetinin yüksek olduğu ve temizlik aşamasında bazı dezavantajlarının bulunduğu bildirilmektedir (Topal ve ark., 2019).

Ancılıkta kullanılan kovanların tipi kadar yeni veya eski oluşu da önem taşımaktadır. Eskimiş ve fonksiyonel kayba uğramış kovanların kullanılması çeşitli sorunlar doğurmaktadır. Arıcıların çoğunlukla gezer olması kovanların sık olarak taşınmasını gerektirmektedir. Bu durum kovanların çabuk yıpranmasına ve eskimesine neden olmaktadır. Ancak, sıklıkla kovan değiştirilmesi işletmeler için önemli mali külfet oluşturmaktadır. Sağlam ve dayanıklı kovanların satın alınması, kullanım esnasında daha az sorun çıkmasına ve kovanların değiştirme sıklığına önemli ölçüde etki yapmaktadır (Şeker ve ark., 2017).

Yapılan bir araştırmada kovan içi sıcaklığı ve nemi üzerinde kovanın ahşap veya köpük olmasının önemli etkisi olduğu, köpük olanlarda iç sıcaklığın ahşaptan yapılanlara göre yaz aylarında daha düşük ya da eşit, kış aylarında ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Karaca ve ark., 2000). Yapılan başka bir araştırmada da ahşap kovanların bal arısının yetiştirilmesi için diğer kovan tiplerine göre daha uygun olduğu bildirilmiştir (Taha, 2014).

1.2. Koloni kayıpları ve nedenleri

Bal arılarına ait koloni kayıplarında çeşitli nedenlere bağlı kombine stresler, bulaşıcı olan ve olmayan hastalıklar rol oynamaktadır (Requier ve ark., 2015). En ileri yönetim tekniklerinin uygulandığı ülkelerde bile arıcılık büyük ölçüde doğal koşullara bağlıdır. Bunların başında iklim ve bitki örtüsü gelmektedir (Genç ve Dodoloğlu, 2002).

Yapılan bir araştırmaya göre Malatya’da son üç yılda oluşan koloni kaybının oransal değeri % 50.7 olarak tespit edilmiştir. Aynı çalışmada koloni kayıplarının nedenleri sıralamasında, yetiştiricilerin kendi önem ve önceliklerine göre besin yetersizliği, yağmacılık ve kış şartları en yüksek (%30.9) orana sahip kombinasyon olarak bildirilmiştir (Şeker ve ark., 2017).

Erzurum koşullarında en uygun kışlatma yönteminin saptanması amacıyla yapılan bir araştırmada, izolesiz olarak açıkta kışlatılan kolonilerin çoğu (%72.7) kışın ölmüş, yaşayabilenlerde ise ahşap kovanlar için %45.52, strafor kovanlar için %64.82 oranında popülasyon kaybı olmuştur (Genç ve Kaftanoğlu, 1993). Düzce’de yapılan bir araştırmada ise işletmelerin %81.2 oranında kışlatma kaybı yaşadıkları, kışlatmada ortaya çıkan koloni kayıplarına en fazla ana kaybı (%39.8), varroa (%23.8), açlık (%21.9) ve yağmacılığın (%3.9) neden olduğu bildirmiştir (Kekeçoğlu ve ark., 2013). Malatya’da yapılan bir çalışmada ise arıcıların kovanlarını çok yüksek oranda (%98.0) açıkta kışlattıkları belirlenmiştir. Uygun koşullar sağlanarak yapılması şartı ile açıkta kışlatma uygulamasının önerilebileceği bildirilmiştir (Şeker ve ark., 2017).

Yapılan çalışmada, Malatya koşullarında AT ve IPTPT ahşap kovanlarda kışlatmanın balarısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerinin arılı çerçeve sayılarına ve kovan ağırlıklarına etkisi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Mevcut araştırma Malatya İli Battalgazi İlçesinde bulunan İnönü Üniversitesi Arıcılık Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne ait arılıkta 30 Ekim 2017-30 Mart 2018 tarihleri arasında yürütülmüştür. Araştırmanın arı materyalini Araştırma Merkezi'nin arılığındaki toplam 21 adet balarası (*Apis mellifera* L.) kolonisi oluşturmuştur. Kolonilerin ana arılarını hastalıklara dayanıklı, ergin arı gelişimi, bal verimi, işçi arıların yaşama gücü, ana arının yumurtlama hızı gibi özellikler bakımından iyi olduğu düşünülen Kafkas (*Apis mellifera caucasica*) ana arılı bir koloniden larva transferi yapılarak yetiştirilen arılar oluşturmuştur. Araştırmanın kovan materyalini yan, ön ve arka parçalar yekpare, taban ve kapakları eklemeli 12 adet standart Langstroth tipi AT kovan ile 9 adet standart Langstroth tipi IPTPT (Şekil 1) ahşap kovan oluşturmuştur. AT ve IPTPT kovanların kuluçkalık ve çerçeve ölçüleri birbirinin aynısıdır. Kovan gövde kalınlığı 25 mm'dir. Kuluçkalık ölçüleri dıştan dışa 505 mm x 435 mm x 260 mm; içten içe ise 455 mm x 385 mm x 260 mm'dir.



Figure 1. Screened-pollen trapped plastic based (SPTPB)

Şekil 1. Izgaralı-polen tuzaklı plastik taban (IPTPT)

2.2. Metot

Araştırma gruplarındaki koloniler arılık içerisinde rastgele dağıtılmış, tüm bakım, besleme ve yönetim işlemleri aynı araştırmacı ekip tarafından eşit koşullarda yürütülmüştür. Araştırma öncesi tüm kolonilerde varroa (*Varroa destructor*) mücadelesi 10 gün ara ile 4 kez her kovanın uçuş deliğinden 7 doz duman 265 mg amitraz (N-methyl-bis(2.4-xylyliminomethyl) amine) uygulanarak yapılmıştır.

Araştırmada kullanılan kovanların kışlatma kabiliyeti, kışa giren kovanlardaki mevcut arılı çerçeve sayısı ile bahara çıkan kovanlardaki mevcut arılı çerçeve sayısı ayrı ayrı tespit edilerek aşağıdaki eşitlik 1 yardımıyla hesaplanmıştır (Genç ve Kaftanoğlu, 1993).

$$\text{Kışlatma Kabiliyeti (\%)} = (\text{Bahara çıkan arılı çerçeve sayısı/kışa giren arılı çerçeve sayısı}) \times 100 \quad (\text{Eş.1})$$

Kovan ağırlıkları (kg) ise kışlatmaya alınan kolonilerin kovan ağırlıkları (ballı-polenli arılı çerçeve) ile bahara çıkan kolonilerin kovan ağırlıklarının (ballı-polenli ergin arılı çerçeve) ayrı ayrı tespiti ile belirlenmiştir. Her kovanın boş ağırlığı ise standart kabul edilerek tartımlara dahil edilmemiştir. Ayrıca diğer bir parametre olarak kışlatma öncesi ile sonrası arasındaki dönemde meydana gelen kovan ağırlığındaki değişim oranı (kovan ağırlığı (%)) aşağıdaki eşitlik 2 ile hesaplanmıştır.

$$\text{Kovan ağırlığı (\%)} = (\text{Bahara çıkıştaki kovan ağırlığı/kışa girişteki kovan ağırlığı}) \times 100 \quad (\text{Eş.2})$$

2.3. İstatistik analizler

Araştırma sonunda, elde edilen verilerin öncelikle tanımlayıcı istatistikleri hesaplanmıştır. Daha sonra kışlatma öncesi ve sonrasına ait arılı çerçeve sayıları ve kovan ağırlıkları parametreleri için AT ve IPTPT kovan tiplerine ait verilerin dağılımlarının normal olup olmadığı-parametrik test varsayımlarını karşılayıp karşılamadığı yapılan normal dağılımla ilgili hesaplamalar ve analizler ile değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda incelenen

tüm parametreler için her iki kovan tipine ait verilerin normal dağılım göstermediği ve parametrik test varsayımlarını karşılamadığı belirlenmiştir. Bu nedenle, kovan tipleri arasında yapılan karşılaştırmalarda arılı çerçeve sayıları ve kovan ağırlıkları için Mann-Whitney U-testi kullanılmıştır. Yine AT ve IPTPT kovan tiplerinin kendi içerisindeki kışlatma öncesi ve sonrasına ait arılı çerçeve sayıları ve kovan ağırlıklarının karşılaştırmalarında da Wilcoxon testinden yararlanılmıştır (Conover, 1999). Bu araştırmadaki tüm istatistiksel hesaplamalar ve analizlerde SPSS kullanılmıştır (SPSS, 2005).

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Arıcılık yapılan bölgenin koşullarına uygun farklı kovan tiplerinin kullanılması arıların yaşam gücü üzerinde etki gösterdiği gibi elde edilecek bal ve diğer arı ürünlerinin miktarını da etkilemektedir. AT ve IPTPT ahşap kovanların farklı özelliklere sahip oldukları bilinen bir durumdur. Ancak hangi kovan tipinin kışlatma bakımından daha uygun olduğunun belirlenmesi yetiştiricilere büyük avantaj sağlayacaktır. Kullanılan kovanların ısı izolasyonu sağlaması, hijyene uygun olması, arı ve insan sağlığını olumsuz etkilememesi, mikrobiyal ve paraziter hastalıklarla mücadelede uygun olması, oluşan nem ve diğer metabolik atıkların uzaklaşmasına ve temiz havanın içeri girmesine imkân veren özelliklere sahip olması istenmektedir.

Bu araştırmada, kışlatma öncesi 12 adet AT ve 9 adet IPTPT ahşap kovan kullanılmıştır. Kışlatma öncesi AT kovanlardaki arılı çerçeve sayısı 69 adet, IPTPT kovanlarda ise 55 adet iken, kışlatma sonrası arılı çerçeve sayısı AT kovanlarda 29 adet, IPTPT kovanlarda 26 adet olarak belirlenmiştir. Kışlatma öncesi ortalama arılı çerçeve sayısı AT kovanlarda 5.75 adet, IPTPT kovanlarda 6.11 adet iken, kışlatma sonrası ortalama arılı çerçeve sayısı ise AT kovanlarda 3.22 adet, IPTPT kovanlarda 4.33 adet tespit edilmiştir. Yapılan hesaplamalarda kışlatma kabiliyeti AT kovanlarda % 42.03, IPTPT kovanlarda ise % 47.27 olarak belirlenmiştir. Her bir kovan tipi içerisinde kışlatma öncesi ve sonrasına ait arılı çerçeve sayıları arasında farklılıklar istatistiki olarak farklı düzeylerde ($p = 0.041-0.007$) önemli bulunmuştur (Tablo 1).

Mevcut araştırmada kolonilerin tamamında (21 adet) kışlatma döneminde meydana gelen kayıp % 55.35 bulunmuştur. Bu oran, Şeker ve ark. (2017) tarafından Malatya'da yapılan araştırmada elde edilen son üç yılda oluşan koloni kaybının oransal değerine (% 50.7) yakındır. Ancak; Genç ve Kaftanoğlu (1993) tarafından Erzurum'da (% 72.7) ve Kekeçoğlu ve ark. (2013) tarafından Düzce'de (% 81.2) tespit edilen orandan daha düşüktür. Malatya'daki koloni kaybının Erzurum ve Düzce'deki kayıplardan daha düşük olması, bu illerdeki kayıplarda kovan dışındaki farklı etkenlerin bu duruma yol açmış olabileceğini düşündürmektedir.

Kovan tipleri bakımından ise; mevcut çalışmada kışlatma döneminde arılı çerçeve sayısında her iki kovan tipinde de azalma meydana gelmiş, aynı zamanda 3 adet AT ve 3 adet IPTPT kovandaki arıların tamamı kışlatma sürecinde ölmüşlerdir. Buna rağmen; kovanlar arası karşılaştırmada IPTPT kovanlarda kışlatma kabiliyetinin oransal olarak biraz daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak, bu fark her iki kovan tipi arasında kışlatma bakımından bir tercih sebebi olmaya yeterli görülmemektedir. Bu nedenle kovan tercihinde; Taha (2014) tarafından bildirilen ahşap kovanların diğer kovan tiplerine göre daha uygun olduğu kanaati göz önüne alındığında ahşap kovanların; Anonim, (2020) tarafından bildirilen IPTPT kovanların varroa parazitlerinin temizlenmesine, daha fazla polen ve bal elde edilmesine katkı yaptığı, bunların yanı sıra kovana iyi bir havalandırma ve nem uzaklaştırma avantajı sağladığı kanaati dikkate alındığında ise IPTPT kovanların tercih edilebileceği düşünülebilir. Bu nedenle farklı taban özelliklerine sahip kovan tipleriyle ilgili bir tercih yapılması söz konusu olduğunda konuyla ilgili değişik düşüncelerin ve önerilerin varlığı göz ardı edilmemelidir.

Yine bu konuyla ilgili ortaya atılan yukarıdaki gerekçelerin yanı sıra plastik ürünlerin genelde maliyetinin daha ucuz olduğu, taşıdıkları niteliklere göre fiyat aralıklarının değişebildiği, sadece bu nedenle bile insan hayatında farklı alanlarda kullanıldıkları bilinmektedir. Plastik materyallerin son yıllarda birçok alanda olduğu gibi arıcılık faaliyetleri kapsamında da tercih edilmeleri söz konusudur. Bu nedenlerle; Topal ve ark. (2019) tarafından plastik kovanların maliyetinin yüksek olduğu ve temizlik aşamasında bazı dezavantajlarının bulunduğu bilgisinin aksine birçok malzemeye göre bazı avantajlara sahip olduğu da söylenebilir.

Tüm bunların yanında araştırmada kullanılan IPTPT kovanlar, **standart ahşap kovanların plastik tabanla birleştirilmesinden** meydana gelmektedir. Bu nedenle tamamı plastik olan kovanlar için söz konusu edilen dezavantajlar bu tip kovanlar için söz konusu olmaktan da uzaktır.

Tablo 1. Farklı materyalden yapılmış tabana sahip ahşap kovanların kışlatma öncesi ve sonrası arılı çerçeve sayıları ve kışlatma kabiliyetleri*Table 1. Bee covered frames number and wintering ability in wooden hives with differently material manufactured bottom before and after wintering*

Kovan tipleri	Parametreler	Kışlatma öncesi	Kışlatma sonrası	P
Ahşap tabanlı (AT) kovan	Kovan sayısı	12	9	0.007
	Toplam arılı çerçeve sayısı	69	29	
	Ortanca değer	5.50	4.00	
	Ortalama arılı çerçeve sayısı	5.75	3.22	
	Ortalamanın standart hatası	0.25	0.55	
	Kışlatma kabiliyeti (%)		42.03	
Izgaralı-polen tuzaklı plastik tabanlı (IPTPT) kovan	Kovan sayısı	9	6	0.041
	Toplam arılı çerçeve sayısı	55	26	
	Ortanca değer	6.00	4.50	
	Ortalama arılı çerçeve sayısı	6.11	4.33	
	Ortalamanın standart hatası	0.31	0.56	
	Kışlatma kabiliyeti (%)		47.27	
P çerçeve sayısı		0.365	0.143	

Bu araştırmada, kışlatma öncesi ortalama AT ahşap kovan ağırlığı 10.61 kg ve IPTPT kovan ağırlığı 11.10 kg, kışlatma sonrası ortalama AT ahşap kovan ağırlığı 7.35 kg ve IPTPT kovan ağırlığı ise 8.64 kg olarak hesaplanmıştır (Tablo 2).

Buna bağlı olarak AT ahşap kovanların bahara çıkıştaki ağırlığı, kışa girişteki ağırlığının % 51.60'ı iken IPTPT kovanlarda bu oran % 51.89 olarak tespit edilmiştir. Diğer bir deyişle AT kovanda kışlatılan koloniler mevcut balın % 48.40'ünü, IPTPT kovandakiler ise % 48.11'ini tüketmişlerdir (Tablo 2).

Bu çalışmada hem kışlatma öncesi hem de kışlatma sonrasında kovan ağırlıkları bakımından AT ve IPTPT kovan tipleri arasında farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Ancak, her bir kovan tipinin kendi içerisinde kışlatma öncesi ve sonrasına ait kovan ağırlıkları arasında farklılıklar ise istatistiki olarak değişik düzeylerde ($p = 0.028-0.008$) önemli tespit edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Farklı materyalden yapılmış tabana sahip ahşap kovanların kışlatma öncesi ve sonrası ağırlıkları
Table 2. Hive weights in wooden hives with differently material manufactured bottom before and after wintering

Kovan tipleri	Parametreler	Kışlatma öncesi	Kışlatma sonrası	P
Ahşap tabanlı (AT) kovan	Kovan sayısı	12	9	0.008
	Ortanca değer	9.75	7.30	
	Ortalama kovan ağırlığı (kg)	10.61	7.35	
	Ortalamanın standart hatası	0.84	0.90	
	Toplam kovan ağırlığı (kg)	127.32	65.70	
	Kovan ağırlığı (%)		51.60	
Izgaralı-polen tuzaklı plastik tabanlı (IPTPT) kovan	Kovan sayısı	9	6	0.028
	Ortanca değer	11.14	8.37	
	Ortalama kovan ağırlığı (kg)	11.10	8.64	
	Ortalamanın standart hatası	0.66	0.62	
	Toplam kovan ağırlığı (kg)	99.90	51.84	
	Kovan ağırlığı (%)		51.89	
P kovan ağırlığı (kg)		0.522	0.346	

Kovan ağırlığını; ballı-polenli ergin arılı çerçevesi petekler oluşturmaktadır. Boş petekler ve ergin arı ağırlığı standart kabul edildiğinden, yapılan araştırmada kışlatma süresince kovanlarda meydana gelen ağırlık kaybını tüketilen balın oluşturduğu söylenebilir. Oysa, Yeninar (2015) tarafından yapılan bir araştırma kapsamında Doğu Akdeniz sahil şeridinde kışlatılan kolonilerin, kışlık bal tüketiminden kaynaklanacak genel ağırlık azalmaları beklenirken, ortalama 2.18 ± 0.24 kg/koloni ağırlık kazandıkları gözlenmiştir. Burğut (2006) tarafından Akdeniz bölgesinde yapılan araştırmada ise kışlatmaya alınan kovanlarda ağırlık artışının olmadığı ve kovan ağırlıklarının hemen hemen aynı kaldığı tespit edilmiştir. Her iki çalışmada kışlatma sonunda kovan ağırlığında saptanan olumlu durumun kışlatma yapılan yerin iklim, flora ve coğrafi özelliklerinin koloniler tarafından değerlendirilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Malatya’da ise kışlatma sonrası tüm araştırma kovanlarında ağırlık kaybı meydana gelmiştir. Kovan ağırlığı bakımından her iki kovan tipinde de benzer değerlere ulaşılmıştır. Malatya’nın coğrafik şartlarından dolayı, kışlatma döneminde tarlacı arılar tarafından nektar taşıma söz konusu olmadığından, mevcut olan balı tükettikleri anlaşılmaktadır.

4. Sonuç

Sonuç olarak, bu çalışmada ahşap ve plastik tabanlı kovanlar kullanılarak yapılan kışlatma uygulamasında, hem kışlatma öncesi hem de kışlatma sonrasında kovan tipleri arasında arılı çerçeve sayısı ve kovan ağırlıkları (kg) bakımından istatistiki olarak önemli düzeyde farklılık tespit edilmemiştir. Kovan ağırlığı (%) bakımından her iki kovan tipinde de benzer değerler elde edilmiştir. Ancak, IPTPT kovanlarda kışlatma kabiliyeti biraz daha yüksek bulunmuştur. Bu araştırmada elde edilen mevcut bulgular ışığında arıcıların her iki kovan tipini tercih edebilecekleri söylenebilir. Ancak, kovan tercihinde maliyet, uzun ömürlülük ve sağlık koşullarına uygunluk gibi hususların da dikkate alınması yerinde olacaktır. Ayrıca, bu konuda daha ayrıntılı ve daha fazla bilimsel araştırma yapılması gerektiği kanaatine ulaşılmıştır.

Kaynakça

- Anonim (2020). Plastik Kovan Tabanı. <https://www.aricilik.com.tr/dukkani/urun/plastik-kovan-tabani/>. (erişim tarihi: 18.03.2020).
- Burğut, A. (2006). *Çukurova Bölgesine ve gezginci arıcılığa uygun bir kovan tipinin geliştirilmesi, kovan tipi ile koloni gücünün kışlatma, koloni gelişimi ve bal verimi üzerine etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi) Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Chauzat, M.P, Cauquil, L., Roy, L., Franco, S., Hendrikx, P., Ribière-Chabert, M. (2013). Demographics of the European apicultural industry. *PLoS One*. 13:8.
- Conover, W.R. (1999). *Practical Nonparametrics Statistics*. 3rd Ed. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Genç, F., Kaftanoğlu, O. (1993). Erzurum koşullarında balarısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerinde en uygun kışlatma yönteminin saptanması. Tübitak Proje No: VHAG-868, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- Genç, F., Dodoloğlu, A. (2002). Arıcılığın Temel Esasları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 166, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, s 338.
- Karaca, Ü., Öztürk, A.İ. Alataş, İ., Özbilgin, N. (2000). Ahşap ve Styrapor Kovanların Arı Ailesine Etkileri Üzerine Bir Araştırma. Türkiye 3. Arıcılık Kongresi. Bildiri Özetleri, Adana, 1-3 Kasım 2000, s.17.
- Karlıdağ, S., Köseman, A. (2015). Türkiye ve Malatya’da arıcılığın yeri ve önemi. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 7(13):27-32.
- Kaya, F. (2008). Ağrı ilinde arıcılık yapısı ve değerlendirme durumu. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, - e-dergi.atauni.edu.tr. <https://scholar.google.com.tr/scholar?>
- Kaya, N. (2007). *Arıcılıkta üstte boş ballıkla kışlatmanın kovan içi bağıl nem sıcaklık ve koloninin yaşama gücü üzerine etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi) Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Ankara.
- Kekeçoğlu, M., Gürcan, E. K., Soysal, M. İ. (2007). Türkiye Arı Yetiştiriciliğinin Bal Üretimi Bakımından Durumu. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 4(2):227-236.
- Kekeçoğlu, M., Göç Rasgele, P., Acar, F., Kaya, S.T. (2013). Düzce ilinde bulunan arıcılık işletmelerinde görülen koloni kayıplarının, bal arısı hastalık ve zararlılarının ve mücadele yöntemlerinin araştırılması. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3 (3): 99-108.
- Köseman, A., Şeker, İ., Karlıdağ, S., Güler, H. (2016). Arıcılık Faaliyetleri - I. Arı yetiştiricilerinin sosyo-demografik özellikleri, problemleri ve beklentileri ile arıcılıkta idari ve iktisadi mevcut uygulamalar. *Kocatepe Veteriner Dergisi* 9(4): 308-321.
- Requier, F., Odoux, J.F., Tamic, T., Moreau, N., Henry, M., Decourtye, A., Bretagnolle, V. (2015). Honey bee diet in intensive farmland habitats reveals an unexpectedly high flower richness and a major role of weeds. *Ecological Applications* 25:881-90.
- SPSS (2005). Statistical Software Package, Version 14.0 Serial No: 9869264
- Şeker, İ., Köseman, A., Karlıdağ, S., Aygen, S. (2017). Arıcılık Faaliyetleri II: Malatya ilinde arıcılık faaliyetlerinin yetiştirici tercihleri, üretim nitelikleri ve arı hastalıkları kapsamında değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 14 (02): 54-63
- Taha, A.A. (2014). Effect of hive type on strength and activity rate of honeybee colonies (*Apis mellifera* L.) in Egypt. *Mansoura Journal of Plant Protection and Pathology* 5 (6): 773-784.
- Topal, E., Güneş, N., Sarıoğlu, A., Kösoğlu, M. (2019). Farklı malzemeden yapılmış kovan tiplerinin balarısı stres proteini ve arılı çerçeve sayısına etkisi. *Arıcılık Araştırma Dergisi* 11(2): 48-54.
- Vanengelsdorp, D., Meixner, M.D. (2010). A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. *Journal of Invertebrate Pathology* 1:80-95.
- Yeninar, H. (2015). Ülkemizde farklı materyallerden üretilmiş kovanlarda barındırılan bal arısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerinin Doğu Akdeniz sahil şeridinde kışlama özellikleri. *Uludağ Arıcılık Dergisi* 15 (1): 1-9

Yarı Kurak Koşullarda Farklı Sulama Uygulamalarının Ayçiçeğinin Verim ve Verim Parametreleri Üzerine Etkisi

The Effect of Different Irrigation Treatment on Yield and Yield Parameters of Sunflowers in Semi-Arid Conditions

Erhan GÖÇMEN¹

Özet

Bu çalışmada ayçiçeğinin farklı gelişme dönemlerinde yapılan sulama uygulamalarının verim ve verim parametrelerine olan etkileri araştırılmıştır. Araştırma Trakya Bölgesinde yer alan Tekirdağ ilinde 2019 yılında gerçekleştirilmiştir. Denemede 8 farklı sulama konusu oluşturulmuş ve sulamalar damla sulama yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucuna göre verim ve verim parametrelerinde I₁ konusu (geç vejetatif dönem, çiçeklenme dönemi, tane oluşum döneminde sulama uygulaması yapılan konu) en olumlu sonuçları vermiştir. Buna karşın sulama yapılmayan I₈ konusunda ise en düşük sonuçlar elde edilmiştir. Özellikle verim değerlendirildiğinde I₁ konusundan 520.6 kg da⁻¹ verim alınırken, I₈ konusundan 319.6 kg da⁻¹ verim elde edilmiştir. Sulanmayan I₈ konusunda her dönem sulama yapılan I₁ konusuna göre yaklaşık %40 verim azalması meydana gelmiştir. Yağ içeriği ve yağ verimi açısından konular değerlendirildiğinde, I₁ konusundan %43.6 yağ içeriği ve 226.7 kg da⁻¹ yağ verimi elde edilmiştir. I₅ konusu her dönem sulama yapılan I₁ konusuna yakın sonuçlar vermiş ve %43 yağ içeriği ve 199.3 kg da⁻¹ yağ verimi elde edilmiştir. I₈ konusu ise %39.1 yağ içeriği ve 124.9 kg da⁻¹ yağ verimiyle en düşük değerlere sahip olmuştur. Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri 1.76 kg m⁻³ ile 4.30 kg m⁻³ aralığında, su kullanım randımanı (WUE) değerleri ise 0.96 kg m⁻³ ile 1.24 kg m⁻³ aralığında olduğu ve istatistiksel analiz sonucu konular arasında anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. IWUE ve WUE değerleri üzerine yapılan istatistiksel analizlerde I₆ konusunun öne çıktığı görülmüştür. Sulama suyunun yeterli olduğu koşulda I₁ konusu önerilebilir. Su kaynağının kısıtlı olduğu koşullarda eğer iki sulama yapılabilirse I₅ konusu (çiçeklenme ve tane oluşum dönemlerinde sulanan), tek sulama yapılabilecekse I₆ konusu (çiçeklenme döneminde sulanan) önerilebilir. Sulama programlamasında yüksek verim ve yüksek yağ kalitesi için ayçiçeğinde çiçeklenme döneminde su eksikliğinden kaçınılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), Damla sulama, Bitki büyüme ve gelişme dönemleri, WUE, IWUE

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Erhan Göçmen, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: egocmen@nku.edu.tr  OrcID: 0000-0001-6199-7842

Atıf/Citation: Göçmen E. Yarı Kurak Koşullarda Farklı Sulama Uygulamalarının Ayçiçeğinin Verim ve Verim Parametreleri Üzerine Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 80-90.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2021

Abstract

In this study, the effects of irrigation applications on different development stages on yield and yield parameters of sunflower were investigated. The research was carried out in Tekirdag province in Thrace region in 2019. In the experiment, 8 different irrigation treatments were created and irrigation was carried out by drip irrigation method. According to the research results, the most positive results were obtained in all yield and yield parameters from I₁ treatment (irrigated in late vegetative stage, flowering stage, grain formation stage). On the other hand, the lowest results were obtained for the I₈, which was not irrigated. Especially when the seed yield is evaluated, 520.6 kg da⁻¹ yield was obtained from the I₁ treatment, while 319.6 kg da⁻¹ yield was obtained from the I₈ treatment. In the non-irrigated I₈ treatment, about 40% yield reduction has occurred compared to the I₁ subject irrigated at each phenological stage. When the treatments are evaluated in terms of oil content and oil yield, 43.6% oil content, and 226.7 kg da⁻¹ oil yield was obtained from the I₁ treatment. The I₅ treatment gave the most approximate results to the I₁ treatment with 43% oil content and 199.3 kg da⁻¹ oil yield. I₈ treatment had the lowest values with 39.1% oil content and 124.9 kg da⁻¹ oil yield. It has been determined that irrigation water use efficiency (IWUE) values are between 1.76 kg m⁻³ and 4.30 kg m⁻³ and water use efficiency (WUE) values are between 0.96 kg m⁻³ and 1.24 kg m⁻³. As a result of the statistical analysis of the IWUE and WUE results, it was observed that there were differences between the irrigation treatments and I₆ treatment came to the fore. Under the condition that the irrigation water is sufficient, I₁ treatment can be suggested. Under limited water resource conditions, if two irrigations may be applied, I₅ treatment (irrigated during flowering and grain formation stages), if only one irrigation may be applied, I₆ treatment (irrigated during flowering stage) can be suggested. For high yield and high oil quality in irrigation programming, water deficiency should be avoided during the flowering stage of sunflower.

Keywords: Sunflower (*Helianthus annuus* L.), Drip irrigation, Plant growth and development stages, WUE, IWUE

1. Giriş

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) dünya genelinde yetiştiriciliği yapılan çok önemli bir yağ bitkisidir. Üretim miktarları bakımından ayçiçeği dünyada yağlık olarak üretilen diğer tek yıllık bitkiler ile kıyaslandığında soya, kanola ve pamuktan sonra yaklaşık 52 milyon ton ile dördüncü sıradadır. Ayrıca her yıl üretim miktarı artmaktadır (FAO, 2018). Bu veriler ışığında dünyada önemini korumakta olan bitki Türkiye’de de önemli bir yağlık bitkidir. Öyle ki 2017 verilerine göre üretim miktarları açısından değerlendirildiğinde pamuktan sonra yaklaşık 2 milyon ton ile ikinci sıradadır (FAO, 2018). Türkiye 6.76 milyon dekar alanda yağlık ayçiçeği tarımı yapmakta ve dekara verim 289 kg dolayındadır. Trakya Bölgesinde ise 3.35 milyon dekar alanda tarımı yapılan ayçiçeği Türkiye ekim alanlarının yaklaşık % 50’sini oluşturmaktadır. Dekara verim ise 273 kg civarındadır (TUİK, 2019). Duruma bakıldığında Türkiye ayçiçeği yağ üretiminin yarısının Trakya Bölgesinden sağlandığı ortadadır.

Bölgeye uygun çeşit seçimi, iyi mekanizasyon, zamanında yapılan gübreleme ve ilaçlama gibi modern tarımda yapılan tüm uygulamalar ile birlikte sulama verimi arttıran en önemli tarımsal işlemlerdendir. Ancak bu suyun nasıl, ne zaman ve hangi miktarda verileceği çok önemlidir.

Su azlığı, dünya çapında ürün verimliliği için ciddi bir çevresel bir kısıtlamadır. Kuraklık kaynaklı ürün verimi kaybı, hem şiddetin hem de stresin süresinin kritik olması nedeniyle, diğer tüm nedenlerden kaynaklanan kaybı aşabilir (Farooq ve ark. 2008). Kuraklık stresi, ayçiçeği de dahil olmak üzere ekilebilir ürünlerde büyüme aşamasına bakılmaksızın bitki büyüme hızını (CGR) ve verimi azaltır (Jensen ve Mogenson 1984).

Yarı kurak iklimde sahip Trakya Bölgesinde su kaynakları sınırlıdır. Bölgede yoğun nüfus ve sanayinin varlığı su kaynaklarını baskılamaktadır. Tarımsal sulamada bu sudan tasarruflu bir biçimde yararlanmak gerekmektedir. Aşırı su kullanımından kaçınılması, yüzey sulama yerine basınçlı sulama yöntemlerinin tercih edilmesi gibi basit önlemlerle az olan su kaynakları korunmuş olacaktır. Sulama yöntemleri içerisinde, üniform su kullanımı, yüksek randıman, su tasarrufu ve işletme kolaylığı bakımından, özellikle sıraya ekilen bitkilerin sulanmasında damla sulama yöntemi öne çıkmaktadır.

En yüksek verim ve kalitenin su eksikliği olmayan konulardan elde edildiği açıklanmakta olan ayçiçeğinde en önemli nokta sınırlı su kaynağı koşullarında su eksikliğinden kaynaklanacak verim azalmasının kabul edilebilir sınırlarda olmasını sağlayacak bir sulama programı oluşturmaktır. Özellikle bitkinin vejetatif gelişimini göz önüne alarak yapılacak çalışmaların daha etkili sonuçlar verebileceği düşünülmektedir. Ayçiçeğinin gelişme dönemlerinde sulanması üstüne ülke ve dünyada üzerine yapılmış birçok araştırma vardır. Bu araştırmalar, çeşitli büyüme aşamalarında sulama ile oluşturulan su stresinin ayçiçeği tohumu verimini etkilediğini bildirmişlerdir. Stone ve ark., (1996) ayçiçeğinin farklı büyüme aşamalarında uygulanan sınırlı sulama suyunun bile tohum verimini önemli ölçüde artırabileceğini açıklamıştır. Bitkinin tüm büyüme ve gelişme dönemlerinde oluşacak kuraklık stresi , bitki büyümesi ve verimi için önemli bir sınırlayıcı faktördür ve ayçiçeği kalitesini etkileyebilir (Flagella ve ark., 2002). Suya hassasiyet bakımından Demir ve ark., (2006) tabla oluşum, çiçeklenme ve süt olum, Kaya ve Kolsarıcı, (2011) vejetatif dönem, tabla oluşumu dönemi ve çiçeklenme dönemlerini işaret etmiştir. Büyüme aşamalarından herhangi birinde su kısıtı uygulandığında su stresinden dolayı tohum veriminin önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir (Esmailian ve ark., 2012; Tabatabaei ve ark., 2012). Özellikle çiçeklenme döneminde su eksikliğinin verimde ve kalitede önemli kayıplar meydana getirdiği ve bu dönemde su eksikliğinden kaçınılması gerektiği bildirilmektedir (Demir ve ark., 2006; Karam ve ark., 2007; Kazemeini ve ark., 2009; Kaya ve Kolsarıcı, 2011). Düşük veya orta kuraklığa duyarlı bitki olarak sınıflandırılmasına rağmen ayçiçeği verimi genellikle sulama ile ikiye katlanır (Unger, 1983; Stone ve ark., 1996; Erdem ve Delibaş, 2003).

Bu çalışmada Türkiye ayçiçeği üretiminin en fazla yapıldığı il olan Tekirdağ' da ayçiçeği bitkisinin farklı dönemlerdeki sulama uygulamalarına verdiği tepkiler verim ve bazı kalite parametrelerine göre değerlendirilmeye çalışılmıştır. Çalışma, Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Arazisinde 2019 yılında yürütülmüştür. Damla sulama uygulaması altında bölge koşullarına uygun son yıllarda tescillenmiş bir çeşitte bitkinin fenolojik dönemlerinde yapılmış bir tamamlayıcı sulama çalışması olması açısından önemlidir.

2. Materyal ve Metot

Deneme Tekirdağ il merkezine 2.5 km uzaklıkta olan Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü arazisinde yürütülmüştür. Çalışma alanının denizden yüksekliği ortalama 44 m olup 40° 59' kuzey enlemi, 27° 29' doğu boylamı arasında yer almaktadır. Çalışma alanı yarı kurak iklim kuşağı içerisinde yer almaktadır. Meteorolojik değerlerin uzun yıllık (1960-2019) sonuçlarına göre sıcaklık ortalaması 14 °C' dir. Aylık bazda sıcaklık ortalamaları değerlendirildiğinde Ocak ayı 4.7 °C ile en soğuk, Temmuz ve Ağustos ayları 23.8 °C ile en sıcak aylardır. Yıllık toplam yağış miktarı ortalama 582.9 mm olup, bunun büyük çoğunluğu Ekim ile Nisan ayları arasında düşmektedir. Yıllık bağıl nem ortalaması % 76.9' ve rüzgâr hızı ortalaması değeri 2.9 m s⁻¹ dir. Sulama mevsimine ait meteorolojik değerler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Sulama mevsiminde ölçülmüş meteorolojik değerler
Table 1. Meteorological values measured in the irrigation season

Yıl	Aylar	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Rüzgar hızı* (m s ⁻¹)	Güneşlenme süresi (h)	Yağış (mm)
2019	Nisan	11.61	71.89	2.62	5.41	42.90
	Mayıs	17.89	70.53	2.31	6.18	31.20
	Haziran	24.06	64.75	2.80	7.90	7.50
	Temmuz	23.90	65.00	2.65	9.45	18.80
	Ağustos	25.27	62.65	3.48	9.46	0.00
	Eylül	21.56	65.14	3.32	7.44	9.60

* : 2 m yükseklikteki değerlerdir.

Araştırma alanı topraklarının fiziksel özelliklerini belirlemeye yönelik açılan profilden alınan numunelerden Blake (1965) ile Benami ve Diskin (1965)' de verilen esaslara göre tarla kapasitesi, solma noktası, hacim ağırlığı, kullanılabilir su tutma kapasitesi değerleri ve bünye sınıfı belirlenmiş ve Tablo 2'de gösterilmiştir. Deneme alanı toprak bünye sınıfı killi ve kullanılabilir su tutma kapasitesi 128.17 mm/90 cm olarak saptanmıştır. Atmaca ve Erdem, (2016) çalışma alanının olduğu bölgede yaptıkları çalışmada deneme alanı topraklarının killi-tınlı, ph değeri nötr (7.37), tuzsuz, kireçli ve az miktarda organik madde içerdiğini bildirmişlerdir.

Tablo 2. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri

Table 2. Physical properties of soil in the experimental area

Profil derinliği (cm)	Bünye sınıfı	TK		SN		Hacim ağırlığı (g/cm ³)	Kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm)
		%	mm	%	mm		
0-30	Kil	23.01	102.86	15.91	71.12	1.49	31.74
30-60	Kil	27.05	128.22	17.71	83.95	1.58	44.27
60-90	Kil	31.76	153.40	20.96	101.24	1.61	52.16
0-90			384.48		256.31		128.17

Çalışmanın yapıldığı toprakta çift silindirli infiltrometre testleri yapılmış ve toprağın infiltrasyon hızı 12 mm h⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Sulama suyunun kalite sınıfını T₂S₁ olarak belirlenmiştir. Toprak bünye sınıfı infiltrasyon hızına göre damlatıcı debisi 4 L h⁻¹, damlatıcı aralığı ise 0.50 m olarak hesaplanmıştır.

Deneme, tesadüf blokları deneme deseninde üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve konular rastgele dağıtılmıştır (Yurtsever, 1984). Konular bitkinin gelişme dönemleri olan geç vejetatif gelişme (tabla oluşum dönemi), çiçeklenme ve tablada tane oluşum dönemi (süt olum dönemi) olarak 3 dönemde farklı şekillerde uygulanacak biçimde belirlenmiştir. Sulamalar yaklaşık her gelişme dönemi ortasında ve tek bir seferde uygulanmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarı 90 cm etkili kök derinliğinde bitkinin gelişme dönemlerinde sulama öncesi I₁ konusundan ölçülen nem miktarını deneme öncesi elde edilen tarla kapasitesi değerinden çıkarılmasıyla hesaplanmıştır.

Deneme konuları,

- I₁: Geç vejetatif dönem, çiçeklenme dönemi, tane oluşum dönemi (toplam 3 sulama-her dönem sulama)
- I₂: Geç vejetatif dönem, çiçeklenme dönemi (toplam 2 sulama)
- I₃: Geç vejetatif dönem, tane oluşum dönemi (toplam 2 sulama)
- I₄: Geç vejetatif dönem (toplam 1 sulama)
- I₅: Çiçeklenme dönemi, tane oluşum dönemi (toplam 2 sulama)
- I₆: Çiçeklenme dönemi (toplam 1 sulama)
- I₇: Tane oluşum dönemi (toplam 1 sulama)
- I₈: Sulama yapılmayan konu

Deneme parselleri için 3×2.8m olacak şekilde 8.4 m² alan oluşturulmuştur. Bitkiler 30 Nisan 2019 tarihinde havalı ekim mibzeri ile 0.3 m sıra üzeri, 0.7 m sıra arası (bölgede ayçiçeğinde kullanılan makineli ekim aralıkları) olacak şekilde ekilmiştir. Bitki çeşidi olarak Trakya Bölgesinde yoğun olarak ekimi yapılan Limagrain firmasına ait LG 5542 CL çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşit, LG Seed Türkiye firması tarafından toprak seçiciliği olmayan, orta erkenci çok yüksek verim potansiyeline sahip, orta boylu, sağlam gövdeli, kuraklığa, orobanşa ve mildiyö hastalığına yüksek toleranslı bir çeşit olarak ifade edilmektedir. Parsellerin düzenlenmesi sırasında, sulamalarda sızma yoluyla oluşabilecek yan etkileri önlemek amacıyla parseller arasında ve bloklar arasında 3 m boşluk bırakılmıştır. Araştırma alanında dikim yapılmadan önce toprak hazırlığı gerçekleştirilmiştir. Toprak verimlilik analizleri dikkate alınarak, tüm deneme parsellerine aynı olacak şekilde azotlu ve potasyumlu gübre atılmıştır.

Şekil 1’de bir deneme parselinin detayı gösterilmiştir. Bir pompa ile havuzda depolanan su kontrol biriminden süzülükten sonra 6 atm basınçlı, dış çapı 50 mm olan sert PE borular ile deneme parsellerine getirilmiştir.

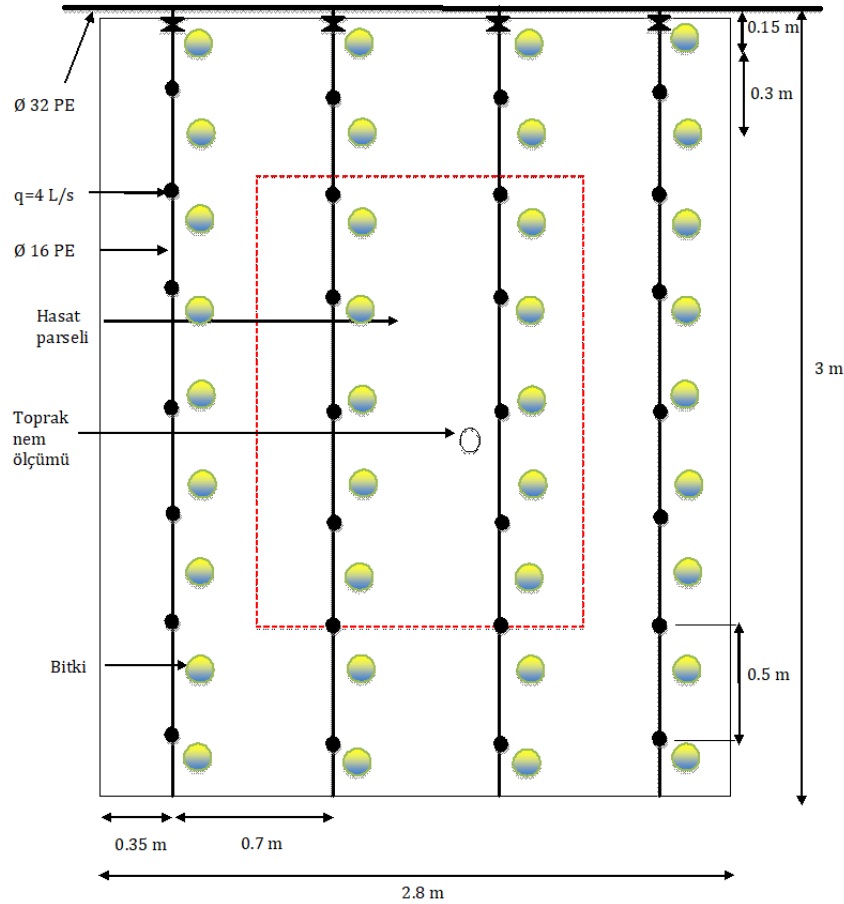


Figure 1. Lateral pipes and drippers placed on the experimental plot
Şekil 1. Deneme parselinde lateral boru ve damlatıcıların konumlandırılması

Ayrıca, sistemde oluşan basıncı kontrol etmek amacıyla belli noktalara manometreler takılmıştır. Deneme parsellerinde manifold boru hatları 32 mm dış çaplı sert PE borulardan oluşturulmuştur. Parsellerde lateral boru hatları her bitki sırasına bir adet olacak şekilde yerleştirilmiş ve 16 mm dış çaplı yumuşak PE borular kullanılmıştır. Damlatıcı debisi toprağın su alma hızı göz önüne alınarak Yıldırım (2008)'de verilen esaslara göre 4 L h⁻¹ olarak seçilmiştir. Damlatıcı aralığı da toprağın infiltrasyon hızı ve damlatıcı debisine göre 50 cm olarak hesaplanmış ve ıslatılan alan yüzdesi % 0.714 olarak belirlenmiştir.

Bitki su tüketimi, 90 cm toprak derinliği esas alınarak aşağıda verilen Eşitlik (1) ile (su bütçesi eşitliği) belirlenmiştir (James, 1988). Bu amaçla, sulama uygulaması öncesi her bir deneme konusunda 90 cm toprak derinliğinde her 30 cm'lik toprak katmanından olmak üzere örnek alınarak kuru ağırlık yüzdesine göre toprak nemi değerleri belirlenmiştir.

$$ET = I + P + C_p - D_p \pm R_f \pm \Delta S \quad (\text{Eş. 1})$$

Eşitlikte; ET: bitki su tüketimi (mm), I: dönem boyunca verilen sulama suyu miktarı (mm), P: dönem boyunca meydana gelen yağış (mm), C_p: kılcal yükselişle kök bölgesine giren su miktarı (mm), D_p: derine sızma kayıpları (mm), R_f: deneme parsellerine giren ve çıkan yüzey akış miktarı (mm), ΔS: kök bölgesi nem değişimleri (mm) ifade edilmektedir.

Çalışmanın yapıldığı yerde taban suyu olmadığından, kılcal hareketle bitki kök bölgesine su girişi olmadığı göz önüne alınarak C_p değeri göz ardı edilmiştir. Ayrıca basınçlı sulama sistemi kullanılması nedeniyle yüzey akış miktarları da ihmal edilmiştir (Kanber, 1997). Derine sızma kayıpları için bir alt katman izlenmiştir.

Deneme parselleri 5 Eylül 2019 tarihinde hasat edilmiştir. Hasat parsellerinde yapılan hasatlardan bitki boyu, tabla çapı ve toplam verim elde edilirken, laboratuvar ölçümlerinde ise bin tane ağırlığı, hektolitreye, % nem değerleri elde edilmiştir. Deneme konularından elde edilen parametreler arasındaki farklılıkların belirlenmesinde varyans analizi yapılmış, sınıflandırılmasında ise LSD testi uygulanmıştır. Değerlendirmeler, Yurtsever (1984)'e göre yapılmıştır.

Çalışmada konulara uygulanan sulama suyu, sezonluk bitki su tüketimi ve hasat verimleri kullanılarak, sulama suyu kullanım (IWUE) ve su kullanım randımanı (WUE) sonuçları aşağıdaki Eşitlik (2 ve 3)'ten faydalanılarak belirlenmiştir (Howell, 2001).

$$IWUE = \frac{Y}{I} \quad (\text{Eş. 2})$$

$$WUE = \frac{Y}{ET} \quad (\text{Eş. 3})$$

Eşitliklerde; IWUE: Sulama suyu kullanım randımanı (kg m⁻³), WUE: Su kullanım randımanı (kg m⁻³), Y: Sulama suyu uygulanan deneme konularından elde edilen hasat verimi (kg da⁻¹), I: Uygulanan sulama suyu miktarı (mm) ve ET: Ölçülen bitki su tüketimi (mm)'dir.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Denemede bir konuda hiç sulama yapılmamış, bunun dışındaki 7 konuda 3 gelişme döneminde, her dönemde birer sulama olacak şekilde farklı kombinasyonlar ile sulama uygulamaları yapılmış (Tablo 3) ve gelişme dönemi-sulama-verim-kalite arasındaki ilişkiler ortaya konmaya çalışılmıştır. Geç vejetatif döneminde I₁, I₂, I₃, I₄ konularına, çiçeklenme döneminde I₁, I₂, I₅, I₆ konularına, tane doldurma döneminde I₁, I₃, I₅, I₇ konularına sulama suyu uygulanmıştır. I₈ konusuna sulama suyu uygulanmamıştır. Geç vejetatif dönemde 100 mm, Çiçeklenme döneminde 105 mm ve tane oluşum aşamasında 90 mm su uygulanmıştır.

Tablo 3. Denemede gözlenen fenolojik dönemler ve uygulanan sulama suyu miktarları

Table 3. Phenological stages observed and irrigation water amounts applied in the experiment

Fenolojik dönem	Sulama tarihleri	Sulama suyu miktarları (mm)	Sulama konuları							
			I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
Geç Vejetatif	18.06.2019	100	+	+	+	+	-	-	-	-
Çiçeklenme	02.07.2019	105	+	+	-	-	+	+	-	-
Tane oluşum	19.07.2019	90	+	-	+	-	+	-	+	-

Denemede verim ve bazı verim parametrelerine ilişkin sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir. Buradan izleneceği üzere uygulanan sulama suyunun artmasıyla verimin de arttığı görülmektedir. Çalışmada 319.6 kg da⁻¹ ile 520.6 kg da⁻¹ arasında ayçiçeği verimi elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucuna göre yapılan sulama uygulamalarının verime etkisi %1 düzeyinde önemli olmuştur. Ortalamaların karşılaştırılması için yapılan LSD testi sonucunda I₁ konusunun en üst grupta yer aldığı görülürken, sulanmayan I₈ konusu ise en alt grubu oluşturmuştur.

