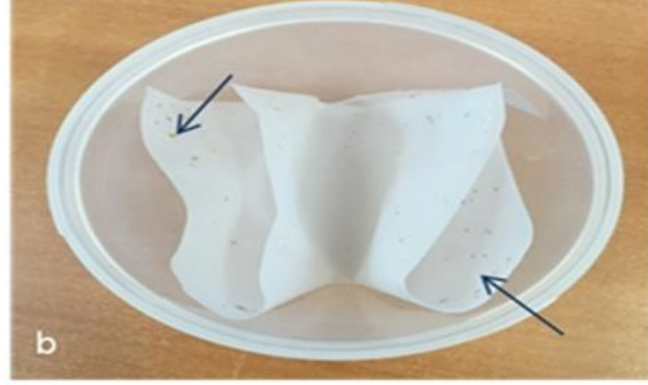
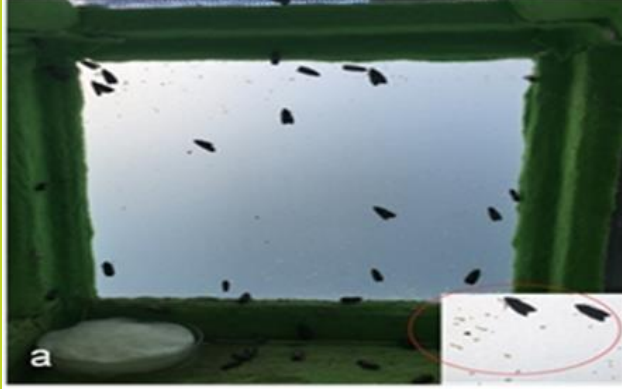


Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi

Cilt :6
Volume :6

Sayı : 3
Issue:3

Yıl : 2019
Year : 2019



**Turkish Journal of Agricultural
and Natural Sciences**

Cilt: 6 - Sayı: 3

İçindekiler

🔍 Araştırma Makaleler

İki Yeni Kayıtlı Birlikte, Yozgat İli Küçük Leş Ziyaretçisi Sarcophagidae (Diptera) Türlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Ön Çalışma (<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595085>) / Sayfalar: 354-362
Gamze PEKBEY

Çay Üretiminde Üretici Geliri ve Verimi Artırmaya Yönelik Bir Araştırma: Artvin İli Örneği (<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595107>) / Sayfalar: 363-371
Ahmet Semih UZUNDUMLU, Sümeyye KARAYAR, Seval KURTOĞLU, Nur ERTEK

Amsonia orientalis'de 6-Benzilaminopürin Destekli In vitro Sürgün Çoğaltımı Üzerine Kuraklık Stresinin Morfolojik ve Fizyolojik Etkileri (<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595149>) / Sayfalar: 372-378
Arda ACEMİ, Halil TOYGAR, Yonca YÜZÜGÜLLÜ KARAKUŞ, Yonca AVCI DUMAN, Fazıl ÖZEN

Ekmeklik Buğday Genotiplerinde Verim ve Verim Öğelerinin Korelasyon ve Path Analizi ile İncelenmesi (<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595160>) / Sayfalar: 379-387
Kerem BORU, Semra YILDIRIM, Esra AYDOĞAN ÇİFCİ

Kırşehir Ekolojik Koşullarında Bazı Silajlık Sorgum ile Sorgum-Sudanotu Melez Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi (<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595170>) / Sayfalar: 388-395
Hakan KIR, Başak DURSUN ŞAHAN

Sivas Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Domuz Ayrığı (Dactylis glomerata L.) Çeşitlerinin Bazı Agronomik ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi (<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595178>) / Sayfalar: 396-404
Tolga KARAKÖY, Yeter ÇİLESİZ, Serap KIZIL AYDEMİR

Bazı Çeltik Çeşitlerinin Besleme Değerinin Tespiti (<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595190>) / Sayfalar: 405-409
Tugay AYAŞAN, İsmail ÜLGER, Bülent ÖZSOY

Tescilli Fasulye Çeşitlerinin Pas (Uromyces appendiculatus) Etmenine Karşı Dayanıklılık Durumlarının SCAR Markörleri ile Belirlenmesi (<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595202>) / Sayfalar: 410-416
Mehmet Zahit YEKEN, Göksel ÖZER, Ali ÇELİK, Vahdettin ÇİFTÇİ

Kayısı (Prunus armeniaca) ve Sandaloz Ağacı (Pistacia lentiscus) Sakızları Eksüдалarının Spektroskopik Karakterizasyonu ve Karşılaştırılması (<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595211>) / Sayfalar: 417-423
Murat ÇANLI

Erzurum İl Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yenilikler Benimseme Açısından Değerlendirilmesi (<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595216>) / Sayfalar: 424-431
Sinan KILIÇTEK, Adem AKSOY

Ekmek İsrat Etme Durumunun ve İsratta Etkili Olan Faktörlerin Belirlenmesi: Kahramanmaraş Kent Merkezi Örneği (<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595223>) / Sayfalar: 432-439
Emine İKİKAT TÜMER, Yeşim AYTÖP, Kubilay Burak YAVUZ

Malatya İlindeki Etlik Piliç İşletmelerinin Teknik ve Yapısal Özellikleri (<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595231>) / Sayfalar: 440-446
Turgay ŞENGÜL, Ömer Faruk BOYRAZ

Kadmium (Cd) Uygulamasının Tane Sorgumda (Sorghum bicolor L.) Bazı Morfolojik Özellikler Üzerine Etkisinin Belirlenmesi (<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595347>) / Sayfalar: 447-456
Hava Şeyma YILMAZ, Kağan KÖKTEN

Sızgıt as a Traditional Food of Cappadocia: Differences in Traditional and Commercial Production

(<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595348>) / Sayfalar: 457-461

Cem Okan ÖZER, Bülent ZORLUGENÇ, Selçuk Mustafa SEÇEN, Ezg DEMİR ÖZER

Sublethal Doses of Inorganic Mercury Induce Dose-Depended Upregulation of RPA1 Content and Inhibit p53 Expression in the Brain of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) (<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595352>) / Sayfalar: 462-476

Mehmet Reşit TAYSI, Bünyamin SÖĞÜT, Victor S. NEDZVETSKY, Muammer KIRICI, Can Ali AĞCA

Dilkanatanın (*Galium aparine* L.) Çimlenme Biyolojisi ve Bazı Herbisitlere Tepkisi

(<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595359>) / Sayfalar: 477-488

Nurcan BÜYÜKKURT, Ahmet ULUDAĞ

Olgunlaşma Dönemlerinin Sirken (*Chenopodium album*) Otuunun Kimyasal Kompozisyonuna, Besleme Değerine ve Metan Üretimine Etkisi (<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595363>) / Sayfalar: 489-493

Ali İhsan ATALAY, Adem KAMALAK

Topraktan İzole Edilen *Bacillus* Türlerinden α -Amilazın İzolasyonu ve Karakterizasyonu

<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595364>) / Sayfalar: 494-499

Sedat KAYA, Barış ENEZ

Sulama Kuyularında Filtre Uzunluğunun Bazı Pompaj Parametrelerine

Etkisi (<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595367>) / Sayfalar: 500-510