Tablo 4. Deneme konularına ilişkin verim ve bazı verim öğeleri

Table 4. Yield and some yield parameters measured from treatment

Sulama Konuları	Verim (kg da ⁻¹)	Bitki boyu (cm)	Tabla çapı (cm)	Bin tane ağırlığı (g)	Hektolitire (g l ⁻¹)	Tane nem oranı (%)	Yağ içeriği (%)	Yağ verimi (kg da ⁻¹)
I ₁	520.6 a	180.1 a	16.0 a	81.3 a	101.5 a	6.93	43.6 a	226.7 a
I ₂	454.5 ab	173.9 ab	15.3 a	78.7 a	97.7 b	7.17	40.5 bc	184.0 bc
I ₃	419.0 bc	174.1 ab	14.4 ab	80.3 a	98.2 b	6.97	41.8 ab	174.6 bc
I ₄	373.7 bc	174.4 ab	14.0 ab	77.3 a	96.2 bc	7.00	40.3 bc	150.5 cd
I ₅	463.5 ab	170.8 bc	15.4 a	79.7 a	99.3 ab	7.03	43.0 a	199.4 ab
I ₆	451.3 ab	171.6 bc	14.6 ab	80.3 a	99.0 ab	7.07	40.3 bc	182.0 bc
I ₇	386.1 bc	170.4 bc	13.9 ab	73.3 ab	97.6 b	6.90	41.9 ab	161.7 bcd
I ₈	319.6 c	164.5 c	12.6 b	66.0 b	94.2 c	6.70	39.1 c	124.9 d
Ortalama	423.5	172.5	14.5	77.1	98.0	6.97	41.3	175.5
LSD	99.850**	7.791**	2.079**	8.611*	3.240*	ns	2.452**	40.215**

** : % 1 düzeyinde önemli, * : % 5 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Erdem ve ark., (2001) Tekirdağ'da yürüttükleri çalışmada ortalama verimleri 278.4 kg da⁻¹ ile 526.6 kg da⁻¹, Kaya ve Kolsarıcı, (2011) yürüttükleri çalışmalarında verim değerlerini birinci yıl 292-417 kg da⁻¹, ikinci yıl 191-338 kg da⁻¹, Göksoy ve ark., (2004) Bursa koşullarında tabla oluşumu, çiçeklenme ve süt olum döneminin farklı kombinasyonlarında sulama yaparak yürüttükleri çalışmada verim değerlerini ortalama 218.8-405.6 kg da⁻¹ olarak elde etmişlerdir. Hussain ve ark., (2009) ayçiçeğinde çeşitli gelişme dönemlerindeki su eksikliğinin verim ve kalitesine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada en düşük verim çiçeklenme döneminde su stresi olan konudan (FSCKF= 195.8 kg da⁻¹) elde edilirken, en yüksek verim tam sulama konusundan (CKICKF=271 kg da⁻¹) elde edilmiştir. Araştırmada bazı çalışmalar ile yakın sonuçlar veren verim değerleri elde edilmiştir. Bazı çalışmaların araştırma sonuçlarıyla farklı verim değerleri vermesinin nedeninin çevresel koşullara bağlı olduğu söylenebilir.

Verim öğelerine bakıldığında bitki boyu değerlerinin 164.5 cm ile 180.1 cm aralığında değiştiği görülmektedir (Tablo 4). Yapılan istatistik analizinde bitki boyundaki farklılıklar sulama konuları arasında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. LSD testine göre I₁ konusu en üst grup olurken I₈ konusu en alt grupta çıkmıştır. Tabla çapı değerlerinin 12.6 cm ile 16.0 cm aralığında değiştiği görülmektedir. Yapılan istatistik değerlendirmede konular arasında % 1 önem düzeyinde farklılık olduğu, I₁, I₂ ve I₅ konuları üst grubu oluşturduğu saptanmıştır. Bin tane ağırlığı değerlerinin ise 66.0 g ile 81.3 g arasında değiştiği görülmektedir. Yapılan varyans analizinde konular arasında fark % 5 düzeyinde önemlilik tespit edilmiştir. I₁, I₂, I₃, I₄, I₅ ve I₆ konuları aynı grupta yer almış ve üst grubu oluşturmuşlardır. En alt grupta yine I₈ konusu yer almıştır. Hektolitire ölçümlerinden elde edilen sonuçlar

incelendiğinde değerlerin 94.2 g l^{-1} ile 101.5 g l^{-1} aralığında oldukları görülmektedir. Varyans analizi sonucunda sulama konuları arasındaki fark % 5 düzeyinde önemli bulunurken, LSD testinde I_1 konusunun en üst, I_8 konusunun en alt grupta yer aldığı görülmüştür. Tane nem oranları %6.70 ile %7.17 aralığında değişmesine karşın sulama konularına göre önemli bulunmamıştır.

Yağ içeriklerine göre konular % 39.1 ile % 43.6 arasında değişmiştir. Yapılan istatistik analiz sonucunda % 1 düzeyinde farklılık bulunurken I_1 ve I_5 konularının öne çıktığı ve en üst grupta yer aldığı görülmektedir. Toplam yağ verimlerine bakıldığında değerlerin 124.9 kg da^{-1} ile 226.7 kg da^{-1} aralığında değiştiği gözlenmiştir. En üst grupta I_1 yer alırken onu bir alt grupta yer alan I_5 izlemiştir. I_8 konusu en alt grup olmuştur. Sonuçlar incelendiğinde tane oluşum döneminde yapılan sulamaların (I_1 , I_3 , I_5 ve I_7) yağ içeriğini arttırdığı söylenebilir. Ayrıca tane oluşum döneminde sulama yapılmayan konulardan elde edilen yağ oranlarının ortalamanın altında kaldığı tespit edilmiştir. Santonoceto ve ark., (2003) yaptıkları çalışmada uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça yağ miktarının arttığını özellikle yağ birikiminin oluşum aşamasında su uygulamalarından önemli derecede etkilendiğini açıklamışlardır. Yine Flagella ve ark., (2002), Erdem ve ark., (2001) ve Kadayıfçı ve Yıldırım, (2000) sulama suyu kullanımının artmasıyla birlikte yağ yüzdesinde artış olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar çalışma ile paralellik göstermiştir.

Çalışmada konulara göre hasat sonucu elde edilen verim değerleri, uygulanan sulama suyu miktarları ile gerçekleşen bitki su tüketimi değerleri kullanılarak hesaplanan sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri ve su kullanım randımanı değerleri Tablo 5'te verilmiştir. Tabloya göre sulama uygulamaları I_1 konusunda 295 mm, I_2 konusunda 205 mm, I_3 konusunda 190 mm, I_4 konusunda 100 mm, I_5 konusunda 195 mm, I_6 konusunda 105 mm, I_7 konusunda 90 mm olmuştur. Sulama mevsimi boyunca yağış miktarları enstitü alanında bulunan meteoroloji istasyonundan takip edilmiş ve düşen toplam yağış 57.5 mm olmuştur.

Tablo 5'e göre elde edilen toplam mevsimlik su tüketimleri I_1 , I_2 , I_3 , I_4 , I_5 , I_6 , I_7 ve I_8 konuları için sırasıyla 541.9 mm, 465 mm, 440.2 mm, 367.3 mm, 439.9 mm, 365.9 mm, 340.7 mm ve 269.3 mm olarak ölçülmüştür. Pekcan ve Erdem, (2005), Edirne koşullarında yaptıkları çalışmada ayçiçeğinin gelişme dönemlerinde tek bir destekleme sulama uygulamışlar ve bitki su tüketimini ilk yıl 230.3-360.3 mm, ikinci yıl 363.5-522.5 mm arasında ölçmüşlerdir.

Tablo 5. Ölçülen bitki su tüketimi miktarları ve hesaplanan sulama suyu ve su kullanım randımanları

Table 5. Measured evapotranspiration amounts and calculated irrigation water use and water use efficiencies

Sulama Konuları	Uygulanan toplam sulama suyu miktarı (mm)	Ölçülen mevsimlik bitki su tüketimi (mm)	IWUE (kg m^{-3})	WUE (kg m^{-3})
I_1	295.0	541.9	1.77 b	0.96 d
I_2	205.0	465.0	2.22 b	0.98 cd
I_3	190.0	440.2	2.20 b	1.01 d
I_4	100.0	367.3	3.74 a	1.02 bcd
I_5	195.0	439.9	2.38 b	1.05 bcd
I_6	105.0	365.9	4.30 a	1.24 a
I_7	90.0	340.7	4.29 a	1.13 abc
I_8	0.0	269.3	-	1.19 ab
Ortalama			2.99	1.07
LSD			0.753**	0.173*

**:% 1 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Tablodan görüleceği üzere IWUE değerleri 1.76 kg m^{-3} ile 4.30 kg m^{-3} aralığında değişmiştir. Yapılan varyans analizine göre konular arasında %1 farklılık ortaya çıkmıştır. Yapılan LSD testi sonucuna iki ana grup oluşmuş, I_6 , I_7 , ve I_4 konuları üst grubu oluşturmuştur. Tablodan su kullanım randımanı (WUE) değerlerine bakıldığında sulama konularına göre 0.96 kg m^{-3} ile 1.24 kg m^{-3} aralığında değiştiği görülmektedir. Elde edilen WUE değerlerinin % 5 düzeyinde önemli olduğu ve I_6 konusunun öne çıktığı görülmüştür.

4. Sonuç

Tekirdağ koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan ayçiçeğinde farklı gelişme dönemlerinde sulama uygulamalarının ayçiçeğinin verim ve bazı kalite parametrelerine olan etkilerinin araştırıldığı bu çalışma 2019 yılında gerçekleştirilmiştir. Araştırmadan elde edilen verilere göre, tüm deneme konularına 0-295 mm arasında sulama suyu uygulanmıştır. Deneme konularında gerçekleşen mevsimlik bitki su tüketimi değerleri 246.9-541.9 mm aralığında ölçülmüştür. Bitki su tüketiminin sulama suyu miktarı artışına bağlı olarak arttığı belirlenmiştir.

Denemede I₁ konusunun tüm parametrelerde olumlu yönden öne çıktığı görülmektedir. Özellikle verimde sulanmayan I₈ konusunda her dönem sulama yapılan I₁ konusuna oranla yaklaşık %40 verim azalması meydana gelmiştir. Özellikle verim göz önüne alındığında çiçeklenme aşamasında sulama yapılan I₂, I₅ ve I₆ konuları da su kaynağının yetersiz olduğu durumlarda önerilebilir. IWUE ve WUE değerleri incelendiğinde I₆ konusu verilen birim sulama suyuna/tüketilen suya karşılık elde edilen verim bakımından ön plana çıkmaktadır. Çiçeklenme döneminde sulanmayan konular verim değerleri açısından tam sulama konusuyla kıyaslandıklarında I₃ konusunda %20, I₄ konusunda %28 ve I₇ konusunda %26 verim azalması meydana geldiği görülmüştür. Bu sonuçlar ayçiçeğinin çiçeklenme döneminde su kısıtından önemli derecede etkilendiğini ortaya koymuştur.

Elde edilen sonuçlar ile verim, yağ içeriği ve yağ verimleri birlikte değerlendirildiğinde su kaynağının yeterli olduğu koşullarda her dönem sulama yapılan I₁ konusu, su kaynağının kısıtlı olduğu durumlarda ise iki sulama uygulanabilirse I₅ konusu (çiçeklenme ve tane oluşum döneminde), tek sulama uygulanabilirse I₆ konusu (çiçeklenme döneminde) önerilebilir.

Kaynaklar

- Anonim (2019). Bitkisel Üretim İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu www.biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul, (Erişim tarihi 24.02.2020)
- Atmaca, B., Erdem, DB. (2016). Tekirdağ Merkez ilçesindeki bazı akarsu yataklarındaki toprakların özellikleri. *Toprak Su Dergisi* 5 (1): 1-7.
- Benami, A., Diskin, M.H. (1965). Design of Sprinkling Irrigation. Lowdermilk Faculty of Agricultural Engineering Publication 23, Technicon, Israel Institute of Tecnology, 1-165, Haifa, Israel.
- Blake, G.R. (1965). Bulk density methods of soil analysis. Soil Science Society of America, Madison, Part I. *Am. Soc. Agron.* 9: 374-390.
- Demir, A. O., Göksoy, A. T., Büyükcangaz, H., Turan, Z. M., Köksal, E. S. (2006). Deficit irrigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in a sub-humid climate. *Irrigation Science*, 24(4), 279-289.
- Erdem, T., Delibas, L., Orta, A. H. (2001). Water-use characteristics of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under deficit irrigation. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4(7), 766-769.
- Erdem, T., Delibas, L. (2003). Yield response of sunflower to water stress under Tekirdag conditions. *Helia*, 26(38), 149-157.
- Esmacilian, Y., Sirousmehr, A., Asgripour, M., Amiri, E. (2012). Comparison of sole and combined nutrient application on yield and biochemical composition of sunflower under water stress. *International Journal of applied science and technology*, 2(3).
- FAO (2018). FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, (Erişim tarihi: 24.02.2020)
- Farooq, M., S. M. A. Basra, A. Wahid, Z. A. Cheema, M. A. Cheema, A. Khaliq, (2008): Physiological role of exogenously applied glycinebetaine in improving drought tolerance of fine grain aromatic rice (*Oryza sativa* L.). *J. Agron. Crop Sci.* 194, 325–333.
- Flagella, Z., Rotunno, T., Tarantino, E., Di Caterina, R., and De Caro, A. (2002). Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime. *European Journal of Agronomy*, 17(3), 221-230.
- Göksoy, A. T., Demir, A. O., Turan, Z. M., Dağüstü, N. (2004). Responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to full and limited irrigation at different growth stages. *Field Crops Research*, 87(2-3), 167-178.
- Howell, T. A. (2001). Enhancing Water Use Efficiency in Irrigated Agriculture. *Agronomy Journal*, 93(2), 281.
- Hussain, M., Malik, M. A., Farooq, M., Khan, M. B., Akram, M., Saleem, M. F. (2009). Exogenous glycinebetaine and salicylic acid application improves water relations, allometry and quality of hybrid sunflower under water deficit conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 195(2), 98-109.
- James L.G., (1988), Principles of Farm Irrigation Systems Design. John Wiley and Sons. Inc. New York, 543s.
- Jensen, H. E., Mogenson, P. (1984). Yield and nutrient contents of spring wheat subjected to water stress at various growth stages. *Acta Agrica*. 34, 527–533.
- Kanber, R. (1997). Sulama. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı. Genel Yayın No. 174. Ders Kitapları Yayın No. 52. 530s. Adana.
- Kaya, M. D., Kolsarici, O. (2011). Seed yield and oil content of some sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids irrigated at different growth stages. *African Journal of biotechnology*, 10(22), 4591-4595.
- Kazemeini, S. A., Edalat, M., Shekoofa, A. (2009). Interaction effects of deficit irrigation and row spacing on sunflower (*Helianthus annuus* L.) growth, seed yield and oil yield. *African Journal of Agricultural Research*, 4(11), 1165-1170.
- Karam, F., Lahoud, R., Masaad, R., Kabalan, R., Breidi, J., Chalita, C., Roupael, Y. (2007). Evapotranspiration, seed yield and water use efficiency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. *Agricultural water management*, 90(3), 213-223.
- Kadayıfçı A., Yıldırım, O. (2000). The response of sunflower grain yield to water. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24(2), 137-146.
- LG Seeds Türkiye. Limagrain Company. https://www.lgseeds.com.tr/index.php?route=modules/products&product_id=9 (Erişim tarihi: 24.02.2020)
- Pekcan, V., Erdem, T. (2005). Edirne Koşullarında Destekleme Sulamanın Ayçiçeğinin Su Kullanımı ve Verimine Etkileri. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 59-66.
- Santonoceto, C., Anastasi, U., Riggi, E., Abbate, V. (2003). Accumulation dynamics of dry matter, oil and major fatty acids in sunflower seeds in relation to genotype and water regime. *Ital. J. Agron*, 7(1), 3-14.
- Stone, L.R., Schlegel, A.J., Gwin, R.E. Khan, A.H., (1996). Response of Corn, Grain Sorghum and Sunflower to Irrigation to the High Plains of Kansas. *Agric. Water Management*, 30: 251-259.
- Tabatabaei, S. A., Rafiee, V., Shakeri, E., Salmani, M. (2012). Responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to deficit irrigation at different growth stages. *International Journal of Agriculture: Research and Review*, 2(5), 624-629.

TÜİK (2019). Bitkisel Üretim İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu www.biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul, (Erişim tarihi 24.02.2020)

Unger, P. W. (1983). Irrigation effect on sunflower growth, development, and water use. *Field Crops Research*, 7, 181-194.

Yurtsever, N. (1984). Deneysel İstatistik Metotları. Köy Hizmetleri Genel Müd. Yayınları No. 56. Ankara.

Yıldırım, O. (2008). Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Zir. Fak. Yayınları: 1565, Ankara.

Use of Solar Panel System in Vermicompost (Worm Manure) Production Facilities as Source of Energy

Vermikompost (Solucan Gübresi) Üretim Tesislerinin Enerji İhtiyacının Güneş Panelleri Sistemi ile Karşılanması

Elif YÜKSEL TÜRKBOYLARI^{1*}, Ahmet Nedim YÜKSEL²

Abstract

Agro-chemicals significantly improve quality and crop yield in agriculture and plant production however excessive use of these agro-chemicals will cause severe environmental problems and health conditions in the following years. Furthermore, solid organic wastes and residues have become environmental concerns due to rapid development of industry and population growth. Therefore, vermicompost (worm manure) manure might have a key position among organic-based alternative products that might improve sustainable and organic agriculture models and replace chemical fertilizers as well as pesticides. Production and use of vermicompost (worm manure) might be an effective option for solving this problem.

Electric energy is the most commonly used for production of vermicompost. The location of vermicompost production facility must be illuminated at all times. In dark places, the worms move on top of the organic substance and the worms dry and die there. Thus, the production facility must have electricity at all times. This energy might be supplied with solar panel systems. This method will make production of manures more cost-effective.

In order for a four-unit vermicompost production facility with 15.9 m length to operate effectively, a solar panel such as 4 kWh, which is larger than the calculated 3.23 kWh, is needed. Sufficient amount of energy cannot be generated with the system due to reasons such as dirty panel glasses, adverse weather conditions such as cloudiness and rain, indirect sunrays in the morning and evening and losses. This is why an energy system greater than the energy demand must be preferred. Energy remaining from the system can be stored in batteries and used later. Furthermore, remaining energy might be used for covering other needs of the vermicompost facility and this will reduce energy costs of the facility.

In Turkey, solar panels might be used in every region to supply sufficient electric power. Vermicompost facilities established for this purpose must be lighted at all times and this shows that use of solar panel system will be suitable for production. A material portion of electricity demand in the production facility can be supplied with green energy and fertilizer production will be more cost effective.

Keywords: Vermicompost (worm manure), Vermicompost (worm manure) production facility, Solar panel, Solar energy, Electric energy

^{1*}**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Vocational School of Technical Sciences, Department of Plant and Animal Production, Greenhousing Programme, Tekirdağ Namık Kemal University, 59030 Tekirdağ/TURKEY. E-mail: eyuksel@nku.edu.tr  OrcID: 0000-0003-4658-8068.

² Department of Agricultural Faculty Biosystem Engineering, Tekirdağ Namık Kemal University, 59030 Tekirdağ/TURKEY. E-mail: anyuksel@nku.edu.tr  OrcID: 0000-0002-0278-7498.

Atıf/Citation: Elif YÜKSEL TÜRKBOYLARI, Ahmet Nedim YÜKSEL. Use of Solar Panel System in Vermicompost (Worm Manure) Production Facilities as Source of Energy. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 91-97.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2021

Özet

Tarımsal üretimin bitkisel üretim ile ilgili kısmında, kaliteli ve yeterli verim elde etmek amacıyla agro-kimyasal maddelerin aşırı kullanımı sonucunda zamanla önemli çevre ve sağlık sorunlarının meydana gelmesine neden olmuştur. Ayrıca hızlı endüstriyel gelişme ve nüfus artışı ile katı organik atık ve artıklarda çevre sorunu olarak ortaya çıkmıştır. Bu nedenle sürdürülebilir ve organik tarım modellerini geliştirerek, kimyasal gübre ve pestisitlerin yerini alabilecek, organik bazlı alternatif ürünler içerisinde vermikompost (solucan) gübresi önemli bir yer alabilir. Bu sorunların çözümünde vermikompost (solucan) gübresinin üretimi ve kullanımı etkili olabilir. Vermikompost gübresinin üretimi sırasında, elektrik enerjisi kullanılmaktadır. Vermikompost üretim tesisinin bulunduğu ortamının sürekli olarak aydınlatılması gerekmektedir. Zira karanlık ortamda solucanlar, organik maddenin üstüne çıkmakta ve burada kuruyarak ölmektedirler. Bu nedenle, üretim tesisinde elektrik hiç kesilmemelidir. Bu üretim maliyetlerini arttırmaktadır. Bunu azaltmanın yollarından biri elektrik enerjisi yerine güneş panel sistemlerinin kullanılmasıdır.

Her bir gübre üretim ünitesinin uzunluğu 15.9 m olan, dört üniteli bir vermikompost üretim tesisinin verimli bir şekilde çalışabilmesi için, hesaplanan 3.23 kWh'ten daha büyük 4 kWh gibi bir güneş paneli sistemine ihtiyaç vardır. Panel camlarının kirlenmesi, bulutluluk ve yağış gibi olumsuz hava koşulları, güneş ışınlarının sabah ve akşam dik gelmemesi ve kayıplar gibi nedenlerle, sistemde yeteri kadar enerji üretilmez. Bu nedenle, ihtiyaçtan daha büyük bir enerji sistemi tercih edilmelidir. Sistemden artan enerji daha sonra kullanılmak üzere, akülerde depo edilebilir. Aynı zamanda fazla enerji vermikompost işletmesinin diğer ihtiyaçlarında kullanılarak, işletmenin enerji giderlerini azaltır.

Güneş panelleri, Türkiye koşullarında her bölgede kullanılarak yeterli elektrik enerjisi üretebilir. Bu amaçla kurulan vermikompost tesislerinde özellikle aydınlatmanın sürekli olması zorunluluğu, üretimde güneş paneli sisteminin kullanımının uygun olacağını göstermektedir. Üretim tesisinin elektrik ihtiyacının önemli bir kısmının, yeşil enerji ile karşılanması ile gübrenin üretimi daha ekonomik olur.

Anahtar Kelimeler: Vermikompost (solucan gübresi), Vermikompost (solucan gübresi) üretim tesisi, Güneş paneli, Güneş enerjisi, Elektrik enerjisi

1. Introduction

Use of chemical fertilizers and pesticides for agricultural production after the World War II increased product quality and crop yield in a short time and this increase is known as the “Green Revolution” (Schman and Simpson, 1977). Extensive use of the agro-chemicals caused certain environmental problems and health conditions. We started to experience these effects in the 1970s. Residues of chemical fertilizers found in underground and surface waters and contamination of drinking and tap waters became alarming problems in those years (Barrier-Anderson and Anderson, 2000).

Residues and accumulations on the products produced with excessive use of chemicals in agriculture are considered as problematic by consumers and for export of vegetables. Thus, use of chemicals in agricultural production must be restricted; healthier and safer food production must be ensured. In this way, we should prevent return of these toxic substances back to the humans and other living creatures through the food chain (Saber, 2001; Broun and Supkoff, 1994; Çakmakçı et al., 2005; Kitiş, 2012).

This is why the agro-chemicals must be used today responsibly and according to the suggestions so that we can assure sustainable agricultural production and protect human health and environment. Related actions must be taken and use of agro-chemicals must be restricted as much as possible (Özkan et al., 2003; Delen et al., 2005).

Our focus shifted to design of sustainable and organic agricultural models and development of organic-based alternative products that can replace chemical fertilizers and pesticides. Besides plant nutrition aspect of aerobic compost products, namely their capacity to repress soil-based plant pathogens, was discovered (Hoitink et al., 1975; Hadar, 1991).

Studies on compost concluded that vermicompost, worm (mesophilic) compost method, has properties superior to aerobic compost in terms of collecting urban and industrial organic wastes and in terms of product and processing (Dominguez et al., 1997).

The production process of vermicompost fertilizer confirmed that worms have the capacity to transform organic wastes and residues into high quality and valuable products in a very short time. Thus, it led to the emergence of a new form of agricultural production called vermiculture in many countries. Vermiculture can be defined as lumbricus terrestris culture made for a number of purposes (Şimşek-Erşahin, 2007; Eker, 2016).

In case of worm manure or vermicompost, composting process of organic wastes or residues is completed by worms. In this process, organic wastes and residues are fermented by the microorganisms present in the environment. When passing through the digestive system of worms, an accelerated humidification and detoxification process takes place. Coelom fluid in the digestive tract of worms has the capacity to transform all inorganic materials into organic forms (Tutar, 2013).

Worm manure significantly increases aggregate stability in loamy soils (Aktaş and Yüksel, 2020). Microbial activity of worm manure is 10 to 20 times more than the soil. This high level of microbial diversity enables production of chemicals that improve plant growth (hormones and other compounds) as well as enzymes and a range of compounds that suppress growth of harmful plant pathogens (Logsdon, 1994).

Nutritional elements wrapped with worm mucus and contained in vermicompost fertilizer are dissolved slowly and they are in a form ready to be used by the plants instantly. Since these nutritional elements are dissolved slowly, they will not be washed out in the soil and nutritional value will not be lost. Furthermore, worm manure has a porous structure and this makes it a great soil improver thanks to its high air balancing and water retention capacity. If used as mulch in the soil, nutritional elements will directly reach to the plant roots through irrigation (Anonymous, 1992).

Today, vermicompost offers the highest economic benefits out of all methods supporting sustainable agriculture. This method might be extensively used for repurposing solid organic wastes and residues which have become alarming environment concerns due to rapid development of industry and population growth. The vermicompost fertilizer, if produced correctly and properly, will be a bio-fertilizer and bio-pesticide with very high commercial value (Şimşek-Erşahin, 2007).

The purpose of this study is to focus on the use of renewable energy sources in agriculture. Especially it is of interest to us to examine the energy needs of a vermicompost production facility from renewable energy sources (generating electrical energy with solar panels).

2. Materials and Methods

2.1. Vermicompost production facility

In this study, vermicompost production facility was used for tests (Figure 1). Length of a worm manure production facility starts with 15.9 meters and it is available in any desired length; 20-30-50 meters (Figure 1). Its width and height are around 1.30 m. After produced by the worms, the manure will be cut from the bottom with the knife placed 10 to 15 cm high and poured on the conveyor band. The knife will repeat this process a few times. Then, the manure will be collected in one section of the machine when the conveyor band is operated. An electric motor with a capacity of 2.2 kWh is required for operating the knife and 1 kWh is required for operating the conveyor band.

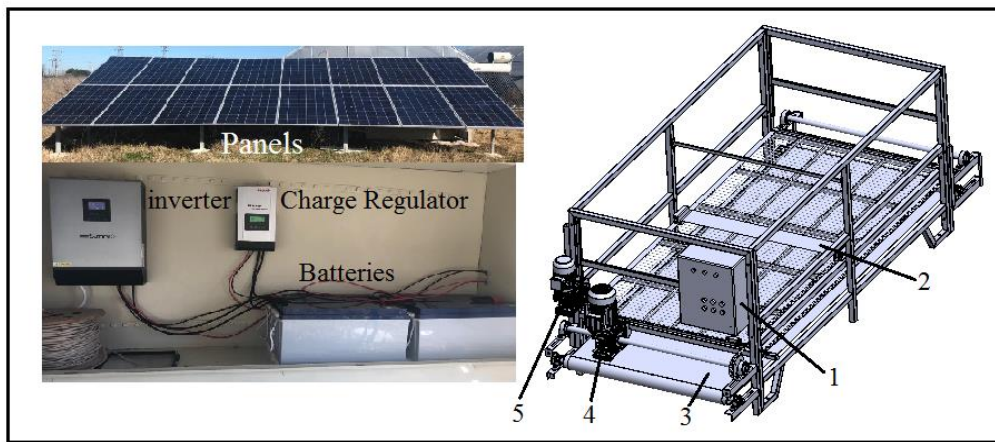


Figure 1. Vermicompost production facility 1. Control Panel 2. Double bladed harvesting knife 3. Conveyor band 4. Electric motor operating the knife 5. Electric motor operating the conveyor band

2.2. Drying vermicompost

Water content of the vermicompost produced at the production facility is around 80 %. According to the vermicompost regulation, the maximum level of moisture content in fertilizer must be 35 %. Thus, the fertilizer will be dried. Purpose of drying process is to reduce the product moisture content down to the allowed level as soon as possible and by consuming minimum energy however the product quality should not be impaired in any way (Polatçı and Tarhan, 2009). Another purpose of the drying process is to reduce the product volume and thus increase operational efficiency for transportation and storage of the fertilizer (Güngör et al., 2014).

Fertilizer can be dried under natural and controlled conditions. Drying fertilizer under natural conditions might expose the fertilizer to environmental conditions that change continuously and this might have negative impact on product quality. Drying fertilizer under controlled conditions shortens the drying time and improves product quality as well as other properties (Kara et al., 2014).

2.3. Vermicompost production facility and photovoltaic battery design

Our country has many advantages in terms of solar energy. In our country, insolation times are different each season. The duration will be 5 hours, in average, during winter but around 7 hours in autumn and spring and around 11 hours during summer (Anonymous, 2019a).

It is concluded that average insolation time in Turkey is 2628 hours per year (7.2 hours per day in average) and average total radiation capacity is 1311 kWh m⁻² year⁻¹ (3.6 kWh m⁻² per day in average) (Küsek et al., 2016).

Radiation capacity in the location of this study, namely in Tekirdağ province, this is about $1281.2 \text{ kWh m}^{-2} \text{ year}^{-1}$ ($3.51 \text{ kWh m}^{-2} \text{ day}^{-1}$) and this value is very close to the average radiation capacity in Turkey (Yüksel and Yüksel-Türkboyları, 2018).

If the location of vermicompost production does not have electricity, if there are blackouts or if the establishment intends to lower operation costs, solar panels might be used to generate electricity. Consequently, use of solar energy systems in agricultural production facilities and amount of electricity generated increase (Yüksel and Yüksel-Türkboyları, 2018).

A solar panel is a photovoltaic tool that has solar cells and that directly converts sunrays into electric current. Photovoltaic cells might be organic and inorganic based. Generally, inorganic based photovoltaic cells are used more commonly because they have output around 15 to 20 % and they are highly efficient (Grätzel, 2009).

Depending on the application, in photovoltaic cell systems, there are photovoltaic cells have photovoltaic (solar cell) battery group, battery charging regulator, inverter and auxiliary electronic circuits (Anonymous, 2019a; Köroğlu et al., 2010). In this system, a predetermined number of photovoltaic cells are used as source of energy. In case of overcast weather or insufficient sunrays, the batteries shall provide energy to the system. This system generally uses GEL (gelled electrolyte sealed lead acid) batteries. Maximum 70 % of the stored energy must be used in order to prevent battery malfunctions in the short run. Charge regulator is used for preventing overcharge or discharge of the batteries. Depending on the battery condition, it interrupts the current coming from the solar panels or current of the system providing the load. If the system will use 220 V and 50 Hz alternating current or current is to be provided to mains supply, the system must have an inverter (Köroğlu et al., 2010). A 15.9-meter long vermicompost production system with a height and width of 1.3-meter produces 3 to 3.5 tons of manure per month. The moisture content of the product is 80 % but it must be dried and the moisture content must be reduced down to 35 %. When this product is dried, the product weight shall be between 1.2 and 1.4 tons.

3. Results and Discussion

3.1. Energy demand of system

Electricity need of each production unit in the vermicompost production facility is for 2.2 kWh electric motor used for cutting the fertilizer with a knife. Also, a 1.1 kWh electric motor is used for pouring the fertilizer onto the conveyor after cutting and for collecting the fertilizer from conveyor. Location of vermicompost production facilities must be illuminated with dim light. Two or three 10 W LED bulbs will be sufficient for this lighting. The location of vermicompost production facility must be illuminated at all times. In dark places, the worms move on top of the organic substance and the worms dry and die there. Thus, the production facility must have electricity at all times.

The drying process should not be performed under natural conditions and outdoors. The drying environment must be ventilated for drying the product under controlled conditions and indoors.

The facility to be established will be economical if 3 or 4 production machines are used. For drying the products under controlled conditions, an indoor space of 150 to 200 m^2 is required. Greenhouse cultivation structures might be used in greenhouses for this purpose. Drying can be done in a shorter time by heating the greenhouse soil with a different method such as using solar collectors (Yüksel-Türkboyları, 2018).

Ventilation need might be calculated according to the base area of the facility. Accordingly, the ventilation need per 1 m^2 of base area is $0.033\text{-}0.042 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ or $120\text{-}150 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ (Anonymous, 1993; Yüksel and Yüksel, 2012). Considering the base area, ventilation need in a 150 m^2 drying facility will vary between:

$$150 \times 120 = 18000 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} \text{ or } 150 \times 150 = 22500 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} \quad \text{Eq. (1)}$$

Average value is around $20250 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ (Eq.1).

The number of mono-phase, 1300 rpm (dd^{-1}), 0.55 kWh aspirator with 60 cm diameter to be used for ensuring air exchange of $9500 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ might be calculated as follows. The system needs:

$$20250/9500 = 2.1\text{pcs} \quad \text{Eq. (2)}$$

In other words, the number of aspirators needed is approximately 2 (Eq.2).

3.2. Energy demand of vermicompost system

$$2.2 + 0.55 \times 2 + 0.01 \times 3 = 3.23\text{kWh} \quad \text{Eq. (3)}$$

For efficiently operating this system, a solar panel system that is greater than the demand calculated, namely greater than 3.23 kWh, such as 4 kWh because panels can reach their optimum powers only under the optimum conditions (Eq.3). Sufficient amount of energy cannot be generated with the system due to reasons such as dirty panel glasses, adverse weather conditions such as cloudiness and rain, indirect sunrays in the morning and evening and losses (Anonymous, 2019b) This is why an energy system greater than the energy demand must be preferred. Energy remaining from the system can be stored in batteries and used later. Furthermore, remaining energy might be used for covering other needs of the vermicompost facility and this will reduce energy costs of the facility.

4. Conclusions

Excessive use of agro-chemicals in agriculture over an extended period of time caused some environmental issues and health concerns. Therefore, vermicompost (worm) manure might have a key position among organic-based alternative products that might improve sustainable and organic agriculture models and replace chemical fertilizers as well as pesticides. It is concluded that worms have the capacity transform organic waste and residues into a high quality and valuable product within a short period of time.

In Turkey, solar panels might be used in every region to supply sufficient electric power. Vermicompost facilities established for this purpose must be lighted at all times and this shows that use of solar panel system will be suitable for production. A material portion of electricity demand in the production facility can be supplied with green energy and fertilizer production will be more cost effective.

References

- Aktaş, T., Yüksel, O., (2020). Effects of vermicompost on aggregate stability, bulk density and some chemical characteristics of soils with different textures. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty (Jotaf)*, 17(1): 1-11.
- Anonymous, (2019a). www.elektrikport.com. (accessed date: 15.10.2019)
- Anonymous, (2019b). www.gunesenerjisipanelleri.net. (accessed date: 18.07.2019)
- Anonymous, (2019c). www.rhs.com.tr. (accessed date: 28.11.2019)
- Anonymous, (1993). The Greenhouse climate handbook. ACME Engineering and Manufacturing Corp. Box 978. Muskagee, OK 74402.
- Anonymous, (1992). Vermigro premium earthworm soil product, sold by canyon recycling, San Diego, Ca. worm watch, Education Department of South Australia.
- Baier-Anderson, C., Anderson, R.S. (2000). The effects of chlorothalonil on oyster hemocyte activation: phagocytosis, reduced pyridine nucleotides, and reactive oxygen species production. *Environmental Research*, 83(1):72-78.
- Broun, A.L., Supkoff, D.M. (1994). Options to methyl bromide for the control of soil-borne diseases and pests in California with reference to the Netherlands. Pest Management Analysis and Planning Program. State of California, Environmental Monitoring and Pest Management Branch. California
- Çakmakçı, R., Dönmez, M.F., Canpolat, M., Şahin, F. (2005). In Greenhouse and Different Field Conditions, The Effect Of The Plant Growth Promoting Bacteria On Plant Growth and Soil Properties. *6th Turkish Field Crops Congress*, P.45-50 Antalya, Turkey.
- Delen, N., Durmuşoğlu, E., Güncan, A., Güngör, N., Turgut, C., Burçak, A. (2005). Türkiye’de Pestisit Kullanımı Kalıntı ve Organizmalarda Duyarlılık Azalışı Sorunları. *Turkey Agricultural Engineering Sixth Technical Congress*, 3-7 January, P.629-648, Ankara, Turkey.
- Dominguez, J., Edwards, C.A., Subler, S. (1997). A comparison of vermicomposting and composting. *Biocycle*, 38(4): 57-59.
- Eker, M. (2016). *Vermikompost ve Diğer Bazı Organik Gübrelerin Farklı Dış Mekan Süs Bitkilerinin Gelişimine Etkisinin Araştırılması*. (MSc. Thesis) Namık Kemal University. Graduate School of Natural and Applied Science, Tekirdağ, Turkey
- Grätzel, M. (2009). Recent advances in sensitized mesoscopic solar cell. *Accounts of Chemical Research*, 42(11): 1788-1798.
- Güngör, A., Hepbaşlı, A., Günerhan, H. (2014). Gaz tahrikli ısı pompalarının kurutmada kullanımının deneysel incelenmesi. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 142: 32-41
- Hadar, Y. (1991). Control of soil-borne diseases using suppressive compost in container media. *Phytoparasitica*, 19(2):167.
- Hoitink, H.A.J., Schmitthenner, A.F., Herr, L.J. (1975). Composted bark for control of root rot in ornamentals. *Ohio Reporter*, 60: 25-26.
- Kara, N., Baydar, H., Kayaalp, Ö., Boyar, S. and Bayhan, A. (2014). Effects of drying in sun and shade on essential oil content and composition of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.). *Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Science*, 18(1): 85-90.
- Kitiş, Y.E. (2012). Solarizasyon Nedir? Nasıl Uygulanır? *Tarım Günlüğü*, 10: 34-37.
- Köroğlu, T., Teke, A., Bayındır, K.Ç., Tümay, M. (2010). Güneş paneli sistemlerinin tasarımı. *Elektrik Mühendisliği Dergisi*, 439:98-104.
- Küsek, G., Öztürk, H.H., Akdemir, Ş. (2016). Tarım İşletmelerinde Güneş Enerjisinden Elektrik Üretiminin Tekno-Ekonomik Uygulanabilirliği. *13.Ulusal Kültürteknik Kongresi*, 12-15 Nisan, P.127-136, Antalya, Turkey.
- Logsdon, G. (1994). Worldwide progress in vermicomposting: earthworms and composting. *Biocycle*, 35: 63-65.
- Özkan, B., Vuruş-Akçagöz, H., Karadeniz, C.F. (2003). Antalya ilinde turuncgöl üretiminde tarımsal ilaç kullanımına yönelik üretici tutum ve davranışları. *Anadolu Journal of AARI*, 13(2): 103-116.
- Polatçı, H., Tarhan, S. (2009). The effects of various drying methods on the drying time and quality of basil (*ocimum basilicum*). *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 26(1): 61-70.
- Saber, M.S.M. (2001). Clean biotechnology for sustainable farming. *Engineering in Life Sciences*, 1(6): 217-223.
- Schuman, S.H., Simpson, W. (1997). A clinical historical overview of pesticide health issues. *Occup. Med-State of the Art Rev.*, 12: 203-207.
- Şimşek-Erşahin, Y. (2007). Obtaining vermicompost products, and alternatives for use in agricultural production. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 24(2): 99-107.
- Tutar, U. (2013). Investigation of antimicrobial activity on some plant pathogens of obtained from the earthworm’s vermicompost. *Cumhuriyet University Faculty of Science Journal (CSJ)*, 34(2): 1-12.
- Yüksel, A.N., Yüksel, E. (2012). Sera Yapım Tekniği. Hasad Yayıncılık, İstanbul
- Yüksel, A.N., Yüksel-Türkboyları, E. (2018). Using The Photovoltaic Cells for Ventilation and Cooling of The Animals Barns. *1st International 14th National Congress on Agricultural Structures on Irrigation (ICASI 2018)*, 26-28 September, P.49-55. Antalya, Turkey.
- Yüksel-Türkboyları, E. (2018). Tekirdağ koşullarında güneş kolektörlerinden elde edilen ısı enerjisi ile sera toprağının dezenfekte edilmesi. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty (Jotaf)*, 15(01): 123-128.

Has Household Purchasing of Confectionery Products in Turkey Changed in the Last Decade?


Türkiye'de Son On Yılda Şekerleme Ürünleri Satın Alımı Değişti Mi?


Mehmet BOZOĞLU^{1*}, Abdülbaki BİLGİÇ², Avni BİRİNCİ³, Uğur BAŞER⁴


Abstract


Although consumption of confectionery and chocolate products per capita in Turkey is considerably lower than that of the developed countries, there has recently been a rising trend in sugar consumption. The purpose of this study was to identify how and to what extent the significant changes in socio-demographic and economic structures of households in Turkey during the period of 2002-2013 influence monthly real spending on sugar, jam-marmalade, and confectionery products. The data was obtained by the annual household budget surveys of the Turkish Statistical Institute (TURKSTAT) between 2002 and 2013. These surveys are annually conducted by TURKSTAT with nearly varying ten thousand randomly selected households throughout the nation for the period between January 1 and December 31. A multivariate Tobit model was used to determine factors affecting Turkish monthly household expenditure on three foods. Cross correlation coefficients among food pairs and marginal impacts of exogenous variables were also estimated. Almost 79% of households spend on confectionery foods, followed by 73% on sugar products and low 20% on jam-marmalade foods. According to results compared to the 2002 reference year, spending on sugar and jam-like food has declined over the years, while more spending on confectionery was emerging. Over the course of twelve years period, the sample households monthly spend 13.84, 3.73 and ₺ 12.91 on sugar, jam-marmalade and confectionery foods, respectively. The correlation coefficients among the food items were all positive and statistically significant, indicating that after controlling the role of independent variables in our model, uncontrolled variables along with measurement errors and any other functional forms induce both the spending on the two food pairs. Impacts of many socio-demographic and economic factors on monthly household spending of confectionery products including sugar were identified, and also years' impacts on spending patterns were confirmed. By years, the age variable had different effects on the food spending of the three categories. Nonetheless, it has been identified that the families whose household heads have a green card spend different amounts both for sugar and confectionery products annually. It has also been identified that while only confectionery food product spending of the families who receive in-kind and financial aids differs annually, all three categories of food spending differ significantly as the numbers of working individuals changes yearly. Results permitted us to draw relevant policy implications and to shape policy formation for future effective food programs or policies.

Keywords: Confectioneries, Household spending, Multivariate Tobit model, Turkey

^{1*}**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Mehmet Bozoglu, Department of Agricultural Economics, Ondokuz Mayıs University, 55200 Samsun, Turkey. E-mail: mehmetbo@omu.edu.tr  ORCID: 0000-0001-8333-1865

² Abdülbaki Bilgic, Department of Agricultural Economics, Atatürk University, 25240 Erzurum, Turkey. E-mail: abilgic@atauni.edu.tr  ORCID: 0000-0002-1003-7072

³ Avni Birinci, Department of Agricultural Economics, Atatürk University, 25240 Erzurum, Turkey. E-mail: abirinci@atauni.edu.tr  ORCID: 0000-0003-0370-1454

⁴ Uğur Baser, Department of Agricultural Economics, Ondokuz Mayıs University, 55200 Samsun, Turkey Address. E-mail: ugur.baser@omu.edu.tr  ORCID: 0000-0003-4961-2764.

Atıf/Citation: Bozoglu M, Birinci A, Bilgic A, Baser U. Has Household Purchasing of Confectionery Products in Turkey Changed in the Last Decade?. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 98-114.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2021

Özet

Türkiye'de kişi başına şekerleme ve çikolata ürünleri tüketimi gelişmiş ülkelerden önemli ölçüde düşük olmasına rağmen, son zamanlarda şeker tüketiminde artış eğilimi görülmektedir. Çalışmanın amacı, 2002-2013 döneminde Türkiye'deki hane halklarının sosyo-demografik ve ekonomik yapılarındaki değişikliklerin şeker, reçel marmelatı ve şekerleme ürünlerinin aylık harcamalarına etkisinin ortaya konulmasıdır. Araştırmanın verileri, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından 2002-2013 yılları arasında gerçekleştirilen yıllık hanehalkı bütçe anketlerinden elde edilmiştir. TÜİK, 1 Ocak-31 Aralık tarihleri arasında yaklaşık on bin hane halkı ile anketleri yapmıştır. Türkiye'deki hane halklarının 3 ürüne yönelik aylık harcamalarını etkileyen faktörlerin ortaya konulmasında, çok değişkenli Tobit modeli kullanılmıştır. Bununla birlikte, gıdalar arasındaki çapraz korelasyon katsayıları ve egzogen değişkenlerin marjinal etkileri de tahmin edilmiştir. Hanelerin yaklaşık %79'u şekerleme gıdalarına, %73'ü şeker ürünlerine ve %20'si reçel marmelat gıdalarına harcama yapmaktadır. İki referans yılı ile karşılaştırılan sonuçlara göre, dönem içinde hane halklarının harcamaları şeker ve reçel benzeri yiyeceklerde azalırken, şekerleme ürünlerinde artmıştır. On iki yıllık süre boyunca örneklemdeki tüm hanelerin aylık şeker, reçel-marmelat ve şekerleme harcamaları sırasıyla 13.84, 3.73 ve 12.91 ₺ olarak gerçekleşmiştir. Gıda maddeleri arasındaki korelasyon katsayılarının hepsi, pozitif ve istatistiksel olarak anlam bulunması, modelde ele alınan bağımsız değişkenlerin kontrol dışı değişkenler ve ölçüm hatalarıyla birlikte şeker ve şekerleme ürünlerin harcamalarına etkisinin olduğunu göstermektedir. Birçok sosyo-demografik ve ekonomik faktörün hane halklarının şeker ve şekerleme ürünleri aylık ve yıllık harcamalarına etkileri bulunmaktadır. Yaş değişkeninin üç kategoride de yıllara göre gıda harcamaları üzerinde etkileri farklılaşmaktadır. Bununla birlikte, hanehalkı reisinden yeşil karta sahip olan ailelerin her yıl hem şeker, hem de şekerleme ürünleri için farklı miktarlarda para harcadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, aynı ve nakdi yardım alan ailelerin sadece şekerleme gıda ürünü harcamaları her yıl farklılaşmasına rağmen, çalışanların sayısının her yıl değişmesi, üç kategoride de gıda harcamalarını önemli ölçüde değiştirmektedir. Araştırma sonuçlarının etkili gıda programları veya politikalarının oluşturulmasına katkısı olabilecektir. .

Anahtar Kelimeler: Şekerlemeler, Hane halkı harcamaları, Çok Değişkenli Tobit modeli, Türkiye

1. Introduction

Sugar is a strategic food product produced and consumed in almost every part of the world. The total annual production of sugar in the world is approximately 170 million tons. While almost 70% of the production is consumed where it is produced, 30% of the production flows into international markets. Approximately 80% of the total raw sugar production is obtained from sugar cane, while 20% is obtained from sugar beets (Anonymous, 2016a). While countries such as Turkey, Russia, Ukraine and the European Union (EU) produce sugar from sugar beets, countries such as Brazil, India, Mexico, Pakistan, Thailand and Australia manufacture it from sugar cane. On the other hand, countries such as the USA, Japan and China produce sugar from both sugar cane and sugar beets (Anonymous, 2016b).

Approximately 90% of sugar produced each year is consumed throughout the world. While the world's total sugar consumption was 155 million tons in 2010, the consumption increased to 178 million tons in 2014. The major consumer countries of sugar in the world are India, the EU, China and Brazil respectively whose consumptions exceed more than 40% of the world production. For example, in 2014, 15.8% of the total production was consumed by India; 10.8% by EU; 10.2% by China; and 6.7% by Brazil. Brazil had the highest level of sugar consumption per capita with 57 kg, whilst China had the lowest with 11 kg.

On the other hand, the sugar consumption per capita in Turkey was 25 kg in 2013 (Anonymous, 2016b). Historically per capita sugar consumption reached an all-time of 30.1 kg in 1997 and an all-time low of 6.10 kg in 1961. When compared to the country's neighboring countries, per capita sugar consumption in Bulgaria amounted to 23.50 kg, 22.60 kg in Greece, 16.50 kg in Iraq, and 26.20 kg in Iran in 2013. In terms of per capita sugar consumption, Turkey has been ranked 61st within the group of 160 nations, 31 places above the position since 10 years ago (Anonymous, 2017a). On the other hand, it is estimated that per capita sugar consumption in Turkey will amount to 40.5 kg by 2024 with an increase of 1.47 per cent per year (Anonymous, 2015). This is because the recent economic growth and political stability in Turkey has enabled nationwide rapid development. The Turkish economy has grown by approximately 4.8% during the period of 2002-2015. While many countries have been struggling against economic crises, Turkey has distinguished herself among developing countries due to her incredible growth performance. This trend overlaps with the fact that per capita income increase achieved by the economic growth in Turkey is expected to boost the demand primarily for sugar and confectionery products.

According to the World Health Organization (WHO)' sugar guideline (2015), adults should limit their daily sugar intake to less than 10% of their total energy intake, which is almost equivalent to 2.5 tea spoons of sugar. WHO also recommends that the daily sugar intake for adults and children should be lower than 5% of the total daily energy intake. Although consumption of confectionery and chocolate products per capita in Turkey is considerably lower than that of the developed countries, there has recently been a rising trend in sugar consumption. Being a country with a young and fast growing population and their boosting demand for toys, developments in distribution channels and new products, heavy commercialization (advertisements), and growing multinational investments across the nation, the country is expected to have regular increases in the dynamic demand for sugar and chocolate confectionery products in the coming years (Anonymous, 2016c). For example, in Turkey, chocolate confectionery is worth about US \$ 500 million a year and consists of four different categories: tablets, sticks, wafers and pralines (Anonymous, 2017b). Studies have reported that the annual consumption of chocolate per person in Turkey is still low at just 1 kg compared to 8 kg in the UK and 9 kg in Germany and the Netherlands (Anonymous, 2016c). Thus, manufacturers should diversify the number of existing products and boost the demand especially for confectionery products in the country. On the other hand, the chocolate confectionery market has a volume of 75 tons per year in the country, whilst chocolate coated products (rods and wafers) account for 70% of the market (Anonymous, 2017b). It is worth mentioning the country is a net exporter in terms of confectionery products. The export value of sugar and chocolate confectionery is worth US \$ 762.8 million in 2011, which is equivalent to about 0.57% of the country's total export value (US \$ 135 billion) (Anonymous, 2016c). On the other hand, sugar confectionery has a great historical heritage in Turkish tradition, being widely served as gifts during the famous two religious festivals (Ramadan and Sacrifice Feast), wedding ceremonies, celebrations, and at home invitations and friends visits. This traditional popularity is a distinguishing feature that sets apart the country from the rest of the world in terms of the confectionery industry.

As is compatible with other developing countries, food consumption patterns and their compositions in Turkey have undergone a major change due to changes in other socio-economic and food structures accompanied by the recent per capita increased income, rapid growing population and technological advancements (Terin et al., 2015; Akbay et al., 2007; Gül et al., 2007; Tekgüç, 2012; Bilgic and Yen, 2013; 2014). At the same time, it would be a great proposition to examine the consumption habits of households, the mass target of the sugar and confectionery industry, which, as we have noted above, have a great economic value for the country, but less understood among national consumers compared to their western peers in terms of per capita consumption of confectioneries. Therefore, identifying how the changes in Turkish households' socio-demographic and economic structures during the period 2002-2013 affected monthly real spending on sugar and confectionery products is essential to revealing the influential factors in making predictions and addressing the future needs when they arise. While consumer choices and preferences are becoming increasingly important in shaping food consumption, socio-demographic and economic characteristics of consumers should also be included in the analyses. Micro data at household level is used in such analyses (Burton et al., 1996).

The purpose of this study is thus to identify how and to what extent the significant changes in socio-demographic and economic structures of households in Turkey during the period 2002-2013 influence monthly real spending on sugar and confectionery products. In this study, we used a 12-year pool data¹ regarding Turkish households' spending on sugar and confectionery products along with their socio-demographic and economic characteristics. Many time-trending exogenous variables (e.g., households' real income, age and education levels of householders, the number of working family member, the use of Internet, in-kind and cash aids to poorer, and etc.) interacted with years are also included in the analysis in order to see how changes of some key socio-demographic and economic variables over time determine the monthly spending of sugar and confectionery products in Turkey. The multivariate Tobit model is used to estimate influential factors which determine the spending levels, and their marginal effects on the households spending on sugar and confectionery products were then derived. To our knowledge, this study is first of its kind which applies to households spending on sugar and confectionery products with a very large exogenous variable set of households and householders. The findings of the study can be useful for the sugar and confectionery industry sectors and decision makers in the related public institutions towards making more efficient predictions, policies and strategic planning.

In the following parts, materials and multivariate Tobit model are specified. Findings are presented in the fourth section. Discussions and conclusions were given in Section 5 and 6, respectively.

2. Materials and Methods

2.1. Materials

The data was obtained by the annual Household Budget Surveys of the TURKSTAT between 2002 and 2013. These surveys are annually conducted by TURKSTAT with nearly varying ten thousand randomly selected households throughout the nation for the period between January 1 and December 31.

TURKSTAT classifies these annual data in three categories as household, family member and spending. The data in these three categories involve the socio-demographic and economic characteristics of households and family members' (particularly head of the family) spending on products. These data were combined by us in compliance with the SAS statistical program. Afterwards, these three categories were then combined into an annual data and then the pool data were formed by combining 12 years data. Dummy variables were then created for the respective years. The food items including the spending on sugar and confectionery products were then divided into three sub-categories as sugar, jam-marmalade and confectionery (e.g., chocolates, edible ice and ice creams, confectionery and confectionery products) products according to the food classification of TURKSTAT. All monetary variables such as monthly income, monthly total and food spending of the families were converted into real terms taking 2013 as reference year. The Consumer Price Index (CPI) of 2013 was divided by the CPI of other corresponding years and multiplied by the spending amount or income level of the relevant year. After removing the missing observations and outliers in the data, the remaining 124,814 observations of the twelve years were

¹ We used pool data in this study because households (e.g., approximately an average of 10 thousand households per year) randomly selected by the TURKSTAT vary from year to year and thus it impedes the use of a panel data modelling in our analysis.

utilized in the study. The descriptive statistical values of the data were shown in Table 1. Over the course of twelve years period, the sample households monthly spend 13.84, 3.73 and ₺ 12.91 on sugar, jam-marmalade and confectionery foods, respectively. Almost 79% of households spend on confectionery foods, followed by 73% on sugar products and low 20% on jam-marmalade foods. Marmalade in the country is usually served at breakfast time and the majority of families might have preferred animal based products such as honey, cheese, eggs, olive, and pastry foods instead of jam-marmalade foods leading to monthly low rate and spending levels.

Table 1. Descriptive statistics for the variables

Variables	Definition	Mean	Std. Dev.
Dependent Variables			
Sugar	Monthly real expenditures on sugar among all households (₺ per month)	13.839	22.695
	Percentage of households who spend on sugar (%)	73.2	
Jam-Marmalade	Monthly real expenditures on jam-marmalade among all households (₺ per month)	3.729	13.144
	Percentage of households who spend on jam-marmalade products (%)	20.3	
Confectioneries	Monthly real expenditures on confectionery products among all households (₺ per month)	12.908	18.887
	Percentage of households who spend on confectionery products (%)	79.2	
Independent Variables			
Age	Household head's age (year)	46.511	12.553
Gender	1 if the householder is male, 0 otherwise	0.888	0.316
CmpIns	1 if the householder has a compulsory health insurance, 0 otherwise	0.736	0.441
GrnCrd	1 if the household head receives health support from the government, 0 otherwise	0.104	0.306
Maritsat	1 if the householder is married, 0 otherwise	0.879	0.326
Employed	1 if the householder currently is employed, 0 otherwise	0.706	0.456
IncAid	1 if the family receives cash and/or in-kind aid from the government, 0 otherwise	0.100	0.300
Workngp	Number of working people in a family	1.115	0.812
PrvtHouse	1 if the family resides in a private house, 0 otherwise	0.391	0.488
Apartment	1 if the family lives in an apartment, 0 otherwise	0.517	0.500
Homowner	1 if the family owns in his residing house, 0 otherwise	0.659	0.474
Renters	1 if the family lives in a rented house, 0 otherwise	0.245	0.430
Urban	1 if the family lives in urban, 0 otherwise	0.683	0.465
Internet	1 if the family has an access to Internet at home, 0 otherwise	0.171	0.377
Fmlytyp1	1 if a couple is only with one kid, 0 otherwise	0.182	0.386
Fmlytyp2	1 if a couple is only with two kids, 0 otherwise	0.225	0.418
Fmlytyp3	1 if a couple is only with three kids, 0 otherwise	0.175	0.380
Fmlytyp4	1 if a couple is without kids, 0 otherwise	0.137	0.344
Fmlytyp5	1 if a couple is more than three kids, 0 otherwise	0.174	0.379
Kids0-5	Number of kids aged between 0-5 years	0.395	0.693
Kids6-14	Number of kids aged between 6-14 years	0.727	1.018
Kids15-19	Number of kids aged between 15-19 years	0.375	0.676
Adultnmb	Number of adults who aged more than 19 years in a family	1.498	1.059
Educn	Householder education levels in years	6.820	4.189
Income	Family real monthly income (₺ 1000)	2.258	1.776
# of obs.	Number of observations	124,650	

The average amounts of household spending for sugar and confectionery products in Turkey during the period of 2002-2013 were shown in Table 2. Although the real spending for all three products remained stable during these years for the low-income families (LIFs), coefficient of variations of their monthly real spending for each food item within a year varies by more than 100% as compared to their own average amounts of spending. Therefore, there is a high

level of spending variability within a year even in the LIFs. On the other hand, while there is a considerable variability in the coefficient of variation for sugar and marmalade spending among the LIFs, there is a relatively similar level of variability in confectionery product spending. Besides, especially during the periods of world food crises (2003, 2006 and 2008), the variabilities in annual spending among poor households are more apparent than volatilities of other years, while food spending averages decreased substantially. Consequently, world food crises, as expected, initially influenced the LIFs, and unless such families are financially supported on time, they may suffer from serious problems regarding balanced nutrition, education of children, healthcare access etc. Moreover, pregnant women in poor families may suffer problems like stillbirth, mental disorder and unproductivity at work.

When we examine the annual variability between the LIFs and high-income families (HIFs) shown in Table 2, it can be observed that there is a vast difference between the two groups in terms of income due to the alteration of coefficient variations by less than 100%, while the annual real spending excluding the crisis periods are close to each other. The variability in the coefficient of variations for such food spending particularly in the HIFs diminishes with time. When we examine the monthly average real spending of households in Turkey for sugar and confectionery products, it is understood that there had been some sharp fluctuations in the monthly average real spending by the LIFs for sugar until 2007, and after this year it became stable with other food products. A similar fluctuation can be observed in confectionery products, though not very sharp. There have been relatively less fluctuations in jam and marmalade; and increases in the spending on these products in recent years, their real spending amounts have caught up with that of sugar. There were sharp fluctuations also in the spending of the LIFs before 2007. In recent years, these fluctuations have become stable for all groups due to the increase in spending of confectionery products. Although a decrease was observed in the annual real average jam and marmalade spending by HIFs, it was discovered that this average value was above sugar spending. Consequently, while HIFs spend more on jam and marmalade products as expected, the LIFs are clingier with sugar products.

2.2. Econometric method

In this study, the multivariate Tobit model was applied for estimating factors and their unitary (marginal) impacts on household expenditures on sugar and confectionery products. The monthly sugar and confectionery spending amounts of the households were divided into three sub-categories as sugar, jam-marmalade and confectionery products (chocolates, ice-creams and others). We work the system of censored equations as (Eq.1):

$$q_i = \max(0, x' \beta_i + \varepsilon_i), i = 1, 2, 3 \tag{Eq.1}$$

Where i refers to food category, β_i are the predicted parameter vectors, and $(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3)$ are the residual terms distributed as trivariate normal with zero means, standard deviations $(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3)$, correlation matrix $R = [\rho_{ij}]$

and probability density function (pdf) $f(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3)$. Let $z_i = \frac{(y_i - x' \beta_i)}{\sigma_i}, i = 1, 2, 3$, the k -variate standard

normal function (pdf) as ϕ_k and cumulative density function (cdf) as Φ_k if the likelihood function is to be defined (Tan et al. 2009). When the spending on all three products is positive and zeros, the likelihood contributions are the trivariate normal pdf $L_c = \sigma_1^{-1} \sigma_2^{-1} \sigma_3^{-1} \phi_3(z_1, z_2, z_3; R)$ and the trivariate normal cdf

$L_c = \Phi_3\left(\frac{x' \beta_1}{\sigma_1}, \frac{x' \beta_2}{\sigma_2}, \frac{x' \beta_3}{\sigma_3}; R\right)$, respectively. When one of the three spending is zeros (e.g.,

$y_1 = 0, y_2 > 0, y_3 > 0$), the likelihood contribution is:

$$L_c = \sigma_2^{-1} \sigma_3^{-1} \phi_2(z_2, z_3; \rho_{23}) \Phi_1\left[\frac{z_1 - w_2 z_2 - w_3 z_3}{(1 - w_2 \rho_{21} - w_3 \rho_{31})^{1/2}}\right] \tag{Eq.2}$$

where $w_2 = (\rho_{12} - \rho_{13}\rho_{23}) / (1 - \rho_{23}^2)$ and $w_3 = (\rho_{13} - \rho_{12}\rho_{23}) / (1 - \rho_{23}^2)$. Lastly, when two of three spending of products are zeros (e.g., $y_1 = 0, y_2 = 0, y_3 > 0$), the likelihood contribution is:

$$L_c = \sigma_3^{-1} \phi_1(z_3) \Phi_2 \left(\frac{z_1 - \rho_{13}z_3}{(1 - \rho_{13}^2)^{1/2}}, \frac{z_2 - \rho_{23}z_3}{(1 - \rho_{23}^2)^{1/2}}, \frac{\rho_{12} - \rho_{13}\rho_{23}}{(1 - \rho_{13}^2)^{1/2} (1 - \rho_{23}^2)^{1/2}} \right) \quad (\text{Eq.3})$$

The likelihood contributions for other observations with one and two-zeros are based on equations (2) and (3), respectively, by rearranging the spending of the products so that the zeros come first (Tan et al., 2009). After obtaining estimates of the system, the unitary (marginal) effects of each exogenous variable on the conditional mean function of each spending is as follows:

$$\frac{\partial y_i}{\partial x_{ik}} = \frac{\partial (E(y_i | y_i^* > 0))}{\partial x_{ik}} \quad (\text{Eq.4})$$

Where $E(y_i | y_i^* > 0) = X\beta_i + \sigma_i \frac{\phi(X\beta_i)}{\Phi(X\beta_i)}$ with suppressing j observations is the expected conditional

mean spending of food product belonging to each sub-category i. The hypothesis which suggests that all pair cross correlation coefficients (e.g., in total three correlation coefficients) among the product pairs in the food categories are zero will be tested using the Wald statistical test. The zero hypotheses which suggest that there is no difference among the year variables for each food product will also be simultaneously determined using the same test. Similarly, the hypothesis states that the interaction of years with some key independent variables is zero, which will also be tested using the same test.

Table 2. The descriptive statistics on the real sugar, jam-marmalade, and confectionery food spending of Turkish families during the period 2002-2013.

Years	Sugar						Jam and Marmalades						Confectionery Products					
	LIF ^a		HIF ^b		OAF ^c		LIF		HIF		OAF		LIF		HIF		OAF	
	Mean (Std.dev)	Var. Coef.	Mean (Std.dev)	Var. Coef.	Mean (Std.dev)	Var. Coef.	Mean (Std.dev)	Var. Coef.	Mean (Std.dev)	Var. Coef.	Mean (Std.dev)	Var. Coef.	Mean (Std.dev)	Var. Coef.	Mean (Std.dev)	Var. Coef.	Mean (Std.dev)	Var. Coef.
2002	24.04 (28.14)	6	24.36 (35.03)	0	25.38 (30.80)	121.3 6	14.93 (17.61)	7	23.85 (35.59)	2	19.67 (29.08)	147.8 1	10.97 (16.73)	5	27.50 (29.62)	9	16.72 (21.42)	128.1 0
2003	17.65 (27.42)	2	17.04 (28.54)	8	17.39 (27.34)	157.2 3	14.66 (17.07)	9	19.26 (35.10)	7	16.59 (23.94)	144.3 3	7.01 (10.84)	8	12.53 (15.71)	9	8.84 (12.53)	141.7 6
2004	18.51 (26.23)	0	14.62 (23.68)	2	16.80 (25.35)	150.8 8	14.76 (21.37)	5	20.57 (32.75)	8	17.26 (25.91)	150.0 5	7.14 (10.43)	6	11.90 (12.59)	5	9.09 (12.21)	134.4 1
2005	31.05 (33.77)	6	26.40 (35.91)	1	28.25 (33.95)	120.2 0	17.10 (23.48)	0	26.64 (41.96)	9	22.28 (33.29)	149.4 5	14.60 (18.52)	0	30.92 (31.15)	3	20.66 (23.45)	113.4 9
2006	14.68 (22.87)	8	12.00 (19.82)	2	12.92 (19.97)	154.5 3	12.45 (13.33)	2	17.14 (26.29)	1	14.68 (19.77)	134.7 1	8.02 (9.98)	0	12.02 (13.76)	0	9.72 (11.91)	122.4 3
2007	22.45 (24.30)	7	18.77 (23.33)	2	20.65 (23.87)	115.5 9	13.10 (12.82)	97.83	22.29 (36.87)	2	17.37 (26.72)	153.8 3	12.98 (14.65)	4	27.75 (27.69)	99.79	19.19 (20.84)	108.6 4
2008	21.90 (26.92)	2	19.35 (25.13)	9	19.92 (23.75)	119.2 1	16.44 (24.32)	2	29.31 (60.98)	5	22.46 (40.40)	179.9 0	13.51 (17.19)	7	30.46 (29.50)	96.86	20.71 (22.92)	110.6 9
2009	22.71 (26.08)	6	19.14 (23.20)	2	20.98 (25.80)	122.9 8	17.01 (22.42)	1	27.25 (74.86)	9	21.35 (44.38)	207.8 5	14.68 (18.41)	4	31.19 (32.65)	7	20.56 (24.10)	117.2 1
2010	20.13 (25.62)	0	17.11 (29.68)	1	18.50 (24.37)	131.7 2	13.79 (18.79)	1	27.00 (65.41)	5	20.33 (38.40)	188.8 4	13.10 (15.91)	4	28.78 (28.56)	99.25	19.56 (23.29)	119.0 8
2011	19.57 (22.30)	6	16.98 (22.51)	6	17.50 (21.57)	123.2 2	17.53 (25.09)	8	25.37 (39.56)	5	20.50 (30.78)	150.1 7	12.86 (15.96)	2	29.09 (30.10)	8	19.81 (22.69)	114.5 1
2012	17.79 (22.19)	4	15.12 (20.27)	7	16.69 (20.97)	125.6 3	17.58 (26.87)	0	25.31 (41.88)	0	21.19 (36.06)	170.1 8	13.77 (17.19)	0	30.48 (30.73)	4	20.81 (23.69)	113.8 9
2013	18.41 (25.03)	4	16.01 (20.77)	3	17.16 (22.82)	133.0 5	17.14 (28.31)	7	22.23 (34.02)	4	19.42 (30.16)	155.3 1	13.56 (17.62)	5	29.85 (30.48)	2	20.85 (23.48)	112.5 8

Note: ^a, ^b and ^c indicate the Low-Income Families, High-Income Families and Overall Families, respectively.

3. Results and Discussion

The Wald test results regarding sugar, jam-marmalade, and confectionery food spending was given in Table 3. The hypothesis that all of the correlation coefficients are equal to zero is rejected with a large level of statistical significance (Wald statistic = 6637, $df = 3$, $p < 0.0001$), indicating that these three products must be solved simultaneously within a system rather than a univariate Tobit model. The signs of the correlation coefficients between all pairs of expenditures are positive, showing that after controlling the independent variables in the system, the uncontrolled variables including measurement errors or other types of functional form errors that increase one of the categories of food spending will likely increase the other food expenditure, or vice versa. Consequently, there is a positive relationship between uncontrolled factors of the two expenditures in question. The combined effects of the years other than the reference year (2002) on spending of all three products are identified different from zero at least for one year (Wald statistic = 25.79, $df = 11$, $p < 0.007$), indicating that the mean expenditures differ statistically significantly across years². Results of Wald tests for some key independent variables interacted with years.

Table 3. The Wald Test Results Regarding Sugar, Jam-Marmalade, and Confectionery Food Spending

Hypothesis	Statistics	Pr > ChiSq
Sugar		
H ₀ : β for Year 2003 = ... = β for Year 2013	= 0	25.79
H ₀ : β for Age 2003 = ... = β for Age 2013	= 0	175.44
H ₀ : β for GrnCrd 2003 = ... = β for GrnCrd 2013	= 0	18.65
H ₀ : β for IncAid 2003 = ... = β for IncAid 2013	= 0	12.06
H ₀ : β for Workngp 2003 = ... = β for Workngp 2013	= 0	32.41
H ₀ : β for Internet 2003 = ... = β for Internet 2013	= 0	8.88
H ₀ : β for Educn 2003 = ... = β for Educn 2013	= 0	55.14
H ₀ : β for Income 2003 = ... = β for Income 2013	= 0	273.9
Jam and marmalade		
H ₀ : β for Year 2003 = ... = β for Year 2013	= 0	9.13
H ₀ : β for Age 2003 = ... = β for Age 2013	= 0	108.8
H ₀ : β for GrnCrd 2003 = ... = β for GrnCrd 2013	= 0	9.82
H ₀ : β for IncAid 2003 = ... = β for IncAid 2013	= 0	8.13
H ₀ : β for Workngp 2003 = ... = β for Workngp 2013	= 0	21.12
H ₀ : β for Internet 2003 = ... = β for Internet 2013	= 0	8.06
H ₀ : β for Educn 2003 = ... = β for Educn 2013	= 0	127
H ₀ : β for Income 2003 = ... = β for Income 2013	= 0	169.35
Confectionery products		
H ₀ : β for Year 2003 = ... = β for Year 2013	= 0	25.71
H ₀ : β for Age 2003 = ... = β for Age 2013	= 0	336.97
H ₀ : β for GrnCrd 2003 = ... = β for GrnCrd 2013	= 0	35.06
H ₀ : β for IncAid 2003 = ... = β for IncAid 2013	= 0	22.09
H ₀ : β for Workngp 2003 = ... = β for Workngp 2013	= 0	24.41
H ₀ : β for Internet 2003 = ... = β for Internet 2013	= 0	31.93
H ₀ : β for Educn 2003 = ... = β for Educn 2013	= 0	85.99
H ₀ : β for Income 2003 = ... = β for Income 2013	= 0	772.08
H ₀ : ρ_{012} = ... = $\rho_{0(n-1)n}$	= 0	6637

Table 4 shows the parameter estimates of the multivariate Tobit model and marginal effects of exogenous variables on the expected conditional mean spending for each product in question. Results show that all the pair cross-correlation coefficients among the spending amounts on sugar, jam-marmalade and confectionery products were found to be statistically significant.

² Although this result implies that the data of each year must be analyzed separately within a system, the presentation and interpretation of the twelve years times three variables (estimates and their marginal impacts of 36 equations) are impossible and therefore we remain with the pooled data.

According to results compared to the 2002 reference year, spending on sugar and jam-like food has declined over the years, while more spending on confectionery is emerging.

By years, the age variable had different effects on the food spending of the three categories. Nonetheless, it has been identified that the families whose household heads have a green card spend different amounts both for sugar and confectionery products annually. It has also been identified that while only confectionery food product spending of the families who receive in-kind and financial aids differs annually, all three categories of food spending differ significantly as the numbers of working individuals changes yearly. The usage levels of the Internet annually contributed a significant difference on only confectionery food spending. However, changing the mean education levels of household heads by years resulted in different household spending for all staple foods. Similarly, changing the mean real income levels of households by years had different significant effects on household's monthly spending levels for the three food categories. All the results above indicate that yearly effects of different variables on the conditional mean expenditures of each food item are identified with varying impacts. For example, the change in the mean of exogenous variables of household heads over time had different impacts on all three food spending categories.

The effects of only statistically significant exogenous variables on the conditional mean equations of the households' food expenditures for the three products were given, because the study includes very vast subjects related to each food item. Taking 2002 as the reference year, the households' monthly spending on sugar and jam-marmalade decreased, whilst confectionery product spending increased. For instance, according to the reference year 2002, the monthly households sugar spending in 2004 and 2012 increased by 6.65 and ₺ 5.05, respectively, whilst the jam-marmalade spending decreased by 0.69 and ₺ 0.43. On the other hand, confectionery product spending of the households in 2007 and 2012 increased by 2.42 and ₺ 4.74, respectively. There had been similar developments in other countries. Thus, there was a consistent and substantial decline in the total refined or added sugar consumption in Australia and a modest reduction in refined sugar intake in the UK (Anonymous, 2003). However, these trends contrast with a sizeable increase in the intake of nutritive sweeteners in the USA (Anonymous, 2003; Chun et al., 2010) or sugar (sucrose) intake in China, India and South Asia (Ismail et al., 1997). Added sugars are considered an important factor in the obesity crisis, and it is advised that strict guidelines be taken for added sugar intake (Johnson et al., 2009).

The results revealed that many socio-demographic and economic factors of households and heads of households affected on household spending on the sugar and confectionery products. However, Rumm-Kreuter (2001) stressed also that dietary patterns in Mediterranean countries changed rapidly, and this could have been caused by the socio-economic changes in Europe over the past years (Tur et al., 2004). Despite that, Honkala et al. (2012) found that socio-demographics and economics factors were only weakly associated with the consumption of sugar-rich products.

As household heads got one year older, the monthly households spending on sugar increased by ₺ 0.04, while, on the other hand, the monthly households' spending on jam-marmalade and confectionery products decreased by 0.09 and ₺ 0.04, respectively. While the aging of household heads by years generally had positive impacts on the monthly sugar and jam-marmalade spending taking 2002 as the reference year, it had a negative impact on the expenditures of confectionery products. For example, compared to 2002, the age of the head of household increased the families' monthly sugar and jam-marmalade spending in 2005 and 2013, but decreased the monthly households spending on confectionery products. Average life expectancy in Turkey has increased recently, and this may increase households' spending on sugar and marmalade and decrease spending on confectionery products. The confectionery sector should take these developments into account in their business planning.

While the monthly household sugar spending increased by ₺ 0.60 with male household heads, the spending on jam-marmalade and confectionery products decreased by 0.24 and ₺ 1.34, respectively, indicating that female head of households was more prone to these two products. To restrain spending on sugar and confectionery products, confectionery sectors and public policies should target different genders.

Compared to the households have no compulsory health insurance, households holding a compulsory health insurance spent more on jam-marmalade and confectionery products by 0.19 and ₺ 2.06. These households monthly spent almost ₺ 2 more on confectionery products than that of the jam-marmalade. Compared to the reference year, the effect of each year was different from each other in the households owning a green card. The

family spending on these three types of food items decreased with household heads owning a green card, while their coefficients were found to be statistically insignificant. The Turkish government has tried to ignore all employees under insurance, and an increase in the ratio of insured people would increase spending on jam-marmalade and confectionery products.

The households with married household heads spent 1.1, 0.47, and ₺ 1.99 more on sugar, jam-marmalade, and confectionery products per month, respectively, whilst the household spending on the confectionery products was higher than their spending on the sugar and jam-marmalade. There was a downward trend for the ratio of married people in the households in Turkey, and this trend may increase their expenditures on confectionery products, while it may decrease their spending on jam and marmalade products.

The households whose household heads had a job spent ₺ 0.54 more on sugar and ₺ 0.85 less on jam-marmalade than the households with unemployed head of households. According to the 2002 reference year, a change in the number of working individuals within the family each year had different effects on confectionery product spending. That is, according to the number of working individuals, families spent more on sugar in 2004 compared to 2002, while they spent less in 2013. Typically, as the number of working individuals increased within families, spending on sugar also increased.

Households receiving cash/in kind aid spent more on each of the three products in all the years compared to that of 2002 as shown by the parameter coefficient of sugar which was statistically significant. Without considering years, households which received in kind and financial aid spent ₺ 3.82 less for sugar than households without the government support. The negative effects of the in-kind and financial aids on monthly households' spending on sugar and confectionery products were probably due to the fact that these aids might have been used to meet other needs when the aid is provided in the form of cash, or they most probably received in-kind aid as sugar, jam-marmalade or confectionery products. Musaiger (1993) stressed that subsidies for sugar use may influence dietary patterns in developing countries. Consequently, providing these food supports through food coupons can promote balanced nutrition.

According to the 2002 reference year, a change in the number of working individuals in the family each year had different effects on food spending. That is, according to the number of working individuals, the families spent ₺ 1.41 more on sugar in 2004 compared to 2002, while they spent ₺ 0.97 less in 2013. Typically, as the number of working individuals increased, the sugar spending also increased by ₺ 0.80.

The households living at detached houses spent 1.30 and ₺ 1.04 less on sugar and jam-marmalade, respectively, than those households living in apartments. Households residing in apartments spent ₺ 2.46 more on sugar, while they spent ₺ 0.68 more on confectionery products than households residing at other dwellings. On the other hand, the households who resided in their own abodes spent ₺ 1.02 more on sugar, 0.22 and ₺ 0.35 less on jam-marmalade and the confectionery products, respectively. Tenant families spent 0.46, 0.61 and ₺ 0.97 less on sugar, jam-marmalade and confectionery products, respectively, indicating that spending on rent had a negative effect on confectionery food spending among Turkish households.

The households living in urban areas spent less on sugar (₺ 2.65), jam-marmalade (₺ 0.95) and confectionery products (₺ 0.22) per month than rural households. In the developing world, urbanization is highly correlated with access to confectionery products, greater access to modern mass media, better transportation systems, and larger modern supermarkets (Reardon et al., 2003). Grosso et al. (2013) also confirmed that rural adolescents in Southern Italy were more likely to consume sweets compared with urban ones. Contrary to these studies, our results showed that the households living in urban areas spent less on sugar, jam-marmalade and confectionery products per month compared to the rural households. It is considered that this was caused by the households living in rural areas using sugar and confectionery products for producing other products (e.g., pie, cake and confectionery products etc.) or such households receiving a rather limited proportion of food items (e.g., mostly produced at home) compared to urbanites who receive a variety of food products. The findings of Popkin and Nielsen (2003) are consistent with our results, which indicate that as residing in urban areas increased, so did sugar intake. However, other studies showed that there are minor or no substantial differences regarding diet composition of rural and urban children (Yannakoulia et al., 2004; Roma-Giannikou et al., 1994).

Households with Internet access spent ₺ 1.72 more on confectionery products (chocolate, ice-cream etc.) than those who do have an Internet at home. During the 12-year period, especially spending on confectionery food had significantly increased. In the future, a rapid increase in the ratio of households accessing the internet is expected. That is, it can be asserted that instant Internet access, frequent advertisement of confectionery products, sharing food recipes by women on social media and effective use of the internet by children would increase their spending on confectionery products. The variable of Internet use had no significant effect on spending on sugar and jam-marmalade.

The rising number of children in the family increases spending on confectionery products. While spending on confectionery products was ₺ 0.95 higher in single-child families, findings revealed the same spending to be 1.88 and ₺ 1.79 higher in the families with two children and three or more children, respectively. As the number of children in a family raised, spending on sugar gradually decreased. In families with one child, sugar spending was ₺ 0.69 less than that of the other family types. The result was 1.56 and ₺ 1.58 less in the families with two-children and those with three or more children, respectively. Similar results were also valid for the patriarchal families. As expected, the families with children spent less on sugar compared to confectionery products. However, the kids with each age group spent more for sugar than jam-marmalade and confectionery products. There was a downward trend in each group of children, and it is expected that household expenditures would decrease on each confectionery product. As the number of adults in the households increased, their expenditures on sugar and confectionery products increased as well.

As the educational level of household heads increased, the households' sugar spending decreased (₺ 0.10) while the households' monthly spending on confectionery products increased by ₺ 0.36. Meanwhile, if year comparisons were considered, the effects of householder education level differed significantly from that of 2002. In Turkey, there was an upward trend of education level during the studied period, and it is expected that this trend would be the same in the future. As expected, since the importance of a balanced diet along with increased level of education is getting more pronounced, the households with higher educated heads decreased their spending on sugar significantly. However, this was not valid for the confectionery products.

Increases in household income rose with the household's monthly spending on sugar and confectionery products. For example, when the monthly real income of the family increased by ₺ 1000, spending on sugar, jam-marmalade and confectionery product increased by 0.11, 0.579 and ₺ 1.749, respectively. Notice that confectionery products were mostly influenced by the rise in the monthly income. Interestingly, compared to 2002, the changes in the households' income in each year reflected negatively on the spending on the three category products. Conversely, Popkin and Nielsen (2003) found that as income per capita increased, so did sugar intake. An increase in the income level of the households is expected, and this may also increase their confectionery products expenditures. Thus, as in the past in the country, as per capita income continues to rise in the future, the confectionery industries will be happy to benefit from such developments.

When 2002 is taken as reference year for comparison, there were statistically significant differences both between years and many interactions of some basic independent variables, with years found as statistically significant. While the variable of in-kind and financial aid had structurally changed annually and the variable of internet had no significant effect on sugar and jam-marmalade spending, changes in all other variables by years reflected in different ways on the spending.

Table 4. The Multivariate Tobit Model Results Regarding Sugar, Jam-Marmalade, and Confectionery Foods

Variables	Sugar				Jam and marmalade				Confectionery foods			
	Coeff	t value	Pr> t	ME	Coeff	t value	Pr> t	ME	Coeff	t value	Pr> t	ME
Constant	4.834	3.010	0.003		-9.231	-2.880	0.004		-3.487	-2.950	0.003	
Year2003	-5.738	-3.290	0.001	-3.567	-3.459	-0.980	0.325	-0.687	-3.473	-2.680	0.007	-2.350
Year2004	-10.693	-4.770	<.000	-6.647	-3.449	-0.770	0.440	-0.685	-2.878	-1.740	0.082	-1.948
Year2005	-0.451	-0.200	0.840	-0.280	-1.894	-0.430	0.668	-0.376	3.891	2.370	0.018	2.633
Year2006	-4.074	-1.790	0.073	-2.532	-1.060	-0.240	0.812	-0.210	-0.935	-0.560	0.575	-0.633
Year2007	-5.190	-2.300	0.021	-3.226	-1.933	-0.440	0.660	-0.384	3.569	2.160	0.031	2.415
Year2008	-6.431	-2.760	0.006	-3.998	-2.683	-0.600	0.547	-0.533	2.541	1.510	0.132	1.720
Year2009	-3.893	-1.790	0.074	-2.420	-1.673	-0.400	0.688	-0.332	2.822	1.780	0.075	1.910
Year2010	-4.712	-2.140	0.032	-2.929	-1.982	-0.470	0.635	-0.394	4.871	3.060	0.002	3.297
Year2011	-8.018	-3.610	0.000	-4.984	-3.228	-0.770	0.439	-0.641	3.725	2.330	0.020	2.521
Year2012	-8.126	-3.650	0.000	-5.051	-2.145	-0.510	0.611	-0.426	7.002	4.370	<.000	4.739
Year2013	-6.046	-2.710	0.007	-3.758	-3.324	-0.790	0.432	-0.660	5.537	3.440	0.001	3.747
Age2003	0.008	0.280	0.777	0.005	0.010	0.170	0.862	0.002	0.035	1.600	0.109	0.023
Age2004	0.073	2.020	0.044	0.045	0.061	0.830	0.406	0.012	0.058	2.160	0.030	0.040
Age2005	0.092	2.560	0.010	0.057	0.076	1.050	0.293	0.015	-0.003	-0.130	0.898	-0.002
Age2006	-0.048	-1.300	0.195	-0.030	0.038	0.510	0.607	0.008	0.055	2.010	0.045	0.037
Age2007	0.060	1.630	0.102	0.037	0.095	1.320	0.188	0.019	-0.023	-0.840	0.403	-0.015
Age2008	0.068	1.820	0.068	0.042	0.165	2.290	0.022	0.033	-0.001	-0.040	0.966	-0.001
Age2009	-0.006	-0.180	0.858	-0.004	0.172	2.500	0.012	0.034	0.012	0.450	0.655	0.008
Age2010	-0.014	-0.390	0.694	-0.009	0.187	2.730	0.006	0.037	-0.030	-1.160	0.247	-0.020
Age2011	0.026	0.730	0.462	0.016	0.283	4.190	<.000	0.056	-0.004	-0.160	0.876	-0.003
Age2012	0.028	0.780	0.437	0.017	0.197	2.890	0.004	0.039	-0.063	-2.430	0.015	-0.042
Age2013	0.023	0.630	0.527	0.014	0.206	3.000	0.003	0.041	-0.028	-1.070	0.286	-0.019
Age	0.070	2.740	0.006	0.043	-0.473	-9.100	<.000	-0.094	-0.065	-3.410	0.001	-0.044
Gender	0.961	2.330	0.020	0.598	-1.208	-1.590	0.111	-0.240	-1.983	-6.670	<.000	-1.342
Com.Ins.	-0.061	-0.250	0.801	-0.038	0.593	1.240	0.215	0.118	3.041	17.030	<.000	2.058
GrnCrd2003	-2.173	-1.180	0.240	-1.351	-0.066	-0.020	0.988	-0.013	1.470	1.010	0.313	0.995
GrnCrd2004	1.794	0.860	0.392	1.115	0.687	0.150	0.884	0.136	0.834	0.510	0.609	0.565
GrnCrd2005	6.585	3.460	0.001	4.093	0.953	0.220	0.823	0.189	1.826	1.220	0.221	1.236
GrnCrd2006	-0.499	-0.270	0.790	-0.310	1.447	0.350	0.729	0.287	3.002	2.050	0.041	2.032
GrnCrd2007	3.385	1.820	0.068	2.104	0.925	0.220	0.823	0.184	1.058	0.730	0.467	0.716
GrnCrd2008	0.195	0.120	0.908	0.121	1.644	0.430	0.665	0.326	5.266	3.960	<.000	3.564
GrnCrd2009	1.856	1.010	0.315	1.154	1.597	0.390	0.696	0.317	2.679	1.850	0.064	1.813
GrnCrd2010	0.900	0.490	0.628	0.560	0.733	0.180	0.858	0.146	2.324	1.610	0.108	1.573
GrnCrd2011	0.651	0.340	0.736	0.405	0.927	0.220	0.825	0.184	1.564	1.040	0.296	1.058
GrnCrd2012	-0.250	-0.120	0.901	-0.155	0.611	0.140	0.888	0.121	0.447	0.290	0.773	0.302
GrnCrd2013	1.547	0.800	0.426	0.962	0.918	0.220	0.829	0.182	2.629	1.730	0.083	1.779
GrnCrd	-0.505	-0.320	0.749	-0.314	-2.898	-0.800	0.425	-0.575	-1.665	-1.320	0.186	-1.127
Maritstat	1.761	3.980	<.000	1.095	-2.389	-2.890	0.004	-0.474	2.942	9.180	<.000	1.991
Employed	-0.874	-3.160	0.002	-0.544	-4.256	-8.050	<.000	-0.845	0.085	0.420	0.674	0.058
IncAid2003	3.968	1.700	0.089	2.467	2.083	0.420	0.674	0.414	0.216	0.130	0.900	0.146
IncAid2004	3.995	1.730	0.083	2.483	1.465	0.300	0.763	0.291	0.165	0.100	0.922	0.112
IncAid2005	5.918	2.600	0.009	3.679	0.800	0.170	0.868	0.159	2.960	1.770	0.077	2.003
IncAid2006	5.171	2.270	0.023	3.214	1.304	0.270	0.786	0.259	-0.050	-0.030	0.976	-0.034
IncAid2007	6.983	3.080	0.002	4.341	1.378	0.290	0.774	0.274	0.903	0.540	0.588	0.611
IncAid2008	4.266	1.900	0.058	2.652	0.444	0.090	0.926	0.088	2.835	1.720	0.085	1.919
IncAid2009	4.304	1.830	0.068	2.676	1.422	0.290	0.773	0.282	0.714	0.410	0.679	0.483
IncAid2010	4.826	2.010	0.045	3.000	0.490	0.100	0.923	0.097	0.694	0.390	0.694	0.470
IncAid2011	5.128	2.110	0.035	3.187	1.110	0.220	0.826	0.220	-0.144	-0.080	0.936	-0.097
IncAid2012	4.868	1.970	0.049	3.026	0.870	0.170	0.866	0.173	0.450	0.250	0.804	0.304
IncAid2013	4.298	1.770	0.077	2.672	1.583	0.310	0.755	0.314	0.573	0.320	0.748	0.387
IncAid	-6.149	-2.900	0.004	-3.822	-2.551	-0.560	0.574	-0.506	-0.914	-0.590	0.558	-0.619
Workngp2003	0.176	0.390	0.698	0.109	-1.043	-1.120	0.262	-0.207	-0.262	-0.770	0.441	-0.177
Workngp2004	2.264	4.040	<.000	1.408	-0.024	-0.020	0.983	-0.005	-0.562	-1.340	0.180	-0.380
Workngp2005	0.887	1.640	0.100	0.551	0.385	0.350	0.723	0.076	-0.181	-0.450	0.652	-0.123
Workngp2006	-2.077	-3.760	0.000	-1.291	0.785	0.710	0.477	0.156	-0.357	-0.870	0.384	-0.242
Workngp2007	-0.556	-1.040	0.301	-0.346	0.275	0.260	0.799	0.055	0.256	0.640	0.521	0.173
Workngp2008	-1.142	-2.040	0.041	-0.710	-0.464	-0.420	0.672	-0.092	-0.038	-0.090	0.927	-0.025
Workngp2009	-0.249	-0.480	0.632	-0.155	-0.817	-0.800	0.425	-0.162	-0.061	-0.160	0.873	-0.041
Workngp2010	-0.669	-1.250	0.211	-0.416	-0.453	-0.430	0.666	-0.090	0.313	0.790	0.427	0.212

Workngp2011	-0.764	-1.380	0.167	-0.475	-0.114	-0.110	0.915	-0.023	-0.183	-0.450	0.652	-0.124
Workngp2012	-0.924	-1.680	0.092	-0.574	0.360	0.340	0.735	0.071	-1.099	-2.730	0.006	-0.744
Workngp2013	-1.567	-2.840	0.005	-0.974	0.054	0.050	0.960	0.011	-0.511	-1.270	0.205	-0.346
Workngp	1.294	3.160	0.002	0.804	-1.272	-1.530	0.127	-0.252	-0.050	-0.160	0.870	-0.034
PrvtHouse	-1.993	-5.150	<.000	-1.239	-5.238	-6.680	<.000	-1.040	-0.302	-1.040	0.297	-0.204
			1				1					
Apartment	-3.949	-10.580	<.000	-2.455	-1.289	-1.710	0.087	-0.256	0.997	3.580	0.000	0.675
			1									
Homenowner	1.645	5.750	<.000	1.023	-1.119	-2.090	0.037	-0.222	-0.510	-2.490	0.013	-0.345
			1									
Renters	-0.741	-2.410	0.016	-0.461	-3.068	-5.340	<.000	-0.609	-1.439	-6.560	<.000	-0.974
			1				1				1	
Urban	-4.259	-20.670	<.000	-2.647	-4.777	-11.940	<.000	-0.948	-0.328	-2.170	0.030	-0.222
			1				1					
Internet2003	-0.774	-0.370	0.715	-0.481	1.059	0.280	0.777	0.210	-1.195	-0.790	0.429	-0.809
Internet2004	0.405	0.160	0.874	0.252	0.902	0.200	0.840	0.179	-0.419	-0.230	0.819	-0.284
Internet2005	-2.202	-0.900	0.367	-1.369	-0.855	-0.200	0.842	-0.170	-1.138	-0.650	0.514	-0.770
Internet2006	1.201	0.560	0.577	0.746	1.652	0.430	0.664	0.328	-1.704	-1.110	0.265	-1.153
Internet2007	0.317	0.160	0.875	0.197	0.339	0.090	0.925	0.067	1.177	0.810	0.415	0.796
Internet2008	-0.083	-0.040	0.966	-0.051	0.667	0.190	0.847	0.132	0.352	0.250	0.801	0.238
Internet2009	-0.670	-0.350	0.728	-0.416	1.962	0.580	0.564	0.390	-0.072	-0.050	0.958	-0.049
Internet2010	0.100	0.050	0.959	0.062	0.743	0.220	0.826	0.148	-0.215	-0.160	0.875	-0.146
Internet2011	0.404	0.210	0.833	0.251	0.332	0.100	0.922	0.066	-0.709	-0.520	0.603	-0.480
Internet2012	-0.090	-0.050	0.963	-0.056	1.500	0.440	0.657	0.298	-0.388	-0.280	0.776	-0.262
Internet2013	0.279	0.150	0.884	0.173	0.541	0.160	0.873	0.107	-0.994	-0.730	0.465	-0.673
Internet	-1.802	-1.010	0.313	-1.120	0.541	0.170	0.864	0.107	2.543	2.000	0.046	1.721
Fmlytyp1	-1.117	-2.290	0.022	-0.694	-1.797	-1.970	0.049	-0.357	1.410	4.000	<.000	0.954
			1								1	
Fmlytyp2	-2.506	-5.190	<.000	-1.558	-1.242	-1.370	0.171	-0.247	2.781	7.950	<.000	1.882
			1								1	
Fmlytyp3	-2.545	-4.930	<.000	-1.582	0.458	0.470	0.638	0.091	2.644	7.050	<.000	1.790
			1								1	
Fmlytyp4	1.513	2.960	0.003	0.941	0.531	0.550	0.580	0.105	-0.677	-1.820	0.069	-0.459
Fmlytyp5	-2.905	-5.820	<.000	-1.806	0.273	0.290	0.771	0.054	2.873	7.900	<.000	1.945
			1								1	
Kids0-5age	3.271	24.590	<.000	2.033	-2.290	-8.810	<.000	-0.455	1.182	12.120	<.000	0.800
			1				1				1	
Kids6-14age	3.886	38.850	<.000	2.415	0.984	5.090	<.000	0.195	1.420	19.310	<.000	0.961
			1				1				1	
Kids15-19age	3.327	25.410	<.000	2.068	-0.347	-1.380	0.169	-0.069	0.840	8.750	<.000	0.569
			1								1	
Adultnmb	3.717	34.240	<.000	2.311	2.229	10.920	<.000	0.442	0.329	4.120	<.000	0.223
			1				1				1	
Educn2003	-0.024	-0.240	0.807	-0.015	-0.045	-0.240	0.813	-0.009	-0.265	-3.690	0.000	-0.179
Educn2004	-0.115	-0.950	0.340	-0.072	0.010	0.040	0.965	0.002	-0.261	-2.940	0.003	-0.177
Educn2005	-0.309	-2.520	0.012	-0.192	0.014	0.060	0.953	0.003	-0.137	-1.530	0.127	-0.093
Educn2006	-0.060	-0.490	0.627	-0.037	-0.042	-0.180	0.857	-0.008	-0.421	-4.710	<.000	-0.285
			1								1	
Educn2007	-0.134	-1.100	0.271	-0.083	0.050	0.220	0.829	0.010	-0.061	-0.690	0.492	-0.041
Educn2008	-0.135	-1.130	0.259	-0.084	0.233	1.050	0.296	0.046	0.021	0.240	0.811	0.014
Educn2009	-0.019	-0.160	0.871	-0.012	0.070	0.320	0.747	0.014	0.005	0.050	0.957	0.003
Educn2010	-0.264	-2.260	0.024	-0.164	-0.044	-0.210	0.837	-0.009	-0.074	-0.880	0.377	-0.050
Educn2011	-0.126	-1.070	0.285	-0.078	-0.047	-0.220	0.828	-0.009	-0.012	-0.140	0.889	-0.008
Educn2012	-0.071	-0.600	0.547	-0.044	-0.135	-0.620	0.537	-0.027	-0.079	-0.930	0.352	-0.054
Educn2013	-0.308	-2.610	0.009	-0.191	0.149	0.690	0.493	0.030	-0.027	-0.320	0.751	-0.018
Educn	-0.168	-2.020	0.044	-0.104	0.250	1.560	0.119	0.050	0.531	8.690	<.000	0.359
			1								1	
Income2003	-0.305	-1.330	0.184	-0.190	0.319	0.780	0.433	0.063	-1.490	-8.940	<.000	-1.008
			1								1	
Income2004	-0.916	-3.240	0.001	-0.570	-0.669	-1.340	0.181	-0.133	-1.629	-7.970	<.000	-1.102
			1								1	
Income2005	-0.143	-0.490	0.621	-0.089	0.175	0.340	0.734	0.035	0.379	1.800	0.072	0.256
Income2006	-0.190	-0.680	0.498	-0.118	-0.406	-0.810	0.418	-0.081	-1.543	-7.640	<.000	-1.044
			1								1	
Income2007	0.001	0.000	0.998	0.001	-0.400	-0.790	0.429	-0.079	-0.134	-0.650	0.516	-0.090
Income2008	0.167	0.600	0.551	0.104	-0.169	-0.350	0.726	-0.034	0.082	0.410	0.681	0.056
Income2009	-0.071	-0.260	0.792	-0.044	-0.296	-0.640	0.523	-0.059	-0.019	-0.100	0.922	-0.013
Income2010	0.042	0.150	0.880	0.026	-0.228	-0.480	0.634	-0.045	-0.263	-1.330	0.184	-0.178
Income2011	-0.205	-0.770	0.442	-0.127	-0.839	-1.850	0.064	-0.167	-0.171	-0.910	0.364	-0.116
Income2012	-0.256	-0.940	0.347	-0.159	-0.511	-1.100	0.273	-0.102	0.208	1.050	0.295	0.141
Income2013	-0.218	-0.810	0.419	-0.135	-1.006	-2.170	0.030	-0.200	-0.055	-0.290	0.772	-0.037
Income	0.177	0.920	0.359	0.110	2.914	8.550	<.000	0.579	2.650	19.000	<.000	1.794
			1				1				1	
Sigma (Std S)	26.464	412.200	<.000		38.06	185.190	<.000		-3.487	-2.950	0.003	
			1		7		1					

Rho (a.b)	0.078	19.410	<.000			
			1			
Rho (a.c)					0.064	20.920 <.000
						1
Rho (b.c)				0.136	36.560	<.000
						1

Note: a: Sugar, b: Jam and marmalade, c: Confectionery products, and ME refers to marginal effects

4. Conclusions

It is of utmost importance to know the silent driving forces that shape food expenditures at the household scale in determining food and health policies on the country scale. In this study, we, therefore, analyzed the possible effects of changes in the socio-demographic and economic structures at the household scale in Turkey during the period of 2002-2013 on monthly expenditures of sugar, jam-marmalade, and confectionery products using the multivariate Tobit model. Information on sugar and confectionery spending by Turkish households facilitates the segmentation of food marketing on the one hand and helps us provide more meaningful information to both industry stakeholders and policymakers on the other hand. When we focus on the family's spending on three kinds of food; first, the statistical test result shows that each year has a unique expenditure structure in all three products considered. Secondly, compared to the 2002 reference year, spending on sugar and jam-like food has declined over the years, while more spending on confectionery is emerging, possibly indicating increased income and health sensitivity over the years by families. On the other hand, increased spending on confectionery products may be due to increased family income, which may cause the family to socialize by spending more spare time in places such as restaurants including fast-food places and patisseries, thus consuming more confectionery food. As health awareness increases with increasing income among families, a decrease in food expenditures that threaten human health is actually an expected result. However, it can be expected that the demand for various confectionery foods discovered with socialization will decrease as a result of a gradual understanding of their direct and indirect side effects on human health. Meanwhile, health policies in the country should have priority to determine the harmful effects of such foods on human health through the written, visual media, and public spots.