Nur ORHAN, Al Yavuz ŞEFLEK, Osman ÖZBEK, Sedat ÇALIŞIR

Uludere İlçesi Arıcılık İşletmelerinin Genel Yapısı ve Arıcılık Faaliyetleri Üzerine Bir Çalışma

(<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595369>) / Sayfalar:

511-517 Mehmet Al KUTLU

Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinin Farklı Yağış Koşullarında Verim ve Yağ Oranı Bakımından Değerlendirilmesi (<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595371>) / Sayfalar: 518-526

Hasan KOÇ

Biyokömür ve Kükürt Uygulamasının Alkali Killi-Tınlı Topraklarda Fosfor Alınabilirliği ve Toprak Enzim Aktivitesi Üzerine

Etkileri (<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595376>) / Sayfalar: 527-535

Veysel TURAN

Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleri ile Arazi Örtüsü/Alan Kullanım Değişimlerinin Belirlenmesi:

Bingöl Kent Merkezi Örneği (<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595378>) / Sayfalar: 536-545

Sülem ŞENYİĞİT DOĞAN, Sevgi YILMAZ

Biology and Laboratory Rearing of Codling Moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) on Its Natural Host

"Green Immature Apple" *Malus domestica* (Borkh) (Rosales: Rosaceae)

(<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595382>) / Sayfalar:

546-556 Akın KUYULU, Han fe GENÇ

Arazi Topluşturma Projelerinde Parsel Şekillerinin Değişimi: Şanlıurfa Bozca Köyü

Örneği (<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595385>) / Sayfalar:

557-565 Hasan DEĞİRMENÇİ, Fırat ARSLAN, Mualla KETEN

Van Kenti Dönüşen Peyzaj Örneğinde İpekyolu ve Milli Egemenlik Parklarının Mevcut Durum Analizleri

(<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595390>) / Sayfalar:

566-578 Feran AŞUR

Use of Farmatan as an Additive to Make Alfalfa Silage

(<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595395>) / Sayfalar: 579 - 587

Ahmet Yusuf ŞENGÜL, Rahim AYDIN

Antep Fıstığı (*Pistacia vera*) Tohumundan Lipaz Enziminin Saflaştırılması ve Kinetik Özelliklerinin Belirlenmesi

<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595399>) / Sayfalar: 588-595

Duygu MERCAN ÜLKÜ, Müge GİDİŞ, Metin BÜLBÜL

🌐 Baskı Hatası - Corrigendum

📄 Corrigendum (<http://dergipark.org.tr/turkjans/issue/47247/595416>) / Sayfalar: 596-596 PDF (<https://dergipark.org.tr/turkjans/issue/44787/556607>)

Research Article

A Preliminary Study on Determination of Small Carrion Visitor Sarcophagidae (Diptera) Species from Yozgat (Turkey), with Two New Records

Gamze PEKBAY*

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Yozgat Bozok University, Yozgat, Turkey

*Corresponding author: gamze.pekbay@bozok.edu.tr

Received: 22.02.2019

Received in Revised: 23.05.2019

Accepted: 21.06.2019

Abstract

This study was conducted during the April and October 2017 to determine the small carrion visitor flesh fly (Diptera: Sarcophagidae) species in Yozgat province of Turkey. The experiments were carried out simultaneously in the funnel type traps which were hung in three different directions of six selected poplar trees in Bozok University, Erdogan Akdag Campus. For this purpose, chicken livers were used as bait to attract the adult flies. The specimens were collected daily and a total of 21 flesh fly species were identified. While *Sarcophaga (Liopygia) argyrostoma* (Robineau-Desvoidy, 1830), *Sarcophaga (Bercaea) africa* (Wiedemann, 1819) and *Ravinia pernix* (Harris, 1780) were found the most common and abundant, *S. (Liosarcophaga) tuberosa* Pandellé, 1896 and *S. (Helicophagella) novercoides* Bottcher, 1913 were rarely encountered species in the traps. All species were recorded for the first time in Yozgat and additionally, *S. (Liosarcophaga) aegyptica* Salem, 1935 and *S. (Golanina) platariae* Povolný, 1992, representing new records for Turkish fauna. Climatic data and seasonal species distributions of the study area were also provided.

Key words: Bait traps, decomposition, flesh flies, fauna, identification.

İki Yeni Kayıtlarla Birlikte, Yozgat İli Küçük Leş Ziyaretçisi Sarcophagidae (Diptera) Türlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Ön Çalışma

Özet

Bu çalışma, 2017 yılı Nisan ve Ekim ayları arasında Yozgat İli küçük leş ziyaretçisi et sineği (Diptera: Sarcophagidae) türlerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Denemeler Bozok Üniversitesi, Erdoğan Akdağ Kampüsünde seçilen altı kavak ağacına aynı anda üç farklı yöne asılan funnel tipi tuzaklarda gerçekleştirilmiştir. Ergin et sineklerini çekmek amacıyla her bir tuzakta yem olarak tavuk ciğeri kullanılmıştır. Örnekler günlük olarak toplanmış ve toplam 21 et sineği türü teşhis edilmiştir. *Sarcophaga (Liopygia) argyrostoma* (Robineau-Desvoidy, 1830), *Sarcophaga (Bercaea) africa* (Wiedemann, 1819) ve *Ravinia pernix* (Harris, 1780) türleri en yaygın ve sık türler olarak bulunurken, *S. (Liosarcophaga) tuberosa* Pandellé, 1896 ve *S. (Helicophagella) novercoides* Bottcher, 1913 ise tuzaklarda en az rastlanan türler olmuştur. Türlerin tamamı Yozgat ilinde ilk kez kaydedilmiş ve ayrıca *S. (Liosarcophaga) aegyptica* Salem, 1935 ve *S. (Golanina) platariae* Povolný, 1992 ise Türkiye faunası için yeni kayıtları temsil etmiştir. Çalışma alanının iklim verileri ve mevsimsel tür dağılımları da sağlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Dekompozisyon, et sinekleri, fauna, teşhis, yem tuzağı.

Introduction

Two dipteran families Calliphoridae (blow flies) and Sarcophagidae (flesh flies) are known as the first visitors of the carrions (Campobasso et al., 2001; Amat, 2010). Their high mobility and

improved sense organs provide them to find and colonize rapidly on decaying tissues within minutes (Vairo et al., 2017). Therefore, these two family are the most utilized insect species in forensic entomology experiments (Campobasso et al.,

2001; Cherix et al., 2012; Kyerematen et al., 2013; Ren et al., 2018).

The adult sarcophagids mainly feed on various fluids or sugar containing materials such as nectar, but larvae have a large scale of feeding habits such as coprophagy, necrophagy, saprophagy, predation or parasitism in invertebrates (such terrestrial arthropods, annelids or molluscs) and myiasis producing in vertebrates (Pape, 1987; Pe´rez-Moreno 2006; Farkas et al.,

2009; Cherix et al., 2012). To predict the limits of these habits for all species are not easy because of the so many facultative tendencies, particularly for the most diverse genus *Sarcophaga*. These biological transitions could be more confused and misleading for the researchers when combined with the local biodiversity and identification problems of both sexes and larval stages (Amendt et al., 2011; Szpila et al, 2015; Ren et al., 2018).