Considering the latent effect of some variables on income, for example, as increasing education level and increasing the number of working people in a household are considered to be related to income, slight improvements in these may trigger the family income. In this context, it is extremely important for policymakers to attract the family to healthier foods with the help of intensive food campaigns and public spots. To further increase the impact, it would be of great benefit to lead food programming studies that support the driving factors in which they play a reducing role in these three types of food expenditures. In particular, monitoring supportive food programs for women who are in charge of the household may have a relatively slowing effect on the consumption of these sugary foods as compared to their non-sugary peers. In another example, by focusing on more nutritious food in families in need of food aid, the government can both prioritize the growth of healthy generations in the future and increase the roles of important drivers such as work productivity nationwide.

Future studies on the Turkish households' spending on sugar, jam-marmalade, and confectionery products may be strengthened by including assessment of the household panel data to capture both the cross section and time variant variabilities among the corresponding food spending equations. Also, by relaxing the assumption of each spending on sugar, jam-marmalade, and confectionery products presumed independent from the other basic food sub-categories, more dependencies among expenditures of the basic food staples can be examined without the failure of finding optimal solutions to multivariate censored regimes, if the computer capacity allows to do so. The findings in this study can be used by the confectionery sector to make their production and marketing plans. The government can also use these findings to estimate future demand and expenditure patterns of Turkish households on sugar, jam-marmalade, and confectionery products.

Acknowledgements

This study was fully founded by Minister of Food, Agriculture and Livestock of Turkey (MFAL) under the project number of TAGE-14-AR-60. The idea presented here does not necessarily reflect the MFAL of Turkey but are solely of authors. We would like to thank the Turkish Statistical Institution for sharing the household spending data with us. Authors would also like to emphasis their gratitude to Ilona Jayne Coulson-Ashworth from England for English editing of the manuscript.

References

- Akbay, C., Boz, I., Chern, W. S. (2007). Household food consumption in Turkey. *European Review of Agricultural Economics* 34: 209-231
- Amemiya, T. (1985). *Advanced Econometrics*. Basil Blackwell, Oxford, UK.
- Anonymous, (2017a). Helgilibrary, <http://www.helgilibrary.com/indicators/sugar-consumption-per-capita/turkey>. (Accessed date: 06.07.2017)
- Anonymous, (2017b) Milka, http://www.superbrands.com/turkeysb/trcopy/files/milkaing_3904.pdf. (Accessed date: 06.07.2017)
- Anonymous, (2016a) Fairtrade Foundation, Fairtrade and Sugar, <http://www.fairtrade.org.uk/> (Accessed date: 20 March 2016).
- Anonymous, (2016b). Turkish Sugar Factories Corporation, <http://www.turkseker.gov.tr> (Accessed date: 25 March 2016).
- Anonymous, (2016c). Ministry of Economy, Confectionery and Chocolate Products. General Directory of Export, Ankara, 2013.
- Anonymous, (2015). OECD-FAO Agricultural Outlook, http://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2015/sugar-projections-consumption-per-capita_agr_outlook-2015-table135-en. (Accessed date: 06.07.2017)
- Anonymous, (2003). National Health and Medical Research Council, Dietary guidelines for children and adolescents in Australia. Commonwealth of Australia, Canberra, Australia.
- Bilgic, A., Yen, S.T. (2013). Household food demand in Turkey: A two-step demand system approach. *Food Policy* 43:267-277
- Bilgic, A., Yen, S.T. (2014). Demand for meat and dairy products by Turkish households: A Bayesian censored system approach. *Agricultural Economics* 45(2): 117– 127
- Burton, M., Dorsett, R., Young, T.(1996). Changing preferences for meat: Evidence from UK household data, 1973-93. *European Review of Agricultural Economics* 23: 357-370
- Chun, O.K., Chung, C.E., Wang, Y., Padgitt, A., Song, W.O. (2010). Changes in intakes of total and added sugar and their contribution to energy intake in the U.S. *Nutrients* 2: 834-854
- Gül, A., Akbay, C. Ozcicek, C. Ozel, R., Akbay, A.O. (2007). Expenditure pattern for food away from home consumption in Turkey. *Journal of International Food and Agribusiness Marketing* 19(4): 31–43
- Grosso, G.; Marventano, S., Buscemi, S., Scuderi, A., Matalone, M., Platania, A. Giorgianni, G., Rametta, S., Nolfo, F., Galvano, F., Mistretta, A. (2013). Factors associated with adherence to the Mediterranean diet among adolescents living in Sicily, Southern Italy. *Nutrients* 5: 4908-4923.
- Honkala, S., Behbehani, J.M., Honkala, E. (2012). Daily consumption of confectionery drinks and foods as a behavioral risk for health of adolescents in Kuwait. *Oral Health and Preventive Dentistry* 10(2): 113-122.
- Ismail, A.I., Tanzer, J.M., Dingle. J.L. (1997). Current trends of sugar consumption in developing societies. *Community Dent Oral Epidemiol* 25: 438-443.
- Johnson, R.K., Appel, L.J., Brands, M., Howard, B.V., Lefevre, M., Lusting, R.H., Sacks, F., Steffen L.M., Wylie-Rosett. J. (2009). Dietary sugars intake and cardiovascular health: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 120: 1011-1020.
- Musaiger, A.O. (1993). Socio-cultural and economic factors affecting food consumption patterns in the Arab countries. *J R Soc Health* 113: 68-74
- Popkin, B.M., Nielsen, S.J. (2003). The sweetening of the World's diet. *Obesity Research* 11: 1325-1332.
- Reardon, T., Timmer, C.P., Berdegue, J.A. (2003). The rise of supermarkets in Latin America and Asia: Implications for international markets for fruits and vegetables. In: Regmi, A. and M. Gehlhar. (Ed.). *Global Markets for High Value Food Products*, Agriculture Information Bulletin, Washington DC, Economic Research Services, U.S. Department of Agriculture, 2003.
- Roma-Giannikou, E., Adamidis, D., Gianniou, M., Matsaniotis, N. (1994). Nutrition of Greek children. *Pediatrics* 57: 469-515
- Rumm-Kreuter, D. (2001). Comparison of the eating and cooking habits of northern Europe and the Mediterranean countries in the past, present and future. *Int J Vitam Nutr Res.* 71: 141-148
- Tan, A. K. G., Yen, S. T., Nayga, R. M. (2009). The demand for vices in Malaysia: An ethnic comparison using household expenditure data. *Atl Econ Journal* 37: 367-382
- Tekgüç, H. (2012). Separability between own food production and consumption in Turkey. *Review of Economics of the Household* 10(3): 423-439
- Terin, M., Bilgic, A., Güler, I.O., Yavuz. F. (2015). Analyzing factors affecting household milk products' expenditures in Turkey: A Multivariate Heckman Sample Selection System Approach. *Ankara University Journal of Agricultural Science* 21(4): 500-515
- Tur, J.A., Romaguera, D., Pons, A. (2004). Food consumption patterns in a Mediterranean region: Does the Mediterranean diet still exist? *Ann Nutr Metab.* 48: 93-201
- Yannakoulia, M., Karayiannis, D., Terzidou, M., Kokkevi, A., Sidossis, L.S. (2004). Nutrient-related habits of Greek Adolescents. *Eur. J. Clin. Nutr.* 58: 580-586

Yüksek Enerjili Yemlere Biberiye Yaprağı (*Rosmarinus officinalis*) İlavesinin, Yumurtacı Tavuklarda Performans, Yumurta Kalite Kriterleri, Serum Lipit Profili ve Karaciğer Yağ Oranı Üzerine Etkisi

The Effect of Rosemary Leaves (*Rosmarinus officinalis*) Addition to Diets with High Energy on Laying Hen Performance, Egg Quality Parameters, Serum Lipid Profile and Liver Fat Rate

Hilal ÜRÜŞAN¹


Özet

Araştırmada yumurtacı tavuk rasyonlarına eklenen biberiye yaprağının (*Rosmarinus officinalis*) performans, yumurta kalite kriterleri, serum lipit profili ve bazı antioksidan enzimler ile karaciğer yağ oranı üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada 70 haftalık yaşta toplam 120 adet Lohman LSL hibrit yumurtacı tavuklar kullanılmış olup, beş gruba ayrılmış (n=24) ve her grup altı tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Birinci grup bazal yemle (kontrol), ikinci grup yüksek enerjili yem (3020 kcal kg⁻¹) ile, 3. 4. ve 5. gruplar ise yüksek enerjili (YE) yeme sırasıyla 5, 10, 15 g kg⁻¹ biberiye yaprağı ilave edilen yemlerle 8 hafta süresince beslenmiştir.

Deneme başı canlı ağırlık (CA), yemden yararlanma oranı ve yumurta ağırlığı bakımından gruplar arasında farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Deneme sonu CA, kontrol grubunda yüksek diğer gruplarda düşük bulunmuştur. Biberiye ilave edilmeyen yüksek enerjili yem ile beslenen grupta yem tüketimi ve yumurta verimi düşmüştür. Muamele grupları arasında, yumurta ak, sarı ve kabuk oranı, Haugh birimi, şekil indeksi ve kabuk kalınlığı değerleri bakımından istatistiksel olarak önemli bir farklılık görülmemiştir (P>0.05). Bununla birlikte, yumurtacı tavuk rasyonlarına biberiye ilavesi yumurta sarı rengini ve kırılma mukavemetini önemli oranda arttırmıştır. Serum GPx değerinin YE+15 g kg⁻¹ biberiye grubunda önemli derecede yükseldiği görülmüştür (P<0.001). Yüksek enerjili yemlere biberiye ilavesinin plazma trigliserit ve VLDL oranını düşürdüğü tespit edilmiştir. En yüksek karaciğer ağırlığı ve karaciğer yağ oranı YE+0 g kg⁻¹ grubunda saptanmıştır (P<0.001). Biberiye yaprağı ilave edilen bütün gruplarda karaciğer yağ oranı düşük bulunmuştur.

Sonuç olarak; yüksek enerjili yumurta tavuğu rasyonlarına biberiye yaprağı ilavesinin kırılma mukavemeti, yumurta sarı rengi, serum trigliserit değeri, VLDL oranı, karaciğer ağırlığı, karaciğer yağ oranı ve GPx enzim aktivitesini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan enzimler, Biberiye (*Rosmarinus officinalis*), Karaciğer yağlanması, Serum lipit profili, Yumurtacı tavuk.

¹*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Hilal Ürüşan, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Erzurum, Türkiye. E mail: hilalurusan@atauni.edu.tr,  ORCID: 0000-0003-4676-3049.

Atıf/Citation: Ürüşan, H. Yüksek Enerjili Yemlere Biberiye Yaprağı (*Rosmarinus officinalis*) İlavesinin, Yumurtacı Tavuklarda Performans, Yumurta Kalite Kriterleri, Serum Lipit Profili ve Karaciğer Yağ Oranı Üzerine Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 115-124.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2021

Abstract

In this study, it was aimed to determine the effects of rosemary leaves (*Rosmarinus officinalis*) added to laying hen diets on performance, egg quality, serum lipid profile, some antioxidant enzymes and liver fat ratio. A total of 120 Lohman LSL hybrid laying hens at the age of 70 weeks was used in the study, divided into five groups (n=24) and each group was carried out with six replications. The first group was with basal feed (control), the second group was with high energy (3000 kcal kg⁻¹) feed, and the 3rd, 4th and 5th groups were with feeds that added 5, 10 and 15 g kg⁻¹ rosemary leaves, respectively, to high energy (HE) diet. It was fed for 8 weeks.

At the beginning of experiment, there was no statistically significant difference between the groups in initial body weight, feed conversion ratio and egg weight. At all treatment groups final body weight decreased except control group. Feed consumption and egg production decreased in the group that fed with high energy (HE) feed that was not added rosemary. There was no statistically significant difference between the groups in albumen, yolk and shell weight, Haugh units, shape index and shell thickness (P>0.05). Although, the addition of rosemary to laying hen rations significantly increased yolk color and shell breaking strength. Serum GPx value was found to increase significantly with the addition of HE+15 g kg⁻¹ rosemary leaf (P<0.001). It has been determined that the addition of rosemary to the feed decreases the plasma triglyceride and VLDL ratio. Liver weight was found to be high in HE+0 g kg⁻¹ group (P<0.001). The liver fat rate was low in all groups that added rosemary leaves.

As a result; it might be said that the addition of rosemary leaves to high energy laying hen diets positively affects shell breaking strength, yolk color, serum triglyceride value, VLDL ratio, liver weight, liver fat ratio and GPx enzyme activity.

Keywords: Antioxidant enzymes, Rosemary (*Rosmarinus officinalis*), Fatty liver, Serum lipid profile, Laying hen.

1. Giriş

Biberiye (*Rosmarinus officinalis L.*), *Lamiaceae* (Ballıbabagiller) familyasına ait çok yıllık aromatik bir bitki türüdür. Yapısında; eterik yağlar, diterpen fenoller (karnosik asit, karnolsol, rosmanol), fenolik asitler (rosmarinik asit) ve flavanoidler (ursolik asit, oleanolik asit) gibi birçok bileşik vardır (Eman, 2019). Yapılan çalışmalarda biberiyenin, içeriğindeki yüksek fenolik bileşiklerden dolayı antimikrobiyal, antioksidan, antikanserojen, lipit oksidasyonunu indükleyici ve karaciğer fonksiyonlarını düzenleyici etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Torki ve ark., 2018;Yeşilbağ, 2018).

Biberiye ile yapılan çok sayıda çalışma olmasına rağmen, biberiyenin hepatoprotektif özelliği yönünde yapılan çok az sayıda araştırma vardır. Kanatlı hayvanların kafeste yeterli alan bulamaması ve yüksek enerjili rasyon ile beslenmesi sonucu “Yağlı Karaciğer Sendromu” adı verilen metabolik bozukluk görülmektedir. Yağlı karaciğer sendromunda, ekonomik kayıp fazla olmaktadır. Bu kaybı en aza indirebilmek için, tavukların rasyonlarına lipotropik etkili bileşiklerin katılması gerekmektedir.

Biberiyenin yumurta tavukları rasyonlarında kullanımının, karaciğer yağlanması üzerine etkilerini ortaya koyan çok az sayıda araştırma mevcuttur (Loetscher ve ark., 2013; Mousavi ve ark., 2017). Bu nedenle, çalışmada yüksek enerjili yem ile beslenen yumurtacı tavuk rasyonlarına eklenen ve antioksidan, antimikrobiyal ve hepatoprotektif özelliği olan biberiye (*Rosmarinus officinalis L.*) bitkisinin yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, yumurta verimi, yumurta kabuk kalitesi, serum lipit profili, bazı antioksidan enzimler ile karaciğer yağ oranı üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Deneme gruplarının oluşturulması ve deneme planı

Çalışmaya başlamadan önce Veteriner Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yerel Etik Kurulunun onayı (Onay numarası: 2020/01) alındı. Araştırmada 70 haftalık yaşta toplam 120 adet Lohmann LSL hibrit yumurta tavuğu kullanıldı. Araştırma, 6 tekerrürlü olacak şekilde 5 muamele grubuna ayrıldı. Üç katlı kafeslerde (59x61x60 cm) her bir bölmede 4 hayvan olacak şekilde yerleştirilmiştir. Birinci grup kontrol grubu olup bazal yemle (2726 kcal kg⁻¹), (NRC, 1994), ikinci grup yüksek enerjili (3020 kcal kg⁻¹) yem ile, 3. 4. ve 5. gruplar ise yüksek enerjili (YE) yeme (Tablo 1) sırasıyla 5, 10, 15 g kg⁻¹ biberiye homojen olacak şekilde ilave edilerek oluşturulan yemlerle 8 hafta süre ile beslendi. Rasyona ilave edilen biberiye yaprağı ticari bir firmadan temin edildi. Araştırma süresince hayvanlara yem ve su ad libitum olarak verildi.

Tablo 1. Deneme rasyonlarının içeriği ve kimyasal bileşimi.

Table 1. Ingredients and chemical composition of the experimental diets.

Besin Maddeleri	Bazal Yem	Yüksek Enerjili Yem
Mısır	63.00	64.17
Soya Fasülyesi Küspesi 44-46	16.39	12.50
Mısır Glütenu 60	8.48	10.64
Mermer Tozu	9.68	7.65
DCP	1.44	1.44
Soya Yağı	0.17	2.68
Vitamin-Mineral karması	0.25	0.25
Tuz	0.22	0.33
Sodyum Bikarbonat	0.16	0.16
L-Lizin	0.11	0.10
DL Metiyonin	0.10	0.08
Besin Madde Kompozisyonu		
Kuru Madde, %	88.41	88.54
Ham Protein, %	17.52	17.20
Ham yağ, %	2.20	4.84

Ham kül, %	11.87	10.35
Ham selüloz, %	2.78	2.57
D Metiyonin	0.38	0.38
Metiyonin, %	0.40	0.41
Lizin, %	0.76	0.70
ME, cal kg ⁻¹	2726	3020

Her 2 kg vitamin ön karışımı 12 000 000 IU vitamin A, 2500 000 IU vitamin D3, 14 000 mg vitamin E, 15000 mg vitamin K3, 1250 mg vitamin B2, 2800 mg vitamin B2, 8000 mg niasin, 4000 mg Ca-Dpantothenate, 2000 mg vitamin B6, 6 mg vitamin B12, 400 mg folik asid, 18 mg d-biotin, 20 000 mg vitamin C, 50 000 mg kolin klorid içermektedir. 200 mg Lutein, 12,5 mg Zeaksantin, 26.667 mg Mangan oksit, 20.000 mg Çinko oksit, 20.000 mg Demir sülfat, 1.667 mg Bakır sülfat, 67 mg Kobalt karbonat, 333 mg Kalsiyum İyodat, 50 mg Sodyum Selenit, 300 mg Metiyonin Hidroksi analogu içermektedir

2.2. Performans ve yumurta kalite kriterleri

İki haftada bir günlük yem tüketimleri (alt grup ortalaması) ve yumurta ağırlıkları tespit edildi. Tüketilen yemin, üretilen yumurta miktarına (kg) bölünmesiyle yemden yararlanma oranları belirlendi. Yumurta verimleri, günlük olarak kaydedildi ve alt grupta bulunan hayvan sayısına bölünüp yüzde olarak ifade edildi. Muamele gruplarından iki haftada bir 12 yumurta alınarak, yumurta ak, sarı ağırlıkları, kabuk oranı, kabuk kalınlığı ve Haugh birimi tespit edildi.

2.3. Oksidatif stabilite parametrelerinin tespit edilmesi

Oksidatif stabilite parametrelerinin analizi için heparinli tüplere alınan kanlar; 3000 rpm de 10 dk santrifüj edilerek plazmaları çıkartıldı. Plazmalarda Malondialdehid (MDA) düzeyi, Süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi, Glutasyon (GSH) düzeyi, Glutasyon peroksidaz (GPx) aktivitesi, Katalaz enzim (CAT) aktivitesi, TP düzeyleri ve NEFA düzeyleri(Biont Chicken NEFA ELISA Kit, Cat No: YLA0179CH) Biotek Elisa Reader (Bio Tek µQuant MQX200 Elisa reader/USA) ile ölçüldü. TP düzeyleri SOD ve GPx aktivitesinin hesaplamasında kullanıldı.

2.4. Serum lipit profilinin belirlenmesi

Deneme sonunda her gruptan altı hayvanın kanat altı venasından (*vena cutaneus*) kan örnekleri alınmış, alınan kan örnekleri spektrofotometrik (Cobas 6000, Japon) yöntemle ticari kitler (Roche) kullanılarak ALP, ALT, AST, TG, total kolesterol, HDL, LDL, VLDL, glikoz ve östrojen hormon düzeyleri belirlendi.

2.5. Karaciğer ağırlıkları ve karaciğer dokusunda total lipit tayini

Deneme sonunda her gruptan tesadüfi olarak seçilen 6 hayvan kesilerek karaciğer yaş ağırlıkları alındı. Daha sonra 105 °C'lik etüvde 24 saat bekletilip, karaciğer kuru ağırlıkları tespit edildi. Karaciğer ağırlıkları 100 gr canlı ağırlığa oranlanarak, karaciğer yaş ve kuru ağırlık oranı belirlendi. Ağırlıkları alınan karaciğerlerden total lipit analizleri, Bligh and Dyer (1959) 'ın uyguladığı yöntemle yapıldı.

2.6. İstatistik analizler

Deneme sonunda elde edilen veriler varyans analizi tam şansa bağlı deneme planına göre SPSS 17.0 (1999) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Muamele gruplarına ait ortalamalar arasındaki farklılığın tespitinde, Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Performans parametreleri

Yeme biberiye ilavesinin, yumurta tavuklarının performansı üzerine etkisi Tablo 2'de gösterilmiştir. Deneme sonu canlı ağırlık (CA), yem tüketimi ve yumurta verimi bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık (P<0.05) görülmüştür. Deneme sonu CA değeri, en yüksek kontrol grubunda bulunmuştur. Yüksek enerjili

yeme biberiye ilave edilmeyen grupta, yem tüketiminin önemli derecede düştüğü, diğer grupların yem tüketim değerlerinin ise kontrol grubuyla benzer olduğu tespit edilmiştir ($P<0.01$). Diğer grupların yem tüketimleri, kontrol grubuyla benzer bulunmuştur. Bu bulgulara göre yüksek enerjili yemin yem tüketimini düşürdüğü tespit edilmiştir. Sarıözkan ve ark., (2009) yumurtacı tavuklarda yüksek ve düşük enerjili rasyona karnitin ilavesinin, yüksek enerjili yem ile beslenen gruplarda yem tüketimini düşürdüğü, yemden yararlanma oranını ise artırdığını bildirmişlerdir. Yine yapılan benzer çalışmalarda; yüksek enerjili yem tüketen gruplar; düşük enerjili yem tüketen gruplardan daha az yem tüketmiştir (Corduk ve ark., 2008; Kang ve ark., 2018). Yapılan bu çalışmalar araştırma sonucumuzu desteklemektedir. Rasyonun enerji düzeyi artırıldığı zaman yem tüketiminin düştüğü birçok çalışmada bildirilmiştir.

Deneme başı CA, yemden yararlanma oranı ve yumurta ağırlığı bakımından gruplar arasında farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Yüksek enerjili yem ile beslenen grupta yumurta verimi kontrol grubuna göre önemli oranda düşmüştür. Ancak yüksek enerjili yeme biberiye ilavesinin yumurta verimini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Kang ve ark., (2018) rasyonun enerjisi arttıkça yem tüketiminin azaldığı ve buna bağlı olarak yumurta veriminin düşeceğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada yüksek enerjili rasyona biberiye ilave edilen gruplarda yumurta ağırlığı rakamsal olarak artmış ancak aradaki fark önemsiz bulunmuştur. Çimrin ve Demirel (2016) çalışmalarında, yumurtacı tavuk rasyonlarına 200-300 mg kg^{-1} biberiye ilavesinin yumurta ağırlığı üzerine olumlu etki ettiği bildirilmiştir. Bununla birlikte, yemlere biberiye uçucu yağı ilavesinin canlı ağırlık (Çiftçi ve ark. 2013; Yeşilbağ ve ark. 2013), yumurta verimi ve yumurta ağırlığı (Garcia ve ark., 2019; Behlül Sevim ve ark., 2020) üzerine önemli bir etkisinin olmadığını bildiren çalışmalar da mevcuttur. Yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar alınmasının nedeni, kullanılan bitkinin yetiştiği bölge, hasat zamanı, yapılarındaki etken maddelerin çeşidi ve hayvan türü gibi faktörlerin yanı sıra rasyonun enerji düzeyinin farklı olmasında olabilir.

Tablo 2. Yumurta tavuk rasyonlarına biberiye ilavesinin performans üzerine etkisi

Table 2. Effect of Rosemary supplementation to diets on laying hens' performance

Gruplar	Deneme başı CA	Deneme sonu CA	Yem tüketimi (g)	Yemden yararlanma oranı (g:g)	Yumurta verimi (%)	Yumurta ağırlığı (g)
Kontrol	1644.4	1561.8 ^a	112.91 ^a	2.32	81.55 ^a	60.35
YE+ 0 g kg^{-1} biberiye	1662.0	1308.1 ^b	95.01 ^b	2.36	66.40 ^b	60.55
YE+ 5 g kg^{-1} biberiye	1673.8	1368.8 ^b	119.03 ^a	2.53	72.70 ^a	64.95
YE+ 10 g kg^{-1} biberiye	1643.3	1366.7 ^b	114.02 ^a	2.41	75.86 ^a	62.34
YE+ 15 g kg^{-1} biberiye	1651.1	1309.5 ^b	111.17 ^a	2.47	72.97 ^a	62.25
SHO	4.71	26.68	2.26	0.05	1.60	0.60
P	0.202	0.007**	0.002**	0.640	0.025*	0.074

a-d: Aynı sütündeki farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır, *: $P<0.05$; **: $P<0.01$; ***: $P<0.001$, YE: Yüksek enerjili yem, CA: Canlı ağırlık, SHO: Standart hata ortalaması

3.2. Yumurta kalite kriterleri

Yem enerji değerinin yumurta ak, sarı, kabuk oranı, haugh birimi, şekil indeksi ve kabuk kalınlığı üzerine bir etkisinin olmadığı görülmüştür (Tablo 3). Yüksek enerjili rasyona biberiye ilavesi kırılma mukavemetini önemli düzeyde artırmıştır (Tablo 3). Kırılma mukavemeti, YE+ 10 g kg^{-1} biberiye ilave edilen grupta en yüksek bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda ekonomik olarak en önemli yumurta kalite kriterinin kabuk kırılma mukavemetinin olduğu bildirilmiştir (Olgun, 2011). Yumurtanın kırılma mukavemeti ne kadar yüksekse nakliye ve pazarlama sırasında ekonomik kayıp o kadar az olacaktır. Cufadar, (2018), yumurtacı tavuk rasyonlarına 250 mg kg^{-1} biberiye yağı ilavesinin yumurta kırılma mukavemetini önemli oranda artırdığını bildirerek mevcut çalışmayı desteklemektedir. Bu sonuçların aksine rasyona biberiye ilavesinin yumurta kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı, kabuk kırılma mukavemeti, şekil indeksi, sarı indeksi, ak indeksi ve Haugh birimi değerleri bakımından istatistikî bir farklılık görülmediğini bildiren çalışmalarda mevcuttur (Çimrin ve Demirel, 2016, Garcia ve ark., 2019; Behlül Sevim ve ark., 2020).

Yumurta sarısı renk parametresi muamelelerden etkilenmiş olup ($P<0.05$), yüksek enerjili yem ile beslenen gruplarda sarı renk değerinin arttığı gözlenmiştir (Tablo 3). Yüksek enerjili rasyonda soyanın azalması, mısır ve mısır glutenunun miktarının artması sonucu yumurta sarı rengi artmış olabilir. Hem mısırın hem de biberiyenin yapısında bulunan karotenoidlerin yumurta sarısına geçerek, yumurta sarısı renginde koyulaşmaya neden olmaktadır (Yeşilbağ ve ark., 2013; Garcia ve ark., 2019).

Tablo 3. Yumurta tavuk rasyonlarına biberiye ilavesinin yumurta kalite kriterleri üzerine etkisi

Table 3. Effect of dietary Rosemary on egg quality criteria of laying hens

Gruplar	Yumurta ak indeksi (%)	Yumurta sarı indeksi (%)	Kabuk (%)	Sarı Rengi	Haugh birimi	Kırılma mukavemeti (kg cm ³)	Şekil indeksi	Kabuk kalınlığı (µm)
Kontrol	59.75	29.72	10.52	9.45 ^b	80.63	2.71 ^c	73.67	0.46
YE+ 0 g kg ⁻¹ biberiye	57.92	31.37	10.71	10.78 ^a	83.54	2.88 ^{bc}	71.72	0.42
YE+ 5 g kg ⁻¹ biberiye	56.38	33.10	10.52	11.11 ^a	84.84	3.38 ^{ab}	72.53	0.46
YE+ 10 g kg ⁻¹ biberiye	60.76	30.03	9.21	11.17 ^a	84.18	3.51 ^a	72.45	0.47
YE+ 15 g kg ⁻¹ biberiye	56.19	32.79	11.01	11.22 ^a	81.76	3.03 ^{abc}	73.70	0.44
SHO	0.71	0.57	0.22	0.15	0.82	0.10	0.28	0.008
P	0.155	0.214	0.086	0.000***	0.474	0.033*	0.088	0.469

a-c: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. *:P <0.05; **:P <0.01; ***:P <0.001, YE:yüksek enerjili yem, SHO: Standart hata ortalaması

3.3. Serum antioksidan parametreleri.

Yumurta tavuk rasyonlarına ilave edilen biberiyenin, serum antioksidan özellikler üzerine etkileri *Tablo 4'* te verilmiştir. Lipid peroksidasyonun son ürünü olarak Malondialdehit (MDA) oluşur. MDA'nın artması sonucu hücrelerin yapı ve fonksiyonları sekteye uğrar. Böylece, plazma membranında akışkanlık azalır, membran geçirgenliği değişir ve membrana bağlı enzimlerin aktivitesinde azalma gözlenir (White ve ark., 1993). Araştırmada MDA değeri YE+5 g kg⁻¹ biberiye grubunda en yüksek bulunmuştur (*Tablo 4*). Biberiyenin insanlar üzerinde yapılan bir çalışmada serum MDA değerini önemli oranda düşürdüğü bildirilmiştir. Her gün 2 gr biberiye tüketen bireylerde serum MDA değeri %13.6 azalırken, her gün 10 gr biberiye tüketen bireylerde %36.21 oranında azaldığı tespit edilmiştir (Labban ve ark., 2014). Batista ve ark. (2017), 200 mg kg⁻¹ biberiye yağının yumurtacı tavuklarda serum MDA oranını düşürdüğünü bildirmişlerdir. Aydın (2020), damızlık bıldırcın içme sularına; içerisinde biberiyenin de olduğu karışık bitki ekstraktı (Mintofarm) ilavesinin serum MDA oranını azalttığını, GSH ve GPx değerlerini artırdığını bildirmiştir. Hem insan hem de hayvanlar üzerinde yapılan birçok çalışmada biberiyenin, serum MDA değerini azalttığı yönündedir (Labban ve ark., 2014; Batista ve ark., 2017; Aydın, 2020).

YE+5 g kg⁻¹ biberiye grubunda SOD ve GSH enzim aktiviteleri düşmüştür (*Tablo 4*). Yapılan çalışmalarda biberiyenin SOD aktivitesini artırdığı bildirilmektedir. Bu farklılık; YE+5 g kg⁻¹ biberiye grubundaki MDA oranının artmasıyla açıklanabilir. Polat ve ark. (2011), 8,6 g kg⁻¹ biberiye, 100 mg kg⁻¹ biberiye yağı ve 200 mg kg⁻¹ E vitamini ilavesinin SOD aktivitesini artırdığını bildirmiştir. Yapılan başka bir çalışmada rasyona 6 g kg⁻¹ biberiye ilavesinin yumurtacı tavuklarda SOD değerini önemli oranda artırdığı yönündedir (Alagawany and Abd El-Hack, 2015). Bu farklılığı rasyona ilave edilen biberiyenin dozlarının farklı olması ile açıklayabiliriz. Çalışmada biberiyenin düşük dozunun, lipid peroksidasyonu indüklediği ve antioksidan enzimleri ise inhibe ettiği söylenebilir.

Araştırmada YE+15 g kg⁻¹ grubunda serum GPx enzim aktivitesi en yüksek olarak tespit edilmiştir (*Tablo 4*). YE+15 g kg⁻¹ biberiye tüketimi, CAT enzim aktivitesini rakamsal olarak artırdığı ve hücresel savunmada enzimlerle beraber reaktif oksijen türlerine karşı etkili olduğu ve oksidatif stresin bir göstergesi olan MDA seviyesini azalttığı tespit edilmiştir. Bakirel ve ark. (2008), *in vivo* şartlarda biberiyenin serum MDA oranını

düşürdüğünü, SOD ve CAT enzim aktivitelerini ise artırdığını bildirmişlerdir. Esterleşmemiş yağ asidi (NEFA) değeri YE+5 g kg⁻¹ biberiye grubunda yüksek bulunmuştur. NEFA konsantrasyonunun artması sonucu, karaciğerde glikoz üretiminin artmasına ve kas dokusunda glikoz tutulmasının azalmasına yol açmaktadır. Bunun sonucunda kan glikoz konsantrasyonu yükselir ve insülin etkisine zıt bir etki gözlemlenir (Yurdaer, 2001).

Tablo 4. Yumurta tavuk rasyonlarına biberiye ilavesinin bazı serum antioksidan enzim parametrelerine etkisi

Table 4. Effect of dietary Rosemary on some blood serum antioxidant enzyme parameters of laying hen

Gruplar	MDA (nmol L ⁻¹)	GSH (mmol L ⁻¹)	SOD (U L ⁻¹)	CAT (KU L ⁻¹)	GPx (U L ⁻¹)	NEFA (mmol L ⁻¹)
Kontrol	7.79 ^{ab}	2.30 ^a	58.12 ^a	150.17	1.45 ^b	0.216 ^b
YE+ 0 g kg ⁻¹ biberiye	7.56 ^b	2.43 ^a	58.77 ^a	153.75	1.47 ^b	0.211 ^b
YE+ 5 g kg ⁻¹ biberiye	10.90 ^a	1.75 ^c	52.71 ^c	138.68	1.35 ^c	0.249 ^a
YE+ 10 g kg ⁻¹ biberiye	8.21 ^b	2.14 ^b	54.94 ^{bc}	151.30	1.46 ^b	0.221 ^b
YE+ 15 g kg ⁻¹ biberiye	7.63 ^b	2.16 ^b	56.45 ^b	156.80	1.53 ^a	0.210 ^b
SHO	0.34	0.06	0.73	2.13	0.01	0.004
P	0.000***	0.000***	0.034*	0.054	0.000***	0.044*

a-c: Aynı sütündeki farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır, *:P<0.05; **:P<0.01; ***:P<0.001, YE:Yüksek enerjili yem, SHO:Standart hata ortalaması

3.4. Serum lipit parametreleri

Yüksek enerjili rasyona ilave edilen biberiyenin serum lipit profili, karaciğer enzimleri ve östrojen hormonu üzerine etkileri Tablo 5' te verilmiştir. Rasyona biberiye ilavesinin serum ALP, AST, ALT, kolesterol, LDL, HDL ve östrojen hormonu üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

Tablo 5. Yumurta tavuk rasyonlarına biberiye ilavesinin bazı serum metabolitlerine etkisi

Table 5. Effect of dietary Rosemary on some blood metabolic profil of laying hen

Gruplar	ALP (U L ⁻¹)	AST (U L ⁻¹)	ALT (U L ⁻¹)	Trigliserit (mg dL ⁻¹)	Glukoz (mg dL ⁻¹)	Kolesterol (mg dL ⁻¹)	LDL (mg dL ⁻¹)	HDL (mg dL ⁻¹)	VLDL (mg dL ⁻¹)	Östrojen (pg mL ⁻¹)
Kontrol	259.3	244.7	2.00	224.3 ^b	260.7 ^c	114.7	62.0	42.7	71.67 ^b	231.0
YE+0 g kg ⁻¹ biberiye	253.3	265.7	5.33	613.7 ^a	248.0 ^{bc}	193.3	158.0	37.7	313.33 ^a	202.3
YE+5 g kg ⁻¹ biberiye	629.3	267.3	1.67	403.0 ^{ab}	281.3 ^{abc}	112.3	65.7	39.3	112.67 ^b	262.7
YE+10 g kg ⁻¹ biberiye	281.0	252.0	2.0	190.3 ^b	294.0 ^{ab}	104.3	35.3	45.0	38.00 ^b	371.7
YE+15 g kg ⁻¹ biberiye	591.0	187.7	3.67	257.0 ^b	307.0 ^a	84.7	69.3	34.0	104.67 ^b	252.3
SHO	67.12	15.52	0.59	53.55	7.34	16.86	15.77	4.22	29.24	49.77
P	0.154	0.529	0.238	0.039*	0.036*	0.322	0.109	0.955	0.003**	0.894

a-c: Aynı sütündeki farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır, *:P<0.05; **:P<0.01; ***:P<0.001, YE:Yüksek enerjili yem, SHO:Standart hata ortalaması

Kanda serbest yağ asitlerinin artması sonucu, karaciğerde trigliserit sentezi artmaktadır. Trigliseritlerin karaciğerde sentez hızı, VLDL sentezleyip dolaşıma salma hızını aşar ve karaciğerde yağlanma başlar. Çalışmada yüksek enerjili yem ile beslenen grupta serum trigliserit oranı önemli oranda artmıştır (P<0.05). Yüksek enerjili yeme biberiye ilavesi kan trigliserit ve VLDL oranını önemli oranda düşürmüştür (Tablo 5). Cimrin, (2019), yumurtacı tavuk rasyonuna 1000 mg kg⁻¹ biberiye ve kekik ilavesinin serum trigliserit oranını düşürdüğünü bildirerek araştırmayı desteklemektedir. Alagawany and Abd El-Hack, (2015) yumurtacı tavuk rasyonuna 3, 6, 9 g kg⁻¹ biberiye ilave etmiş ve biberiyenin serum trigliserit, LDL ve kolesterol oranını rakamsal olarak düşürdüğü bildirilmiştir. Mevcut çalışmada YE+10 g kg⁻¹ biberiye grubu rakamsal olarak LDL değerini düşürmüş, HDL değerini ise artırmıştır. Kandaki östrojen seviyesi YE+10 g kg⁻¹ biberiye grubunda rakamsal olarak yüksektir. Yüksek östrojen konsantrasyonu, çok düşük yoğunluklu lipoprotein (VLDL) şeklinde karaciğerden taşınan TG

sentezini teşvik etmektedir (Zhu ve ark., 2013). Mevcut çalışmada östrojen hormonunun arttığı biberiye gruplarında VLDL ve trigliserit oranı düşmüştür. Ghazalah ve Ali, (2008) broyler rasyonuna %0.5 oranında biberiye ilavesinin LDL ve toplam kolesterolü düşürdüğünü bildirmiştir.

3.5. Karaciğer ağırlıkları ve karaciğer yağ oranı

Karaciğer yağlanması istenmeyen bir durumdur. Karaciğer ağırlığının artması, hepatik lipit içeriğinin artmasıyla ilişkilendirilmektedir. Hepatik trigliserit miktarındaki artış, karaciğer hacminin veya ağırlığının >%5 fazlası olması durumunda gerçekleşmektedir (Fabbrini ve Magkos, 2015). Rasyona biberiye ilavesi karaciğer yaş ve kuru ağırlıklarını önemli oranda etkilemiştir (Tablo 6). YE+0 g kg⁻¹ biberiye grubunda karaciğer yaş ve kuru ağırlık yüksek diğer gruplarda düşük bulunmuştur. Araştırma bulgularına göre; rasyona biberiye ilavesi karaciğer yaş ve kuru ağırlıklarını önemli oranda düşürmüştür (P<0.05). Yüksek yağlı diyetle beslenen hayvanların karaciğer doku ağırlıklarının kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farka sahip olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Çetin, 2018; Zhuang ve ark., 2019). Yüksek enerjili yem ile beslenen grupta karaciğer ağırlığının artması teorik olarak intrahepatik TG miktarının arttığını göstermektedir. Yüksek yağlı diyetlerle beslenen sığınlarda kolesterol düzeyi ve karaciğer ağırlığı kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (Çetin, 2018). Enerji değeri artırılmış olan grupta karaciğer ağırlığının yüksek olması Çetin, (2018)' in yaptığı çalışma ile uyum içerisindedir. Tavuklarda karaciğer yağlanması üzerine çok az sayıda çalışma vardır. Fareler üzerinde yapılan benzer çalışmada biberiyenin karaciğer ağırlığını, karaciğer yağ oranını, plazma ALT, AST enzim değerlerini düşürdüğü bildirilmiştir (Zhao ve ark., 2015). Mousavi ve ark., (2017) yumurtacı tavuk rasyonuna; içinde biberiyenin de olduğu esansiyel yağ karışımı ilavesinin, karaciğer ağırlığını ve karaciğer yağ oranını düşürdüğü tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada rasyona biberiye ilavesinin, karaciğer ağırlığı oranını azalttığı yönündeki literatür bulguları Zhao ve ark., (2015) ve Mousavi ve ark., (2017) ile uyumludur.

Tablo 6' yı incelediğimizde karaciğer yağ oranı bakımından yüksek enerjili yem ile beslenen grupta yüksek, biberiye gruplarında ise bu değerlerin kontrol grubuyla benzer olduğu tespit edilmiştir. Rasyona biberiye ilavesi karaciğer yağ oranını önemli oranda düşürmüştür. Bu durumu biberiyenin hepatoprotektif etkisi ile açıklayabiliriz (Kompelly ve ark., 2019). Zhao ve ark., (2015), yüksek yağlı diyet ile beslenen farelerde biberiye ilavesinin karaciğer ağırlığını ve karaciğer yağ oranını düşürdüğünü bildirmiştir. Loetscher ve ark., (2013) broyler rasyonuna 25 g kg⁻¹ biberiye ilavesinin karaciğer ağırlığını düşürdüğünü tespit ederek araştırma sonucunu desteklemektedir.

Tablo 6. Karaciğer yaş ağırlığı (g), kuru ağırlığı (g) ve yağ oranına (%) ait ortalamalar ve varyans analiz sonuçları

Table 6. Effects of treatment on hepatic variables of laying hens

Gruplar	Yaş ağırlık (g)	Kuru ağırlık (g)	Karaciğer yağ oranı (%)
Kontrol	23.39 ^b	6.86 ^b	23.45 ^b
YE+ 0 g kg ⁻¹ biberiye	36.91 ^a	13.74 ^a	46.88 ^a
YE+ 5 g kg ⁻¹ biberiye	29.39 ^{ab}	10.05 ^b	27.79 ^b
YE+ 10 g kg ⁻¹ biberiye	21.77 ^b	7.29 ^b	16.47 ^b
YE+ 15 g kg ⁻¹ biberiye	25.88 ^b	8.88 ^b	27.93 ^b
SHO	1.63	0.68	2.72
P	0.009**	0.003**	0.001**

a-b: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır. *:P <0.05; **:P<0.01; ***:P<0.001, YE:Yüksek enerjili yem, SHO:standart hata ortalaması

4. Sonuç

Sonuç olarak; yüksek enerjili yumurta tavuğu rasyonlarına biberiye yaprağı ilavesinin kırılma mukavemeti, yumurta sarı rengi, serum trigliserit değeri, VLDL oranı, karaciğer ağırlığı, karaciğer yağ oranı ve GPx enzim aktivitesini olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Kaynakça

- Alagawany, M., Abd El-Hack, M. E. (2015). The effect of rosemary herb as a dietary supplement on performance, egg quality, serum biochemical parameters, and oxidative status in laying hens. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 24 (4): 341-347
- Aydın, Ö D. (2020). Effect of drinking water supplementation of different aromatic plant essential oils on performance and some blood parameters in quail breeders (*Coturnix coturnix japonica*). *Eurasian Journal Veterinary Science* 36 (1): 16-21
- Bakirel, T., Bakirel U., Keles O U., Ülgen S G., Yardibi H. (2008). In vivo assessment of antidiabetic and antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) in alloxan-diabetic rabbits. *Journal of Ethnopharmacology* 73 (116): 64-73
- Batista, N R., Garcia E R M., Oliveira C A L., Arguelo N N., Souza K M R. (2017). Trace mineral sources and rosemary oil in the diet of brown laying hens: egg quality and lipid stability. *Brazilian Journal of Poultry Science* 19 (4): 663-672
- Behlül Sevim, B., Gümüş E., Harman H., Ayasan T., Başer E., Altay Y., Akbulut K. (2020). Effects of dietary rosemary essential oil on growth performance, carcass traits and some hematological values of chukar partridge. *Turkish Journal of Agriculture Food Science and Technology* 8 (2): 430-435
- Bligh, E G., Dyer W J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology* 37 (8): 911-917
- Cimrin, T. (2019). Thyme (*Thymbra spicata* L.), rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and vitamin E supplementation of laying hens. *South African Journal of Animal Science* 49 (No. 5)
- Corduk, M., Sarica S., Calikoglu E., Kiralan M. (2008). Effects of L-carnitine supplementation to diets with different fat sources and energy levels on fatty acid composition of egg yolk of laying hens. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88: 2244-2252
- Cufadar, Y. (2018). Effects of dietary different levels of rosemary essential oil on performance and eggshell quality parameters in laying hens. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Science* 2 (3): 454-457
- Çetin, S. (2018). Yüksek yağlı diyet ile beslenen sıçanlarda, probiyotik kullanımının karaciğer yağlanması ve metabolik endotoksemi üzerine etkisi. (Doktora tezi) Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çiftçi M., Şimşek Ü G., Azman M A., Çerçi İ H., Tonbak F. (2013). The effects of dietary rosemary (*rosmarinus officinalis* L.) oil supplementation on performance, carcass traits and some blood parameters of japanese quail under heat stressed condition. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 19 (4): 595-599
- Çimrin, T., Demirel M. (2016). Yumurtacı tavuk yemlerine biberiye (*rosmarinus officinalis* L.) uçucu yağ ilavesinin performans, yumurta kalite kriterleri ve yumurta sarısı lipid oksidasyonu üzerine etkisi. *Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 4 (2): 113-119
- Eman, M S A H. (2019). Impact of using moringa, rosemary and olive leaves as phytogetic feed additives on muscovy duck performance, Department of Animal Production Faculty of Agriculture Cairo University Thesis, EGYPT
- Fabbrini, E., Magkos F. (2015). Hepatic steatosis as a marker of metabolic dysfunction. *Nutrients* 7: 4995-5019
- Garcia, E R D M., Chaves N R B., Oliveira C A L D., Kiefer C., Melo E P D. (2019). Performance and egg quality of laying hens fed with mineral sources and rosemary oil. *Anais Da Academia Brasileira De Ciencias* 91 (2): 1678-2690
- Ghazalah, A A., Ali A M. (2008). Rosemary leaves as a dietary supplement for growth in broiler chickens. *International Journal of Poultry Science* 7 (3): 234-239
- Kang, H K., Park S B., Jeon J J., Kim H S., Park K T., Kim S H., Hong E C., Kim C H. (2018). Effect of increasing levels of apparent metabolizable energy on laying hens in barn system. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* 31 (11): 1766-1772
- Kompelly, A., Kompelly, S., Vasudha, B., Narender, B. (2019). *Rosmarinus officinalis* L.: an update review of its phytochemistry and biological activity. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 9(1), 323-330.
- Labban, L., Usama El-Sayed M., Mahmoud I. (2014). The effects of rosemary (*rosmarinus officinalis*) leaves powder on glucose level, lipid profile and lipid peroxidation. *International Journal of Clinical Medicine* 5: 297-304
- Loetscher, Y., Kreuzer M., Messikommer R E. (2013). Oxidative stability of the meat of broilers supplemented with rosemary leaves, rosehip fruits, chokeberry pomace, and entire nettle, and effects on performance and meat quality. *Poultry Science* 92 (11): 2938-48
- Mousavia, A., Mahdavia A H., Riasia A., Soltani-Ghombavanib M. (2017). Synergetic effects of essential oils mixture improved egg quality traits, oxidative stability and liver health indices in laying hens fed fish oil. *Animal Feed Science and Technology* 234: 162-172
- NRC. (1994). Nutrient Requirements of Poultry. 9th Edn., National Academy Press, Washington, DC., USA., ISBN-13: 9780309048927, Pages: 155
- Olgun, O. (2011). Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde ilave edilen bor ve bakırın performans, yumurta kabuk kalitesi, yumurta sarısı kolesterolü ve kemiğin biyomekanik özelliklerine etkisi (Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Polat, U., Yeşilbaş D., Eren M. (2011). Serum biochemical profile of broiler chickens fed diets containing rosemary and rosemary volatile oil. *Journal of Biological and Environmental Sciences* 5 (13): 23-30
- Sarıözkan, S., Kocaoğlu Güçlü B., İşcan K H. (2009). Yumurta tavuklarında yerleşim sıklığı, rasyon enerji düzeyi ve rasyona karnitin ilavesinin teknik ve ekonomik açıdan değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 56: 283-288
- SPSS, 1999. SPSS for Windows Release 17.0, SPSS Inc.
- Torki, M., Sedgh-Gooya S., Mohammadi H. (2018). Effects of adding essential oils of rosemary, dill and chicory extract to diets on performance, egg quality and some blood parameters of laying hens subjected to heat stress. *Journal of Applied Animal Research*. 46: 1118-1126

-
- White, B C., Grossman L I., Krause G S. (1993). Brain injury by global ischemia and reperfusion: a theoretical perspective on membrane damage and repair. *Neurology* 43: 1656-1665
- Yeşilbağ, D., Gezen S S., Biricik H., Meral Y. (2013). Effects of dietary rosemary and oregano volatile oil mixture on quail performance, egg traits and egg oxidative stability. *British Poultry Science* 54 (2): 231-237.
- Yeşilbağ, D. (2018). Yumurtacı bıldırcın rasyonlarına biberiye ve rezene uçucu yağı ilavesinin performans ve yumurta kalite parametreleri üzerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 65: 413-418
- Yurdaer, S. (2001). Obezite ve diyabetes mellitus. *Her Yönüyle Diabetes Mellitus*. Bölüm I, 255-266.
- Zhao, Y., Sedighi R., Wang P., Chen H., Zhu Y., Sang S. (2015). Carnosic acid as a major bioactive component in rosemary extract ameliorates high-fat-diet-induced obesity and metabolic syndrome in mice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 63 (19): 4843-4852
- Zhu, L., Brown W C., Cai Q., Krust A., Chambon P., McGuinness O P., Stafford J M. (2013). Estrogen treatment after ovariectomy protects against fatty liver and may improve pathway-selective insulin resistance. *Diabetes* vol, 62
- Zhuang, Y., Xing C., Cao H., Zhang C., Luo J., Guo X., Hu G. (2019). Insulin resistance and metabolomics analysis of fatty liver haemorrhagic syndrome in laying hens induced by a highenergy low-protein diet. *Science Reports* 9: 101-141.