Table 1. The list of necrophagous, forensically important and myiasis agent flesh fly species reported from Turkey

Species	References	Determined material
<i>Wohlfahrtia magnifica</i>	(Şaki and Özer, 1999a; Şaki and Özer, 1999b; Özdal, 2004; Sevgili et al., 2004; Ütük, 2006; Açıkgöz, 2008; Aydenizöz and Dik, 2008; Akduman et al., 2011; Dik et al., 2012; Tereli et al., 2015; Beyhan et al., 2017)	Myiasis in living cows, sheep, goats, decaying meat, liver and spleen pieces, myiasis in dog, gingival myiasis in lamb, otomyiasis in human, rabbit carcass, human corpse
<i>S. (Bercaea) africa</i> as <i>S. haemorrhoidalis</i> or as <i>S. africa</i>	(Şaki and Özer, 1999b; Sevgili et al., 2004; Açıkgöz, 2008; Özcan, 2008; Yuca, 2009; İpek et al., 2011; Dik et al., 2012; Çoban and Beyarslan, 2013)	Decaying meat, liver and spleen pieces, dog carcass, pig carcass, human corpse
<i>S. (S.) carnaria</i>	(Şaki and Özer, 1999b; Karapazarlıoğlu, 2004; Özdal, 2004; Sevgili et al., 2004; Karapazarlıoğlu, 2010; Tereli et al., 2015; Ergün et al., 2016; Ekmekçi, 2017)	Decaying meat, liver and spleen pieces, pig carcass, rabbit carcass, myiasis in human
<i>S. (Liopygia) argyrostoma</i>	(Karapazarlıoğlu, 2004; Özdal, 2004; Sevgili et al., 2004; Karapazarlıoğlu, 2010; Tereli et al., 2015; Ekmekçi, 2017; Kökdener et al., 2018)	Decaying meat, liver and spleen pieces, pig carcass, rabbit carcass, dog carcass, chicken liver
<i>S. (Liopygia) crassipalpis</i>	(Tereli et al., 2015)	Rabbit carcass
<i>S. (Liosarcophaga) dux</i> [as <i>S. exuberans</i>]	(Açıkgöz, 2008)	Human corpse
<i>S. (Pandelleisca) similis</i>	Kökdener et al., 2018	Chicken liver
<i>Sarcophaga</i> sp. or spp.	(Yazar et al., 2005; Türk et al., 2006; Dağcı et al., 2008; Öktener and Alas, 2009; Sert et al., 2012; Kaya et al., 2014; Polat et al., 2016)	Myiasis in human, myiasis in fish, dog carcass

The carrion relevant sarcophagids could be separated into two general groups to their assemblage priority, as necrophagous and carrion visitors. The first one characterized by the larval activity which means the female use the carrions as an ovipositing (or larvipositing for the flesh flies) site and the larvae consume it obligatory. Therefore, they have the major importance in forensic investigations with minor species diversity (Amendt et al., 2011; Rivers and Dahlem, 2014; Szpila et al., 2015). Even though, many flesh fly larvae could be successfully fed on the small carrions in vitro, this may not be always the sign of natural necrophagous behaviour due to the

primary breeding preferences (Rivers and Dahlem, 2014). For instance, *S. africa* is one of the most cosmopolitan and common species of the forensic investigations, but as being a coprobiotic species, it prefers to deposit their larvae to faeces rather than the corpse (Cherix et al., 2012; Ren et al, 2018). The latter group consists of the adults that only visit the carrions for copulation or having protein rich meals after the emerging from puparium or egg production without oviposition. (Cherix et al., 2012; Martín-Vega and Baz, 2013; Rivers and Dahlem, 2014, 2014; Szpila et al., 2015).

Various ecologies constitute new biogeoclimatic zones; hence, diversity and

abundance of the flesh flies vary from region to region relatively (Pape 1987; Blackith and Blackith 1990). In this sense, Turkey has a very special location of being at the confluence of the Caucasus, Irano-Anatolian, and Mediterranean biodiversity spots (Şekercioğlu et al., 2011). Eventually with the recent faunistic and taxonomic studies, the number of the flesh fly species known from Turkey increased to 152 (Verves et al., 2018; Whitmore et al., 2018). Of which only 6 species (except unknown *Sarcophaga* spp.) of sarcophagids have been reported from Turkey as myiasis agent, necrophagous or having forensic importance, by now. (Table 1). Among them, *Wohlfahrtia magnifica* (Schiner, 1862) is known as the third most important obligatory myiasis producing species in the world and the first in Turkey (Şaki and Özer, 1999a, 1999b; Ren et al., 2018).

In Europe, 33 species of flesh flies have been listed from the large carcasses (Szpila et al., 2015). Clearly, total number of the carrion relevant species of Sarcophagidae listed in Turkey is fairly low as compared to European records.

This study focuses to provide preliminary data to species compositions and succession of the

small carrion visitor flesh flies and to exemplify species diversity of Turkey in the scale of Yozgat.

Material and Methods

Study area

The study was conducted between the April and October of 2017, in Yozgat Bozok University Erdogan Akdag Campus. This site lies between the coordinates 39°46'22"N, 34°48'11"E, 1339 m in height and covers 410 ha. It is located southwest of Yozgat province and about 13 km distant from the city centre. As the result of the typical continental climate conditions, general vegetation is characterized by steppes and arid zones. Additionally, some natural (mainly composed of *Robinia pseudoacacia*, *Eleagnus angustifolia*, *Populus alba*, *P. tremula* and *Cedrus libani*) and artificial ornamental trees (*Tilia argentea*, *Cedrus libani*, *Picea pungens glauca*, *Cotoneaster* sp., *Berberis thunbergii* and *Rosa* spp.) are found (Irgatoğlu, 2011). The experiments were performed on the *Populus* spp. for standardization of the samplings.



Figure 1. Traps and collection of flesh flies. A. Preparation of baits. B. Traps C-D. Hanging the traps and collecting the adult flies E. Collected flies.

Collection of the adults

The experiments were carried out with a total quantity of 18 commercially designed funnel type fly traps (SinTuz®) of which analogues were

formerly used by some authors (Aak et al., 2010; Tschorsnig et al., 2011; Khoobdel et al., 2013). 75 gr of chicken liver pieces were used as attractant. The trap liquid was prepared with water and

odourless soap in order to reduce surface tension (Fremdt and Amendt., 2014). The baits were put into the net tulle covered transparent plastic cups and then placed into the traps (Figure 1A, B). Three traps were hung in different directions of six selected *Populus* spp. trees to increase the chance of captures (Figure 1C, D). The specimens were collected by daily and the baits were renewed in each 7 days (25 times in 175 days). All obtained insects were separated to their taxa and selected flesh flies were put into the petri dishes by recording the dates and stored at -20°C until the identification stage (Figure 1E).

The daily temperature and relative humidity values of the locality were measured by LYK-20E® data logger throughout the study (Figure 2).

Species identification

The genitalia of the specimens were dissected under Leica® S8APO stereomicroscope. Some of them were softened in 10%KOH for further diagnosis. After the pinning and labelling procedure, all examined materials were kept in the entomology laboratory.

The specimens were identified by using Richet et al. (2011) and Povolný (1992). For classification Pape (1996) was followed.

Results and Discussion

21 species from a total of 457 specimens were identified (Table 2).

Except *Sarcophila meridionalis* Verves, 1982 (Paramacronychiinae) and *Taxigramma heteroneura* (Meigen, 1830) (Miltogramminae), the other 19 species were determined as belonging to Sarcophaginae.

Table 2. Seasonal distributions and percentages of the species

Species	Number of individuals						
	April	May	June	July	August	September	October
<i>Blaesoxipha</i> (B.) <i>batilligera</i> Ség., 1941	0	0	0	0	0	1	0
<i>Ravinia pernix</i> (Harris 1780)	4	7	6	13	11	6	4
<i>Sarcophila meridionalis</i> Verves 1982	5	7	9	14	5	4	2
<i>S. (Bercaea) africa</i> (Wiedemann 1819)	6	5	8	12	11	6	5
* <i>S. (Golanina) platariae</i> Povolný 1992	0	0	0	2	5	11	0
<i>S. (Helicop.) hirticus</i> Pandellé 1896	0	0	0	3	4	2	0
<i>S. (Helicop.) melanura</i> Meigen 1826	1	3	4	6	4	4	1
<i>S. (Helicop.) novercoides</i> Bottcher 1913	0	0	0	1	3	0	0
<i>S. (Het.) helenae</i> (Trofimov 1948)	0	0	0	5	4	2	0
<i>S. (Liop.) argyrostoma</i> (Rob.-Desv. 1830)	2	8	10	16	11	2	5
<i>S. (Liop.) crassipalpis</i> Macquart, 1839	5	2	9	12	7	5	3
* <i>S. (Liosar.) aegyptica</i> Salem 1935	0	1	2	4	3	1	0
<i>S. (Liosar.) emdeni</i> (Rohdendorf 1969)	0	0	3	2	1	0	0
<i>S. (Liosar.) jacobsoni</i> (Rohd. 1937)	0	0	3	2	1	2	0
<i>S. (Liosar.) portschinskyi</i> (Rohd. 1937)	0	0	1	2	2	0	0
<i>S. (Liosar.) tuberosa</i> Pandellé 1896	0	0	0	0	3	1	0
<i>S. (Myorhina) nigriventris</i> Meigen 1826	0	0	3	2	2	1	1
<i>S. (Sarcophaga) bergi</i> Rohdendorf 1937	3	4	13	14	5	3	0
<i>S. (Sarcophaga) lehmanni</i> Mueller 1922	3	6	11	13	8	7	2
<i>Taxigramma heteroneura</i> (Meig., 1830)	0	0	0	0	1	0	0
<i>S. (Thyrsoc.) incisilobata</i> Pandellé 1896	0	0	3	4	1	0	0
TOTAL (n)	29	43	85	127	92	58	23
PERCENTAGE (%)	6.35	9.41	18.6	27.79	20.13	12.69	5.03

*New records of Turkey

The highest number of individuals were determined as *S. (Liopygia) argyrostoma* (12.05%), *S. (Bercaea) africa* (11.83%), *R. pernix* (11.38%) and *S. (Sarcophaga) lehmanni* (11.16%). Conversely, *S. (Helicophagella) novercoides* (0.89%), *S. (Liosarcophaga) tuberosa* (0.89%) and *S. (Liosarcophaga) portschinskyi* (1.12%) were obtained at the lowest rates. On the other hand, only just a single male of *Blaesoxipha (Blaesoxipha) batilligera* Séguy, 1941 and *Taxigramma*

heteroneura (Meigen, 1830) were collected. From these, *T. heteroneura* is mainly known as kleptoparasites of sphecids or parasitoids of some grasshoppers (Pape, 1987) and, *Blaesoxipha* spp. is widely known as the parasitoids of the acridids, only *B. (Gigantotheca) plinthopyga* Wiedemann, 1830 was reported as necrophagous (Denno and Cothran 1976). Eventually, the occurrence of these two single individuals in the traps seems coincidentally.

Likewise, Szpila et al., (2015) mentions the accidental existing of two single Miltogramminae species on pig carcass. Additionally, the presence of *S. (Liosarcophaga) aegyptica* Salem, 1935 and *S. (Golanina) platariae* Povolný, 1992 were elicited for the first time in Turkey. The highest numbers of species were collected in the summer months as expected. Because of the August of 2017 was rainier and the average temperature was lower than the previous month in Yozgat (Figure 2), the most number of the specimens visited the traps in July (Table 2).

According to the decaying stages, the highest number of individuals were collected in active decaying stage (between the 2-3th days) and the lowest were at the dry stage (6-7th days). *R. pernix*, *S. (B.) africa*, *S. (Helicop.) melanura*, *S. (Liopy.) argyrostoma*, *S. (Liopy.) crassipalpis*, *Sarcophila meridionalis*, *S. (S.) lehmanni* and *S. (S.) bergi* were found in all decaying stages in proportion to their predominance. The other species were only involved especially in relatively hot days and generally in active decaying stages

(Figure 3). At the fresh stages, mostly Calliphoridae (53.2%) adults were obtained in the traps. But the higher abundance and visit frequency of adults does not be indicator of the earlier colonization. In that case, larval development is more important (Szpila et al. 2015). Visits of the individuals and species diversity of Sarcophagidae increased towards to the active stages of the decomposition but significantly decreased at the further decaying stages (Figure 3-4).

The higher numbers of females were recorded in the species of *S. africa* (+13♀), *S. lehmanni* (+10♀), *S. argyrostoma* (+8♀), *S. crassipalpis* (+5♀), *S. melanura* (+5♀), *S. aegyptica* (+1♀), *S. emdeni* (+2♀) and *S. bergi* (+2♀). Male ratios were found higher than the females for remain. Additionally, *T. heteroneura*, *B. batilligera* and *S. platariae* were represented by only males. Both sexes predominantly visited the traps in active decaying stages, but the males were found higher in advanced stage than the females (Figure 3-4).