Mekanik Hasar Düzeyinin Domatesin Solunum ve Kuru Madde Miktarı Üzerine Etkisi*

The Effect of Mechanical Damage Level on the Amount of Respiration and Dry Matter of Tomato


Samet ÖZTÜRK¹, Türkan AKTAŞ^{2*}

Özet

Bu araştırmanın temel amacı, domates meyvesinde ortam sıcaklığı ve hasat sonrası oluşan mekanik hasar düzeylerine bağlı solunum oranını ve kuru madde kayıplarını belirlemektir. Bu amaçla statik bir ölçme yöntemi kullanılarak hasara ve ortam sıcaklığına bağlı olarak CO₂ üretim miktarları belirlenmiştir. Ayrıca denemeler sonucunda üründe oluşan toplam ağırlık kayıpları ve meyve eti sertliğinde oluşan değişimler de saptanmıştır. Araştırmada bitkisel materyal olarak hasat sonrasında solunum hızında yükselme olan (klimakterik) ürünlerden birisi olan domates kullanılmıştır. Denemeler 2 farklı ortam sıcaklığı (2±2, 22±2) ve 5 farklı zedelenme düzeyi (sağlam, 1 cm² alanında kabuğu soyulmuş, 10, 20, 30 cm yükseklikten darbe testi uygulanmış örnekler) koşullarında gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre çarpıtma yüksekliği arttıkça zedelenme hacimleri artmıştır. Hem oda sıcaklığı koşulunda hem de soğuk hava koşulundaki hasarsız domates örneklerinin CO₂ üretim miktarları, solunum oranları ve kuru madde kaybı diğer örneklerinkine kıyasla oldukça düşük olduğu saptanmıştır. Ortam sıcaklığının yükselmesi ile bu değerlerde de oldukça büyük bir artış olmuştur. Kabuğu soyulmuş olan örneklerin hem oda koşullarında hem de soğuk ortam koşullarında solunum oranlarının ve kuru madde kayıplarının diğer örneklerinkine kıyasla çok daha yüksek olduğu bunu sırasıyla 30 cm yükseklikten, 20 cm yükseklikten ve 10 cm yükseklikten darbe testi uygulanmış örneklerin takip ettiği saptanmıştır. Ağırlık kayıpları göz önünde bulundurulduğunda, tüm deneme materyallerinde ölçümler öncesi ve sonrası arasında en büyük ağırlık kayıplarının da diğer tüm sonuçlara paralel olarak kabuğu soyulan meyvelerde olduğu görülmektedir. Hem ortam sıcaklığının hem de zedelenme düzeylerinin solunum oranı üzerine etkilerinin 0,01 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Mekanik hasar uygulanan ve kabuğu soyulan ürünlerde meyve eti sertliğinin önemli oranda düştüğü saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mekanik zedelenme, Domates, Solunum oranı, CO₂ üretimi, Kuru madde kaybı

^{2*}**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Türkan Aktaş, Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: taktas@nku.edu.tr  OrcID: 0000-0001-9977-859X

¹ Samet Öztürk, İpsala İlçe Tarım Müdürlüğü, İpsala, Edirne, Türkiye. E-mail: sametozturk@live.com  OrcID: 0000-0002-2007-861X.

Atıf/Citation: Öztürk, S., Aktaş, T. Mekanik Hasar Düzeyinin Domatesin Solunum ve Kuru Madde Miktarı Üzerine Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 125-137.

* Bu çalışma Samet ÖZTÜRK'ün yüksek lisans tezinin bir kısmından türetilmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2021

Abstract

Basic aims of this research are determination of effects of medium temperature and mechanical damage that can be occurred due to postharvest processes of CO₂ production amount of tomato by using static measurement method and calculation of respiration rate and dry matter loss by using CO₂ production results and finally determination of necessary data to guess shelf life of these products. In addition to these, total weight losses and changes in hardness of fruits were also determined. As a plant material tomato that have high respiration rate after harvesting namely climateric fruits was selected. Experiments were performed in conditions that 2 different temperature (2±2, 22±2) and 5 different damage levels (not damaged, peeled of skin into 1 cm² area, impacted from 10, 20 and 30 cm drop heights). According to results increasing of impact height increased bruising volume values. Either in room condition or in cool air condition CO₂ production amount, respiration rate and dry matter loss values of undamaged tomato samples were found rather lower compared to peeled and damaged samples. Increasing of medium temperature highly increased these values. Either in room condition or in cool air condition respiration rate and dry matter loss of peeled samples were found rather higher compared to others. Samples impacted from 30 cm, 20 cm and 10 cm were followed this samples, respectively. Considering the weight losses, it is seen that the maximum weight losses in all tested materials before and after measurements were found in peeled fruits in parallel with all other results. It was determined that the effects of either medium temperature or bruising levels on the respiration rate were found significant at 0,01 importance level. It was determined that fruit hardness of peeled and impacted from different heights rather decreased after experiments.

Keywords: Mechanical damage, Tomato, Respiration rate, CO₂ production, Dry matter loss

1. Giriş

Mekanik hasat işlemleri sonrasında meyve ve sebzeler; ürünlerin çeşitli yüzeylere çarpması, kasalara boşaltma, paketleme hattında ilerleme ve paketleme zamanlarında çeşitli dinamik yüklenmelere maruz kalmaktadır. Bunun yanında depolama ve diğer hasat sonrası işlemler süresince diğer dinamik yüklenmeler söz konusu olabilmektedir. Bu tür ürünler özellikle meyve bahçelerinde yığın kasalarda ve özellikle depolama süresince uzun süre statik yüklenmelere de maruz kalmaktadır (Nelson ve Mohsenin, 1968).

Tarımsal ürünler hasat edildikten tüketiciye ulaşana kadarki zaman içerisinde, mekanik hasarın oluşumuna neden olan bir seri hasat sonrası işlemlere uğramaktadır. Meyve yüzeyinde oluşan renk koyulaşması, aşınma, kesilme veya delinme gibi mekanik hasarlar geri dönüşü mümkün olmayan hasar tipleridir ve hasat sonrası işlemler ile artan bir etkiye sahiptir. Öte yandan mekanik zedelenmeler, taze sebze ve meyvelerin çürümelerinden de önemli derecede sorumludur. %30-40 oranında ürünün üreticiden tüketiciye ulaşıncaya kadarki olan sürecindeki hasarlar sebebi ile kullanılamaz duruma gelmektedir (Dalmış ve Kayışoğlu, 2007; Barchi ve ark., 2002).

Hasat ve sonrasında yapılan uygulamalar sırasında gereken özenin gösterilmemesi üründe çeşitli yaralanmaların meydana gelmesine sebep olmaktadır. Başlıca mekanik zedelenme yolları sarsıntı, çarpma, düşme, sürtünme ve sıkışmadır. En fazla görülen yaralanma şekilleri ise delinme ve çizilme (kesilme, yarılma) ile ezilme ve yırtılma (yaprak sebzelerde) şeklinde görülmektedir (Anonim, 2020).

Meyve ve sebzeler dalında iken, solunumda kullandığı besin maddelerini bir taraftan fotosentez yaparak üretmektedir. Ancak, dalından koştuktan sonra artık besin kaynağı kesilmiş olmaktadır. Bu nedenle, solunum sırasında bünyesinde depo ettiği besin maddelerini kullanmaktadır. Bitkinin bu şekilde giderek kendi kendini tüketmesi söz konusu olmaktadır. Sonuç olarak, bitki metabolizması yani solunumu ne kadar hızlı ise, bitki o kadar çabuk yaşlanarak ölmektedir. Hasat işleminden sonra üründeki solunum faaliyetlerinin sürmesi, taze meyve ve sebzelerde hasattan sonra oluşan bozulmaların başlıca nedenidir (Işık, 2002).

Bir oksidasyon olayı olan solunumda, karbonhidratlar havanın oksijeni ile parçalanarak karbondioksit ve suya dönüşmektedir ve enerji açığa çıkmaktadır. Bunların yapılarındaki maddelerin harcanması sonucu, mekanik dirençleri ve mikroorganizmalara dayanıklılıkları azalmakta ve bozulma başlamaktadır. Meyve kabuğunun yaralanması ya da çarpma-düşme sonucu oluşan zedelenmeler ürünün hızla bozulup çürümmesine yol açmaktadır. Bu durum, hasat sonrasında ürün ve kalite kayıplarının artmasına neden olmaktadır (Anonim, 2005).

Domates hasatı sırasında, yanlış hasat yöntemi, hasat sonrasında ise yanlış paketleme ve kötü taşıma koşulları gibi nedenlerle oluşabilecek mekanik hasarlar, oldukça yüksek kayıpların meydana gelmesine sebep olmaktadır. Sıklıkla meydana gelen hasarlar arasında oluşan baskıdan dolayı meyvelerin yüzeyinde düzleşme ve kabukta çatlamalar bulunmaktadır (Şekil 1). Dalmış ve Kayışoğlu (2007) domateslerin kasalar içerisinde maruz kaldıkları kuvvet ve süreye bağlı olarak, fiziko-mekanik dayanımlarının azaldığını, uygulanan mekanik kuvvetlerin süresi arttıkça, domates-sap çarpışmaları sonucu delinme deformasyonlarının artmakta olduğunu belirlemişlerdir.



Figure 1. Damages occurred on the surface and stuck parts of the tomato due to improper packaging (Esguerra and Rolle, 2018)

Şekil 1. Uygun olmayan ambalajlama nedeniyle domatesin yüzeyinde ve sıkışan alanlarda oluşan hasarlar (Esguerra ve Rolle, 2018)

Bu çalışma kapsamında dünyada ve ülkemizde üretim ve tüketimi oldukça yaygın olan domates meyvesi incelenmiştir. Domates hasat sonrasında solunum hızında yükselme olan (klimakterik) ürünlerden birisidir.

Yürütülen çalışma ile domates meyvesinin hasattan sonraki depolama ve raf ömrüne önemli etkisi olan solunum oranlarının, ortam sıcaklığına ve ürünlerdeki zedelenme miktarlarına bağlı olarak değişimleri saptanmıştır. Bu araştırmanın temel amaçları; statik bir ölçme yöntemi kullanılarak ürünlerde hasat sonrası mekanizasyon işlemlerinde oluşabilecek mekanik hasar düzeylerinin ve ortam sıcaklığının; domateste CO₂ üretim miktarı üzerine etkilerini belirlemektir. Elde edilen sonuçlardan yararlanılarak ürünlerde solunum oranı ve oluşan kuru madde kayıpları da belirlenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Denemelerde materyal olarak Salkım çeşidi domates (*Lycopersicon esculentum*) kullanılmıştır. Toplam 20 deneme için ağırlıkları 148,39-160,08 g arasında değişen 10 adet domates alınarak, denemelerin yapılacağı uygun koşullar için muhafaza edilmiştir. Kontrol numunesi olarak herhangi bir etkiye maruz bırakılmayan sağlam meyveler kullanılmıştır.

Denemelerde kullanılan domates, oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığı olmak üzere iki farklı sıcaklık koşulunda denenmiştir. Kontrol örneği olarak hasarsız örnekler ile üzerinde cm²'lik dairesel alan şeklinde kabuğu soyulmuş örnekler ve 10, 20 ve 30 cm' den darbe testi uygulanarak mekanik zedelenme oluşturulmuş olan 5 farklı mekanik hasar düzeyine sahip örnekler karşılaştırılmıştır. Araştırmada domatesin karbondioksit salınımı ve kuru madde miktarı arasındaki ilişkilerinin belirlenmesi için de toplam 20 deneme uygulanmıştır.

2.1.1. Ölçüm sistemleri ve araçları

Bu çalışmada, denemede kullanılacak domatesin yanı sıra darbe düzeneği, hava geçirmeyen cam kaplar, sıcaklık ölçer, dijital karbondioksit ölçüm cihazı, nem ölçer, meyve penetrometresi, buzdolabı ve klima kullanılmıştır.

Ürünlere mekanik hasar uygulayabilmek amacıyla farklı yüksekliklerden çarpma etkisi oluşturulabilecek darbe düzeneği (sarkaç düzeneği) imal edilmiştir. Abedi ve Ahmadi (2013) tarafından geliştirilmiş düzeneğe benzer şekilde imal edilmiş olan düzeneğe domates örnekleri sabitlenmiştir ve 10, 20 ve 30 cm yüksekliklerden silindirik şeklindeki paslanmaz çelikten imal edilmiş olan 300 g ağırlığındaki sabit bir kütle çarptırılmıştır (Şekil 2). Darbe testleri için meyvenin kendisinin sarkaç üzerinde kütle olarak kullanıldığı bir sistem yerine her ürün için sabit bir kuvvet oluşturabilmek amacıyla literatürlerde de benzer şekilde tasarlanmış olan darbe testinin kullanılması tercih edilmiştir (Abedi ve Ahmadi, 2013).

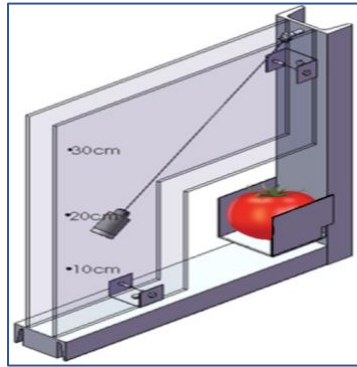


Figure 2. Impact device used in trials

Şekil 2. Denemelerde kullanılan darbe düzeneği

Darbe düzeneğinde sabit kütleli farklı yüksekliklerden test numunesine çarptırılması ile açığa çıkan farklı miktarlardaki CO₂, maksimum 11500 ppm CO₂ düzeyine kadar ölçüm yapabilen Testo 650 model CO₂ ölçme cihazı ve prob kullanılarak ölçülmüştür. Ölçüm probu cam kap içerisine hava girişi olmayacak şekilde sabitlenmiş ve ölçümler süresince kap içinde tutulmuştur (Şekil 3). Oda sıcaklığında 48 saat, soğuk koşulda 24 saat boyunca

15 dakika aralıkla ölçümler gerçekleştirilmiştir. CO₂ ölçme cihazının maksimum CO₂ ölçme düzeyinin 11500 ppm olmasından dolayı, CO₂ miktarının bu düzeyi aşır cihazın daha yüksek miktarları ölçemediği durumlarda, CO₂ değerleri cihazın ölçebildiği miktar olarak kabul edilmiş olup bu koşullarda ölçümlerin 24 saat yada 48 saat sürmesi beklenmemiştir.

Ürünün solunumu sırasında ortamda oluşan sıcaklık değerinin zamanla değişimini saptamak amacıyla Pico TC-08 sıcaklık ölçme cihazı kullanılmıştır. El tipi dijital nem ölçme cihazıyla nem düzeyinde artış olup olmadığı gözlenmiş, sonuçta ağırlık düzeyindeki değişim AND marka GX-4000 model 0.01g ölçüm hassasiyetine sahip dijital hassas terazi kullanılarak ölçülmüştür. Oda sıcaklığındaki ölçümler sırasında ortam sıcaklığının 22±2°C’de sabitlenmesi klima kullanılarak sağlanmıştır.

Sıcaklık ve CO₂ ölçümlerine paralel olarak ölçümler boyunca örneklerin bulunduğu ortam nemi değerinde değişim olup olmadığının da takip edilebilmesi amacıyla dijital bir nem ölçer kullanılmış ve nem düzeyindeki değişim belli aralıklarla okunarak kaydedilmiştir.

Solunum sebebiyle örneklerde oluşan ağırlık kaybının saptanması için tüm ürünler CO₂ ölçümleri yapılmadan önce ve sonra AND marka GX-4000 model 0.01g ölçüm hassasiyetine sahip dijital terazi kullanılarak tartılmıştır.

Verilerinin alınması amacıyla statik bir ölçüm düzeneği kurulmuştur (Şekil 3). Kurulan düzenek ile eş zamanlı olarak sıcaklık, CO₂ ve nem düzeyine ilişkin ölçümler yapılmıştır. 2±2 °C’ de gerçekleştirilen denemelerde ise ürünün içinde bulunduğu kap bir buzdolabına koyulmuştur.

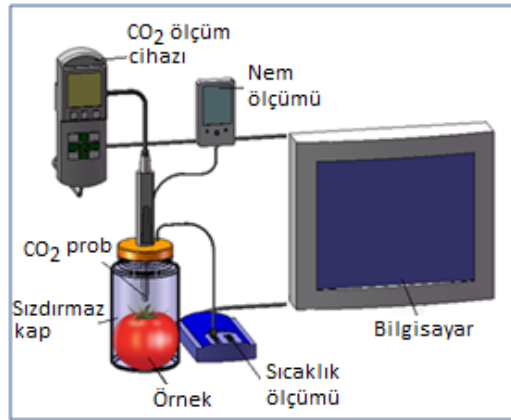


Figure 3. CO₂, temperature and relative humidity measurement

Şekil 3. CO₂, sıcaklık ve bağıl nem ölçümü

Deneme materyallerinin sertlikleri, CO₂ ve sıcaklık ölçümlerinin tamamlanmasının ardından tartıldıktan ve salınan CO₂'ye bağlı olarak ağırlık değişimleri saptandıktan sonra meyve penetrometresi kullanılarak ölçülmüştür. Ölçümler, her bir meyvenin çapı boyunca eşit aralıklarla 3 farklı noktadan yapılmıştır ve bu değerlerin ortalaması belirlenmiştir.

2. 2. Yöntem

2.2.1. Ürünlerde oluşan zedelenme hacimlerinin saptanması

Biyolojik materyallere mekanik hasar uygulandıktan sonra oluşan zedelenme Şekil 4’de statik ve dinamik koşullarda elma örneği için verilmiştir. Elmada olduğu gibi aynı şekilde domates için de çeşitli mekanik etkiler sonrasında zedelenen bölgelerde hücre patlaması gerçekleşmektedir. Hücre patlaması olan bölgenin altında kalan kısımdaki hücrelerde ise sıkışma oluşmaktadır. Meyve ve sebzelerde hasardan etkilenen yani hücre patlaması olan zedelenmiş bölgenin hacmi 1 numaralı eşitlik ve ürün yüzeyinden hasar merkezine kadar etkilenmiş hasar derinliği ise 2 numaralı eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Yurtlu ve Erdoğan, 2005).

$$v = \frac{\pi h}{24} (3d^2 + 4h^2) + \frac{\pi x}{24} (3d^2 + 4x^2) \quad (\text{Eş. 1})$$

$$x = R - \sqrt{R^2 - \frac{d^2}{4}} \quad (\text{Eş. 2})$$

Zedelenme hacminin saptanmasında kullanılmış olan parametreler ise Şekil 4 üzerinde gösterilmiştir (Yurtlu ve Erdoğan, 2005; Aktas ve ark., 2008).

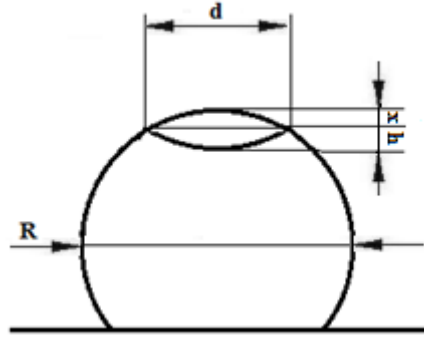


Figure 4. Calculation parameters required for measurement in material after mechanical damage
Şekil 4. Mekanik hasar sonrası materyalde ölçüm için gerekli hesaplama unsurları

Burada;

d = Hasar genişliği (mm),

R = Meyve yarıçapı (mm),

x = Etkilenen bölgenin etki merkezi yukarısında kalan kısmının yüksekliği (mm),

h = Etkilenen bölgenin etki merkezi aşağısında kalan kısmının derinliği (mm),

v = Mekanik hasardan etkilenen toplam bölge hacmidir (mm^3).

2.2.2. Solunum oranlarının saptanması

Solunum oranı 1 kg taze ürünün 1 saatte ürettiği gaz miktarı olarak tanımlanmaktadır. Statik sistemler kullanılarak bu oranın belirlenmesi için beş temel faktörün bilinmesi zorunludur (Saltveit, 2007). Bu faktörler;

- kullanılan hava almaz kap hacmi (2000 ml),
- ürün ağırlığı,
- deneme öncesindeki ($t=0$ anında) CO_2 miktarı,
- denemenin süresi,
- deneme sonrasındaki CO_2 miktarıdır.

Denemeler süresince ppm (Parts per million) olarak ölçülen CO_2 konsantrasyonları Eşitlik 3' de verilmiş olan orantı denklemi kullanılarak yüzde değerlerine (%) dönüştürülmüştür.

$$A = (B * 100) / 1.000.000 \quad (\text{Eş. 3})$$

Burada;

A: CO_2 miktarı (%),

B: CO_2 miktarıdır (ppm).

CO₂ gazı üretim oranı olarak da tanımlayabileceğimiz solunum oranı (SO) 4 numaralı eşitlik kullanılarak belirlenmiştir (Saltveit, 2007).

$$SO = \frac{SM - \dot{I}M}{M * t} * V \quad (\text{Eş. 4})$$

Bu eşitlikte;

SO: CO₂ gazı cinsinden örneklerin solunum oranı (ml CO₂ kg⁻¹ h⁻¹),

SM: Son CO₂ gazı miktarı (%),

İM: İlk CO₂ gazı miktarı (%),

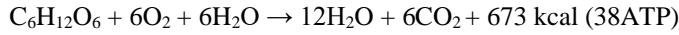
V: Sızdırmaz kabın hacmi (ml),

M: Örnek ağırlığı (kg),

T: Zamandır (h).

2.2.3. Kuru madde kaybının saptanması

Bitki solunumu, 6 karbonlu şekerin karbondioksit ve suya tamamen oksidasyonu olarak kabul edilir. Bitki solunumunun kimyasal denklemi şu şekilde ifade edilir (Saltveit, 2007):



Bu kimyasal denklem (stokiyometrik) ifadesi, CO₂ üretiminin toplam miktarının yanında kuru madde kaybı için kullanılabilir (Greenhill 1959; Melvin ve Simpson, 1963; Simpson 1961). Solunum sırasında 264 g CO₂ üretilirken 180 g şeker kaybolmaktadır (Saltveit, 2007). Buradan 1 saatteki 1 kg üründe oluşan kuru madde ağırlık kaybı 5 numaralı eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$KMK = SO * 10^{-3} * 68 / 100 \quad (\text{Eş. 5})$$

Bu eşitlikte:

KMK: Kuru madde kaybı (g kg⁻¹ h⁻¹),

SO: Ürünlerin solunum oranı (ml CO₂ kg⁻¹ h⁻¹),

Hesaplanan saatlik kuru madde kaybı kullanılarak depolama periyodu boyunca üründe oluşabilecek kuru madde kaybı (günlük, haftalık vs.) hesaplanabilmektedir.

2.2.4. İstatistik analizlerin gerçekleştirilmesi

İki farklı sıcaklıkta saptanmış olan solunum oranları ile mekanik zedelenme, kuru madde kaybı, meyve sertliği arasındaki ilişki ve bu ilişkinin önemli olup olmadığını saptamak amacıyla varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analiz yönteminde CO₂ üretim miktarı (%), solunum oranı (ml CO₂ kg⁻¹ h⁻¹) ve ürünlerde solunum sonrasında oluşan kuru madde kaybı (g kg⁻¹ h⁻¹) bağımlı değişken; zedelenme hacmi, sıcaklık, meyve sertlik değerleri ise bağımsız değişkenler olarak ele alınmıştır. İstatistik hesaplamaların gerçekleştirilmesinde PASW Statistics 13.0 istatistik programından yararlanılmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Örneklerde zedelenme hacimlerine ilişkin sonuçlar

Tablo 1'de domates örneklerine uygulanan mekanik hasar uygulamaları sonucunda solunum oranlarının saptanmasına yönelik denemelerde kullanılacak olan örneklerde oluşan hasar oranları zedelenme hacmi olarak verilmiştir.

Tablo 1. Farklı ortam sıcaklıklarında yapılmış olan denemeler için hazırlanmış olan örneklerin zedelenme hacimleri

Table 1. Damage volumes of samples prepared for trials carried out at different ambient temperatures

Sıcaklık	Hasar düzeyi	Zedelenme hacmi (mm ³)	Çarpıtma yüksekliğine bağlı olarak zedelenme hacminin değişimi
22±2 (oda sıcaklığı)	Sağlam örnek	-----	
	Soyulmuş örnek	1000	
	10 cm' den çarpıtılmış	1538	
	20 cm' den çarpıtılmış	4498	
	30 cm' den çarpıtılmış	4390	
2±2 (soğuk koşul)	Sağlam örnek	-----	
	Soyulmuş örnek	1000	
	10 cm' den çarpıtılmış	1912	
	20 cm' den çarpıtılmış	2222	
	30 cm' den çarpıtılmış	4162	

Tablo 1 incelendiğinde darbe yüksekliklerinin artışı ürünlerde oluşan zedelenme hacmini genel olarak arttırdığı belirlenmiştir. Darbe yüksekliklerinin zedelenme hacmi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çeşitli tarımsal ürünler için yapılan araştırmaların sonuçları da bu sonucu desteklemektedir. Örneğin Vursavuş ve Özgüven (2000) farklı elma çeşitleri (Golden Delicious ve Granny Smith) için yaptıkları bir araştırmada pek çok faktör yanında meyve darbe yüksekliğinin maksimum zedelenme çapı ve maksimum zedelenme derinliği üzerinde etkilerinin olup olmadığını araştırmışlardır. Çalışmada ürünleri 30 ve 60 cm'den metal yüzey üzerine düşürerek düşme testlerini gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonucunda her iki çeşit içinde meyve düşme yüksekliğinin zedelenme parametreleri üzerine etkisinin önemli olduğunu saptamışlardır. Aktaş ve ark. (2008) tarafından gerçekleştirilen ve domatesin zedelenme hassasiyetinin mekanik araçlarla belirlendiği bir başka çalışmada ise 20, 30, 40 ve 50 cm yüksekliklerden darbe etkisi uygulanmış olan domateslerin alt ve yan taraflarında oluşan zedelenme düzeyleri ve zedelenme duyarlılıkları hesaplanmıştır. Zedelenme hacminde bir göstergesi olan maksimum absorbe edilen enerji değerlerinin düşme yüksekliği ve ürün çarpıtma yönüne bağlı olarak önemli oranda değiştiği saptanmıştır. Yine Topping ve Luton (1986) elmaların çarpma zedelenmesine olan duyarlılıklarını karşılaştırmışlar, zedelenen bölgelerin çap ve hacimlerinin çarpma enerjisiyle arttığını, fakat bu artışın çeşide bağlı olarak değiştiğini saptamışlardır.

3.2. Mekanik hasar uygulamalarının ürünlerde CO₂ üretim miktarı üzerine etkilerine ilişkin sonuçlar

Şekil 5' de oda sıcaklığında ve Şekil 6'da soğuk koşulda farklı mekanik hasar düzeyleri uygulanmış olan domates örneklerinin CO₂ üretim miktarlarının değişimi görülmektedir. Şekiller incelendiğinde her iki sıcaklık koşullarında da kontrol örneği olarak alınmış olan hasarsız olan domates örneğinin CO₂ üretim miktarlarının diğer örneklerinkine kıyasla oldukça düşük olduğu görülmektedir. Şekil 5 ve 6'dan da anlaşıldığı gibi ortam sıcaklığının yükselmesi ile ürünün ürettiği CO₂ miktarında oldukça büyük bir artış olmuştur. Ayrıca oda sıcaklığı koşullarında

bu artışın çok daha kısa sürede gerçekleştiği saptanmıştır. Ortam sıcaklığı 2 ± 2 °C iken ortamdaki CO₂ oranı sağlam domates örnekleri için 24 saatin sonunda %0.49'dan %3.95'e yükselmiştir. Bu oran 22 ± 2 °C' de tutulan domates örnekleri için %0.49'dan sadece 14 saat sonunda %11.53'e yükselmiştir. 2 ± 2 °C ortam sıcaklığı koşulunda bütün hasarlı örneklerde CO₂ üretim miktarı sağlam örneklerinkine göre oldukça yüksektir fakat mekanik hasardan dolayı CO₂ üretimindeki artış hemen hemen aynı düzeyde olmuştur (Şekil 5). Oda sıcaklığı koşulunda domates örneklerinin CO₂ üretimi üzerine farklı mekanik hasar düzeylerinin etkisinin istatistiksel olarak 0,05 düzeyinde, soğuk hava koşulundaki örneklerin CO₂ üretimi üzerine farklı mekanik hasar düzeylerinin etkisi ise istatistiksel olarak 0,01 önemli bulunmuştur. Ortam sıcaklığının CO₂ üretim miktarı üzerine etkisinin ise 0,01 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır.

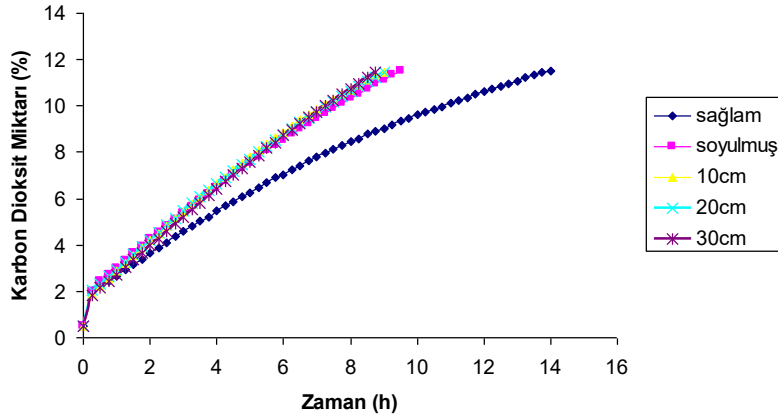


Figure 5. Effect of mechanical damage level on CO₂ production of tomato at room temperature (22 ± 2 °C)

Şekil 5. Oda sıcaklığı koşulunda (22 ± 2 °C) mekanik hasar düzeyinin domatesin CO₂ üretim miktarına etkisi

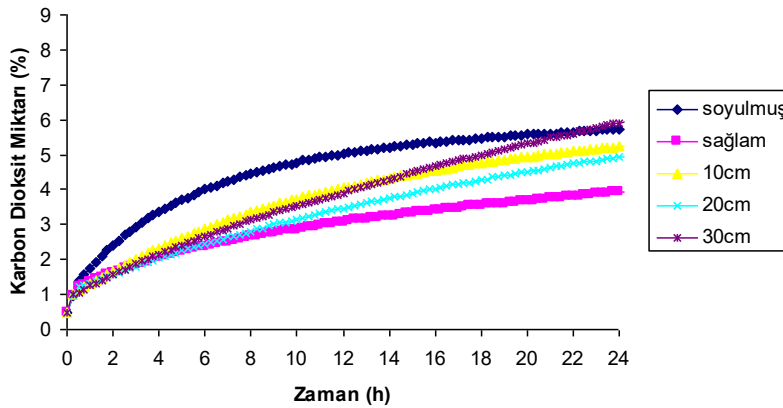


Figure 6. Effect of mechanical damage level on CO₂ production of tomato in cold weather (2 ± 2 °C)

Şekil 6. Soğuk hava koşulunda (2 ± 2 °C) mekanik hasar düzeyinin domatesin CO₂ üretim miktarına etkisi

Elde edilen bu sonuçlara göre genel olarak, domates için sıcaklık ve mekanik hasar düzeyi arttıkça solunumun hızlandığı ve solunum sonucunda açığa çıkan CO₂ düzeylerinde artış olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde Tetteh ve ark. (2004)' da meyvelerde sıcaklık arttıkça solunumun arttığını ve böylelikle olgunlaşmanın yavaşlayarak ürün kalitesinin azaldığını belirtmiş, buna bağlı olarak ürünlerin hasat sonrasında çiftliklerde portatif soğutucularda korunmasının, tazeliği korumak için etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Bu çalışmada da sıcaklık ve solunum ilişkisi, Tetteh ve ark. (2004)' nın bu sonucuyla örtüşmektedir. Aynı durumu destekleyen bir diğer araştırma ise Kraus ve ark. (1999) tarafından kaba yem solunumu üzerine zedelenmenin etkisi üzerine yapılmıştır. Mekanik etki altında kaba yem örneklerinin muhafaza edildiği sıcaklığın 31°C'den 11°C'ye düşürülmesi, kontrol

örneklerinin solunum oranlarını yaklaşık %50 azaltmış ve solunumdan dolayı kaybolan toplam kuru madde miktarı tüm deneylerde 48 saatin sonunda %3'ten daha az olarak tespit edilmiştir.

Ürünlerde solunumun buzdolabı ortamında daha düşük CO₂ düzeylerine çıkabildiği tespit edilmiş ve bu durum Boyette ve ark. (1993)'ün çayüzümü bitkisinde (*Vaccinium sp.*) hasat sonrasında soğukta bekletme ve depolama boyunca dayanıklılık üzerine yaptıkları araştırmayla da uyumlu bulunmuştur. Araştırmaya göre, deneye alınan meyvelerin hasat sonrasında soğukta bekletildikçe tazeliklerinin muhafaza edildiği tespit edilmiştir. CO₂ üretiminin tazeliğe yönelik olarak etken bir faktör olması açısından çalışmamız bu sonuçla paralellik arz etmektedir.

3.3. Mekanik hasar uygulamalarının ürünlerde solunum oranına etkilerine ilişkin sonuçlar

Örneklerin solunum oranları statik koşul ölçüm metotlarına uygun olarak ilk 15 dakikalık periyot için hesaplanmıştır. Oda koşullarında ve soğuk koşulda domates örneklerinin solunum oranlarının (CO₂ üretim oranları) türünde oluşturulan hasar düzeylerine bağlı olarak değişimi Şekil 7'de görülmektedir.

Şekil 7 incelendiğinde kabuğu soyulmuş olan örneklerin hem oda koşullarında hem de soğuk ortam koşullarında solunum oranlarının diğer örneklerinkine kıyasla çok daha yüksek olduğu bunu 30 cm yüksekten çarptırılan örneklerin izlediği anlaşılmıştır. Hem ortam sıcaklığının hem de zedelenme düzeylerinin solunum oranı üzerine etkilerinin 0,01 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır.

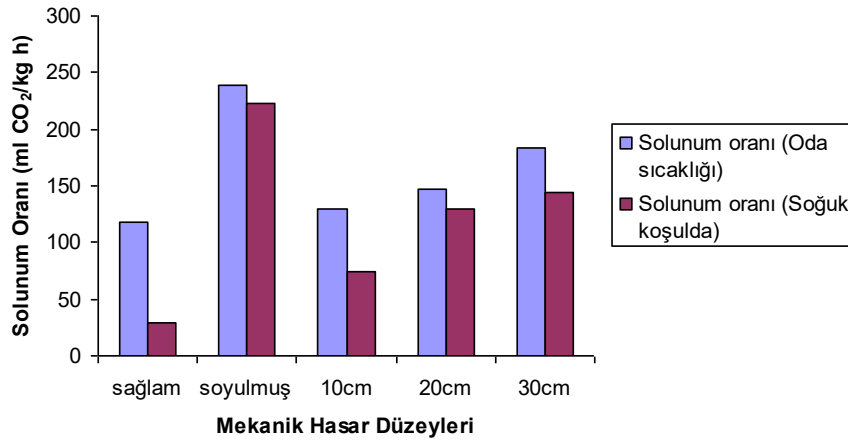


Figure 7. Changes in respiration rate depend on ambient temperature and mechanical damage level in tomato samples

Şekil 7. Domates örneklerinde solunum oranının ortam sıcaklığı ve mekanik hasar düzeyine bağlı olarak değişimi

3.4. Mekanik hasar uygulamalarının ürünlerde kuru madde kaybı üzerine etkilerine ilişkin sonuçlar

Kuru madde kayıplarının ($g\ kg^{-1}\ h^{-1}$) iki farklı sıcaklık koşulunda mekanik hasar düzeyine bağlı olarak nasıl değiştiği domates için Şekil 8'de görülmektedir. Solunum oranlarına paralel olarak maksimum kuru madde kaybının kabuğu soyulmuş olan örneklerde olduğu ve bunu sırasıyla 30 cm yükseklikten çarptırılan, 20 cm yükseklikten çarptırılan ve 10 cm yükseklikten çarptırılan örneklerin takip ettiği saptanmıştır. En düşük kuru madde kaybı ise herhangi bir mekanik zarara uğramamış olan örneklerde olmuştur. Örneklerde oluşan kuru madde kayıplarının soğuk hava koşulunda dahi oldukça yüksek değerlerde gerçekleştiği anlaşılmaktadır.

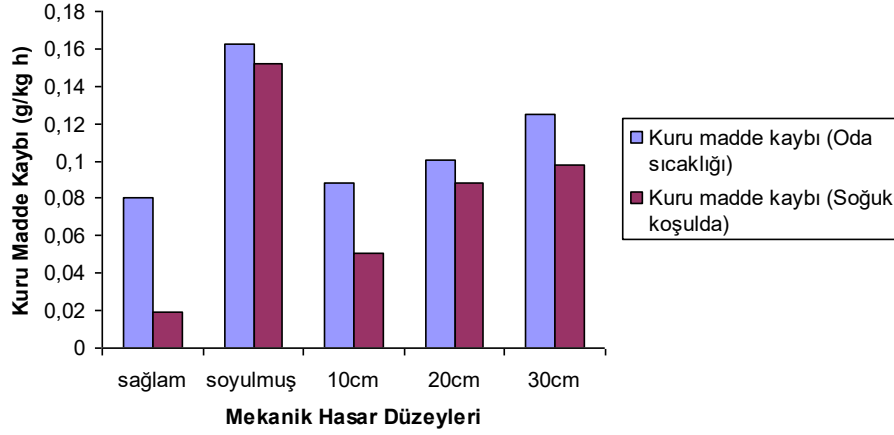


Figure 8. The effect of mechanical damage level on dry matter loss of tomato samples under room temperature condition (22 ± 2 °C) and cold condition (2 ± 1 °C)

Şekil 8. Oda sıcaklığı koşulunda (22 ± 2 °C) ve soğuk ortam koşulunda (2 ± 1 °C) mekanik hasar düzeyinin domates örneklerinin kuru madde kaybına etkisi

Zedelenme düzeyi, ortam sıcaklığının solunum sırasında ürünlerde oluşan kuru madde kaybı üzerine etkisi 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

3.5. Örneklerde solunum denemeleri sonrasında oluşan ağırlık kaybı ve meyve eti sertliğindeki değişimlere ilişkin sonuçlar

Tablo 2’de uygulanan mekanik hasar uygulamaları sonucunda solunum oranları saptanmış olan örneklerde oluşan ağırlık kaybı ve meyve eti sertliğinde oluşan değişimler görülmektedir.

Tablo 2. Ağırlık kaybı ve meyve sertliğinin değişimi (sağlam örneklerin ortalama sertlik değerleri: 5.8 kgf)

Table 2. Changes in weight loss and fruit hardness (average hardness values of firm samples: 5.8 kgf)

Sıcaklık	Hasar düzeyi	Ağırlık kaybı (g)	Meyve eti sertliği (kgf)
22±2(oda koşulu)	Sağlam domates	0.06	11.484
	Kabuğu soyulmuş	0.36	5.393
	10 cm'den çarptırılmış	0.14	5.57
	20 cm'den çarptırılmış	0.15	4.32
	30 cm'den çarptırılmış	0.12	8.668
2±2 (soğuk hava koşulu)	Sağlam domates	0.08	7.954
	Kabuğu soyulmuş	0.28	4.654
	10 cm'den çarptırılmış	0.09	5.353
	20 cm'den çarptırılmış	0.8	9.11
	30 cm'den çarptırılmış	0.5	7.255

Ağırlık kayıpları göz önünde bulundurulduğunda, tüm deneme materyallerinde ölçümler öncesi ve sonrası arasında en büyük ağırlık kayıplarının da diğer tüm sonuçlara paralel olarak kabuğu soyulan meyvelerde olduğu görülmektedir. Ağırlık kayıpları, genel olarak solunum devam ettikçe açık bir şekilde gözlemlenmiştir.

Sertlik ölçümleri ve hasarla ortaya çıkan deformasyonla ilgili olarak, Chen ve ark. (1987), düşürme testlerinde ortaya çıkabilecek zedelenmelerin belirlenmesi için hazırladıkları deney cihazını kullanmışlar ve çelik yüzeyler üzerine farklı yüksekliklerden elmaları düşürmüşlerdir. Meyvelerde oluşan farklı zedelenme düzeylerinin meyve çeşidine ve olgunluğa bağlı olarak değiştiğini, meyve sertliği ile zedelenmenin ters orantılı olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sonuçlara paralel olarak Tablo 2 incelendiğinde oda sıcaklığındaki meyvelerde en yüksek sertliğin sağlam örnekte olduğu gözlemlenmiştir. Mekanik hasar uygulanan ve kabuğu soyulan ürünlerde ise bariz bir sertlik kaybı olduğu gözlenmektedir fakat bu kayıplar, uygulanan hasar düzeyine oranla düzenli bir dağılım sergilememektedir. Soğuk hava koşulunda ölçümleri yapılan ürünlerde ise sertlik ölçümlerinin düzenli bir dağılım arz etmediği, oda sıcaklıklarında yapılan ölçümlere göre daha kararsız olduğu saptanmıştır.

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda ürünlerdeki ağırlık kaybı-solunum oranı ve meyve eti sertliği-solunum oranı arasındaki ilişkinin önemsiz olduğu saptanmıştır ($P>0,01$).

4. Sonuç

Bir tarımsal ürünün metabolizması yani solunumu ne kadar hızlı ise raf ömrünün de o kadar kısa olması nedeniyle ürünün hasattan sonraki depolama ömrünü uzatmak için en başta solunumunun yavaşlatılması gerekmektedir. Özellikle depolama sırasında solunumdan kaynaklanan kuru madde kaybının üründe oluşan zedelenme düzeyi ve ortam sıcaklığına bağlı olarak saptandığı bu çalışmadan elde edilen sonuçlar; ürünlerin farklı ortam koşullarındaki depolama ömürlerinin tahmin edilebilmesine kaynak sağlaması açısından ve hasat sonrası işlemler özellikle de depolama işlemi ve ayrıca hasat sonrasında mekanizasyon uygulamaları sırasında üründe oluşabilecek mekanik zedelenmelerin bu kayıplar üzerine etkisi üzerine de veri tabanı oluşturması yönünden yararlı olacaktır. Ayrıca ileride yapılabilecek olan ve depolanan üründe zamanla oluşacak olan bozulmalar (yumuşama, küflenme vb.) sırasındaki kuru madde düzeylerinin deneysel olarak saptanarak o ürünlerin raf ömrünün ampirik olarak tahmin edilebileceği modellerin geliştirilmesine de temel olacaktır.

Kaynakça

- Abedi, G., Ahmadi, E. (2013). Design and evaluation a pendulum device to study postharvest mechanical damage in fruits: bruise modeling of red delicious apple. *Australian Journal of Crop Science (AJCS)*. 7(7):962-968.
- Aktas, T., Polat R., Atay, U. (2008). Mechanical properties and bruise susceptibility of tomatoes related to impact direction and drop-height. *The Philippine Agricultural Scientist*. 91(2): 180-186.
- Anonim (2005). Meyvelerin bozulmasını önleyici bir artık: şeker pancarı küspesi. (<http://web.firat.edu.tr/firathaber/sayilar/180/6.pdf>). (Erişim tarihi: 16.06.2020).
- Anonim (2020). Ürün kalitesi ve depolama ömrü üzerine etkili hasat sonrası faktörler, (<https://www.sorhocam.com/konu.asp?sid=1124&meyve-ve-sebzelerin-muhafazasi.html>). (Erişim tarihi: 23.03.2020).
- Barchi, G.L., Berardinelli, A., Guarnieri, A., Ragni, L., Totaro Fila, C. (2002). Damage to loquasts by vibration- simulating intra-state transport. *Biosystems Engineering*. 82: 305-312.
- Boyette M. D., Estes, E.A., Mainland, C. M., Cline, W. O. (1993). Postharvest Handling and Cooling of Blueberries. Publication No. AG 413-7. Raleigh, N.C.: North Carolina State University, Cooperative Extension Service.
- Chen, P., Ruiz, M., Lu, F., Kader, A. A. (1987). Study of impact and compression damage on asion pears. *Transaction of the ASAE*. 30(4): 1193-1197.
- Dalmış, İ. S., Kayışoğlu, B. (2007). Domates kasalarında titreşim etkisiyle oluşan ekstenel kuvvetlerin belirlenmesi için prototip ölçüm setinin geliştirilmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*. 3(3): 195-204.
- Esguerra, E. B., Rolle, R. (2018). Post-harvest Management of Tomato for Quality and Safety Assurance. Guidance for horticultural supply chain stakeholders. Food and Agriculture Organization of The United Nations. Rome.
- Greenhill, W. L. (1959). The respiration drift on harvested pasture plants during drying. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 10: 495-501.
- Işık, E. (2002). Ürün İşleme Makinaları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu No: 92, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Bursa. s. 50-56.
- Kraus, T. J., Muck, R. E., Koegel, R. G. (1999). Effect of maceration on reparation of alfalfa. *Transactions of the ASAE*. 42(1): 5-10.
- Melvin, J. F., Simpson, B. (1963). Chemical changes and respiratory drift during the air drying of ryegrass. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 14: 228-234.
- Nelson, C. W., Mohsenin, N. N. (1968). Maximum allowable static and dynamic loads and effect of temperature for mechanical injury in apples. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 13(4): 305-317.
- Saltveit, M. E., Gross, K. C., Wang, C. Y., Saltveit, M. (2007). Respiratory Metabolism. In Agricultural handbook number 66: The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. US Dept. Agr., Washington, DC.
- Simpson, B. (1961). Effect of crushing on the respiratory drift of pasture plants during drying. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 12: 706-712.
- Tetteh, M. K., Prussia, S. E., NeSmith, D. S., Verma, B. P., Aggarwal, D. (2004). Modeling blueberry firmness and mass loss during cooling delays and storage. *Transactions of the ASAE*. 47(4): 1121-1127.
- Topping, A. J., Luton, M. T. (1986). Cultivar differences in the bruising of english apples. *Journal of Horticultural Science*. 61(1):9-13.
- Vursavuş, K., Özgüven, F. (2000). Çarpma durumunda elmanın fiziko-geometrik özelliklerinin mekanik zedelenme üzerindeki etkisinin araştırılması. Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi (1-2 Haziran 2000, Erzurum) Bildirileri, 489-494.
- Yurtlu, Y. B., Erdoğan, D. (2005). Domates çeşitlerinde depolama süresinin bazı mekanik özelliklere etkisinin incelenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi . 11(2) 201-206.

Effect of *Cyclotrichium niveum* Essential Oil on Rumen Microbial Fermentation and *in vitro* Digestibility of Barley


Cyclotrichium niveum Esansiyel Yağının Rumen Mikrobiyal Fermantasyonuna ve Arpanın *in vitro* Sindirilebilirliğine Etkisi


Zeynep ŞAHAN^{1*}, Ahmet Zafer TEL², Harun KUTAY³


Abstract

The digestibility of feed in ruminants and the volatile fatty acids (VFA) resulting from digestion directly affect animal performance. It has long been studied on the use of essential oils as an alternative to antibiotics to ensure optimum conditions for the rumen environment. *Cyclotrichium niveum* (mountain mint) essential oil is rich in antimicrobial agents. In this study different doses (0, 50, 100 and 150 mg/L of culture fluid) of *Cyclotrichium niveum* essential oil was incubated 24 hours with barley in diluted ruminal fluid takes from fistulated cows fed with a 40:60 concentrate:forage diet in order to assess the effects on rumen microbial fermentation and *in vitro* true digestibility of barley. True digestibility of barley was determined in ANKOM Daisy Incubator. All doses of *Cyclotrichium niveum* significantly ($P<0.001$) decreased the *in vitro* dry matter (DM), organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF) digestibility of barley. *Cyclotrichium niveum* essential oil negatively affected end-products of rumen fermentation; the value of the measured rumen volatile fatty acids (VFA: acetate, propionate, butyrate, isobutyric acid, valerate and isovalerate) significantly decreased compared to the control group ($P<0.001$). Carbon dioxide and methane gases created as a result of incubation in rumen fluid were calculated using volatile fatty acid values formed in rumen fluid. The addition of *Cyclotrichium niveum* essential oil significantly reduces the CO₂ in rumen fluid ($P<0.001$). Methane (CH₄) gas from rumen fluid was significantly decreased in treatment groups compared the control group ($P<0.001$) While end-products of rumen fermentation parameters significantly decreased with all doses of *Cyclotrichium niveum* essential oil, rumen pH has increased ($P<0.05$). The results show that when the *Cyclotrichium niveum* essential oil incubated with barley significantly inhibited the rumen microbial activity and overall fermentation process of rumen.