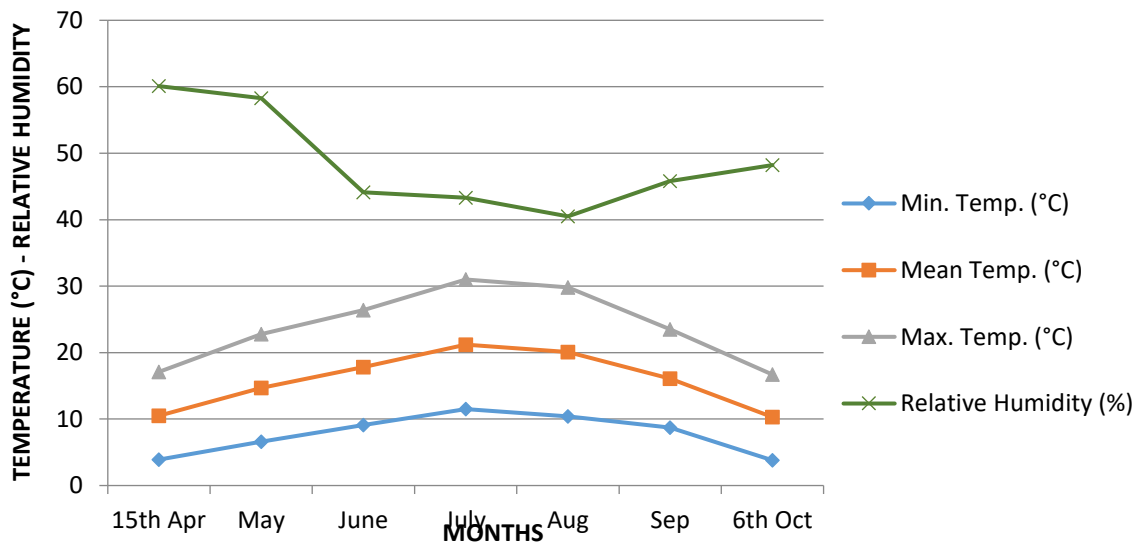


Figure 2. Climatic values between the 15thApril - 6thOctober at the studied site in 2017.

At the result of the study, the highest species richness subgenus was assigned as *Liosarcophaga* (Table 2). Breeding of *S. aegyptica* (Povolný and Hula 2004; Pe´rez-Moreno, 2006; Bordas et al., 2007; Abd El-bar and Sawaby, 2011) and *S. jacobsoni* (Baz et al., 2015) have been tested in small carrions. With respect to some related references and biological notes found in Pape (1987) and Povolný and Verses (1997) for the present species of this subgenus as follows: The larva of *S. jacobsoni* is necrophagous and the adults could be attracted to food market. Adults of

S. emdeni attracted to faeces and food market, but larva is necrophagous and facultative parasitoids of some lepidopteran larvae and bred from some snails. Larva of *S. portschinskyi* is necrophagous and facultative predators of lepidopteran or muscoid larvae, and breeding in snake. Adults *S. tuberosa* visit decomposed materials and larvae are facultative parasitoid of some lepidopteran larvae or other insects and snails and agent of cutaneous myiasis.

The second most diverse subgenus *Helicophagella* was represented by three species in

the study. *S. melanura* is the most reported species from decaying carcass (Pape 1987; Baz et al., 2015; Szpila et al., 2015). Subsequently, *S. hirticrus* mainly known as snail predators (Pape 1987; Blackith and Blackith, 1990), but some experiments show that it could also be breed in decaying

tissues (Castillo, 2001; Pe´rez-Moreno 2006; Prado e Castro et al., 2010). Nevertheless, there is no available data for the occurrence of *S. novercoides* which is described as parasitoids of some insect and molluscs Blackith and Blackith, 1990).

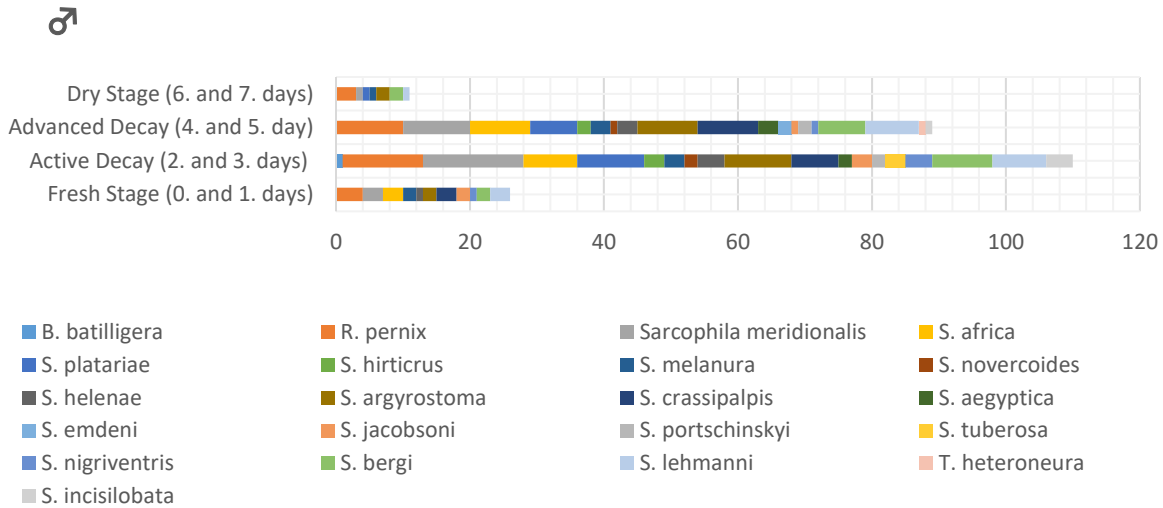


Figure 3. Distributions of the number of the males to the decaying stages.

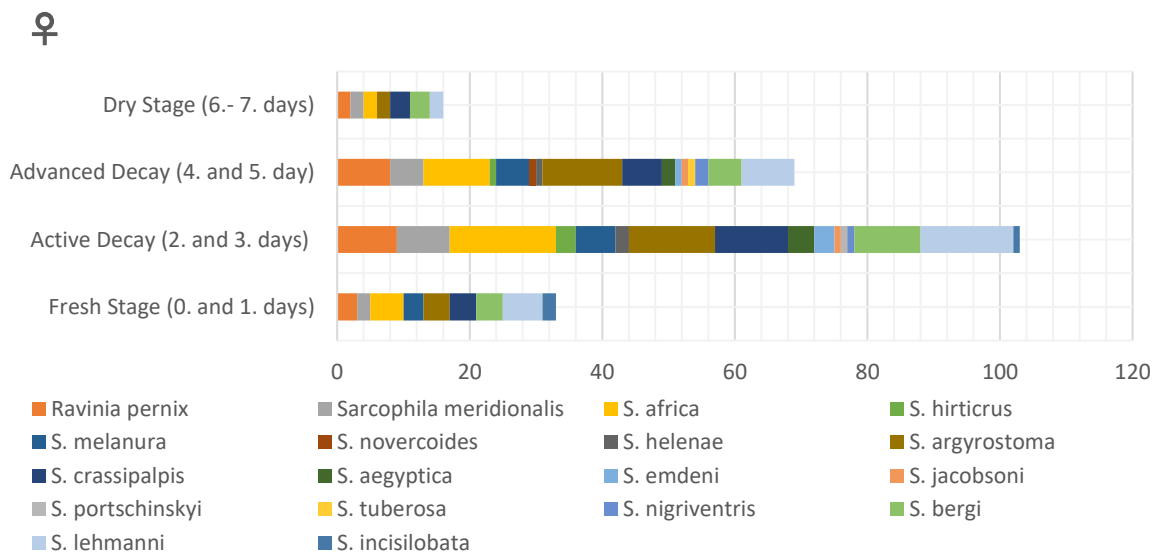


Figure 4. Distributions of the number of the females to the decaying stages.

The most interesting findings of that current study are the identifications of *S. helenae* and *S. platariae*. During the experiments, *S. helenae* was the only species of the subgenus *Heteronychia*. In Turkey, a total of 15 species are reported and *S. helenae* has a comparatively limited distribution (Verves et al., 2018). Detailed biology is unknown but, in general, known as snail parasitoid (Whitmore, 2010). Different species of *Heteronychia* have been listed from pig carcass by

Prado e Castro et al. (2010) as *Heteronychia* (*S. (H). vagans*, *S. (H). pandellei* and *S. (H). amita* (= *S. (Discachaeta) amita*) and Anton et al. (2011), as *S. (H.) vicina* Macquart 1835.

One of the newly recorded species *S. platariae* (Povolný, 1992) from the subgenus *Golania* was collected with a total of 18 males. The biology and female is unknown (Povolný 1992).

The results of the many performed studies for the other obtained species are in line with that

current experiment and consequently reveals that; *S. nigriventris* (Blackith and Blackith, 1990), *S. africa* (Pe´rez-Moreno, 2006; Cherix et al., 2012; Szpila et al, 2015), *R. pernix*, *S. argyrostoma*, *S. incisilobata*, *S. melanura*, *S. lehmanni*- *S. bergi* (as *S. carnaria* group) (Denno and Cothran, 1976; Grassberger and Frank, 2004; Pe´rez-Moreno, 2006; Mulieri et al., 2008; Prado e Castro et al., 2010; Anton et al., 2011; Cherix et al., 2012; Khoobdel et al., 2013; Szpila et al., 2015) and *S. crassipalpis* (Pe´rez-Moreno, 2006; Mulieri et al., 2008) were also attracted by the different sized of carrions in various habitats. Szpila et al., (2015), also signified the existence of two species of abundant flesh flies (*Sarcophila latifrons* and *R. pernix*) with the male-biased sex ratios.

In addition to the reasons sorted by some authors (Amendt et al., 2011; Szpila et al., 2015; Rivers and Dahlem 2014), steppe dominant vegetation of Yozgat may be another cause of the unnatural attractions.

Conclusion

It is clear that, studies based on adult diversity offer limited information to define true necrophagous flesh fly community (Szpila et al, 2015). Furthermore, forensic entomology investigations need much more precise and standardisable results anymore for reliable PMI estimations. Small carrion centred experiments are also quite useful - if only accurate identifications are done- for the monitoring of local variations and the potential necrophagous species determination for further investigations. And even, that may also contribute unexpected new findings as in present the study.

Acknowledgment

This work is supported by the Scientific Research Project Fund of Yozgat Bozok Üniversitesi under the project number 6602a-ZF/16-42.

References

- Aak, A., Birkemoe, T., Mehl, R. 2010. Blowfly (Diptera: Calliphoridae) damage on stockfish in northern Norway: pest species, damage assessment, and the potential of mass trapping. *Journal of Pest Science*, 83(3): 329-337.
- Abd El-bar, M.M., Sawaby, R.F. 2011. A preliminary investigation of insect colonization and succession on remains of rabbits treated with an organophosphate insecticide in El-Qalyubiya Governorate of Egypt. *Forensic Science International*, 208: 26-30.
- Açıkgöz, A. 2008. *Estimating time of death using the entomological evidences collected on the human corpses*. PhD, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Disiplinler Arası Adli Tıp Anabilim Dalı, Ankara.
- Akduman, D., Arslan, M.O., Gul. 2011. A case of otomyiasis in a child with chronic otitis media. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology Extra*, 6(3): 116-118.
- Amat, E. 2010. Notes on necrophagous flies (Diptera: Calyptratae) associated to fish carrion in Colombian Amazon. *Acta Amazonica*, 40(2): 397-400.
- Amendt, J., Richards, C.S., Campobasso, C.P., Zehner, R., Hall, M.J.R. 2011. Forensic entomology: applications and limitations. *Forensic Science, Medicine, and Pathology*.
- Anton, E., Niederegger, S., Beutel, R.G. 2011. Beetles and flies collected on pig carrion in an experimental setting in Thuringia and their forensic implications. *Medical Veterinary and Entomology*, 25(4): 353-364.
- Aydenizöz, M., Dik, B. 2008. A case of gingival myiasis in a lamb caused by the *Wohlfahrtia magnifica* (Diptera: Sarcophagidae). *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 32 (1):.
- Baz, A., Botias, C., Martin-Vega, D., Cifrian, B., Diaz-Aranda, L.M. 2015. Preliminary data on carrion insects in urban (indoor and outdoor) and periurban environments in central Spain. *Forensic Science International*, 248: 41-47.
- Beyhan, Y.E., Yılmaz, H., Cengiz, Z., Ayral, A. 2017. A case of aural myiasis caused by *Wohlfahrtia magnifica* in a child in Turkey. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 74(4): 347-350.
- Blackith, R.E., Blackith, R.M. 1990. Insect infestations of small corpses, *Journal of Natural History*, 24(3): 699-709.
- Campobasso, CP., Di Vella, G. 2001. Intra F. Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *Forensic Science International*, 120(1-2): 18-27.
- Cherix, D., Wyss, C., Pape T. 2012. Occurrences of flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) on human cadavers in Switzerland, and their importance as forensic indicators. *Forensic Science International*, 220: 158-163.
- Çoban, E., Beyarslan, 2013. A. Identification of dipteran species of forensic entomology importance in summer season in Edirne. *Bitlis Eren University Journal of Science and Technology*, 3: 18-21.
- Dagci, H., Zeyrek, F., Gerzile, Y.K., Sahin, S.B., Yagci, S., Uner, A. 2008. A case of myiasis in a patient with psoriasis from Turkey. *Parasitology International*, 57(2): 239-241.