Keywords: *Cyclotrichium niveum*, Digestibility, Barley, Essential Oil, Methane, Mountain mint

^{1*}Corresponding Author: Zeynep ŞAHAN, Veterinerlik Bölümü, Kahta Meslek Yüksekokulu, Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman/Türkiye. E-mail: zysahan@gmail.com  OrcID: 0000-0001-7878-5117

²Ahmet Zafer TEL, Biyoloji Bölümü, Fen Edebiyat Fakültesi, Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman/Türkiye. E-mail: aztel@adiyaman.edu.tr  OrcID: 0000-0002-1204-3839.

³Harun KUTAY, Zootekni Bölümü, Ziraat Fakültesi, Çukurova Üniversitesi, Adana/Türkiye. E-mail: hmcnl@gmail.com  OrcID: 0000-0001-9163-4831.
Citation: Sahan, Z., Tel, A.Z., Kutay, H. Effect of *Cyclotrichium niveum* Essential Oil on Rumen Microbial Fermentation and *in vitro* Digestibility of Barley. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 138-145.

Özet

Ruminantlarda yemin sindirilebilirliği ve sindirim sonucu ortaya çıkan uçucu yağ asitleri (UYA) hayvan performansını doğrudan etkiler. Rumen ortamı için optimum koşulları sağlamak amacıyla, antibiyotiklere alternatif olarak uçucu yağların kullanımı üzerinde uzun zamandır çalışılmaktadır. *Cyclotrichium niveum* (dağ nanesi) esansiyel yağı antimikrobiyal ajanlar açısından zengindir. Bu çalışmada rumen mikrobiyal fermantasyonu ve arpanın *in vitro* gerçek sindirilebilirliği üzerindeki etkilerini değerlendirmek için farklı dozlardaki (0, 50, 100 ve 150 mg / L kültür sıvısı) *Cyclotrichium niveum* esansiyel yağı, 40:60 konsantre: kaba yem ile beslenen fistüle edilmiş ineklerden alınan seyreltilmiş ruminal sıvı içinde 24 saat süreyle arpa ile inkübe edilmiştir. Arpanın gerçek kuru madde (KM), organik madde (OM) ve nötral deterjan lif (NDF) sindirilebilirlikleri ANKOM Daisy İnkübatörde belirlenmiştir. Tüm *Cyclotrichium niveum* dozları arpanın *in vitro* kuru madde (KM), organik madde (OM), nötral deterjan lif (NDF) sindirilebilirliğini önemli ölçüde azaltmış ($P<0.001$), *Cyclotrichium niveum* esansiyel yağının rumen fermantasyonu son ürünlerini olumsuz etkilemiştir. Ölçülen rumen uçucu yağ asitleri (UYA: asetat, propiyonat, bütirat, izobütirik asit, valerat ve izo valerat) değerleri kontrol grubuna göre önemli ölçüde azalmıştır ($P < 0.001$). Rumen sıvısında inkübasyon sonucu oluşan karbondioksit ve metan gazları rumen sıvısında oluşan uçucu yağ asiti değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. *Cyclotrichium niveum* uçucu yağının eklenmesi rumen sıvısındaki CO₂'i önemli ölçüde azaltmıştır ($P < 0.001$). Rumen sıvısından ölçülen metan (CH₄) gazı deneme gruplarında kontrol grubuna göre anlamlı olarak azalmıştır ($P < 0.001$), rumen fermantasyonunun son ürünleri, *Cyclotrichium niveum* uçucu yağının tüm dozlarıyla önemli ölçüde azalırken, rumen pH'ı artmıştır ($P < 0.05$). Sonuçlar, arpa ile inkübe edilen *Cyclotrichium niveum* uçucu yağının rumen mikrobiyal aktivitesini ve rumen genel fermantasyon sürecini önemli ölçüde inhibe ettiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Cyclotrichium niveum*, Sindirilebilirlik, Arpa, Esansiyel Yağ, Metan, Dağ nanesi

1. Introduction

With the banning of antibiotics in animal production since 2006, today, plant extracts have started to gain importance as alternative feed additives and growth stimulants to antibiotics. Efforts are being made to determine the benefits of herbal extracts and extract oils and to be a suitable alternative for the future (Kamel, 2007). Plants that can produce secondary metabolites such as sarsaponin, tannin, thymol, which affect microbiological activity in rumen are considered as alternative feed additives that have valuable potential for use (Benchaar et al., 2015).

Essential oils (EOs) obtained from plants have antimicrobial effects on gram (+) and gram (-) bacteria. Due to these effects, EOs have reduced protein breakdown in the rumen, control of pathogenic microorganisms, increasing the activity and nitrogen absorption of digestive enzymes and reducing environmental pollution caused by fertilizers (Wallace et al., 2004; Cardozo et al., 2005; Chaves et al., 2008; Patra and Yu, 2012; Öneç et al., 2016; Belanche et al., 2019).

There are many studies on the modulator effects of essential oils on rumen digestibility. The variability of these studies results depends on the variability of the chemical compositions of the plant used in general, the dosage used, the rumen pH and the type of diets used in the experiments. (Cardozo et al., 2005; Calsamiglia et al., 2007). Looking at the rumen fermentation effect of the dose ;while EOs are ineffective or selectively effective on the rumen microbial ecosystem at low and medium doses, they show a general inhibitory effect on rumen fermentation when used at high doses (Yadeghari et al., 2015), referring that EOs have a dose response effect on rumen fermentation.

Cyclotrichium niveum (mountain mint) is a one-year-old herbaceous plant with dense white trichome, strong mint fragrance and a height of 20-50 cm belonging to *Lamiaceae* family. Its active ingredients are pulegone (31.9%), germacrene-D (16.45%), menthone (15%), isomenthone (9%) and spathulenol (3.5%). It has been shown in many studies that *Cyclotrichium niveum* essential oil is rich in antimicrobial agents (Gulcin et al., 2008; Alim et al., 2009; Gürsoy et al, 2009). Due to its antimicrobial properties, it was expected that might be effective in manipulating rumen fermentation by affecting microorganisms in the rumen. In other words, they are thought to be effective in promoting microbial protein synthesis, preventing widespread breakdown of proteins, controlling methane-producing bacteria, stimulating the proliferation of cellulose-digesting bacteria and suppressing acid-causing bacteria. Despite all these expectations any study investigating the effect of *Cyclotrichium niveum* essential oil on rumen fermentation has not been acrossed. In this study, the potential for use of *Cyclotrichium niveum* (Boiss.) Manden & Scheng (mountain mint) as a feed additive for ruminant animals and its effective dose were investigated by *in vitro*.

2. Material and Methods

The amount of *Cyclotrichium niveum* (mountain mint) to be used in the study was collected by senior taxonomists Dr. Ahmet Zafer Tel in August ideal time for collected and dried in a cool environment then extracted by steam distillation methods for EOs. The oil was taken in dark glass bottles and stored at 4 ° C until use for incubation and chemical analyse. GC-MS analysis of EOs obtained after dilution with hexane in the ratio of 1:20, Agilent30m * 0.250mm * 0.25mµ in brand GC-MS device In size DB-5MS column, 1ml / min. helium gas flow rate, 1:50 split rate, 250 °C inlet temperature, 1 µl injector volume, starting at 60 °C, 3 °C / min. Heating brought to 300 °C and waiting for 5 minutes the analysis was then terminated.

The effects of *Cyclotrichium niveum* on *in vitro* true digestibilities of barley were evaluated using ANKOM Daisy Incubator and Technology. The ruminal inoculum, used for *in vitro* incubations, was collected from fistulated cow fed 60:40 feed forage: concentrate diet. The ruminal inoculum collection was carried out 3 hours (h) post morning meal. Then the ruminal inoculum was strained through various layers of cheese cloth and kept at 39 °C under a CO₂ atmosphere. Barley is grounded using a 1 mm sieve for chemical analysis and *in vitro* incubation. Weighed about 0.5 g of ground barley in filter bags (F57) and closed with heat stamping device and incubated in a Daisy^{II} incubator (ANKOM Technology Corp., Macedon, NY) with rumen fluid, buffer in a 1:4 ratio. *Cyclotrichium niveum* in an amount to meet the dosage of 50,100,150 ppm for 24 h under anaerobic conditions at

39.8 °C. In the experiment, nutrient analysis of barley and residues were determined according to the methods specified in AOAC (2007). Neutral detergent fibre (NDF) and acid detergent fibre (ADF) were analysed with the ANKOM 200 fibre analyser using reagents described by Van Soest and Wine (1975) and Van Soest (1963), respectively (Table 1).

Table 1. Chemical Composition of Barley (DM basis)

Ingredient	%
Dry matter	90.30
Organic matter	86.64
Crude protein	11.89
Ash	3.66
Crude fat	1.66
ADF	8.84
NDF	20.09
Nitrogen-free extract	66.51

Determination of the volatile fatty acid (VFA) content in the rumen liquid was conducted by using a gas chromatograph with a semi-capillary FFAP column (Hewlett-Packard, Wardbronn, Germany), at temperature range of 45-230°C.

Carbon dioxide (CO₂) and methane (CH₄) gases formed by *in vitro* fermentation were calculated with the following formula using the values of volatile fatty acids obtained from the rumen fluids come off after 24 hours of incubation of barley (Blümmel et al., 1999).

$$\text{Carbon dioxide, CO}_2 = \text{Acetic acid} / 2 + \text{Propionic acid} / 4 + 1.5 \times \text{Butyric acid}$$

$$\text{Methane, CH}_4 = (\text{Acetic acid} + 2 \times \text{Butyric acid}) - \text{CO}_2$$

(The concentration of UYA has been taken as mmol)

The obtained data were subjected to variance analysis in accordance with the trial model using the SAS (1998) package program. Comparison of means is provided by using Duncan Multiple Comparison Test.

All experimental procedures were approved by the Ethic Committee of Research Council of Çukurova University.

3. Result and Discussion

The results showed that *Cyclotrichium niveum* essential oil significantly affects the *in vitro* true digestibility of barley (dry matter digestibility (DMD), organic matter digestibility (OMD) and neutral detergent fiber digestibility (NDFD)) (Table 2). The *in vitro* digestibility of barley was decreased (linear (DMD) and quadratic (OMD, NDFD) response, $P < 0.01$; $P < 0.05$; $P < 0.001$ respectively by *Cyclotrichium niveum* essential oil. The *in vitro* DMD was 70.70% in the control group. The values of DMD measured as 62.99% (with a 10.9% reduction), 59.13% (with a 16.36% reduction) and 58.39% (with a 17.41% reduction) in group of 50 ppm, 100 ppm and 150 ppm doses respectively. Interestingly, the lowest values in *in vitro* OMD and NDFD were observed at the 50 ppm dose group. It constitutes the belief that there is a negative effect of *Cyclotrichium niveum* EO on starch digesting bacteria in rumen fluid. It suggests that this feature of the EO can be used with carbohydrates that are easily digested and causes acidosis in the rumen environment. Thus, risk of acidosis can be reduced with *Cyclotrichium niveum* EO. There are many data on the effect of EOs on rumen digestibility and fermentation assorted depending on the type, composition, dose of EOs and also rumen pH and animal diet type (Cardozo et al., 2004; Malecky et al., 2009). Assuming that not all end products of rumen fermentation are due to substrate destruction, it becomes difficult to explain the reason for the change observed in rumen fermentation. Because whether the changing in digestibility

is a result of *Cyclotrichium niveum* EO direct utilization by rumen microorganisms or the consequence of its indirect impact on substrate degradation and fermentation are not clear.

Table 2. Effect of *Cyclotrichium niveum* on *in vitro* true digestibility of barley

	Doses(mg L ⁻¹)				SEM	P
	0	50	100	150		
DMD (%)	70.704 ^a	62.998 ^b	59.138 ^b	58.390 ^b	4.4132	**
OMD (%)	57.708 ^a	47.894 ^b	52.434 ^{ab}	54.616 ^{ab}	5.1153	*
NDFD (%)	30.108 ^a	18.378 ^c	24.838 ^b	25.252 ^b	3.0393	***

Each letter (a and b) shows that the doses differ from each other at the level of p<0.001 (***), p<0.01(**) and p<0.05 (*).DMD: dry matter digestibility OMD: organic matter digestibility NDFD: NDF digestibility

Volalite fatty acids (VFAs) produced in the rumen form the major source of energy to the ruminant. Therefore, the optimum VFA ratios are very important for the animal performance. There are many studies investigating the effect of EOs on VFA. Some of them have observed that EOs increase VFAs rates (Benchaar et al., 2008) or not effected (Kim et al., 2019; Matloup et al., 2017; Kamalak et al., 2011; Tager and Krause 2011). Similarly with the results of our study, there are studies that significantly decrease VFA rates (Castillejos et al., 2005; Busquet et al., 2006); *Cyclotrichium niveum* oil supplementation significantly decreased total VFA production, propionic acid, butyric acid, acetic acid concentration with increasing level of the *Cyclotrichium niveum* (P<0.001, P<0.05) (Table 3). These results be concluded that *Cyclotrichium niveum* EO supplementation significantly inhibited microbial activity and overall fermentation process.

Table 3. Effect of *Cyclotrichium niveum* on *in vitro* ruminal fermentation of barley

	Doses(mg L ⁻¹)				SEM	P
	0	50	100	150		
Volatile fatty acids						
TVFA	68.30 ^a	63.01 ^b	55.58 ^c	52.55 ^d	1.0444	***
Acetate	35.83 ^a	34.47 ^a	30.25 ^b	26.51 ^c	0.9052	***
Propionate	17.25 ^a	15.85 ^b	13.88 ^c	15.87 ^b	0.5214	***
Butyrate	11.01 ^a	9.15 ^b	8.03 ^c	6.88 ^d	0.3480	***
Isobutyric acid	1.22 ^a	1.18 ^{ab}	1.15 ^b	1.11 ^c	0.0156	*
Valerate	1.54 ^a	1.50 ^{ab}	1.48 ^{bc}	1.44 ^c	0.0229	*
Isovalerate	1.46 ^a	0.85 ^b	0.80 ^{bc}	0.75 ^c	0.0252	**
A:P	2.08 ^a	2.18 ^a	2.18 ^a	1.68 ^b	0.0924	***
pH	6.1 ^b	6.2 ^{ab}	6.2 ^{ab}	6.4 ^a	0.06	*
Gases						
CO₂	38.75 ^a	34.93 ^b	30.33 ^c	27.55 ^d	0.7857	***
CH₄	19.11 ^a	17.8533 ^b	15.67 ^c	12.73 ^d	0.6232	***

Each letter (a,b,c) shows that the doses differ from each other at the level of p<0.01(**) and p<0.05(*),p<0.001 (***) A:P: acetate: propionate ratio, TVFA: Total volatile fatty acids

The amount of gases such as CO₂ and CH₄ formed as a result of digestion in the rumen is usually related with an increase in digestion and given information for microorganism activity in the rumen (Hungate et al., 1954). Nasab et al. (2018) observed that the plant with main component pulegone (38.83%), significantly reduced gas production in their study. This result is also compatible with our results. In our study *Cyclotrichium niveum* essential oil significantly affected CH₄ production (P<0.001). These results consistent with decrease of acetate which is methane production precursors. Because of their antimicrobial properties EOs could be used selectively restrain rumen methanogenesis. Methane has global warming potential 21 times compared to CO₂ (Bodas et al., 2012) depending on diet composition and feed intake, enteric methane losses be regarded as 2–12% of gross energy intake in ruminants (Boadi et al, 2004). For these reasons' reduction of CH₄ emissions via EOs application

could be beneficial both for the animals (improved feed efficiency and productivity) and for the environment (mitigation of greenhouse effects) (Benchaar and Greathead 2011).

Many studies recorded the reduction in CH₄ production by EO (Nasab et al., 2018; Wang et al., 2009). The decrease in the amount of gases observed in this study may indicate that microorganisms in the incubation environment and therefore fermentation parameters are negatively affected by essential oil.

The rumen pH is very important balance factor for sustain the rumen optimum fermentation. Changes in pH may more or less affect the types and activities of the microorganism community in the rumen, the formation and absorption of protein and fatty acids, especially VFAs. *Cyclotrichium niveum* EO increased ruminal pH at all included doses ($p < 0.05$), this result made think that *Cyclotrichium niveum* EO might be protecting effect on rumen acidosis.

4. Conclusion

The effects of *Cyclotrichium niveum* oil can be attributed to many reasons, these are; restriction of some protozoal populations; restriction of the bacteria producing the methane production precursors, such as acetate producing bacteria and redirecting rumen fermentation towards the pathways producing more propionate as a H₂ sink.

From the study results, it may be concluded that *Cyclotrichium niveum* EO supplementation significantly inhibited rumen microbial activity and overall fermentation process of rumen. *Cyclotrichium niveum* EO inclusion had significant negative effects on digestibility parameters, VFAs and gases. Therefore, before use for livestock industry, more investigations are required to determine the effect of *Cyclotrichium niveum* EO on animal performance and economics aspect of supplementation.

Acknowledgments

The author is very thankful for the support of project the Adiyaman University Scientific Research Projects (KMYOBAP/2014-0003).

References

- Alim, A., Goze, I., Çetin, A., Atas, A.D., Vural, N. and Dönmez, E. (2009). Antimicrobial activity of the essential oil of *Cyclotrichium niveum* (Boiss.) Manden. *Et Scheng. African Journal of Microbiology Research*, 3: 422-425.
- ANKOM Technology. (2005). *In Vitro True Digestibility Using the DAISYII Incubator*. ANKOM Technology
- AOAC. (2007). *Official Methods of Analysis*. 19th ed. Association of Official Analytical Chemists; Washington, DC
- Belanche, A., Kingston-Smith, A.H., Griffith, G.W. and Newbold, C.J. (2019). A Multi-Kingdom Study Reveals the Plasticity of the Rumen Microbiota in Response to a Shift from Non-grazing to Grazing Diets in Sheep. *Front Microbiology*, 10: 122
- Benchaar, C. and Greathead, H. (2011). Greathead, H. Essential oils and opportunities to mitigate enteric methane emissions from ruminants. *Animal Feed Science Technology*, 166: 338–355.
- Benchaar, C., Calsamiglia, S., Chaves, A.V., Fraser, G.R., Colombatto, D., McAllister, T.A. and Beauchemin, K.A. (2008). A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. *Animal Feed Science and Technology*, 145: 209-228.
- Benchaar, C., Hassanat, F., and Petit, H.V. (2015). Dose-response to eugenol supplementation to dairy cow diets: methane production, N excretion, ruminal fermentation, nutrient digestibility, milk production, and milk fatty acid profile. *Animal Feed Science and Technology*, 209: 51–59
- Blümmel, M., Aiple, K.-P., Steingass, H., Becker, K. (1999). A note on the stoichiometrical relationship of short chain fatty acid production and gas evolution *in vitro* in feedstuffs of widely differing quality. *J Anim Physiol Anim Nutr*, 81: 157-167.
- Boadi, D., Benchaar, C., Chiquette, J., Massé, D. (2004). Mitigation strategies to reduce enteric methane emissions from dairy cows: Update review. *Canadian Journal of Animal Science*, 84: 319–335.
- Bodas, R., Prieto, N., García-González, R., Andrés, S., Giráldez, F.J., López, S. (2012). Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secondary metabolites. *Animal Feed Science Technology*, 176: 78–93.
- Busquet, M., Calsamiglia, S., Ferret, A. and Kamel, C. (2006) Plant extracts affect *in vitro* rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science* 89:761–771.
- Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P.W., Castillejos, L. and Ferret, A. (2007). Invited review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*, 90(6): 2580-2595.
- Castillejos, L., Calsamiglia, S., Ferret, A. and R. Losa. (2005). Effects of a specific blend of essential oil compounds and the type of diet on rumen microbial fermentation and nutrient flow from a continuous culture system. *Journal of Animal Feed Science and Technology*, 119: 29–41.
- Cardozo, P.W., Calsamiglia, S., Ferret, A. and Kamel, C. (2004). Effects of natural plant extracts on ruminal protein degradation and fermentation profiles in continuous culture. *Journal of Animal Science*, 82(11): 3230-3236.
- Cardozo, P.W., Calsamiglia, S., Ferret, A. and Kamel, C. (2005). Screening for the effects of natural plant extracts at different pH on *in vitro* rumen microbial fermentation of a high-concentrate diet for beef cattle. *Journal of Animal Science*, 83(11): 2572–2579.
- Chaves, A.V., Stanford, K., Dugan, M.E.R., Gibson, L.L., McAllister, T.A., Van Herk, F. and Benchaar, C. (2008). Effects of cinnamaldehyde, garlic and juniper berry essential oils on rumen fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Livestock Science*, 117: 215-224.
- Gulcin, I., Tel, A.Z. and Kirecci, E. (2008). Antioxidant, Antimicrobial, Antifungal, and Antiradical Activities of *Cyclotrichium Niveum* (BOISS.) Manden and Scheng. *International Journal of Food Properties*, 11(2): 450-471.
- Gursoy, N., Sihoglu-Tepe, A., and Tepe, B. (2009). Determination of *in vitro* antioxidative and antimicrobial properties and total phenolic contents of *Ziziphora clinopodioides*, *Cyclotrichium niveum* and *Mentha longifolia* ssp. *typhoides* var. *typhoides*. *Journal of Medicinal Food*, 12(3): 684-689.
- Hungate, R.E., Fletcher, J.W., Dougherty, R.W., and Barrentine, B.F., (1954). Microbial Activity in the Bovine Rumen: Its Measurement and Relation to Bloat. *Applied Microbiology*, 3(3): 161-173.
- Kamalak, A., Canbolat, Ö., Özkan, Ç.Ö., Atalay, A. (2011). Effect of thymol on *in vitro* gas production, digestibility and metabolizable energy content of alfalfa hay. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(2): 211-216.
- Kamel, C., Greathead, H.M.R., Tejido, M.L., Ranilla, M.J. and Carro, M.D. (2007). Effects of allicin and diallyl disulfide on *in vitro* rumen fermentation of a mixed diet. *Animal Feed Science and Technology*, 145: 351-363.
- Kim, H., Jung, E., Lee, H. G., Kim, B., Cho, S., Lee, S., Kwon, I., and Seo, J. (2019). Essential oil mixture on rumen fermentation and microbial community - an *in vitro* study. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 32(6): 808–814.
- Malecky, M., Broudiscou, L.P. and Schmidely, P. (2009). Effects of two levels of monoterpene blend on rumen fermentation, terpene and nutrient flows in the duodenum and milk production in dairy goats. *Animal Feed Science and Technology*, 154: 24-35.

-
- Matloup O, El Tawab AMA, Hassan A, et al. (2017) Performance of lactating Friesian cows fed a diet supplemented with coriander oil: feed intake, nutrient digestibility, ruminal fermentation, blood chemistry, and milk production. *Anim Feed Sci Technol*, 226:88-97.
- Nasab, M.E, Naserian, A.A, Vakili, A.R, Tahmasbi, A.M. (2018). Effect of using Essential Oils of Ziziphora Clinopodioides and Mentha Pulegium As Additive on *In Vitro* Study. *Biosciences Biotechnology Research Asia*,15(1): 217-227.
- Öneç, S.S., Açıkgöz, Z., Kırkpınar, F., Küme, T., Tuğalay, Ç.Ş. and Bayraktar, Ö.H. (2016). Chemical Compositions and Antioxidant Activities of The Essential Oils of Some Medicinal and Aromatic Plants. *Journal of Animal Production*, 57(2): 7-14.
- Patra, A.K. and Yu, Z. (2012). Effects of Essential Oils on Methane Production and Fermentation by, and Abundance and Diversity of, Rumen Microbial Populations. *Applied and Environmental Microbiology*, 78(12): 4271-4280.
- Tager, L. R., and Krause, K. M. (2011). Effects of essential oils on rumen fermentation, milk production, and feeding behavior in lactating dairy cows. *Journal of dairy science*, 94(5): 2455–2464.
- Van Soest, P.J. (1963). The use of detergents in the analysis of fibre feeds. II. A rapid method for the determination of fibre and lignin. *Journal of Association of the Official Analytical Chemists*, 46: 829-835.
- Van Soest, P.J. and Wine, R.H. (1975). The use of detergents in the analysis of fibre feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents. *Journal of Association of the Official Analytical Chemists*, 50: 50-55.
- Wallace, R.J. (2004). Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. *Proceedings of the Nutrition Society*, 63: 621-629.
- Wang, C.J., Wang, S.P., Zhou, H. (2009). Influences of flavomycin, ropadiar, and 525 saponin on nutrient digestibility, rumen fermentation, and methane emission from 526 sheep. *Animal Feed Science Technology*, 148: 157-166.
- Yadeghari, S., Malecky, M., Dehghan Banadaky, M. and Navidshad, B. (2015). Evaluating *in vitro* dose-response effects of Lavandula officinalis essential oil on rumen fermentation characteristics, methane production and ruminal acidosis. *Veterinary Research Forum*, 6(4): 285-293.

Gaziantep ve Kilis İllerinde Yetiştirilen İvesi Koyunlarının Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması


Comparison of Some Morphological and Physiological Characteristics of Awassi Sheep Grown in Gaziantep and Kilis Provinces


Sabri GÜL^{1*}, Nida Zeynep OFLAZ²

Özet

Bu çalışmada, Gaziantep ve Kilis illerinde yetiştiriciliği yapılan İvesi koyunlarında bazı morfolojik ve fizyolojik özellikler tespit edilmiştir. Bu amaçla, her iki ilde de 2-5 yaş aralığında 100'er baş ergin koyun ve bunlardan doğan kuzularda tespit ve ölçümler yapılmıştır. Anaç koyunlarda, döl verim özellikleri, canlı ağırlık, bazı vücut ölçüleri ve laktasyon parametreleri belirlenmiştir. Kuzularda doğum ve sütten kesim ağırlığı (60. gün) ve bu dönemlerdeki vücut ölçüleri tespit edilmiştir. Deneme materyali analara, mera ve ek yemleme, kuzulara ise ana sütü ve ek yemleme ile besleme yapılmıştır. Çalışmanın istatistik analizi SPSS paket programı ile değerlendirilmiştir. Araştırma neticesinde, Gaziantep ve Kilis illerinde yetiştirilen İvesi koyunlarında vücut beyaz kaba-karışık yapağılı ve kahverengi başlı, erkekler boynuzlu dişiler boynuzsuz olarak tespit edilmiştir. Erkek ve dişiler yağlı kuyruklu, meme başları huni biçiminde aşağıya doğru olabildiği gibi meme bezi kenarlarından yana doğru da çıkabildiği belirlenmiştir. Analarda döl verimi Gaziantep ilinde % 98, Kilis ilinde ise % 99, kuzu verimi, Gaziantep ilinde 0.98, Kilis ilinde 0.99, sütten kesimde yaşama gücü aynı il sıralamasına göre % 96.93 ve % 95.45 olarak hesaplanmıştır. Doğum ve sütten kesim (60. gün) ağırlıkları il sıralamasına göre, 4.04 ± 0.31 kg ve 3.78 ± 0.30 kg, 21.6 ± 0.34 kg ve 20.3 ± 0.30 kg olarak belirlenmiştir. Laktasyon süresi, Gaziantep'teki sürülerde, 188.3 ± 2.14 gün, Kilis ilindeki sürülerde 182.4 ± 2.85 gün, pazarlanabilir süt verimi ise yine aynı sıralamaya göre, 134.4 ± 5.30 kg ve 117.4 ± 3.11 kg olarak bulunmuştur. Sonuç olarak İvesi koyunlarının verim özellikleri bakımından iller arasında varyasyona sahip olduğu ve il bazında düşük verimli koyunların ıslahı için iller arası damızlık ve ıslah amaçlı transfer yapılması yerinde olacaktır.

Anahtar Kelimeler: İvesi, Döl verimi, Süt verimi, Vücut ölçüleri, Kuzu gelişimi

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Sabri GÜL, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Antakya-. E-mail: sabrigul@gmail.com  OrcID: 0000-0001-6787-8190

²Nida Zeynep OFLAZ, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Hatay. E-mail: nidaoflaz@gmail.com  OrcID: 0000-0003-0103-2613
Atıf/Citation: Gül, S., Ofllaz, N.Z. Gaziantep ve Kilis illerinde yetiştirilen İvesi koyunlarının bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri bakımından karşılaştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 146-156.

* Bu çalışma "Gaziantep ve Kilis illerinde yetiştirilen İvesi koyunlarının bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri bakımından karşılaştırılması" isimli Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2021

Abstract

In this study, some morphological and physiological characteristics of Awassi sheep were investigated in Gaziantep and Kilis provinces. For this purpose, it was made measurements and detections in 100 heads of Awassi and their lambs in both cities between 2-5 aged. In ewes, fertility characteristics, live weight, some body measurements and lactation parameters were determined. Birth and weaning weight (60th day) and body measurements in these periods were determined in lambs. Animal material was fed with pasture throughout the day and additional feeding, and lambs were fed with milk and additional feeding. Statistical analysis of the study was evaluated with SPSS software. As a result of the research, it was found that Awassi sheep has white body with coarse-mixed fleece, brown-headed, rams with horned, ewes without horned. It has been determined that males and females with fat tailed, the nipples can be downwards in the form of a funnel as well as from the edges of the mammary gland. The fertility rate was calculated as 98 % in Gaziantep, and 99 % in Kilis province, litter size found as 0.98 in Gaziantep, 0.99 in Kilis province, survival rate on weaning (60th day) was calculated as % 96.93 and % 95.45 respectively at the same province ranking. The birth and weaning weights (60th) were determined as 4.04 ± 0.31 kg and 3.78 ± 0.30 kg, 21.6 ± 0.34 kg and 20.3 ± 0.30 kg, respectively, according to province order. The lactation period was found as 188.3 ± 2.14 days in Gaziantep, 182.4 ± 2.85 days in Kilis province, and average marketable milk yield found as 134.4 ± 5.30 kg and 117.4 ± 3.11 kg respectively, according to province order again. As a result, there is variation between provinces in terms of yield characteristics. It will be appropriate to make transfers between the provinces for breeding and breeding purposes find order to the improvement of low-yielding sheep on the basis of provinces in which.

Keywords: Awassi, Reproduction, Milk yield, Body measurements, Lamb growth

1. Giriş

Hayvansal üretim faaliyeti et, süt, deri, kıl, yapağı gibi verimleri ile insan beslenmesine katkı, endüstriye hammadde ve birçok iş dalını barındırması nedeniyle hem ülke hem de aile ekonomisine ciddi katkılar sağlamaktadır.

İlk evcilleştirilen hayvan türlerinden biri olan koyun, birçok toplum ve medeniyet için farklı kültürler ile önemli roller üstlenmiştir. Genellikle besin, giyim ve geçim kaynağı olarak yetiştirilen koyunların, zaman zaman özel işletmelerde süs hayvanı olarak tercih edildiği de görülmektedir. Ülkelerin gelişmişlik seviyeleri hesaplanırken, sanayi, ticaret ve turizm gibi ekonomik verilerin yanı sıra hayvansal ürün tüketim düzeyleri de dikkate alınmaktadır.

Türkiye'nin coğrafik özellikleri, özellikle Orta Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki zayıf, seyrek ve boylanmayan bitkilerden oluşan mera kompozisyonu, Türkiye koyuncululuğuna uygun bir alt yapı sağlamaktadır. Bu bağlamda insan yaşamına destek olmakla beraber yaşamın da bir parçası haline gelen koyun yetiştiriciliği, tarla ve bahçe tarımına uygun olmayan arazilerde veya uygun olan yerlerde iç içe yapılabilmesi, hayvanların ağız yapısı, hemen hemen her türlü otu yemesi, yüksek adaptasyon kabiliyeti nedeniyle diğer türlere tercih edilebilmektedir.

Tarımsal üretim bakımından kendi kendine yeten ülkelerden biri olan Türkiye'de, son 35 yıldan beri sanayi ve turizm sektörlerinin öncelikli alan haline getirilmesini hedefleyen politikaların uygulanması, girdilerin yüksek olması ve elde edilen ürünlerin değer fiyatına satılamaması tarıma olan ilginin azalmasına neden olmuş ve tarım, zaman içinde geri planlara atılmıştır. Her ne olursa olsun, tarihsel alışkanlıkları, coğrafi özellikleri, yemek kültürleri ve ekonomik koşulları nedeni ile Türkiye hâlâ bir tarım ülkesidir ve hayvancılık, tarım içerisinde önemli yer tutmaktadır.

Yerli koyun ırkları içinde kombine verim yönü ile ön plana çıkan İvesi koyunu, Adana, Hatay, Kilis, Gaziantep ve Şanlıurfa illerinde yoğun olarak yetiştirilmekte ve bu ırk ile ilgili çeşitli akademik çalışmalar yürütülmüştür ve yürütülmeye devam etmektedir (Keskin ve Biçer, 2005; Keskin ve ark., 2005; Gül ve Keskin, 2010; Gül ve ark., 2017). İvesi koyunlarının kendi yetiştirilme bölgeleri içerisinde gelişim, döl ve süt verim özelliklerinin bilimsel olarak tespit edilerek bilgilerin, güncel olarak yetiştirici ve diğer kullanıcılar ile paylaşılmasında yarar bulunmaktadır.

Bu bağlamda yapılan bu çalışmada, Gaziantep ve Kilis illerinde İvesi koyunlarının bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri ortaya konulmuştur.

2. Materyal ve Metot

2.1. Çalışmanın yürütüldüğü bölge

Çalışma, Gaziantep ve Kilis illerinde yetiştiricilere ait özel işletmelerde yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü illerden Gaziantep, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde, 36° 28' ve 38° 01' doğu boylamları ile 36° 38' ve 37° 32' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. İlin, kuzeyinde Kahramanmaraş, batısında Hatay ve Osmaniye, doğusunda Şanlıurfa, kuzeydoğusunda Adıyaman ve güneybatısında Kilis illeri bulunmaktadır. Kilis ili, 1.521 km²'lik yüzölçümü ile güneydoğu Anadolu bölgesinde, 36° K enlemi ve 32° D boylamı arasında yer almaktadır. Şehir bu konumu itibarı ile Akdeniz Bölgesinden Güneydoğu Anadolu Bölgesine bir geçiş kuşağı rolünü üstlenmektedir. İlin tek komşusu Gaziantep'tir.

2.2. Hayvan materyali

Çalışmanın hayvan materyalini, Gaziantep ve Kilis illerinde T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen ve Gaziantep ve Kilis illerinde yürütülen proje dâhilindeki elit sürülerden 2-5 yaşlı İvesi koyunları ve bunlardan doğan kuzular oluşturmuştur. Araştırmada, Gaziantep ilinde 100 baş koç altı koyun ve bunlardan doğan 98 baş kuzu, Kilis ilinde yine 100 baş koç altı İvesi koyunu ve bunlardan doğan 99 baş kuzu kullanılmıştır.

Gaziantep ve Kilis illerinde deneme materyali koyunlar mevsimin durumuna göre yıl boyunca sabah erken saatlerde meraya çıkarılmış, akşam geç saatlere kadar merada tutulmuştur. Merada maki tipi çalılıklar ve mevsimsel otlar bulunmaktadır. Akşam meradan geldikten sonra koyunlara, arpa, buğday samanı, mercimek samanı, kepek, pamuk tohumu hammaddelerinden ikisi veya daha fazlası karıştırılarak hazırlanan rasyondan, hayvan başına 700-750

g olacak şekilde verilmiştir. Kuzular, sabah analarını emdikten sonra ayrılmış ve anaların meradan dönüşüne kadar ağılda bırakılmıştır. Akşam mera dönüşü yine bir araya getirilmiş ve emiştirilmesi sağlanmıştır. Yaklaşık 15 günlük yaştan itibaren gün içerisinde kuzulara da analara verilen rasyondan kuzu başına süttten kesime kadar artırılarak 150-300 g olacak şekilde verilmiştir.

2.3. Morfolojik özellikler

Araştırmada kullanılan İvesi koyunlarının yapağı, boynuz ve meme yapıları gözlem ile tespit edilmiştir.

2.4. Vücut ölçüleri ve canlı ağırlık

Koyunların çiftleşmeden önceki canlı ağırlık, vücut uzunluğu, sağrı yüksekliği, cidago yüksekliği, göğüs derinliği, göğüs çevresi, göğüs genişliği, Özcan (1989) tarafından belirtilen yöntemler kullanılarak 50 g hassasiyetli kantar, ölçü bastonu ve ölçü şeridi ile belirlenmiştir. Aynı ölçümler kuzularda da doğum ve süttten kesim döneminde yapılmıştır.

2.5. Çiftleştirme, döl verimi özellikleri

Her iki ildeki sürülerde çiftleşmeler serbest aşım ile gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, koçlar sürü içerisinde yaklaşık 2 ay önce ayrılmış ve bölgelerde çiftleşme mevsimi olan Ağustos-Eylül aylarında sürü içerisine yeniden bırakılmıştır. Koçlar merada sürekli koyunlar içerisinde tutulmuş akşam mera dönüşü çıkarılmışlardır. Gaziantep ve Kilis ilindeki sürü içerisinde 5'er baş koç kullanılmıştır. İlk koç katım dönemi yaklaşık 25-30 gün sürmüş ve 2 hafta sonra yeniden sürü içerisine koç bırakılmıştır. Yapılan gözlemlere göre, tekrar dönen koyun tespit edilmemiştir. Sürüde gebelik oranı, kısırılık oranı, kuzulama oranı, kuzu verimi, doğum tipi ve yaşama gücü tespit edilmiştir. Bu hesaplamalar Özcan (1989) da belirtilmiş olan formüller kullanılarak hesaplanmıştır.

2.6. Laktasyon özellikleri

Koyunlarda sağım elle yapılmış olup laktasyon süresi, pazarlanabilir süt verimi hesaplanmıştır. Süt verimlerinin hesaplanması ICAR (2014) yöntemi AT metoduna göre yapılmış elde edilen verilere göre her bir hayvan için laktasyon süt verimlerinin hesaplanmasında Fleischman metodu kullanılmıştır (Gül, 2008).

Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmada hayvanların süt verim özellikleri ile doğum ve 60. gün ağırlığı üzerine yaşın etkisi toplamalı düzeltme faktörleri kullanılarak giderilmiştir. Koyunların laktasyon süreleri, süt verim özellikleri, kuzuların doğum ve süttten kesim ağırlıkları SPSS paket programı ile değerlendirilmiştir (SPSS, 2012).

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Morfolojik Özellikler

İrkları birbirinden ayırt etmede önemli bir yere sahip olan morfolojik özellikler, genotipin göstermiş olduğu belirgin özelliklerin yanı sıra çevrenin de etkisi altında kalabilmektedir. Değerlendirilmeye alınan tüm koyunların dış bükey burun, orta büyüklükte ve kahverengi başlı oldukları gözlemlenmiştir. Çalışmada, Gaziantep ve Kilis illerinde kullanılan 10 baş (5'er baş) koçta boynuzluluk tespit edilmiştir. Koçlarda boynuz, spiral şeklinde yanlara kıvrılmış durumda, dişilerin tamamı ise boynuzsuzdur. Erkek ve dişiler yağlı kuyruklu, kuyruk yapısı arkada tepsi gibi duran yağlı kısım ve ortada küçük, içe ve aşağı doğru kıvrımlı ayrı bir parçadan oluşmaktadır. Türkiye'nin önemli bir gen kaynağı olan İvesi koyunlarında meme başları huni biçiminde aşağıya doğru olabildiği gibi meme bezi kenarlarından yana doğru da çıkabildiği belirlenmiştir. Koyunlarda meme yapısı elle ya da makineli sağıma da uygun bir yapıya sahiptir.

3.2. Döl verim özellikleri

Gaziantep ve Kilis illerinde İvesi koyunlarının döl verim özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Gaziantep ilinde 100 baş anadan 98 başı doğum yaparak 98 baş kuzu, Kilis'te yine 100 baş koç altı koyundan 99 başı doğum yaparak 99 baş kuzu doğmuştur. Gaziantep ve Kilis illerindeki sürülerde koç altı koyuna göre kuzu verimi % 98 ve % 99,

doğuran koyun başına ise döl verimi % 100 ve % 100 olarak hesaplanmıştır. Koyun başına düşen kuzu verimi il sıralamasına göre 0.98 ve 0.99, sütten kesimde (60. gün) yaşama gücü % 96.93 ve % 95.45 olarak bulunmuştur. Her iki ilde de ikiz doğum gerçekleşmeyip tüm kuzular tek doğmuştur. (Çizelgedeki değerleri yeniden vermek yerine bir iki cümle illeri karşılaştıran buna uygun yorum yazılabilir. Son cümlede buna yer verilmiş.

Tablo 1. Gaziantep ve Kilis illerinde yetiştirilen İvesi koyunlarının döl verim özellikleri
Table 1. Reproductive characteristics of Awassi sheep grown in Gaziantep and Kilis province

Döl verim özellikleri	Gaziantep	Kilis	Ortalama
Koç altı koyun sayısı (baş)	100	100	200
Doğuran koyun sayısı (baş)	98	99	98.5
Doğuran koyuna göre kuzu verimi (%)	100	100	100
Koçaltı koyuna göre kuzu verimi (%)	98	99	98.5
Doğan kuzu sayısı (baş)	98	99	98.5
Kuzu verimi	0.98	0.99	0.99
Sütten kesilen kuzu sayısı (baş)	95	95	95
Tek doğan kuzu sayısı (baş)	98	99	98.5
Sütten kesimde kuzu verimi (%)	96.94	95.96	96.44
Yaşama gücü (%)	96.94	95.96	96.44

Koyun yetiştiriciliğinde yavru sayısının önemi işletmenin kârlılığı üzerine etkilidir. Araştırmacıların önceki çalışmalarında belirtildiği gibi İvesi koyunu döl verimi bakımından çok üretken bir ırk değildir. Doğumların yalnızca %10-15 kadarı ikiz doğum şeklinde olmaktadır (Abboud, 2007). Elde edilen sonuçlar incelendiğinde sütten kesilen yavru sayısı ve elde edilen yavru sayısı hem sürdürülebilirlik adına hem de kârlılık adına İvesi koyununun fizyolojisi de dikkate alındığında normal sınırlar dâhilindedir Ancak bu sayı döl verimi yüksek kültür ırkları dikkate alındığında kesinlikle artırılması gerekli bir özelliktir. Bu iki sürüde ikiz doğum gerçekleşmemekle birlikte bir çözüm önerisi olarak süt verimi yüksek ikiz doğum yapan analardan doğan kuzular damızlık olarak seçilebilirler. Bunun yanı sıra çevresel etmenler olan besleme ve hormon uygulamaları ile de döl veriminin artışı sağlanabilecektir. Abboud (2007) Bekâ vadisindeki ekstansif üretim koşulları altında yetiştirilen İvesi koyunlarında ana başına kuzu sayısının % 69-95 ve sütten kesilen kuzu sayısının ise % 60-88 olduğu bildirilmiştir. Obaido (2010), yapmış olduğu çalışmada İvesi koyunlarında kuzulama oranını % 92.4, döl verimini % 94.1, kuzu verimini 1.7 ikizlik oranını ise % 5.5 olarak bildirmiştir. Üstüner ve Oğan (2013), İvesi koyunlarında gebelik oranını % 89.8, ikiz doğum oranını % 20.5, kuzu oranını % 108.8 yaşama gücünü (60. gün) % 88.3 olarak hesaplanmıştır. Araştırmacıların bildirişleri ile bulgularımız arasında döl verim kriterleri arasında çok fazla farklılık bulunmamakla birlikte, yapmış olduğumuz çalışmada ikiz doğuma rastlanmamıştır. Bu durum İvesi koyunlarında bir batında doğan kuzu sayısının seleksiyon ile artırılabilmesinin bir göstergesi şeklinde yorumlanabilir. Bu bölümde gerek İvesi gerekse diğer yerli koyunlar ile ilgili daha fazla kaynak kullanılması tartışma bölümünü güçlendirecektir.

3.3. Analarda canlı ağırlık ve vücut ölçüleri

Çiftleşme öncesinde analara ait canlı ağırlık ve vücut ölçüleri Tablo 2'de verilmiştir. Çalışmada, İvesi koyunlarından elde edilen canlı ağırlıklar Gaziantep'te 56.3 ± 0.64 kg, Kilis'te ise 53.9 ± 0.62 kg olarak tespit edilmiş ($P < 0.05$) olup her iki ildeki sürü ortalaması 55.1 ± 0.45 kg olarak tespit edilmiştir. Gaziantep'te yetiştirilen İvesi koyunlarından vücut ölçüleri Kilis ilinde yetiştirilen koyunlara göre yüksek bulunmuştur. Vücut ölçüleri içerisinde göğüs genişliği dışındaki diğer özellikler bakımından iller arasındaki farklılıklar istatistiksel olarakta önemli seviyede çıkmıştır ($P < 0.01$).

Tablo 2. İvesi koyunlarının canlı ağırlık (kg) ve vücut ölçüleri (cm)

Table 2. Live weight (kg) and body measurements of Awassi sheep (cm)

Özellikler	Gaziantep	Kilis	P	Genel
Canlı ağırlık	56.3 ± 0.64	53.9 ± 0.62	0.007	55.1 ± 0.45
Cidago yüksekliği	67.8 ± 0.27	66.9 ± 0.25	0.012	67.3 ± 0.19
Sağrı yüksekliği	70.9 ± 0.28	68.5 ± 0.22	0.000	69.7 ± 0.20
Göğüs genişliği	23.6 ± 0.20	22.0 ± 0.17	0.000	22.8 ± 0.14
Göğüs derinliği	35.1 ± 0.20	33.3 ± 3.02	0.546	34.2 ± 1.51
Göğüs çevresi	100.2 ± 0.44	93.8 ± 0.38	0.000	97.0 ± 0.37
Vücut uzunluğu	70.5 ± 0.27	67.9 ± 0.24	0.000	69.2 ± 0.20

Şeker ve Kul (2000), İvesi koyunlarında canlı ağırlığı 56.40 kg, vücut uzunluğunu 70.60, göğüs çevresini 91.25 cm, cidago yüksekliğini 66.90 cm olarak bildirmişlerdir. Gürsoy (2011), İvesilerde yapmış olduğu bir çalışmada, yetiştirici elindeki İvesi koyunlarında canlı ağırlığı 46.5 kg, cidago yüksekliğini 63.8 cm, 64.9 cm, 63.6 cm, sağrı yüksekliğini, 65.5 cm, göğüs genişliğini, 18.3 cm, vücut uzunluğunu 55.8 cm, göğüs derinliğini, 27.9 cm, göğüs çevresini 86.9 cm, olarak bildirmiştir. Obaido (2010), Suriye’de İvesi koyunları ile yapmış olduğu çalışmasında, koyunlarda sağrı yüksekliğini 64.2 cm, cidago yüksekliğini 66.4 cm, göğüs derinliğini 31.7 cm, vücut uzunluğunu 74.6 cm, göğüs genişliğini 22.3 cm, göğüs çevresini 92.4 cm, ortalama canlı ağırlığı ise 45.2 kg olarak bildirmiştir. Elde etmiş olduğumuz bulgular araştırmacıların bildirişleri ile uyum içerisindedir. Araştırmalar arasındaki sayısal farklılıklar bu ırkın farklı bölgelerdeki performansından veya bölge, iklim, bakım ve besleme gibi nedenlerden kaynaklandığı söylenebilir. Bu bölümde gerek İvesi gerekse diğer yerli koyunlar ile ilgili daha fazla kaynak kullanılması tartışma bölümünü güçlendirecektir.

3.4. Doğum ve sütten kesim ağırlıkları

İvesi kuzularında doğum ve sütten kesim ağırlıklarına ait değerler Tablo 3’te verilmiştir. Elde edilen sonuçlar neticesinde, Gaziantep ilindeki erkek kuzularda doğum ağırlığı (4.2 ± 0.31 kg), Kilis iline göre (3.8 ± 0.27 kg) daha yüksek tespit edilmiş, fakat aralarındaki sayısal farklılık istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır (P>0.05). Ağırlık yönünden benzer durum dişi kuzularda da kendini göstermiş ve aralarındaki farklılık anlamlı seviyede tespit edilmiştir (P<0.05).

Tablo 3. Dişi ve erkek kuzuların doğum ve 60. gün ağırlığı (kg)Table 3. Body weight of male and female lambs and 60th day weight (kg)

Doğum ağırlığı					
Gruplar	n	Erkek	n	Dişi	Genel
Gaziantep	53	4.2 ± 0.31	45	3.8 ± 0.27	4.0 ± 0.31
Kilis	60	4.0 ± 0.35	39	3.5 ± 0.32	3.8 ± 0.30
P		0.061		0.01	0.007
Genel	113	4.1 ± 0.34	84	3.7 ± 0.31	3.9 ± 0.04
		min.	max.	min.	max.
Gaziantep		2.2	5.6	2.5	5.0
Kilis		2.3	5.4	2.4	5.0
60. gün ağırlığı					
Gaziantep	52	22.7 ± 0.26	43	20.9 ± 0.31	21.6 ± 0.34
Kilis	58	20.6 ± 0.44	37	19.8 ± 0.34	20.3 ± 0.30
P		0.000		0.018	0.000
Genel	110	21.6 ± 0.28	80	20.4 ± 0.23	21.1 ± 0.19
		min.	max.	min.	max.
Gaziantep		18.7	27.5	17.5	26.5
Kilis		14.2	31.8	15.5	26.7

Ortalama doğum ağırlıkları Gaziantep ilinde 4.0 ± 0.31 kg, Kilis ilinde ise 3.8 ± 0.30 kg olarak belirlenmiştir ($P < 0.05$). Doğum ağırlıkları açısından iller arasındaki farklılıkların bölge vejetasyonu, bakım besleme ve genetik özelliklerden kaynaklandığı söylenebilir.