- Denno, R.F., Cothran, W.R. 1976. Competitive interactions and ecological strategies of Sarcophagid and Calliphorid flies inhabiting rabbit carrion. *Annals of the Entomological Society of America*, 69: 109-113.
- Dik, B., Uslu, U., Işık, N. 2012. Myiasis in Animals and Humanbeings in Turkey. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18(1): 37-42.
- Ekmekci, P.Ö. 2017. *Seasonal distribution and myiasis flies determined in Adıyaman province*. MSc, Gaziantep University, Gaziantep, Turkey.
- Ergün, S., Akıncı, O., Sirekbasan, S., Kocael, A. 2016. Postoperative wound myiasis caused by *Sarcophaga carnaria*. *Turkish Society for Parasitology*, 40: 172-175.
- Farkas, R., Hall, M.J.R., Bouzagou, A.K., Lhor, Y., Khallaayou, N.E. 2009. Traumatic myiasis in dogs caused by *Wohlfahrtia magnifica* and its importance in the epidemiology of wohlfahrtiosis of livestock. *Medical and Veterinary Entomology*, 23(Suppl. 1): 80-85.
- Fremdt, H., Amendt, J. 2014. Species composition of forensically important blow flies (Diptera: Calliphoridae) and flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) through space and time. *Forensic Science International*, 236:1-9.
- Grassberger, M., Frank, C. 2004. Initial study of arthropod succession on pig carrion in a Central European urban habitat. *Journal of Medical Entomology*. 41(3): 511-523.
- İpek, D.N.S., Şaki, C.E., Özer, E. 2011. Seasonal distributions of external myiasis flies determined in Diyarbakır province. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(3): 469-475.
- Irgatoğlu, A.N. 2011. *Physical development planning and design of university campuses: Case of Yozgat Bozok University Erdoğan Akdağ Campus*. PhD, Ankara University, Ankara, Turkey.
- Karapazarlıoğlu, E. 2004. *The determination of arthropod's species and succession on pig carcasses in naturel places*. MSc, Ondokuzmayıs University, Samsun, Turkey.
- Karapazarlıoğlu, E. 2010. *The determination of insect species and their succession on pig carcasses indoors, and a case study*. PhD, Ondokuzmayıs University, Samsun, Turkey.
- Kaya, F.D., Orkun, Ö., Çakmak, A., İnkaya, A.Ç., Ergüven, S. 2014. Cutaneous myiasis caused by *Sarcophaga* spp. larvae in a diabetic patient. *Mikrobiyoloji Bülteni*, 48(2): 356-361.
- Khoobdel, M., Akbarzadeh, K., Jafari, H., Mehrabi Tavana, A., Izadi, M. et al. 2013. Diversity and Abundance of Medically-Important Flies in the Iranian Triple Islands; the Greater Tunb, Lesser Tunb and Abu-Musa. *Iranian Journal of Military Medicine*, 14(4): 327-336.
- Kökdenen, M., Zeybekoğlu, Ü., Gündüz, E. 2018. Necrophagous Diptera Diversity in Samsun during Summer Season. *Adli Tıp Bülteni*, 23(2): 110-114.
- Kyerematen, R.A., Boateng, B.A., Haruna, M., Eziah, V.Y. 2013. Decomposition and insect succession pattern of exposed domestic pig (*Sus scrofa* L.) carrion. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, 8(11): 756-765.
- Martin-Vega D., Baz, A. 2013. Sex-biased captures of sarcosaprophagous Diptera in carrion-baited traps. *Journal of Insect Science*, 13: 14.
- Mulieri, P.R., Schnack, J.A., Mariluis, J.C., Torretta, J.P. 2008. Flesh flies species (Diptera: Sarcophagidae) from a grassland and a woodland in a Nature Reserve of Buenos Aires, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 56: 1287-1294.
- Öktener A., Alas, A. (2009) Cases of External Myiasis Caused by Diptera (*Sarcophaga* sp.) on three cyprinid species, *Reviews in Fisheries Science*, 17(1): 68-69.
- Özcan, M. 2008. *Research and genomic DNA isolation on the populations of the redtailed gray flesh fly *Sarcophaga haemorrhoidalis* anomalic types and frequency living The Çukurova University Balcalı Campus*. MSc, Çukurova University, Adana.
- Özdal, N. 2004. *The prevalence, development and identification of agent causing traumatic myiasis in cattle, sheep and goat in Van region*. PhD, Yüzüncü Yıl University, Van.
- Pape, T. 1987. *The Sarcophagidae (Diptera) of Fennoscandia and Denmark*. Fauna entomologica Scandinavica, 19. E.J. Brill/Scandinavian Science Press Ltd., Leiden, Copenhagen, 203 pp.
- Pape, T. 1996. *Catalogue of the Sarcophagidae of the world (Insecta: Diptera)*. Mem Entomology International, 8: 558 pp.
- Pe´rez-Moreno, S., Marcos-Garcia, M.A., Rojo, S. 2006. Comparative morphology of early stages of two Mediterranean *Sarcophaga* Meigen, 1826 (Diptera; Sarcophagidae) and a review of the feeding habits of Palaearctic species. *Micron*, 37: 169-179.
- Polat, E., Sirekbasan, S., İnan, H.C. 2016. Two Cases of Myiasis of Middle Ear Caused by *Sarcophaga*. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 40: 176-178.

- Povolný, D. 1992. *Thyrsoconema platariae* sp. n., a new species of flesh-fly from Greek Macedonia (Diptera, Sarcophagidae). *Acta Entomologica Bohemoslovaca*, 89: 383-386.
- Povolný, D., Hula, V. 2004. On an invasion of the flesh-fly *Liosarcophaga aegyptica* (Salem, 1935) into Central Europe with the discovery of *Helicophagella verstraeteni* (Lehrer, 1975) in East Slovakia (Diptera, Sarcophagidae). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 52: 91-101.
- Povolný, D., Verves, Y. 1997. *The flesh-flies of Central Europe*. Spixiana, supplement 24, Munchen, 260 pp.
- Prado e Castro, C., Garcia, M.D., Arnaldos, M.I., Gonzalez-Mora, D. 2010. Sarcophagidae (Diptera) attracted to piglet carcasses including new records for Portuguese fauna. *Graellsia*, 66(2): 285-294.
- Ren, L., Shang, Y., Chen, W., Meng, F., Cai, J. et al. 2018. A brief review of forensically important flesh flies (Diptera: Sarcophagidae). *Forensic Sciences Research*, 3(1): 16-26.
- Richet, R., Blackith, R.M., Pape, T. 2011. *Sarcophaga of France (Diptera: Sarcophagidae)*. Sofia, Pensoft Publishers. 327 pp.
- Rivers, D.B., Dahlem, G.A. 2014. *The Science of Forensic Entomology*. WileyBlackwell, CRC Press, 418 pp.
- Şaki, C.E., Özer, E. 1999a. Myiasis cases and their treatments in cows, sheep and goats in Elazığ province. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 23: 261-268.
- Şaki, C.E. and Özer, E. 1999b. Morphology and seasonal distributions of external myiasis flies determined in Elazığ province. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 23: 733-746.
- Salona-Bordas, M.I., Moneo-Pellitero, J. and Herrero-Davila, D. 2007. New observations of *Liosarcophaga aegyptica* (Salem, 1935) (Diptera, Sarcophagidae) reared from colonies collected on the University Campus of Lejona (Vizcaya, Northern Spain). *Boletín de la Sociedad Entomología Aragonesa*, 40: 377-383.
- Şekercioğlu, Ç.H., Anderson, S., Akçay, E., Bilgin, R., Can, Ö.E. 2011. Turkey's globally important biodiversity in crisis. *Biological Conservation*, 144: 2752-2769.
- Sert, O., Kabalak, M., Şabanoğlu, B. 2012. Determination of forensically important Coleoptera and Calliphoridae (Diptera) species on decomposing dog (*Canis lupus familiaris* L.) carcass at Ankara province. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 40(1): 99-103.
- Sevgili, M., Şaki, C.E., Özkutlu, Z. 2004. External myiasis in the Şanlıurfa province: the distribution of flies. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 28(3): 150-153.
- Szpila, K., Mađra, A., Jarmusz, M., Matuszewski, S. 2015. Flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) colonising large carcasses in Central Europe. *Parasitology Research*, 114: 2341-2348.
- Tereli, M., Bayram, A., Tüzün, A. 2015. Determination of species of diptera feeding on carcasses and their evaluation in forensic entomology in Kırıkkale Province. *Journal of Applied Biological Sciences*, 9 (3): 40-44.
- Tschorsnig, H.P., Seris, E., Cobo, A., Cobos, G., Pascual, S. 2011. Tachinidae (Diptera) collected in traps used for mass-trapping of *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae) in olive groves in Central Spain. *Spain Journal of Agricultural Research*, 9: 1298-1306.
- Türk, M., Afşar, İ., Özbek, Y., Şener, A.G., Üner, A., Türker, M. 2006. A case of nasomyiasis whose agent was *Sarcophaga* sp. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 30(4): 330-332.
- Ütük, A.E. 2006. Traumatic myiasis in a dog. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 20(1): 97-99.
- Vairo, K.P., Caneparo, M.F.C., Corrêa, R.C., Preti, D., Moura, M.O. 2017. Can Sarcophagidae (Diptera) be the most important entomological evidence at a death scene? *Microcerella halli* as a Forensic Indicator. *Revista Brasileira de Entomologia*, 61(4): 275-276.
- Verves, Y., Barták, M., Kubík, S. 2018. Checklist of flesh flies of Turkey (Diptera, Sarcophagidae). *ZooKeys*, 743: 95-136.
- Whitmore, D. 2010. *Systematics and phylogeny of Sarcophaga (Heteronychia) (Diptera, Sarcophagidae)*. PhD, University of Rome La Sapienza, Department of Animal and Human Biology, Rome.
- Whitmore, D., Buenaventura, E. and Pape, T. 2018. Odd, outsized, and obscure: *Sarcophaga (Hadroxena) karakoncolos* sp. n. (Diptera: Sarcophagidae) from Turkey. *Zootaxa*, 4422(3): 385-394.
- Yazar, S., Dik B., Yalçın, Ş., Demirtaş, F., Yaman, O., Öztürk, M., Şahin, İ. 2005. Nosocomial oral myiasis by *Sarcophaga* sp. in Turkey. *Yonsei Medical Journal*, 46(3), 431-434.
- Yuca, P. 2009. *Insect fauna of forensic importance from Akfırat locale in Istanbul*. MSc, İstanbul University, İstanbul, Turkey.