Erkek kuzuların 60. gün ağırlıklarına bakıldığında, Gaziantep ilindeki erkek kuzuların doğum ağırlığına da bağlı olarak Kilis ilindekilere göre gelişim daha iyi olmuştur ($P < 0.01$). Dişi kuzuların 60. gün ağırlıkları değerlendirildiğinde, Gaziantep ilindeki kuzuların yine Kilis ilindekilere göre yüksek olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$). Bu farklılıkların, yine bölgeler arası vejetasyon ve bakım beslemeden kaynaklandığı söylenebilir.

Torun (1987), Ceylanpınar Tarım İşletmesi'nde yapmış olduğu çalışmasında 2 yaşlı koyunlardan doğan kuzularda ortalama doğum ağırlığını 4.23 kg olarak tespit etmiştir. Dikmen ve ark. (2007), İvesi koyunlarında süt verimi ve kuzu gelişimi üzerine yapmış oldukları çalışmada, ortalama doğum ağırlıklarını erkeklerde 4.26 kg, dişilerde 4.11 kg, tek doğanlarda 4.62 kg, ikiz doğanlarda 3.97 kg, genel ortalamayı ise 4.18 kg olarak bulmuşlardır. Ortalama süttan kesim ağırlıklarını ise erkeklerde 20.21 kg, dişilerde 18.41 kg, tek doğanlarda 19.94 kg, ikiz doğanlarda 19.02 kg genel ortalamayı ise 19.33 kg olarak belirlemişlerdir. Araştırma sonunda elde etmiş olduğumuz sonuçlar doğum ve 60. gün ağırlıkları için diğer araştırmacıların bulguları ile benzerlik içerisindedir. Ayrıca çalışmamız Tabbaa ve ark., (2008); Şireli ve ark., (2015)'n İvesi koyunlarında doğum ağırlıkları için bildirişleri ile de uyum içerisindedir. Küçük farklılıkların nedeni ise ırkın farklı bölgede yetiştirilmesi ve bakım beslemede göstermiş olduğu performans şeklinde açıklanabilir.

3.5. Kuzularda vücut ölçüleri

Araştırmanın materyalini oluşturan İvesi erkek kuzularda doğumda elde edilen vücut ölçüleri Tablo 4'te verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere, genel olarak Gaziantep ilindeki kuzulardan elde edilen vücut ölçülerinin, Kilis ilinden elde edilen değerlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Erkek kuzularda cidago yüksekliği Gaziantep ilinde 37.9 ± 0.44 cm belirlenirken, bu değer Kilis ilinde 36.7 ± 0.24 cm olarak tespit edilmiştir ($P < 0.05$).

Tablo 4. Erkek kuzuların doğumda vücut ölçüleri (cm)

Table 4. Body measurements of lambs at birth (cm)

Özellikler	Gaziantep (n=53)	Kilis (n=60)	P
Cidago yüksekliği	37.9 ± 0.44	36.7 ± 0.24	0.014
Sağrı yüksekliği	40.8 ± 0.46	38.5 ± 0.25	0.000
Göğüs genişliği	8.1 ± 0.15	7.7 ± 0.12	0.016
Göğüs derinliği	15.2 ± 0.36	13.0 ± 0.18	0.000
Göğüs çevresi	39.3 ± 0.63	38.7 ± 0.20	0.332

Analarda olduğu gibi göğüs çevresi dışındaki diğer vücut ölçüleri bakımından elde edilen sonuçlar, iller arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir ($P < 0.01$).

Erkek kuzularda olduğu gibi dişi kuzularda da vücut ölçüleri bakımından Gaziantep lehine sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Dişi kuzuların doğumda vücut ölçüleri (cm)

Table 5. Body measurements of female lambs at birth

Özellikler	Gaziantep (n = 45)	Kilis (n = 39)	P
Cidago yüksekliği	38.3 ± 0.42	36.4 ± 0.33	0.001
Sağrı yüksekliği	40.6 ± 0.41	38.2 ± 0.34	0.000
Göğüs genişliği	8.2 ± 0.19	7.7 ± 0.17	0.044
Göğüs derinliği	14.3 ± 0.31	12.5 ± 0.16	0.000
Göğüs çevresi	39.3 ± 0.60	38.2 ± 0.29	0.098

Tablo 5'te sunulan verilerde, dişi kuzularda cidago yüksekliği Gaziantep ilinde 38.3 ± 0.42 cm, Kilis ilinde ise 36.4 ± 0.33 cm olarak ölçülmüştür ($P < 0.005$). Gaziantep ve Kilis illerindeki ölçümlerde sağrı yüksekliği sırasıyla 40.6 ± 0.41 cm ve 38.2 ± 0.34 cm, göğüs genişliği 8.2 ± 0.19 cm ve 7.7 ± 0.17 cm, göğüs derinliği 14.3 ± 0.31 , 12.5 ± 0.16 cm, göğüs çevresi 39.3 ± 0.60 cm, 38.2 ± 0.29 cm olarak elde edilmiştir. Analar ve erkek kuzularda olduğu gibi göğüs çevresi dışındaki diğer vücut ölçümlerinde iller arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$).

Çalışmada, süttten kesilen erkek kuzularda 60. gün vücut ölçüleri Tablo 6'da verilmiştir. Gaziantep ilinde araştırma materyali erkek kuzularda cidago yüksekliği 49.3 ± 0.53 cm, Kilis ilinde 48.3 ± 0.35 cm olarak elde edilmiştir ($P > 0.005$). Sağrı yüksekliği ve vücut uzunluğu aynı il sıralamasına göre 48.2 ± 0.51 cm ve 47.4 ± 0.36 cm ($P > 0.005$), 47.7 ± 0.69 cm ve 46.6 ± 0.45 cm ($P > 0.005$) olarak tespit edilmiştir. Farklı çalışmalarda, değişik tür ve ırklarda canlı ağırlık tespitinde kullanılan regresyon denklemlerinde önemli bir ölçüt olan göğüs çevresi Gaziantep ilinde 60.6 ± 0.90 cm, Kilis ilinde ise 56.3 ± 0.65 cm olarak belirlenmiştir. Bu değer bakımından iki il arasındaki sayısal farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.000$).

Tablo 6. Erkek kuzuların 60. gün vücut ölçüleri (cm)
Table 6. Body measurements of male lambs at birth (cm)

Özellikler	Gaziantep (n = 52)	Kilis (n = 48)	P	Genel (n = 110)
Cidago yüksekliği	49.3 ± 0.53	48.3 ± 0.35	0.097	48.7 ± 0.31
Sağrı yüksekliği	48.2 ± 0.51	47.4 ± 0.36	0.195	47.8 ± 0.31
Vücut uzunluğu	47.7 ± 0.69	46.6 ± 0.45	0.206	47.1 ± 0.38
Göğüs genişliği	12.5 ± 0.42	10.6 ± 0.17	0.000	11.5 ± 0.24
Göğüs derinliği	21.6 ± 0.57	18.9 ± 0.20	0.000	20.2 ± 0.31
Göğüs çevresi	60.6 ± 0.90	56.3 ± 0.65	0.000	58.3 ± 0.58
	Gaziantep		Kilis	
	min.	max.	min.	max.
Cidago yüksekliği	43.0	57.0	42.5	56.5
Sağrı yüksekliği	42.0	55.5	41.0	57.5
Vücut uzunluğu	37.0	59.0	38.5	55.0
Göğüs genişliği	6.0	19.5	8.0	17.5
Göğüs derinliği	15.0	35.5	16.0	23.0
Göğüs çevresi	50.0	77.5	48.0	80.5

Tablo 7. Dişi kuzuların 60. gün vücut ölçüleri (cm)
Table 7. Body measurements of female lamb on 60th days (cm)

Özellikler	Gaziantep (n = 52)	Kilis (n = 48)	P	Genel (n = 110)
Cidago yüksekliği	47.5 ± 0.69	46.7 ± 0.37	0.382	47.1 ± 0.41
Sağrı yüksekliği	45.7 ± 1.18	46.2 ± 0.38	0.663	45.9 ± 0.66
Vücut uzunluğu	46.8 ± 0.64	43.8 ± 0.66	0.000	45.4 ± 0.49
Göğüs genişliği	10.5 ± 0.44	9.4 ± 0.16	0.042	10.0 ± 0.25
Göğüs derinliği	18.0 ± 0.40	17.3 ± 0.23	0.161	17.7 ± 0.24
Göğüs çevresi	58.8 ± 0.86	54.8 ± 0.49	0.000	56.9 ± 0.56
	Gaziantep		Kilis	
	min.	max.	min.	max.
Cidago yüksekliği	35.0	58.0	43.0	53.5
Sağrı yüksekliği	35.0	57.0	42.0	53.0
Vücut uzunluğu	39.5	53.5	37.5	53.5
Göğüs genişliği	5.5	17.0	7.5	12.0
Göğüs derinliği	10.5	24.5	14.5	20.5
Göğüs çevresi	49.0	78.0	48.5	62.0

Gaziantep'te dişi kuzularda cidago yüksekliği 47.5 ± 0.69 cm, Kilis'te 46.7 ± 0.37 cm, yine aynı il sıralamasına göre sağrı yüksekliği 45.7 ± 1.18 cm ve 46.2 ± 0.38 cm ($P > 0.005$), vücut uzunluğu 46.8 ± 0.64 cm ve 43.8 ± 0.66 cm ($P < 0.001$) olarak ölçülmüştür (Tablo 7).

Göğüs çevresi bakımından dişi kuzularda da erkek kuzularda olduğu gibi iller arası farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P < 0.005$).

İpek (2012), İvesi kuzularında 60 günlük yaşta süttten kesilen kuzularda erkek, dişi ve genel ortalama sıralamasında göre 60. günde cidago yüksekliğini 48.95 cm, 49.21 cm ve 49.07 cm, vücut uzunluğunu 44.58 cm, 44.60 cm ve 44.59 cm, göğüs genişliğini 12.79 cm, 12.15 cm ve 12.49 cm, göğüs derinliğini 18.53 cm, 18.17 cm ve 18.36 cm, göğüs derinliğini ise 57.17 cm, 56.27 cm ve 56.75 cm olarak bildirmiştir. Vücut ölçüleri bakımından hem erkek hem de dişi kuzularda doğumda ve süttten kesimde gözlemlenen istatistiksel ve sayısal farklılıklar iki il arasında varyasyonun olduğunun bir kanıtı niteliğindedir.

Vücut ölçüleri ile ilgili olarak çizelgelerdeki değerlerin tekrar yazmak yerine bu konuyla ilgili farklı çalışmalardaki sonuçlar ile tartışma daha doğru ve akıcı olacaktır.

3.6. Süt verim özellikleri

Koyun sütü içerdiği mineral maddeler ve farklı özellikleri nedeniyle diğer sütlere göre avantajlara sahiptir. Araştırmanın yürütüldüğü Gaziantep ve Kilis illerinde yetiştirilen İvesi koyunlarında düzenli bir sağım yapılmamaktadır. Çalışmanın yapıldığı sürüler proje kapsamındaki elit sürüler olup bu sürülerde proje gereği düzenli sağımlar yapılmaktadır. Buna göre Gaziantep ilinde ortalama laktasyon süresi 188.3 ± 2.14 gün, pazarlanabilir süt verimi ise 134.4 ± 5.30 litre olarak hesaplanmıştır (Tablo 8).

Tablo 8. Laktasyon süreleri ve pazarlanabilir süt verimleri

Table 8. Lactation period and marketable milk yield

	Laktasyon süresi (gün)		
	Ortalama	Minimum	Maksimum
Gaziantep	188.3 ± 2.14	74	193
Kilis	182.4 ± 2.85	71	202
P	0.053		
	Pazarlanabilir süt verimi (kg)		
	Ortalama	Minimum	Maksimum
Gaziantep	134.4 ± 5.30	54.00	235.40
Kilis	117.4 ± 3.11	55.50	190.25
P	0.005		

Kilis'te yetiştirilen İvesi koyunlarının ortalama laktasyon süresi 182.4 ± 2.85 gün olup, pazarlanabilir süt verimi 117.4 ± 3.11 olarak tespit edilmiştir. Laktasyon süresi bakımından iller arasında istatistiksel olarak bir farklılık görülmezken ($P > 0.05$), pazarlanabilir süt verimi bakımından iller arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$).

Üstüner ve Oğan (2013), İvesi koyunlarında laktasyon süt verimini 196.5 litre, laktasyon süresini 184.3 gün olarak hesaplamışlardır. Gürsu ve Aygün (2014), Gaziantep ili Yavuzeli ilçesinde, köy koşullarında tutulan İvesi koyunlarında yaptıkları çalışmada laktasyon süresini 165.46 gün, pazarlanabilir süt verimini ise 110.05 litre olarak bildirmişlerdir. Haile ve ark (2017), Türkiye ve Suriye'de yetiştiriciliği yapılan İvesi koyunlarında pazarlanabilir süt verimi ve sağım süresini Türkiye'deki koyunlar için 98 gün ve 87 kg, Suriye'de koyunlar için ise 98 gün ve 99 kg olarak hesaplamışlardır. Kaygısız ve Dağ (2017), İvesi elit sürülerinde yapmış oldukları çalışmada, tek doğuran koyunlarda laktasyon süt veriminin 241.01 litre, ikiz doğuran koyunlarda 254.84 litre, genel ortalama ise 244.39 litre, laktasyon sürelerini ise aynı sıralamaya göre, 173.02 gün, 173.92 gün ve 173.81 gün olarak bildirmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışma neticesinde, laktasyon süreleri bakımından elde etmiş olduğumuz sonuçlar araştırmacıların bildirişleri ile benzerlik göstermektedir. Pazarlanabilir süt verimi bakımından Gürsu ve Aygün (2014)'ün çalışması ile uyum içerisinde, Haile ve ark. (2017)'nin bildirişinden yüksek bulunmuştur. Buradaki

farklılığın, bu ırk içerisinde verim bakımından çok büyük varyasyonun olduğunun bir göstergesi şeklinde açıklanabilir.

4. Sonuç

Türkiye’de koyun yetiştiriciliğinin önemi ve ülke ekonomisine katkısı son zamanlarda daha da bir değer kazanmış durumdadır. Özellikle ortaya çıkan et açığı, yerli koyunlardan elde edilecek et üretimi ile karşılanabilecek potansiyele sahiptir. Bunun için tüm yerli gen kaynaklarımızın yetiştirildiği bölgelerde, aynı ırkların bölgeler arası gerçek verim kabiliyetlerinin daha iyi araştırılması ve ortaya konulması gerekmektedir. Sonuç olarak, farklı bölgelerde yapılan araştırmalar ve elde etmiş olduğumuz veriler ışığında, İvesi ırkının hem morfolojik hem de fizyolojik olarak bölgeler ve aynı bölge içerisindeki ilde dâhi farklı verim özelliklerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bilgiler ışığında, bu ırkın verim yönünden geniş bir varyasyona sahip olduğu ve seleksiyonla ıslah edilebileceği söylenebilir. Her ne kadar yüksek bir farklılık çıkmasa da Kilis ilindeki koyunların ıslahında Gaziantep’ten getirilecek damızlık hayvanlar kullanılabilir.

Teşekkür

Çalışmaya sağlamış olduğu hayvan materyali için, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü’ne teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Abboud, MG. (2007). *Effect of different body condition score on the reproductive performance of Awassi sheep*. (Doktora Tezi) Humboldt University of Berlin, Department of Animal Breeding in the Tropics and Subtropics, Berlin, Almanya.
- Dikmen, S., Türkmen, I. I., Üstüner, H., Alpay, F., Balcı, F., Petek, M., Ogan, M. (2007). Effect of Weaning System on Lamb Growth and Commercial Milk Production of Awassi Dairy Sheep. *Czech Journal of Animal Science*, 52(3):70-76.
- Gül, S. (2008). *Farklı keçi genotiplerinin doğu akdeniz koşullarında performanslarının karşılaştırılması*. (Doktora Tezi) Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Gül, S., Keskin, M. 2010. Reproductive Characteristics of Awassi Ewes Under Cornell Alternate Month Accelerated Lambing System. *Italian Journal of Animal Science*, 9(49), 255-259.
- Gül, S., Görgülü, Ö., Keskin, M., Gündüz, Z. 2017. Maternal behaviour of Awassi sheep and behaviour of the lambs during the first hour after parturition. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 41: 741-747.
- Gürsoy, O. (2011). Awassi and its possible rural development role in Africa and Asia. *Macedonian Journal of Animal Science*, 1(2): 305–316.
- Gürsu, G., Aygün, T. (2014). Some characteristics of milk yield in Awassi ewes maintained at village conditions. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 1(1): 19-23.
- Haile, A., Hilali, M., Hassen, H., Rekik, M., Lobo, R N B, Tibbo M, Mwacharo J M, Rischkowsky, B. (2017). Evaluation of Awassi sheep genotypes for growth milk production and milk composition. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 5 (Spl-1-Safsaw):68-75.
- İpek P. (2012). *Farklı sürelerde süttten kesilen İvesi kuzularda büyüme, yaşama ve vücut ölçüleri*. (Yüksek Lisans Tezi) Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Elazığ.
- Kaygısız, A., Dağ, B. (2017). Elit İvesi koyunlarında meme tipinin ve bazı çevre faktörlerinin süt verimine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 20(4):344-349.
- Keskin, M., Biçer, O. (2005). Farklı büyüme sistemlerinin İvesi koyunlarında kuzu gelişimi ve işletme karlılığına etkileri üzerine bir araştırma. *MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (1-2): 49-56.
- Keskin M, Biçer O, Gül S, Sarı A. (2005). İvesi koyunlarında iki yılda üç kuzulama ile döl veriminin artırılması üzerine bir araştırma. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 45 (1): 33-39.
- Obaido, M. (2010). *Characterization and comparative evaluation of sheep production under traditional and improved management conditions of central Syria*. (MSc Thesis) Çukurova University Institute of Natural and Applied Sciences, Adana.
- Özcan, L. (1989). Küçükbaş Hayvan Yetiştirme II. (Koyun ve Yapağı Üretimi) Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 106, ss 376, Adana.
- SPSS (2012). IBM Corp. Released 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Şeker, İ., Kul, S. (2000). İvesi ve Ost-Friz-İvesi (F₁) koyunlarda beden ağırlığı, beden ölçüleri ve bunlar ile süt verimi arasındaki ilişkiler. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 11(2):123-127.
- Şireli, H. D., Vural, M. E., Karataş, A., Akça, N., Koncagül, S., Tekel, N. (2015). Birth and weaning weights of Awassi lambs raised in the GAP International Agricultural Research and Training Center. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 62:139-145
- Tabbaa, M. J, Alnimer, M. A., Shboul, M., Titi, H H. (2008). Reproductive Characteristics of Awassi Ewes Mated Artificially or Naturally to Jordanian or Syrian Awassi Rams. *Animal Reproduction*, 5(1-2):23-29.
- Torun, O. (1987). *Ceylanpınar İvesilerinde erken sağımın anaların süt verimi ve kuzuların gelişimi üzerine etkileri*. (Doktora Tezi) Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü-Adana.
- Üstüner, H., Oğan, M. M. (2013). Main productive performance of Awassi sheep in the central Anatolian region of Turkey. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 37:271-276.

Determination of Colour and Kinetic Parameter Differences Between Aflatoxin Contaminated and Uncontaminated Pistachio Nuts Using Machine Vision

Yapay Görme Sistemi Kullanılarak Aflatoxinli ve Aflatoxinsiz Antep Fıstıkları Arasındaki Renk ve Kinetik Parametre Farklılıklarının Belirlenmesi


Ömer Barış ÖZLÜOYMAK^{1*}, Emin GÜZEL²

Abstract

Aflatoxins produced by *Aspergillus* species have a great important in the food industry, especially in dried nuts and fruits. Agricultural products are prone to the aflatoxins during the stages like harvesting, drying and storage. Rapid identification of aflatoxin contaminated products is of great interest to the food industry. The food companies start using screening technologies instead of human labour to become more profitable and accurate. Moreover, economical losses and diseases resulting from aflatoxin contamination are a significant problem. The objective of this study was to develop an image processing based aflatoxin contaminated in-shell pistachio nut identification system in order to separate aflatoxin contaminated pistachio nuts from the healthies one. Bright greenish yellow fluorescence (BGYF), which indicates possible aflatoxin contamination, was investigated as a discriminating factor for identification of contaminated pistachio nuts. A total of 100 pistachio nut samples (50 BGYF+ and 50 BGYF-) were evaluated. In the study, imaging algorithms were developed in order to classify the pistachio nut samples as BGYF+ and BGYF-. The colour (L^* , a^* and b^*) and kinetic (chroma, hue angle and browning index) parameters of each pistachio nut sample were analysed and differences between them were determined statistically. Colour and kinetic parameters were also grouped and associated each other by using factor analysis method to simplify the image processing algorithm. Statistically significant differences were found for all colour and kinetic parameters between two groups. According to the factor analysis results; chroma, a^* and browning index values were substantially loaded on Factor 1, while hue angle and b^* were substantially loaded on Factor 2. The remaining variable L^* was substantially loaded on Factor 3. In future studies, an optimized (more effective and convenient) image processing algorithm for developing a new real-time determination and separation system will be enhanced based on the statistical analysis results. The results obtained from this study will form a basis for further investigations.

Keywords: Aflatoxin, Colour and kinetic parameters, Factor analysis, LabVIEW, Pistachio nut

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Ömer Barış ÖZLÜOYMAK, Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, 01330 Adana, Turkey. E-mail: ozluoymak@cu.edu.tr  ORCID: 0000-0002-6721-0964

²Emin GÜZEL, Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, 01330 Adana, Turkey. E-mail: ebguzel@cu.edu.tr  ORCID: 0000-0002-1827-9674.

Atıf/Citation: Ömer Barış ÖZLÜOYMAK, Emin GÜZEL. Determination of Colour and Kinetic Parameter Differences Between Aflatoxin Contaminated and Uncontaminated Pistachio Nuts Using Machine Vision. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 157-168.

Özet

Aspergillus türleri tarafından üretilen aflatoksinler, gıda endüstrisinde, özellikle kuru fındık ve meyvelerde büyük önem taşımaktadır. Tarım ürünleri hasat, kurutma ve depolama gibi aşamalarda aflatoksinlere daha yatkındır. Aflatoksinli ürünlerin hızlı bir şekilde tanımlanması, gıda endüstrisi için büyük önem taşımaktadır. Gıda endüstrisi, daha karlı ve doğru sonuçlar elde etmek için insan gücü yerine görüntüleme teknolojilerini kullanmaya başladılar. Ayrıca aflatoksin kontaminasyonundan kaynaklanan ekonomik kayıplar ve hastalıklar da önemli bir sorun teşkil etmektedir. Bu çalışmanın amacı, aflatoksinli antep fıstıklarını sağlıklı olanlardan ayırmak için görüntü işleme tabanlı bir aflatoksinli antep fıstığı tanımlama sistemi geliştirmektir. Olası aflatoksin kontaminasyonunu gösteren parlak yeşilimsi sarı floresan (BGYF), kontamine antep fıstıklarının tanımlanması için ayırt edici bir faktör olarak araştırılmıştır. Toplam 100 adet antep fıstığı örneği (50 BGYF+ ve 50 BGYF-) değerlendirilmiştir. Çalışmada, antep fıstığı örneklerini BGYF+ ve BGYF- olarak sınıflandırmak amacıyla görüntüleme algoritmaları geliştirilmiştir. Her bir antep fıstığı örneğinin renk (L^* , a^* ve b^*) ile kinetik (kroma, renk tonu açısı ve kahverengileşme indeksi) parametreleri analiz edilmiş ve aralarındaki farklar istatistiksel olarak belirlenmiştir. Renk ve kinetik parametreler de gruplandırılmış, görüntü işleme algoritmasını basitleştirmek amacıyla faktör analizi yöntemi kullanılarak birbirleriyle ilişkilendirilmiştir. İki grup arasındaki tüm renk ve kinetik parametreler için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Faktör analizi sonuçlarına göre; kroma, a^* ve kahverengileşme indeksi değerleri büyük ölçüde Faktör 1'de yer alırken, renk ton açısı ve b^* değerleri ise Faktör 2'de yer almıştır. Geriye kalan L^* değeri ise Faktör 3'de yer almıştır. Gelecek çalışmalarda, yeni bir eş zamanlı tespit etme ve ayırma sistemi geliştirmek amacıyla optimize edilmiş (daha etkili ve kullanışlı) bir görüntü işleme algoritması, istatistiksel analiz sonuçlarına dayalı olarak geliştirilecektir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar daha ileri araştırmalar için de bir temel oluşturacaktır.

Anahtar Kelimeler: Aflatoksin, Renk ve Kinetik Parametreler, Faktör Analizi, LabVIEW, Antep fıstığı

1. Introduction

Aflatoxins are a family of closely related secondary metabolites produced by some strains of moulds (i.e., *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*), which are such highly toxic and carcinogenic compounds (Iamanaka et al., 2007; Lunadei et al., 2013; Hepsag et al., 2014; Kalkan et al., 2014). Aflatoxins consist of a group of approximately 20 related secondary fungal metabolites. But only aflatoxins B₁, B₂, G₁ and G₂ are normally found in foods depending on their fluorescence responses (Iamanaka et al., 2007; Kalkan et al., 2014). B₁ is known as the most carcinogenic and potent genotoxic aflatoxin type for humans (Dichter, 1984; Hepsag et al., 2014).

Three species of *Aspergillus*: *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* and *Aspergillus nomius* can occur in a wide range of important agricultural products such as cereals, nuts, spices, figs and dried fruits (Iamanaka et al., 2007). Instantaneous rains, high humidity, and mild temperature may also further the fungal activity. In addition to that, storage is also another phase for mycotoxin production (Ozluoymak and Guzel, 2018). Consuming the aflatoxin at more than the allowed limits may be hazardous to humans and animals (Lizárraga-Paulín et al., 2011; Lunadei et al., 2013).

There are several analytical methods to determine the aflatoxin contamination in foods. Thin-layer chromatography (TLC), high-performance liquid chromatography (HPLC), liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS) and enzyme-linked immunosorbent assays (ELISA) are the most common methods for aflatoxin detection (Lunadei et al., 2013; Kalkan et al., 2014). Although these methodologies are quite accurate, they require skill and equipment, as well as they are time consuming and expensive (Lunadei et al., 2013; Ozluoymak and Guzel, 2018). In recent years, there has been an increase in demand for specific, accurate, simple, and quick methods for the determination of aflatoxins (Nilüfer and Boyacıoğlu, 2002). Gloria (2011) stated that fungal growth can cause some chemical changes in forms or colours of nuts and grains.

As Lunadei et al. (2013) and Kalkan et al. (2014) mentioned that if a food exhibits a bright greenish yellow fluorescence (BGYF) under an ultraviolet light (UV, 365 nm), this indicates that there are aflatoxigenic moulds. Although there is not a 100% relationship between aflatoxin and BGYF, this fluorescence is probably an indicator for kojic acid, a metabolite of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* or possibly aflatoxin itself. The relationship between *Aspergillus flavus*-infection and BGY fluorescence and aflatoxin was first reported in cottonseed by Marsh et al. (1969).

There are several studies about determining the aflatoxin contamination in foods by using the BGY fluorescence under the UV excitation in the literature. Ataş et al. (2012) used hyperspectral imaging to classify aflatoxin contaminated and uncontaminated chili peppers each other by using a compact machine vision system. Özlüoymak (2014) developed and tested a prototype for real-time detection and separation of aflatoxin contaminated dried figs. RGB (Red, Green, Blue) colour space was used for applying the colour threshold method. The system tested by using 400 dried figs separated aflatoxin contaminated dried figs with a success rate of 98%. Güneş et al. (2013) developed a machine vision based non-destructive method for detecting the BGYF figs under UV illumination. Feature extraction was obtained by colour histograms of dried fig surface images. Campbell et al. (2003) developed a real time automated sorter in order to detect and removes aflatoxin contaminated nuts from the processing stream by using discoloration feature of nuts. Pearson (1996) developed a machine vision system in order to separate stained pistachio nuts from the unstained ones. Pearson and Schatzki (1998) used that sorter developed by Pearson (1996) to re-sort colour-sort and hand-sort rejects and to sort mainstream U.S. pistachios. Sorting process was carried out at commercial speeds of up to 163 kg/channel/h.

Pistachio kernels are often eaten as snacks, roasted and salted, and are also used in ice cream and confections such as baklava, helva, lokum and chocolate (Hepsag et al., 2014). McClure and Farsaie (1980), Steiner et al. (1988) and Hadavi (2005) stated that BGY fluorescence under the UV excitation was used as a screening method to detect the aflatoxin in pistachio nuts. Wu and Xu (2019) investigated the utility of multiplexing fiber optic LIFS (Laser Induced Fluorescence Spectroscopy) method in discriminating control and low level of AFB₁ (≤ 50 ppb) contaminated pistachio kernels for quality control of agricultural products. Wu and Xu (2020) used the on-line LIFS system coupled with three detection probes for discriminating non-contaminated and low concentration of AFB₁ contaminated pistachio kernels. Wu et al. (2019) investigated the feasibility of classifying aflatoxin B₁ (AFB₁) contamination in 250 kernels of two pistachio varieties using LIFS.

The aim of this study was to apply an image processing based vision system utilizing an ultraviolet light in order to identify BGYF compounds on the pistachio nuts' surface that is likely associated with aflatoxin contamination. Unlike the previous studies carried out, colour and kinetic parameters of BGYF+ and BGYF- pistachio nuts were compared each other and these parameters belongs to the aflatoxin contaminated pistachio nuts were classified in order to simplify the image processing algorithm by using statistical analysis methods. The image processing load of microprocessors could be reduced by using more effective and less image processing parameters. As stated in the literature, the most commonly used parameter for classification and separation processes is the colour information of the agricultural products. Image processing time should be reduced by improving the processing time and speed of the artificial vision systems.

2. Materials and Methods

2.1. Sampling of pistachio nut samples

In-shell pistachio nut samples were obtained from an exporting company in Gaziantep, Turkey. The BGYF+ and BGYF- pistachio nut samples were manually separated by human inspectors in the company. Randomly chosen samples determined as BGYF+ were analysed and confirmed by the company. While 50 BGYF+ pistachio nut samples were randomly selected from the fluorescent group, 50 BGYF- pistachio nut samples were randomly chosen from the non-fluorescent group. Medical gloves were worn during the experimental studies.

2.2. The Imaging System

The imaging system for detecting aflatoxin contamination on pistachio nuts was set up in a darkened laboratory under the UV lighting (Figure 1).

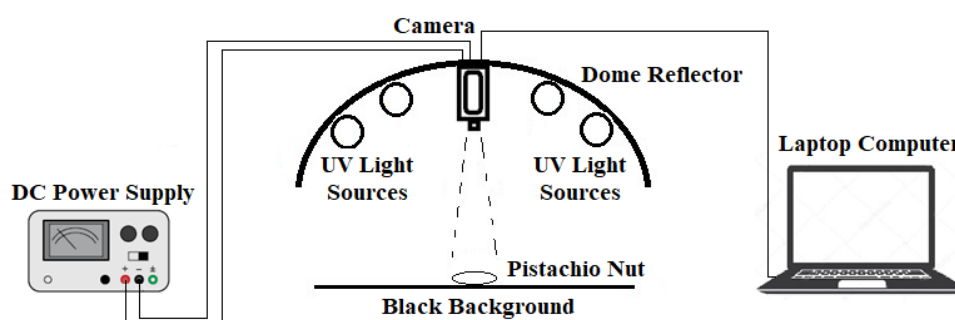


Figure 1. Schematic drawing of the imaging system

The lighting unit was provided by four 36W UV black-light lamps (Philips, TL-D/08). In order to apply uniform reflectance illumination, an aluminium dome reflector was placed above the lighting unit. A 0.3 megapixel GigE machine vision camera (AVT Mako G-030 C) equipped with a 9 mm lens (Fujinon HF9HA-1B) was used to capture the pistachio nut images. The camera, which has a 1/3" CMOS sensor, runs 309 frames per second at full resolution (644 (H) × 484 (V) pixels). It was energized by using a DC power supply (Pacific, 2305D+). A laptop computer (Acer, Aspire E15) with 4 GB RAM and an Intel Core i5-5200U CPU was used for the imaging system software. The software was developed on the LabVIEW (National Instruments Corporation, Austin-Texas-USA) programming language and the Vision Builder for Automated Inspection (National Instruments Corporation, Austin-Texas-USA). The working distance (the distance between the lens and the top of the sample being observed) was 70 mm and the pistachio nut samples were manually placed in the imaging area. The images were perfectly acquired by using a black background.

2.3. Method

All pistachio nut samples were divided into two groups as fluorescent and non-fluorescent under the 365 nm UV illumination. Aflatoxins, which are invisible in daylight, on the contaminated pistachio nuts radiated bright greenish yellow fluorescence (BGYF) by absorbing the UV light and become visible. 50 BGYF+ and 50 BGYF- pistachio nuts were selected from the fluorescent and non-fluorescent groups, respectively. While aflatoxin level could not be determined for BGYF+ pistachio nut samples, it was determined whether the pistachio nut sample was only aflatoxin contaminated or not. Since the fluorescent sensitivity of the human differs from person to person, machine vision based systems are preferred for such determination and separation systems.

2.3.1. Image Processing Method

The use of BGYF identification criterion on aflatoxin contaminated pistachio nuts was well known as a discrimination factor. The presence of aflatoxin could be determined within the ability of the image processing program to determine the color pixels. The RGB colour model is an additive colour model in which red, green and blue light are added together at different intensities to produce different colours. Since the RGB colour model is device-dependent and could be detect or reproduce differently by different devices, the CIE $L^*a^*b^*$ colour scale, which is approximately uniform colour scale, was preferred at the image processing process. As Sharifian et al. (2013) mentioned that the $L^*a^*b^*$ values are often used in food research studies because of uniform distribution of colours and as $L^*a^*b^*$ units are very close to human perception of colour. The $L^*a^*b^*$ colour space consists of a luminance or lightness component (L^* value, ranging from 0 to 100), along with two chromatic components (ranging from -120 to +120): the a^* component (from green to red) and the b^* component (from blue to yellow).

In this study; a machine vision based non-destructive method was proposed for detecting the BGYF pistachio nuts under the UV illumination by using the CIE $L^*a^*b^*$ colour scale to evaluate the colour changes of pistachio nuts by image analysis. Not only L^* , a^* and b^* values were compared but also the kinetic parameters for the colour change were determined using the total colour change parameter, chroma, hue angle and browning index for discriminating aflatoxin contaminated pistachio nuts from the healthies one.

In order to obtain the RGB pixel values separately, the captured pistachio nut sample images were transferred to the computer and segmented into red (R), green (G) and blue (B) components by selecting the region of interest (ROI). Colour values in L^* , a^* and b^* units were analysed after the conversion process from the RGB colour space into the $L^*a^*b^*$ units.

Firstly, RGB values were converted to the XYZ colour space. Secondly, XYZ values were converted to the CIE $L^*a^*b^*$ colour space. L^* , a^* , and b^* components were calculated using relations as given below (Erdem et al., 2018):

$$L^* = 116 \left(\sqrt[3]{\frac{Y}{Y_0}} \right) - 16 \quad \text{Eq. (1)}$$

$$a^* = 500 \left[\sqrt[3]{\frac{X}{X_0}} - \sqrt[3]{\frac{Y}{Y_0}} \right] \quad \text{Eq. (2)}$$

$$b^* = 200 \left[\sqrt[3]{\frac{Y}{Y_0}} - \sqrt[3]{\frac{Z}{Z_0}} \right] \quad \text{Eq. (3)}$$

where (X_0, Y_0, Z_0) are X, Y, Z values for standard white respectively. The value of X, Y and Z is computed using a linear transformation from RGB coordinates as follows (Erdem et al., 2018):

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.607 & 0.174 & 0.200 \\ 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.000 & 0.066 & 1.116 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad \text{Eq. (4)}$$

Colour measurement as RGB of the selected region of interest belonging to the BGYF+ or BGYF- pistachio nuts was carried out by using the Vision Builder for Automated Inspection. Then, obtained RGB data were assigned to the variables, separately. At the end of the process, these RGB variables were taken by developed LabVIEW programming software and converted to the CIE L*a*b* colour space.

Visible fluorescent stain of BGYF+ pistachio nut sample images and the pistachio nut sample images without fluorescent stains determined as BGYF- acquired under 365 nm illumination were given in Figure 2 (a) and (b), respectively.

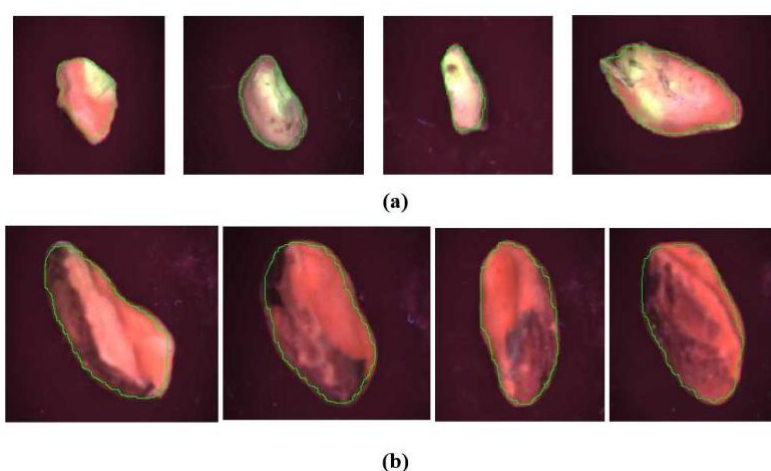


Figure 2. (a) Visible fluorescent stain of BGYF+ pistachio nut sample images; (b) BGYF- pistachio nut sample images

2.3.2. Kinetics of Colour Changes

The colour discrimination between the fluorescent and non-fluorescent pistachio nut samples was described by using chroma, hue angle and browning index (BI) calculated from the L*, a* and b* values.

The chroma or saturation index is proportional to its intensity and indicates colour saturation. While the hue angle characterizes colour in food products, the BI is used for determining the purity of brown colour. All these parameters were calculated from the following equations (Sharifian et al., 2013; Erdem et al., 2018):

$$\text{Chroma} = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})} \quad \text{Eq. (5)}$$

$$\text{Hue Angle} = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad \text{Eq. (6)}$$

$$\text{BI} = \frac{[100(x - 0.31)]}{0.17}, \quad x = \frac{(a^* + 1.75L^*)}{(5.645L^* + a^* - 3.012b^*)} \quad \text{Eq. (7)}$$

where L*, a* and b* values correspond to colour values of pistachio nuts. Each test was replicated three times and then averaged.

2.3.3. Statistical Analysis of Colour Parameters

The colour parameters of BGYF+ and BGYF- pistachio nuts were statistically evaluated. L^* , a^* , b^* , chroma, hue angle (radian) and browning index (BI) values of BGYF+ and BGYF- pistachio nuts were compared in order to determine the significance level between the groups. The t-test was used according to the results of the normality tests. As known, t-tests are a type of hypothesis test that allows to compare means.

50 BGYF+ and 50 BGYF- pistachio nut samples were used in the statistical analysis tests. As the number of samples was greater than 30 for all groups, the significance value of the Kolmogorov-Smirnov normality test was considered.

In order to determine which colour parameters are close to each other and find the clustering of colour parameters, factor analysis technique in SPSS was used to reduce a large number of variables into fewer numbers of factors. Thus, the colour parameters were being accurately classified.

3. Results and Discussion

3.1. Colour and Kinetic Parameters Results

The results of colour parameters (L^* , a^* and b^* values) and kinetic parameters (chroma, hue angle (radian) and browning index (BI) calculated by using L^* , a^* and b^* values) of BGYF+ and BGYF- pistachio nuts were presented in Figure 3 and Figure 4, respectively. The colour parameters of aflatoxin contaminated areas had brighter colour than the uncontaminated pistachio nut surface colour parameters (because of BGYF) under the UV illumination as shown in Figure 3. L^* value increased, and a^* and b^* values decreased on average, when the BGYF- pistachio nuts were compared with the BGYF+ pistachio nuts in terms of colour parameters.

While chroma and BI values decreased, hue angle (radian) value increased on average when the kinetic parameters of BGYF+ and BGYF- pistachio nut samples compared as shown in Figure 4.



Figure 3. Changes in the colour parameters of BGYP+ and BGYP- pistachio nuts

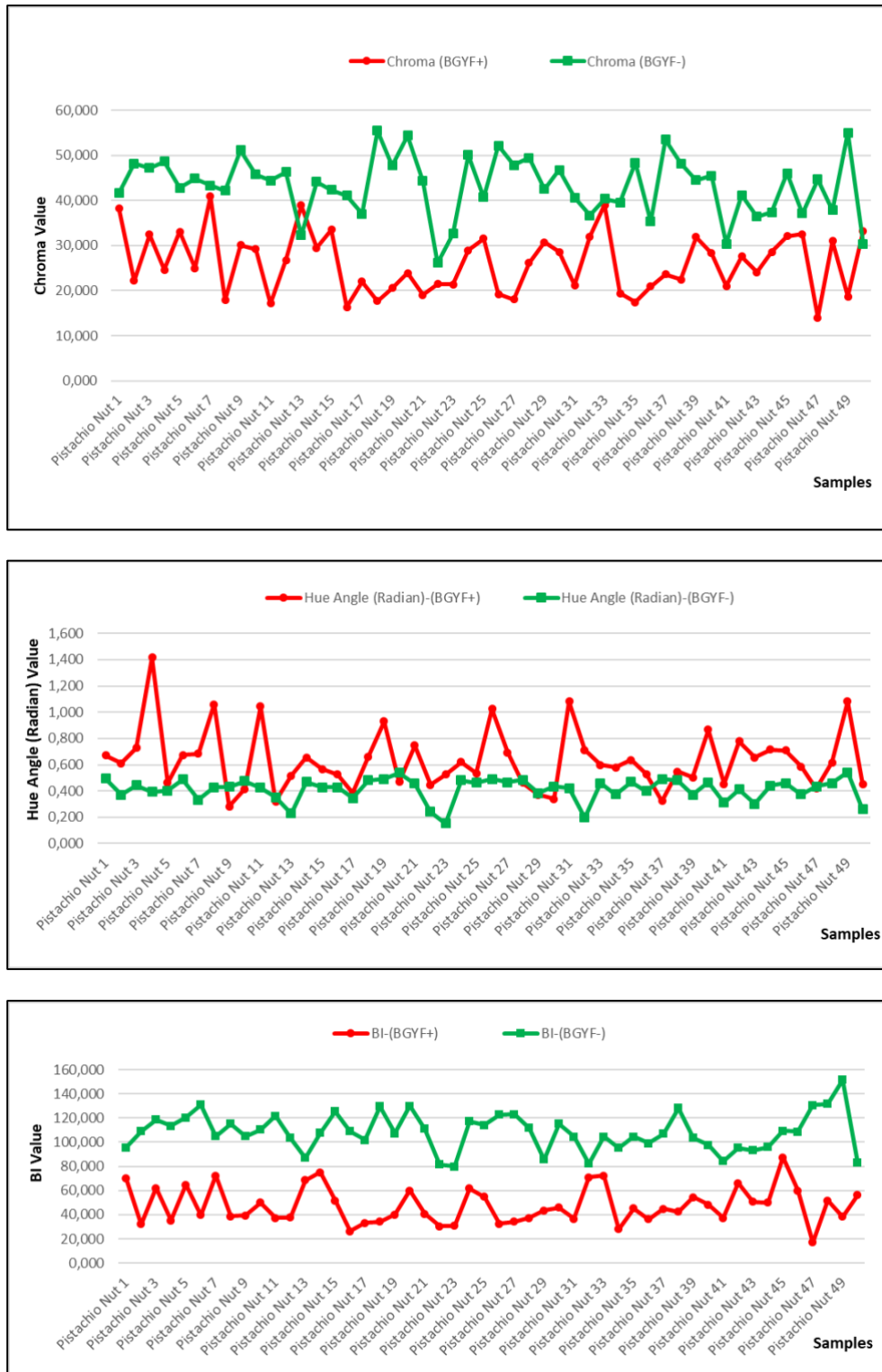


Figure 4. Changes in the kinetic parameters of BGYF+ and BGYF- pistachio nuts

3.2. Statistical Analysis Results

The Kolmogorov-Smirnov normality test was examined because all variables were normally distributed. 50 pistachio nut samples for all groups were assessed in the normality tests. For this reason, the Kolmogorov-Smirnov

Test was used as the numerical means of assessing normality. The data were distributed normally for L^* , a^* , b^* , chroma, hue angle and BI because sig. values were greater than 0.05 according to the Kolmogorov-Smirnov Test.

A t-test is a type of inferential statistic used to determine if there is a significant difference between the means of two groups. If the data has normal distribution, t-test is used for determining the difference and significance level. The L^* , a^* , b^* , chroma, hue angle and BI values of BGYF+ and BGYF- pistachio nut samples were evaluated by using the t-test. Since the results of sig. (2-tailed) for uniform and non-uniform distributions were less than 0.05, significant differences were found between the mean of the groups as shown in Table 1. As a result, there were statistically significant differences between the two groups for all colour parameters of BGYF+ and BGYF- pistachio nut samples.

Table 1. T- test results for BGYF+ and BGYF- pistachio nuts

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
L^*	E. v. a.	4.297	.041	13.764	98	.000	23.36986	1.69795	20.00034	26.73938
	E. v. not a.			13.764	88.616	.000	23.36986	1.69795	19.99587	26.74385
a^*	E. v. a.	6.674	.011	-14.779	98	.000	-18.54574	1.25483	-21.03591	-16.05557
	E. v. not a.			-14.779	88.934	.000	-18.54574	1.25483	-21.03909	-16.05239
b^*	E. v. a.	.005	.943	-2.821	98	.006	-2.92236	1.03603	-4.97834	-.86638
	E. v. not a.			-2.821	97.212	.006	-2.92236	1.03603	-4.97854	-.86618
Chroma	E. v. a.	.462	.498	-12.883	98	.000	-17.16134	1.33206	-19.80477	-14.51791
	E. v. not a.			-12.883	97.993	.000	-17.16134	1.33206	-19.80477	-14.51791
Hue_Angle	E. v. a.	20.646	.000	6.312	98	.000	.22100	.03501	.15152	.29048
	E. v. not a.			6.312	62.190	.000	.22100	.03501	.15102	.29098
BI	E. v. a.	.113	.737	-19.869	98	.000	-60.90594	3.06534	-66.98900	-54.82288
	E. v. not a.			-19.869	97.959	.000	-60.90594	3.06534	-66.98904	-54.82284

E. v. a.: Equal variances assumed

E. v. not a.: Equal variances not assumed

Three methods, which are creating the correlation matrix, Bartlett's test and Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) test, were used to evaluate whether the data set for BGYF+ pistachio nuts is suitable for factor analysis. Since the result of the KMO test was greater than 50% and the sig. value (0.000) was less than 0.05 according to the Bartlett's test, there were high correlation between variables and the data set was suitable for factor analysis. The obtained results by using SPSS statistical analysis software for BGYF+ pistachio nuts were shown in Table 2. As mentioned before, the aim of the factor analysis is the orderly simplification of a number of interrelated measures. With the help of that analysis, colour parameters and kinetic parameters were grouped and associated each other.

Table 2. Factor analysis test results for BGYF+ pistachio nuts

	Component Matrix ^a				Rotated Component Matrix ^a		
	Component				Component		
	1	2	3		1	2	3
Chroma	.955	.045	.270	Chroma	.993	.018	.019
BI	.931	.192	-.283	a*	.884	-.459	-.046
a*	.864	-.439	.235	BI	.832	.228	-.489
Hue_Angle	-.261	.952	-.126	Hue_Angle	-.260	.959	.054
b*	.583	.802	.101	b*	.609	.788	.039
L*	-.312	.198	.927	L*	-.060	.088	.992

Extraction Method: Principal Component Analysis.

^a 3 components extracted.

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

^a Rotation converged in 4 iterations.

Table 2 shows the loadings of the six variables for BGYF+ pistachio nuts on the three factors extracted. It means that the higher the absolute value of the loading, the more the factor contributes to the variable. The idea of rotation does not actually change anything but makes the interpretation of the analysis easier. It can be seen that chroma, a* and BI values were substantially loaded on Factor (Component) 1, while hue angle and b* were substantially loaded on Factor (Component) 2. The remaining variable L* was substantially loaded on Factor (Component) 3.

These factors can be used as variables for further studies like image processing based aflatoxin contaminated pistachio nut separating machines. Especially, few parameters (colour and kinetic) will positively affect the system performance and programming speed.

4. Conclusions

Vision systems are used in food industry for sorting and quality inspection because of being easy, objective, representative, precise and inexpensive. These systems use image processing techniques to measure and analyse colour evolution in the food industry.

An aflatoxin contaminated pistachio nut detection system combined with the image processing was developed at the wavelength of 365 nm. An UV light source irradiated the pistachio nuts in a darkened laboratory and contaminated pistachio nuts exhibited bright-greenish yellow fluorescence. The pistachio nut images were captured by using a camera and LabVIEW based software was developed for determining the colour and kinetic parameters of both BGYF+ and BGYF- pistachio nuts. Monitoring colour changes of pistachio nuts by using image processing simplified the separation process in comparison with the manual identification. Changes of colour and kinetic parameters between in-shell pistachio nut samples with BGYF+ and BGYF- were investigated. Aflatoxin contamination caused the colour of contaminated pistachio nut to be lighter than the healthies one.

In further investigations, a separation machine could be developed to separate the BGYF+ and BGYF- pistachio nuts according to their colour and kinetic parameters. Moreover, new statistical approach (factor analysis) was offered to simplify and accelerate the image processing software performance of the separation machine.

This study will be a new approach for researchers, who work on separation system design, and it will also have a positive effect in terms of simplifying the separation process for dried fruits.


References


- Ataş, M., Yardımcı, Y., Temizel, A. (2012). A new approach to aflatoxin detection in chili pepper by machine vision. *Computers and Electronics in Agriculture* 87: 129–141.
- Campbell, B. C., Molyneux, R. J., Schatzki, T. F. (2003). Current research on reducing pre- and post-harvest aflatoxin contamination of U.S. almond, pistachio, and walnut. *Journal of Toxicology: Toxin Reviews* 22(2-3): 225-266.
- Dichter, C. R. (1984). Risk estimates of liver cancer due to aflatoxin exposure from peanuts and peanut products. *Food and Chemical Toxicology* 22: 431-437.
- Erdem, T., Ozluoymak, O. B., Kizildag, N. (2018). Color change analysis of dried orange slices during hot air drying. *Fresenius Environmental Bulletin* 27: 6064-6072.
- Gloria, E. M. (2011). Aflatoxin contamination distribution among grains and nuts. In: aflatoxins-detection, measurement and control. Torres-Pacheco: 1st edn. InTech.
- Güneş, A., Durmuş, E., Kalkan, H. (2013). Detection of high aflatoxin risk figs with computer vision. In: *21st Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*. Cyprus.
- Hadavi, E. (2005). Several physical properties of aflatoxin-contaminated pistachio nuts: Application of BGY fluorescence for separation of aflatoxin-contaminated nuts. *Food Additives & Contaminants* 22: 1144-1153.
- Hepsag, F., Golge, O., Kabak, B. (2014). Quantitation of aflatoxins in pistachios and groundnuts using HPLC-FLD method. *Food Control* 38: 75-81.
- Iamanaka, B. T., Castle de Menezes, H., Vicente, E., Leite, R. S. F., Taniwaki, M. H. (2007). Aflatoxigenic fungi and aflatoxins occurrence in sultanas and dried figs commercialized in Brazil. *Food Control* 18: 454-457.
- Kalkan, H., Güneş, A., Durmuş, E., Kuşçu, A. (2014). Non-invasive detection of aflatoxin-contaminated figs using fluorescence and multispectral imaging. *Food Additives and Contaminants Part A* 31: 1414-1421.
- Lizárraga-Paulín, E. G., Moreno-Martínez, E., Miranda-Castro, S. P. (2011). Aflatoxins and their impact on human and animal health: An emerging problem. *Aflatoxins – Biochemistry and Molecular Biology* (pp. 255-282). InTech.
- Lunadei, L., Ruiz-Garcia, L., Bodria, L., Guidetti, R. (2013). Image-based screening for the identification of bright greenish yellow fluorescence on pistachio nuts and cashews. *Food and Bioprocess Technology* 6: 1261-1268.
- Marsh, P. B., Simpson, M. E., Ferretti, R. J., Merola, G. V., Donoso, J., Craig, G. O., Trucksess, M. W., Work, P. S. (1969). Mechanism of formation of a fluorescence in cotton fiber associated with aflatoxin in the seeds at harvest. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 17: 468-472.
- McClure, W. F., Farsaie, A. (1980). Dual-wavelength fiber-optic photometer measures fluorescence of aflatoxin-contaminated pistachio nuts. *Transactions of the ASAE* 23: 204-207.
- Nilüfer, D., Boyacıoğlu, D. (2002). Comparative study of three different methods for the determination of aflatoxins in tahini. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 3375-3379.
- Ozluoymak, O. B., Guzel, E. (2018). Prediction of aflatoxin contamination on dried fig (*ficus carica*) samples by spectral image analysis in comparison with laboratory results. *Fresenius Environmental Bulletin* 27: 681-689.
- Özluoymak, Ö. B. (2014). Development of a UV-based imaging system for real-time detection and separation of dried figs contaminated with aflatoxins. *Tarım Bilimleri Dergisi – Journal of Agricultural Sciences* 20: 302-316.
- Pearson, T. (1996). Machine vision system for automated detection of stained pistachio nuts. *Food Science and Technology-Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie* 29(3): 203-209.
- Pearson, T. C., Schatzki, T. F. (1998). Machine vision system for automated detection of aflatoxin-contaminated pistachios. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46: 2248-2252.
- Sharifian, F., Modarres-Motlagh, A., Komarizade, M. H., Nikbakht, A. M. (2013). Colour change analysis of fig fruit during microwave drying. *International Journal of Food Engineering* 9: 107-114.
- Steiner, W. E., Rieker, R. H., Battaglia, R. (1988). Aflatoxin contamination in dried figs: distribution and association with fluorescence. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 36: 88-91.
- Wu, Q., Xu, H. (2019). Application of multiplexing fiber optic laser induced fluorescence spectroscopy for detection of aflatoxin B₁ contaminated pistachio kernels. *Food Chemistry* 290: 24-31.
- Wu, Q., Xu, H. (2020). Design and development of an on-line fluorescence spectroscopy system for detection of aflatoxin in pistachio nuts. *Postharvest Biology and Technology* 159: 111016.
- Wu, Q., Xu, J., Xu, H. (2019). Discrimination of aflatoxin B₁ contaminated pistachio kernels using laser induced fluorescence spectroscopy. *Biosystems Engineering* 179: 22-34.


Parlak Brom (*Bromus catharticus* Vahl.) Hatlarının Ot Verimi ve Bazı Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi***Determination of Forage Yield and Some Morphological Characteristics of Prairie Grass (*Bromus catharticus* Vahl.) Lines****Ersan BATO^{1*}, İlker NİZAM², Metin TUNA³****Özet**

Bu araştırmada, 9 farklı parlak brom (*Bromus catharticus* Vahl.) hattının Tekirdağ ve Edirne koşullarında bazı morfolojik özelliklerinin ve ot verimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Denemeler Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre üç tekrarlamalı olarak Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü ve Edirne Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü deneme arazilerinde 2015-2016 yılları arasında yürütülmüştür. Araştırmada morfolojik özellik olarak ana sap uzunluğu, ana sap kalınlığı, boğum arası uzunluk, ana saptaki boğum sayısı, bayrak yaprak eni ve boyu ile yeşil ve kuru ot verimleri tespit edilmiştir. Parlak brom hatlarının ana sap uzunluğu, ana sap kalınlığı, boğum arası uzunluk, ana saptaki boğum sayısı, bayrak yaprak eni ve boyu ile yeşil ve kuru ot verimleri arasında istatistiki olarak önemli farklar ortaya çıkmıştır. Ana sap uzunluğu, Tekirdağ lokasyonunda 72.57-99.05 cm, Edirne lokasyonunda ise 94.36-111.73 cm arasında belirlenmiştir. Ana sap kalınlığı Tekirdağ lokasyonunda 1.58-2.23 mm, Edirne lokasyonunda 2.57-4.52 mm arasında ölçülmüştür. Boğum arası uzunlukları Tekirdağ lokasyonunda 9.95-13.26 cm, Edirne lokasyonunda 14.09- 22.30 cm olarak belirlenmiştir. Ana saptaki boğum sayısı Tekirdağ lokasyonunda 3.93-4.67 adet, Edirne lokasyonunda 3.47-4.60 adet arasındadır. Bayrak yaprak boyu Tekirdağ lokasyonunda 23.76-26.40 cm, Edirne lokasyonunda 17.46-26.40 cm olmuştur. Bayrak yaprak eni ise Tekirdağ lokasyonunda 4.93-8.90 mm, Edirne lokasyonunda 2.84-4.85 mm arasında değişmiştir. Yeşil ot verimi, Tekirdağ lokasyonunda 2.208,57-3.521,27 kg da⁻¹ olurken, Edirne lokasyonunda ise 2.567,73- 4.032,06 kg da⁻¹ arasında tespit edilmiştir. Kuru ot verimi Tekirdağ lokasyonunda 638.89-956.07 kg da⁻¹, Edirne lokasyonunda 739.24 1.075,44 kg da⁻¹ arasında saptanmıştır. En yüksek yeşil ve kuru ot verimleri Edirne lokasyonunda 197848 nolu hatta Tekirdağ lokasyonunda 217583 ve 197848 nolu hatlarda tespit edilmiştir. Sonuç olarak, Türkiye'nin Trakya kesimi koşullarında 197848 ve 217583 nolu parlak brom hatları yüksek yeşil ve kuru ot verimleri ile yeni çeşit adayı olarak geliştirilebilir.

Anahtar kelimeler: *Bromus catharticus* Vahl., Parlak brom, Kuru ot verimi, Yeşil ot verimi, Lokasyon

¹*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Ersan Bato, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ. E-mail:ersanbato20@gmail.com  OrcID: 0000-0002-4169-9116

² İlker Nizam, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ. E-mail:inizam@nku.edu.tr  OrcID: 0000-0001-9295-2719.

³ Metin Tuna, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim dalı, Tekirdağ. E-mail:metintuna66@yahoo.com  OrcID: 0000-0003-4841-8871.

Atif/Citation: Bato E., Nizam İ., Tuna M. Parlak Brom (*Bromus catharticus* Vahl.) Hatlarının Ot Verimi ve Bazı Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1),169-178.

*Bu çalışma Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2021

Abstract

The aim of this research was to determine the forage yield performance and some morphological characteristics of nine different prairie grass (*Bromus catharticus* Vahl.) line in the conditions of Tekirdağ and Edirne. The experiments was carried out in randomized complete block design with three replications at the experimental areas of Field Crops Department of Agricultural Faculty of Tekirdağ Namık Kemal University and Directorate of Trakya Agricultural Research Institute in 2015-2016 years. Morphological characters such as main stem length, main stem thickness, internode length, main stem node number, flag leaf width and length with hay and fresh yield were investigated in the study. Differences among length of main stem, thickness of main stem, internode length, node number of main stem, length of flag leaf, width of flag leaf, fresh and hay yields of the prairie grass lines were found to be statistically very significant. The length of main stem varied between 72.57-99.05 cm in Tekirdag location and 94.36-111.73 cm in Edirne location. The thickness of the main stem varied between 1.58-2.33 mm in Tekirdag location and 2.57-4.52 mm in Edirne location. Internode length varied between 9.95-13.26 cm in Tekirdag location and 14.09-22.30 cm in Edirne location. The node number of main stem varied between 3.93-4.67 in Tekirdag location and 3.47-4.60 in Edirne location. Length of flag leaf varied between 23.76-26.40 cm in Tekirdag location and 17.46-26.40 cm in Edirne location. Width of flag leaf varied between 4.93-8.90 mm in Tekirdag location and 2.84-4.85 mm in Edirne location. Fresh yield of lines varied between 2.208,57-3.521,27 kg da⁻¹ in Tekirdağ 2.567,73-4.032,06 kg da⁻¹ in Edirne conditions. Hay yield of lines varied between 638.89-956.07 kg da⁻¹ in the conditions of Tekirdağ, and 739.24-1.075,44 kg da⁻¹ in the conditions of Edirne. The highest fresh and hay yield was determined from 197848 line in Edirne location and from 217583 and 197848 lines in the location of Tekirdağ where the research was conducted. Based on the results of this study, prairie grass lines 197848 and 217583 can be suggested for cultivation in the Thrace part of Turkey.

Keywords: *Bromus catharticus* Vahl., Prairie grass, Hay yield, Fresh yield, Location

1. Giriş

Brom cinsinin anavatanı Asya, Avrupa ve Amerika olarak kabul edilmekte olup, çok yıllık ve tek yıllık olmak üzere dünya geneline yayılmış 160 kadar türü bulunmaktadır. Bununla birlikte sadece birkaç tanesinin kültürü yapılmakta ve bunlardan en yaygın olanları; kılçıksız brom (*Bromus inermis* L.), çayır bromu (*Bromus riparius* L.), dik brom (*Bromus erectus* Huds.) ve parlak brom (*Bromus catharticus* Vahl.)'dur (Tuna ve ark. 2001).

Tarımı yapılan türlerden birisi olan parlak brom değerli bir yem bitkisidir. *Poacea* familyasından *Festucaidea* alt familyasından *Festuca* oymağından bir bitkidir. Genel olarak, *Bromus catharticus* Vahl olarak adlandırılmakla birlikte, *Bromus unioloides* H.B.K. ve *Bromus wildenowii* Kunth olarak isimlendirilmektedir. Bu türün orijini çayırların ve bozkırların nemli bölgeleridir. Güney Amerika kıtasındaki yayılışı Şili'nin kuzey bölgelerinden Brezilya'nın güneyine ve Uruguay'a kadar uzanır (Rosso ve ark., 2009). Dünyanın ılıman bölgelerinde kültüre alınmış ve özellikle Arjantin'in Pampeana bölgesinde yaygın bir şekilde yetiştirilmektedir (Hauman, 1917). Uruguay, Paraguay, Şili, Arjantin, Peru, Ekvator, Kolombiya, Bolivya, Brezilya, Venezuela gibi Güney Amerika ülkelerinde yerel bir bitki olarak tarımı yapılmaktadır (Newell, 1973). Güneydoğu Avustralya'da ve Japonya'da yaygın olarak bulunmakta ve istilacı bir tür olarak kabul edilmektedir (Auld ve ark., 2003).

Parlak brom 30-100 cm kadar boylanabilen, yaprakları yumuşak tüylü, 10-30 cm uzunluğunda ve 3-8 mm genişliğindedir. Salkımlarının boyu 10-40 cm uzunluğunda olup başakçıklar basık 6-12 adet çiçeklidir (Serin ve Tan, 2009). Sonbahar ve kış süresince gelişimini sürdürmekte, yüksek verimini ve lezzetliliğini korumaktadır (Hume 1991 a, Hume 1991 b, Abbott ve ark., 2012). Toprağın eğimli olduğu yol kenarlarında hızla yayılma özelliğine sahiptir (Muzafar ve ark., 2016). Otlatma ve kuru ot üretimi amacıyla yetiştirilmektedir. Yem bitkisi olarak yüksek verimli olmasının yanı sıra, kuraklığa diğer serin mevsim yem bitkilerinden daha yüksek derecede tolerans göstermesi açısından ülkemizin pek çok yerinde başarılı şekilde yetiştirilme olanağına sahip olup, kaba yem sorununun çözümüne katkı sağlayacak olan bir yem bitkisidir. Parlak bromun seyrek biçim ve rotasyonel bir otlatma sisteminde süt sığırları için yoğun olarak kullanılan bir tür olduğunu, kurak veya verimsiz topraklarda otlatma koşulları altında yaz periyodunda ölümler olabileceğini bildirmiştir (Rumball, 1974).

Ülkemiz hayvancılığında karşılaşılan ana sorunlardan biri hayvancılığın ana besin kaynağı olan kaba yemin yeterli düzeylerde üretilmemesi sonucu üretim maliyetleri hızla yükselmektedir. Bu sorunun giderilmesi düşük maliyetli ve güvenli yem kaynağı olan çayır mera alanlarının etkin şekilde kullanımı ile mümkün olabilir. Meraların verimlerinin artırılması da kaba yem açığını giderecek düzeyde değildir. Bu bağlamda verim ve kalite değerinin yüksek olduğu ve ekilecek bölgeye adapte olabilen farklı yem bitkisi türlerine büyük oranda ihtiyaç vardır. Gerek ülke genelinde gerekse bölgesel olarak adapte olabilecek yeni yem bitkisi türleri ile ilgili çalışmaların sayısı hızla artırılmalıdır.

Konuyla ilgili yapılan benzer bir çalışmada, Tekirdağ ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı parlak brom hatlarında yeşil ot verimi bakımından en yüksek verim 1. biçimde 4.380,00 kg da⁻¹ ile 284788 nolu hatta, 2. biçimde ise 606.00 kg da⁻¹ ile ARBR01 nolu hatta belirlenmiştir. Yıllık toplam yeşil ot verimi bakımından ise, 4.793,00 kg da⁻¹ ile 284788 nolu hatta en yüksek verim tespit edilmiştir. En yüksek kuru ot verimi 1. biçimde 1.614,67 kg da⁻¹ ile 284788 nolu hatta, 2. biçimde 237.00 kg da⁻¹ ile 462243 nolu hatta, toplam kuru ot verimi ise 1.761,67 kg da⁻¹ ile 284788 nolu hatta saptanmıştır. Yeşil ot verimleri 457,00 - 4793,00 kg da⁻¹ arasında, kuru ot verimleri 186,00-1761,67 kg da⁻¹ arasında değişmiştir (Nizam ve ark., 2017).

Arjantin'de yetiştirilen 3 farklı parlak brom varyetesinin kuru madde verimleri 1989 yılında 493-672 kg da⁻¹, 1990 yılında 624-716 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir (Jatimlinsky ve ark., 1997).

Rumball ve ark. (1972) Yeni Zelanda'da 12 parlak brom hattı üzerinde yaptıkları çalışmalarda en yüksek kuru ot verimini 1220 kg da⁻¹, en düşük ise 920 kg da⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir. Abbott ve ark. (2012) parlak bromun 13 genotipini ot üretimi amacıyla 3 yıl süreyle yetiştirdikleri çalışmalarında genotip x çevre etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Araştırmacılar farklı çevre koşullarına karşı genotiplerin tepkilerinin farklı olduğunu ve fenotipik farklılığın sıcaklık, yağış ve gün ışığı gibi çevresel faktörlerden ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Kullanılan parlak brom genotiplerinin kuru ot verimi en düşük 1344 kg da⁻¹, en yüksek 2117 kg da⁻¹, ortalama 1652 kg da⁻¹ olarak bildirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, Marmara Bölgesinin Trakya kesiminde parlak bromun adaptasyonunu incelemek ve yeni parlak brom çeşitlerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada materyal olarak kullanılan 9 parlak brom hattı (283204, 316173, ARBR01, 217583, 168564, 197848, 283204, 477984, 634281), Western Regional Plant Introduction Station (Pulmann Washington, ABD) bünyesinde bulunan gen bankasından temin edilmiş 83 aksesyon içinden Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü tarafından seleksiyon ıslahı ile geliştirilmiştir.

Denemeler, Tekirdağ İli Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanı ve Edirne İli Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü deneme alanında yürütülmüştür. Araştırma alanlarının iklim verileri Tablo 1 ve Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Tekirdağ iline ait meteorolojik veriler
Table 1. Meteorological data of Tekirdag Province

Aylar	Sıcaklık (°C)		Yağış (mm)		Oransal Nem (%)	
	2015-2016	Uzun yıllar	2015-2016	Uzun yıllar	2015-2016	Uzun yıllar
Ekim	16,4	15,7	83,7	90,0	80,1	80,5
Kasım	13,8	11,3	48,5	62,5	80,7	84,0
Aralık	7,3	7,2	0,7	82,5	79,9	83,6
Ocak	5,6	5,2	70,7	62,1	80,0	84,0
Şubat	9,7	5,7	68,4	64,9	85,5	81,4
Mart	10,4	8,0	30,6	57,4	80,3	80,7
Nisan	15,6	12,2	22,9	41,5	72,2	78,2
Mayıs	17,9	17,6	28,1	33,8	74,4	75,1
Haziran	23,6	22,2	35,0	35,0	72,2	72,6
Ortalama/toplam	13,37	11,7	388,6	529,7	78,4	80,0

Tekirdağ ilinde Ekim 2015- Haziran 2016 döneminde 388.6 mm yağış düşmüştür (*Tablo 1*). Bu miktar uzun yıllar ortalamasından oldukça düşüktür. Aynı şekilde oransal nem miktarı da aynı dönemde uzun yıllar ortalamasından aşağıdadır. Sıcaklık ortalamaları ise uzun yıllara göre daha yüksek olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar denemenin yürütüldüğü dönemde Tekirdağ ilinde kurak ve sıcak bir yılın geçtiğini göstermektedir. Edirne ilinde ise aynı dönemde toplam yağış 547.8 mm, ortalama sıcaklık 12.6 °C, oransal nem % 77.2 olarak gerçekleşmiştir (*Tablo 2*). Tablo 2’de de görüldüğü gibi Edirne ilinde yağış, sıcaklık ve nem miktarları uzun yıllar ortalamasından yüksek olmuştur. Bu verilere göre yetiştirme döneminde sıcak ve yağışlı bir periyodun mevcut olduğu söylenebilir.

Tablo 2. Edirne iline ait meteorolojik veriler
Table 2. Meteorological Data of Edirne Province

Aylar	Sıcaklık (°C)		Yağış (mm)		Nem (%)	
	2015-2016	Uzun yıllar	2015-2016	Uzun yıllar	2015-2016	Uzun yıllar
Ekim	15,6	14,2	52,6	56,7	81,7	72
Kasım	13,5	9,3	26,2	68,8	81,7	80
Aralık	5,5	4,5	0,3	75,2	83,6	82
Ocak	2,8	2,0	114,8	62,9	84,5	81
Şubat	9,2	5,2	91,4	50,8	85,5	77
Mart	10,2	7,1	54,8	46,2	77,5	73
Nisan	15,5	12,7	116,1	49,9	66,6	68
Mayıs	17,4	17,5	81,4	49,2	71,8	67
Haziran	23,9	22,0	10,2	48,9	61,8	62
Ortalama/toplam	12,6	10,5	547,8	508,6	77,2	73,6

Araştırmanın yürütüldüğü Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü ve Edirne İli Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü deneme parsellerinden alınan toprak numuneleri Edirne Ticaret Borsası Laboratuvarı'nda analiz edilmiştir (Tablo 3). Araştırma alanlarının toprakları hafif asit karakterde olup, Edirne'de daha asidik özelliğe sahiptir. Tekirdağ deneme alanında fosfor miktarı yetersiz, Edirne deneme alanında ise yüksek olarak görülmektedir. Deneme alanları kalsiyum, magnezyum, potasyum ve mangan içeriği bakımından elverişli düzeydedir. Organik madde miktarı her iki deneme alanında da oldukça düşüktür.

Tablo 3. Tekirdağ ve Edirne İlindeki Deneme Alanlarına Ait Toprak Analiz Sonuçları

Table 3. Soil Analysis Results of Experimental Areas in Tekirdag and Edirne Provinces

Toprak özellikleri	Tekirdağ		Edirne	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
Su ile doymuşluk	40	41	40	41
pH	6.10	6.35	5,9	5,8
Kireç (%)	0.01	0.01	0,00	0,00
Fosfor (1,39-3,26) (ppm)	1.2	1.1	6,2	7,7
Kalsiyum (1150-3500) (ppm)	2800	2350	1758	2313
Magnezyum (160-480) (ppm)	431	382	262	326
Potasyum (140-370) (ppm)	179	152	175	234
Mangan (14-50) (ppm)	24	21	83	89
Çinko (0,7-2,4) (ppm)	0.25	0.38	0,85	1,1
Organik madde (%)	1.02	1.10	1,25	1,28

Parlak brom denemeleri Tekirdağ ilinde 20 Ekim 2015, Edirne ilinde ise 29 Ekim 2015 tarihlerinde tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Her iki lokasyonda da parseller sıra uzunluğu 5m, sıra aralığı 35 cm olan 5 sıradan oluşmuştur. Ekim normu 3 kg da⁻¹, ekim derinliği 2 cm'dir. Ekimler elle yapılmıştır. Çıkıştan sonra sıra aralarından çıkan yabancı otlarla el çapası ile mücadele edilmiştir.

Araştırmada yapılan ölçümler, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü'nün Brom türleri (*Bromus L. species*) için yayınlanan Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatına göre yapılmıştır (Anonim, 2001). Bu teknik talimatnameye göre, morfolojik özellikler parlak brom hatlarının çiçeklenme döneminde hasattan önce her parselden rastgele seçilen 10 adet bitki üzerinde belirlenmiştir. Bitki boyu, toprak yüzeyi ile en uçtaki salkımın ucuna kadar olan mesafe metre ile cm olarak ölçülerek belirlenmiştir. Parlak brom bitkilerinin ana sap kalınlığı 2. ve 3. boğum arasının kalınlığının 0,1 mm bölmeli kumpasla mm olarak ölçülmesiyle saptanmıştır. Bitkilerin boğum arası uzunluğu ana sapının 2. ve 3. boğum arasının (cm) ölçülmesiyle belirlenmiştir. Parlak brom bitkilerinin ana saptaki bütün boğumları sayılarak ana saptaki boğum sayısı adet olarak belirtilmiştir. Parlak brom bitkilerinin bayrak yaprak ayasının kına bağlanma noktasından itibaren ucuna kadar olan kısım bayrak yaprak boyu (cm), aynı yaprağın eni de bayrak yaprak eni (mm) olarak ölçülmüştür (Açıkgöz ve Elçi, 1980).

Her parselin kenarlarından 1'er sıra ve sıraların başından ve sonundan olmak üzere 0.5 m'lik kısım biçilerek uzaklaştırılmıştır. Geriye kalan 4.2 m² alan biçilerek hasat edilmiş ve yeşil ot verimi saptanmıştır. Her parselden elde edilen yeşil ot içerisinden rastgele 0.5 kg'lık örnek alınarak kurutma dolabında 48 saat süre ile 78 °C'de kurutma dolabında kurutulmuştur. Daha sonra 24 saat oda ortamında bekletilip tartım yapılmış ve elde edilen kuru ot değerleri dekara verime çevrilmiştir.

Parlak brom hatlarının bazı morfolojik özellikleri ile yeşil ve kuru ot verimlerinin istatistiksel analizleri Tesadüf Blokları deneme deseninde 3 tekrarlamalı olarak TARİST istatistik paket programına göre yapılmıştır (Açıkgöz ve ark., 1994). Ortalamaların arasındaki farkların önemliliğinin belirlenmesinde LSD (% 5) çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Ana Sap Uzunluğu

Parlak brom hatlarının ana sap uzunlukları arasındaki farklar Tekirdağ lokasyonunda önemli olurken, Edirne lokasyonunda önemsiz olmuştur. Araştırmada kullanılan parlak brom hatlarının Tekirdağ lokasyonundaki ana sap uzunluğu 72.57-99.05 cm arasında değişmiştir (Tablo 4). Yapılan çalışmada Tekirdağ lokasyonunda en yüksek ana sap uzunluğu 99.05 ve 97.92 cm ile sırasıyla 197848 ve 634281 nolu hatlarda saptanmıştır. En düşük sap uzunluğu ise 72.57 cm ile ARBR01 nolu hatta belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan parlak brom hatlarının Edirne lokasyonundaki ana sap uzunluğu 94.36-111.73 cm arasında değişmiştir. Edirne lokasyonunda en yüksek ana sap uzunluğu 111.73 cm ile 283204 nolu hatta saptanmıştır. En düşük ana sap uzunluğu ise 94.36 cm ile ARBR01 nolu hatta belirlenmiştir. En uzun ana sap uzunluğu değerleri, iki lokasyonda farklı hatlarda saptanmıştır. Bununla birlikte en kısa ana sap uzunluğu her iki lokasyonda da ARBR01 nolu hatta belirlenmiştir. Araştırmada bulunan ana sap uzunluğu verileri Muzafar ve ark. (2016)'nın bildirdiği parlak bromda bitki boyunun 85-100 cm arasında olduğu, Serin ve Tan (2009)'ın belirttiği 30-100 cm bitki boyu değerleri ile benzerlik göstermektedir.

3.2. Ana Sap Kalınlığı

Ana sap kalınlığı bakımından hatlar arasındaki farklar Tekirdağ lokasyonunda önemsiz olmuş, Edirne lokasyonunda ise önemli bulunmuştur. Araştırmada kullanılan parlak brom hatlarının Tekirdağ lokasyonundaki ana sap kalınlığı 1.58-2.23 mm arasında değişmiştir (Tablo 4). Bu çalışmada Tekirdağ lokasyonunda en yüksek ana sap kalınlığı 2.23 mm ile 217583 nolu hatta saptanmıştır. En düşük ana sap kalınlığı ise 1.58 mm ile 197848 nolu hatta belirlenmiştir. Parlak brom hatlarının Edirne lokasyonundaki ana sap kalınlığı 2.57-4.52 mm arasında değişmiştir. Edirne lokasyonunda en yüksek ana sap kalınlığı 4.52 mm ile 283204 nolu hatta saptanmıştır. En düşük ana sap kalınlığı ise 2.57 mm ile 477984 nolu hatta belirlenmiştir. Parlak brom hatlarının ana sap kalınlıkları lokasyonlar arasında farklı olarak ortaya çıkmıştır. Tekirdağ lokasyonunda Edirne lokasyonuna göre daha kalın saplar meydana gelmiştir. Farklılık hatlar arasında da görülmektedir. İki lokasyonda da en kalın ve en ince sapa sahip bitkiler farklı olmuştur. Buna göre, parlak brom hatlarının sap kalınlıklarının çevresel koşullardan etkilendiği ve bu etkinin hatlar arasında farklı olduğu söylenebilir.

Tablo 4. Parlak bromda ana sap uzunluğu, ana sap kalınlığı, boğum arası uzunluk ve boğum sayısına ait ortalama değerler ve önemlilik gurupları

Table 4. Average values and significance groups of main stem length, main stem thickness, internod length, and node number in prairie grass

Hat No	Ana sap uzunluğu main stem length (cm)		Ana sap kalınlığı main stem thickness (mm)		Boğum arası uzunluk internod length (cm)		Boğum sayısı node number (adet)	
	Tekirdağ	Edirne	Tekirdağ	Edirne	Tekirdağ	Edirne	Tekirdağ	Edirne
283204	84.79 b	105.93	2.07	4.52 a	11.40 b	14.09	4.40 abc	4.60
168564	75.42 cd	97.80	1.77	3.77 abc	9.95 c	16.65	4.63 a	4.13
634281	97.92 a	106.93	1.85	3.33 bcd	13.11 a	16.01	4.57 ab	3.80
477984	78.93 bcd	104.40	1.69	2.57 d	10.95 bc	22.30	4.07 bc	3.47
197848	99.05 a	99.73	1.58	3.44 bcd	13.26 a	15.41	4.67 a	3.80
316173	76.36 cd	94.53	1.68	4.21 ab	10.13 bc	14.81	4.57 ab	4.40
283204	80.04 bc	111.73	1.81	4.21 ab	10.53 bc	14.83	4.00 c	4.33
ARBR01	72.57 d	94.36	1.59	2.82 ab	10.02 bc	19.59	3.93 c	3.53
217583	80.86 bc	105.27	2.23	3.91 cd	11.13 bc	17.23	4.17 abc	4.20
LSD %5	7.430	önemsiz	önemsiz	1.066	1.431	önemsiz	0.535	önemsiz

3.3. Boğum Arası Uzunluk

Parlak brom hatlarının ana sapında ölçülen boğum arası uzunlukları bakımından farklar Tekirdağ lokasyonunda önemli olurken, Edirne lokasyonunda önemsiz olarak saptanmıştır. Yapılan çalışmada Tekirdağ lokasyonundaki boğum arası uzunlukları 9.95-13.26 cm arasında değişmiştir (Tablo 4). Tekirdağ lokasyonunda en yüksek boğum arası uzunluk 13.26 ve 13.11 cm ile sırasıyla 197848 ve 634281 nolu hatlarda saptanmıştır. En düşük boğum arası uzunluk ise 9.95 cm ile 168564 nolu hatta belirlenmiştir. Edirne lokasyonundaki boğum arası uzunlukları 14.09 - 22.30 cm arasında değişmiştir. Edirne lokasyonunda en yüksek boğum arası uzunluğu 22.30 cm ile 477984 nolu hatta saptanmıştır. En düşük boğum arası uzunluk ise 14.09 cm ile 283204 nolu hatta belirlenmiştir. Parlak brom hatlarının boğum arası uzunluğu Tekirdağ lokasyonunda (9.95-13.26 cm) Edirne lokasyonuna göre (14.09-22.30 cm) daha kısa olarak saptanmıştır. Edirne lokasyonunda boğum arası uzunluğun daha fazla olması bitki boylarının daha yüksek olmasıyla ilişkilidir. Bitki boyunun artışı boğum arası uzunluğun artmasına olumlu etkide bulunmuştur.

3.4. Ana Saptaki Boğum Sayısı

Ana saptaki boğum sayıları arasındaki farklar Tekirdağ lokasyonunda önemli, Edirne lokasyonunda önemsiz olmuştur. Tekirdağ koşullarında yetiştirilen parlak brom hatlarının ana saptaki boğum sayısı 3.93-4.67 adet arasında değişmiştir (Tablo 4). Tekirdağ lokasyonunda en yüksek ana saptaki boğum sayısı 4.67 ve 4.63 adet ile sırasıyla 197848 ve 168564 nolu hatlarda saptanmıştır. En düşük ana saptaki boğum sayısı ise 3.93 adet ile ARBR01 nolu hatta belirlenmiştir. Edirne koşullarında yetiştirilen hatların ana saptaki boğum sayısı 3.47-4.60 adet arasında değişmiştir. Edirne lokasyonunda en yüksek ana saptaki boğum sayısı 4.60 adet ile 283204 nolu hatta, en düşük ise 3.47 adet ile 477984 nolu hatta belirlenmiştir. Ana saptaki boğum sayıları iki lokasyon arasında incelendiğinde Tekirdağ (3.93-4.67 adet) ve Edirne (3.47-4.60) lokasyonları bakımından belirgin bir fark olmadığı görülmektedir. Bu noktadan yola çıkarak, parlak bromda ana saptaki boğum sayısının çevre koşullarından genel olarak fazla etkilenmediği sonucuna ulaşılabılır. Bununla birlikte, hat düzeyinde incelendiğinde bazı hatlarda iki lokasyon arasında boğum sayıları arasında farkların yüksek olduğu görülmektedir. Örneğin, 197848 nolu hatta Tekirdağ lokasyonunda 4.67 adet olan boğum sayısı, Edirne lokasyonunda 3.80 adet olarak ölçülmüştür.

3.5. Bayrak Yaprak Boyu

Bayrak yaprak boyları arasındaki fark her iki lokasyonda da önemsiz olmuştur. Parlak brom hatlarının Tekirdağ lokasyonunda ölçülen bayrak yaprak boyu 23.76-26.40 cm arasında değişmiştir (Tablo 5). Tekirdağ lokasyonunda en yüksek bayrak yaprak boyu 26.40 cm ile 217583 nolu hatta saptanmıştır. En düşük bayrak yaprak boyu ise 23.76 cm ile 477984 nolu hatta belirlenmiştir. Edirne lokasyonundaki bayrak yaprak boyu 17.46-26.40 cm arasında değişmiştir. Edirne lokasyonunda en yüksek bayrak yaprağı boyu 26.40 cm ile 283204 nolu hatta saptanmıştır. En düşük bayrak yaprak boyu ise 17.46 cm ile ARBR01 nolu hatta belirlenmiştir. Her iki lokasyonda bayrak yaprağı boyu değerleri birbirine oldukça yakındır. Araştırmada tespit edilen bayrak yaprak boyu değerleri Rosso ve ark. (2009)'nın 22.2-38.8 cm, Muzafar ve ark. (2016)'nın 23-28 cm, Serin ve Tan (2009)'ın 10-30 cm, Aulicino ve Arturi (2008)'nin 16.29-31.12 cm olarak bildirdiği bayrak yaprak boyu değerleri ile benzerlik göstermektedir.

3.6. Bayrak Yaprak Eni

Parlak brom hatlarının bayrak yaprak eni her iki lokasyonda da istatistiksel olarak önemli farklara sahip olmuştur. Tekirdağ lokasyonunda parlak brom hatlarının bayrak yaprak eni 4.93-8.90 mm arasında değişmiştir (Tablo 5). Tekirdağ lokasyonunda en yüksek bayrak yaprak eni 8.90, 8.30 ve 8.20 mm ile sırasıyla 217583, 283204 ve 168564 nolu hatlarda saptanmıştır. En düşük bayrak yaprak eni ise 4.93 mm ile 197848 nolu hatta belirlenmiştir. Edirne lokasyonundaki bayrak yaprak eni 2.84-4.85 mm arasında değişmiştir. Edirne lokasyonunda en yüksek bayrak yaprağı eni 4.85, 4.78, 4.76, 4.60 ve 4.49 mm ile sırasıyla 217583, 283204, 316173, 283204 ve 168564 nolu hatlarda saptanmıştır. En düşük bayrak yaprak eni ise 2.84 mm ile 477984 nolu hatta belirlenmiştir. Bayrak yaprağı eni bakımından iki lokasyon ele alındığında, Tekirdağ lokasyonunda bayrak yaprak eni 4.93-8.90 mm, Edirne lokasyonunda 2.84-4.85 mm arasında olduğu görülmektedir. Tekirdağ lokasyonunda yapraklar daha iyi gelişme göstermişlerdir. Araştırmada ölçülen bayrak yaprak eni bulguları Muzafar ve ark. (2016)'nın 5-8 mm, Serin ve Tan (2009)'ın 3-8 mm değerleri ile benzerken, Rosso ve ark. (2009)'nın 6-13 mm değerlerinden daha düşük olarak saptanmıştır.

Tablo 5. Parlak bromda bayrak yaprak boyu, bayrak yaprak eni, yeşil ot verimi ve kuru ot verimine ait ortalama değerler ve önemlilik gurupları

Table 5. Average values and significance groups of flag leaf length, flag leaf width, fresh yield, and hay yield in prairie grass

Hat No	Bayrak yaprak boyu		Bayrak yaprak eni		Yeşil ot verimi		Kuru ot verimi	
	flag leaf length (cm)		flag leaf width (mm)		fresh yield (kg da ⁻¹)		hay yield (kg da ⁻¹)	
	Tekirdağ	Edirne	Tekirdağ	Edirne	Tekirdağ	Edirne	Tekirdağ	Edirne
283204	26.33	22.99	8.30 a	4.78 a	3.252,72a	3.256,53 bc	878.83 ab	869.70bc
168564	24.99	25.57	8.20 a	4.49 a	3.173,02a	2.926,14cd	807.33 a-d	740.59 e
634281	24.76	24.65	6.83 b	3.92 ab	3.255,87a	3.375,03 bc	863.17 ab	885.98bc
477984	23.76	22.27	6.93 b	2.84 b	2.208,57 c	2.567,73 d	663.80 cd	739.24 e
197848	24.63	23.63	4.93 d	4.00 ab	3.381,90a	4.032,06 a	936.61 a	1.075,44a
316173	24.12	25.26	6.37 bc	4.76 a	2.664,76b	3.180,74bc	638.89 d	769.22de
283204	25.90	26.40	5.43 cd	4.60 a	3.150,48a	3.461,06abc	823.95 a-d	882.13bc
ARBR01	24.23	17.46	5.80 bcd	3.64 ab	2.708,57b	3.273,44 bc	686.37bc	814.64cde
217583	26.40	26.37	8.90 a	4.85 a	3.521,27 a	3.720,21 ab	956.07 a	928.16 b
LSD%5	önemsiz	önemsi	1.203	1.229	211.726	620. 635	758.612	103.809

z

3.7. Yeşil Ot Verimi

Yeşil ot verimleri arasında her iki lokasyonda da önemli farklar meydana gelmiştir. Parlak brom hatlarının Tekirdağ lokasyonundaki yeşil ot verimleri 2.208,57-3.521,27 kg da⁻¹ arasında değişmiştir (Tablo 5). Tekirdağ lokasyonunda en yüksek yeşil ot verimi 3.521,27 kg da⁻¹ ile 217583 nolu hatta saptanmıştır. En düşük yeşil ot verimi ise 2.208,57 kg da⁻¹ ile 477984 nolu hatta belirlenmiştir. Parlak brom hatlarının Edirne lokasyonundaki yeşil ot verimleri 2.567,73-4.032,06 kg da⁻¹ arasında değişmiştir. Edirne lokasyonunda en yüksek yeşil ot verimi 4.032,06 kg da⁻¹ ile 197848 nolu hatta saptanmıştır. En düşük yeşil ot verimi ise 2.567,73 kg da⁻¹ ile 477984 nolu hatta ortaya çıkmıştır. Tekirdağ lokasyonunda yeşil ot verimleri 2.208,57-3.521,27 kg da⁻¹, Edirne lokasyonunda 2.567,73-4.032,06 kg da⁻¹ arasında olduğu görülmektedir. Parlak brom hatlarının yeşil ot verimleri Edirne lokasyonunda nispeten daha yüksek olarak gerçekleşmiştir. Parlak brom hatlarının yeşil ot verimi bakımından en iyi performansı Tekirdağ lokasyonunda 217583 nolu hat, Edirne lokasyonunda 197848 nolu hat göstermiştir. Araştırmada belirlenen parlak brom hatlarının yeşil ot verimi değerlerinin Nizam ve ark. (2017)'nin bildirdiği 457.0-4.793,00 kg da⁻¹ yeşil ot verimi değerleri ile benzer olduğu tespit edilmiştir.

3.8. Kuru Ot Verimi

Parlak brom hatlarının kuru ot verimleri arasındaki farklar her iki lokasyonda da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Araştırmada kullanılan parlak brom hatlarının Tekirdağ lokasyonundaki kuru ot verimleri 638.89-956.07 kg da⁻¹ arasında değişmiştir (Tablo 5). Tekirdağ lokasyonunda en yüksek kuru ot verimi 956.07 ve 936.61 kg da⁻¹ ile sırasıyla 217583 ve 197848 nolu hatlarda saptanmıştır. En düşük kuru ot verimi ise 638.89 kg da⁻¹ ile 9 nolu hatta ortaya çıkmıştır. Parlak brom hatlarının Edirne lokasyonundaki kuru ot verimleri 739.24-1.075,44 kg da⁻¹ arasında değişmiştir.

Edirne lokasyonunda en yüksek kuru ot verimi 1.075,44 kg da⁻¹ ile 197848 nolu hatta saptanmıştır. En düşük kuru ot verimi ise 739.24 ve 740.59 kg da⁻¹ ile sırasıyla 168564 ve 477984 nolu hatlarda ortaya çıkmıştır. Kuru ot verimi bakımından iki lokasyon kıyaslandığında, Tekirdağ lokasyonunda kuru ot verimi 638.89-956.07 kg da⁻¹, Edirne lokasyonunda 739.24-1.075,44 kg da⁻¹ arasında olduğu görülmektedir. Parlak brom hatlarının Edirne koşullarında kuru ot verimleri arasında daha büyük bir fark olduğu, Tekirdağ lokasyonunda hatlar arasında farkların az olduğu görülmektedir. Araştırmada elde edilen kuru ot verimi bulguları Jatimlansky ve ark. (1997) ile Nizam ve ark. (2017)'nin kuru ot verimleri ile benzerlikler göstermektedir. Bulgularımız, Rumball ve ark. (1972)'nin kuru ot verimlerinden düşük, Abbott ve ark. (2012)'nin verimlerinden ise daha yüksek olmuştur.

4. Sonuç

Türkiye'nin Marmara Bölgesinin Trakya kesiminin iki farklı lokasyonunda 9 parlak brom hattı yetiştirilmiş ve türün bölge koşullarına adapte olduğu görülmüştür. Yapılan ölçümler sonucunda parlak brom hatları arasında morfolojik ve verim olarak önemli farklar saptanmıştır. Ekolojik olarak farklı olan iki çevre koşulunda hatların performansları da farklılıklar göstermiştir. Tekirdağ koşullarında hatlar arasında ana sap uzunluğu, boğum arası uzunluk, boğum sayısı, bayrak yaprak eni, yeşil ot verimi ve kuru ot verimi bakımından farklar saptanırken, Edirne koşullarında ana sap kalınlığı, bayrak yaprak eni, yeşil ot verimi ve kuru ot verimi bakımından farklar önemli bulunmuştur.

Edirne lokasyonda parlak brom hatlarının ana sap uzunluğu daha uzun, saplar ince ve ana saptaki boğum araları daha uzun olmuştur. Edirne'de mevsimin yağışlı geçmesi daha fazla kardeş oluşumu ve vejetatif gelişmeyi teşvik etmiştir. Kardeş sayısı ölçülmemesine rağmen bu durum gözlemlerde saptanmıştır. Bitki boyunun uzaması ve kardeş sayısının artışı sapların ince kalmasına neden olmuştur. Tekirdağ lokasyonunda ise yapraklar daha iyi gelişme göstermiştir.

Yeşil ve kuru ot verimleri arasında her iki lokasyonda da istatistiki olarak 0,01 önemlilik seviyesinde farklar saptanmıştır. Yeşil ot verimi Tekirdağ şartlarında 2208,5-3521,27 kg da⁻¹ arasında olurken, Edirne şartlarında ise 2567,73-4032,06 kg da⁻¹ arasında olmuştur. Kuru ot verimi ise Tekirdağ koşullarında 638,89-956,07 kg da⁻¹ arasında değişiklik gösterirken, Edirne şartlarında 739,24-1075,44 kg da⁻¹ arasında tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, Türkiye'nin Trakya kesimi koşullarında parlak brom bitkisinin alternatif bir yem bitkisi olarak yetiştirilme olanağı bulunmaktadır. Araştırmanın yürütüldüğü iki lokasyonda da 197848 ve 217583 nolu hatlar en yüksek yeşil ve kuru ot verimlerine ulaşarak çeşit adayı olarak geliştirilmeye uygun bulunmuştur.

Kaynakça

- Abbott, L., Fillipinni, S., Delfino, H., Pistorale, S. (2012). Stability Analysis of Forage Production in *Bromus Catharticus* (Prairie Grass) Using Three Methodologies. *Cien. Inv. Agr.* 39 (2): 331-338.
- Açıkgöz, E., Elçi, Ş. (1980). *Adi Otlak Ayırığında (Agropyron cristatum L. Gaertn) Bazı Morfolojik Ve Tarımsal Özellikler İle Çiçek Biyolojisi Üzerinde Araştırmalar*. A.Ü. Ziraat Fakültesi Diploma Sonrası Yüksekokulu Doktora Tez Özetleri S: 116-130, Ankara.
- Açıkgöz, N., Akbaş, M. E., Moghaddam A., Özcan K. (1994). PC'ler için Veri Tabanı Esaslı Türkçe İstatistik Paketi: TARİST. *Türkiye 1. Tarla Bitkileri Kongresi*, s:264-267, 24-28 Eylül, İzmir/Türkiye.
- Anonim, (2001). Brom Türleri (*Bromus* L. species). Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, Ankara.
- Auld, B., Morita, H., Nishida, T., Ito, M., Micheal, P. (2003). Shared Exotica: Plant Invasions of Japan and South Eastern Australia. *Cunninghamia*. 8: 147-152. [https://d1nu2wha2fqaii.cloudfront.net/RoyalBotanicGarden/media/RBG/science/Cunninghamia/Volume%208%20-%20202003/Volume-8\(1\)2003-Cun8Aul147-152.pdf](https://d1nu2wha2fqaii.cloudfront.net/RoyalBotanicGarden/media/RBG/science/Cunninghamia/Volume%208%20-%20202003/Volume-8(1)2003-Cun8Aul147-152.pdf)
- Aulicino, M. B., Arturi, M. J. (2008). Regional Variation in Argentinean Populations of *Bromus catharticus* (*Poaceae*) as Measured By Morphological Divergence Associated With Environmental Conditions. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 65 (1): 135-147 enero-junio.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. (1987). Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistiksel Metodlar-II). Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları No:1021, Ders kitabı seri No:295, Ankara.
- Hauman, L. (1917). Notes floristiques. Quelques cryptogame, gymnospermes et monocotyledones de l' Argentine. *Anales Museo Nac His Nat*, 28: 391-443.
- Hume, D. E. (1991 a). Effect of Cutting on Production and Tillering In Prairie Grass Compared With Two Ryegrass Species. 1. Vegetative Plants *Annals of Botany*, 68.
- Hume, D. E. (1991 b). Effect Of Cutting on Production and Tillering İn Prairie Grass Compared With Two Ryegrass Species. 2.Reproductive Plants *Annals of Botany*, 68.
- Jatimiansky, J., Gimenez, D O., Bujan, A. (1997). Herbage Yield, Tiller Number and Root System Activity After Defoliation of Prairie Grass (*Bromus catharticus* Vahl.). *Grass and Forage Science*, 52: 52-62.
- Muzafar, I., Khuroo, A. A., Mehraj, G., Hamid, M., Rashid, I. (2016). *Bromus catharticus* Vahl. (*Poaceae*): A New Plant Record for Kashmir Himalaya, India. *Check List* 12(2):1875.
- Newell, L. C. (1973). Smooth Bromegrass; p. 254, in: M.E. Heath, D.S. Metcalfe and R.F. Barnes (eds.). Forages: the science of grassland agriculture. Ames, Iowa: Iowa State University Press.
- Nizam, İ., Teykin E E., Tuna M. (2017). Tekirdağ Koşullarında Bazı Parlak Brom (*Bromus catharticus* Vahl.) Hatlarının Ot Verimlerinin Belirlenmesi. *12. Tarla Bitkileri Kongresi*, Elektronik Kongre Kitabı, s:244-248, Kahramanmaraş.
- Rosso, B., Pagano, E., Rimieri, P., Rios, R. (2009). Characteristics of *Bromus catharticus* Vahl. (*Poaceae*) Natural Population Collected In The Central Area of Argentina. *Sci.Agric (Piracicaba, Braz.)*, 66 (2): 276-279.
- Rumball, W., Butler G W., Jackman R H. (1972). Variation In Nitrogen and Mineral Composition In Populations of Prairie Grass (*Bromus unioloides* H.B.K.). *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 15 (1):33-42.
- Rumball, W. (1974) 'Grasslands Matua' prairie Grass (*Bromus catharticus* Vahl.). *New Zeland Journal of Experimental Agriculture*, 2:1-5.
- Serin, Y., Tan, M. (2009). *Bromus sp* L. Yembitkileri Buğdaygil ve Diğer Familyalardan Yembitkileri, Cilt III. Editörler: R. Avcıoğlu, R. Hatipoğlu, Y. Karadağ. Emre Basımevi- İzmir, ISBN: 978-605- 60864-1-0(3.c)
- Tuna, M., Vogel, K. P., Arumuganathan K., Gill K S., 2001. DNA Content and Ploidy Determination of Bromegrass Germplasm Accessions By Flow Cytometry. *Crop Science*, 41:1629-1634.