Araştırma Makalesi

**Çay Üretiminde Üretici Geliri ve Verimi Artırmaya Yönelik Bir Araştırma:
Artvin İli Örneği**

Ahmet Semih UZUNDUMLU^{1*}, Simge KARAYAR³, Seval KURTOĞLU², Nur ERTEK¹

¹Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 25240 Erzurum

² Bayburt Üniversitesi, Demirözü Meslek Yüksek Okulu, 69000 Bayburt

³ Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü Yüksek Lisans Öğrencisi

*Sorumlu yazar: asuzsemi@atauni.edu.tr

Geliş Tarihi: 12.09.2018

Düzeltilme Geliş Tarihi: 31.05.2019

Kabul Tarihi: 24.06.2019

Özet

Türkiye’de çay üretimi Doğu Karadeniz Bölgesi’nde yer alan 5 ilde yapılmaktadır. Bu illerden Artvin Türkiye üretiminden %10’luk pay alarak 3. sırada yer almaktadır. Ancak bu ilde çay verimi diğer iller kadar yüksek değildir. Bu çalışmanın amacı Artvin ilinde çay üretiminde verim düşüklüğüne neden olan faktörlerin belirlenmesi, bunların etkilerinin azaltılması ve kaliteye yönelik gelişmelerle üründe fiyat artışları sağlayarak hanelerin ekonomik kalkınmalarına yardımcı olmaktır. Çalışmada ana kitle oranlarına dayalı basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılarak 100 birey ile yüz-yüze görüşülmüştür. Çalışma verileri Betimleyici Faktör Analizi ve En Küçük Kareler (EKK) yöntemi ile değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre önceki yılın çay fiyatı arttıkça, bu yılın çay üretimini de arttırmaktadır. Gübre miktarı, üretim deneyimi ve arazi miktarındaki artışlar verim ve üretim artışında etkili olmuştur. Ayrıca çay üretimine yönelik destekler ve hane geliri artışları çay verimini düşürmektedir. Düşük verimli arazilerdeki çay bahçelerinde uygun bakım ve besleme yapılması hem çay verimini hem de kalitesini arttıracaktır. Verimsizleşen yaşlı çay bahçelerinin sökülerek yeni çay bahçelerinin tesis edilmesi ile hanehalkının refah seviyesi artırılabilir.

Anahtar kelimeler: Çay, EKK metodu, faktör analizi, gelir, verim.

**A Research for Increasing Producer’s Income and Yield in the Tea Production: The Case of
Artvin Province**

Abstract

The tea production is carried out in five provinces located in the Eastern Black Sea region in Turkey. Artvin from these provinces is ranked 3th by providing 10% of the tea production in Turkey. However, tea yield in Artvin is not as high as in other provinces. The aim of the study is to help the economic development of the tea producer either by decreasing the effects of the factors causing the inefficiency in the tea production or by increasing the price of the tea with improving quality and environmentally friendly production. The sampling size of the study was determined using Unclustered Probability Sampling Method and face-to-face interviews were conducted with 100 individuals. The data were analyzed by Descriptive Factor Analysis and Ordinary Least Squares (OLS) method. As a result, as the price of tea in the previous year increases, the yield of tea in this year increase. Increases of the amount of land and fertilizer used and production experience were effective in yield and production increase. In addition, as income and tea support increase in the household, the tea yield is falling. If fertilization and pruning are done consciously in yield low land, both tea yield and quality will increase. The elderly tea gardens where yield cannot be raised with fertilizing and pruning are removed and instead of them with planting new tea plant, the welfare of the household can have been increased.

Key words: Tea, OLS method, factor analysis, income, yield.

Giriş

Çay (*Camellia Sinensis*) nemli iklimleri seven yaprak ve tomurcukları içecek olarak kullanılan çaygiller (*Theaceae*) familyasına ait yeşilimsi bir bitki olup, dünya genelinde sıcak suda ısıtılarak tüketilen bir içecektir (Kılıç, 2016). Çay bitkisinin hem yapraklarından hem de tomurcuklarından siyah, yeşil, beyaz ve kokulu siyah (oolong) çay olmak üzere 4 farklı kategoride çay tipi elde edilmektedir (Wang ve ark., 2000; Sayılı ve Gözener, 2013; Onurlubaş ve ark., 2017). Yıl içerisinde çaydan 3 kez ürün alınmakta ve bu çayların en kalitelisi ilk sürgünden toplanan tomurcuk ve yapraklardan sağlanmaktadır (Aykaç ve ark., 2014; Onurlubaş ve ark., 2017).

Çay bitkisinin anavatanı Azsım Bölgesi (Hindistan'ın Çin'e bakan kıyı bölgesi) olup, ilk olarak Çin ve Hindistan tarafından kültüre alınmıştır (Üstün ve Demirci, 2013). 2011-2016 yılları ortalaması dikkate alındığında dünya çay üretiminin yaklaşık %60'ını Çin ve Hindistan oluşturmaktadır (FAOSTAT, 2018). Dünyada çay üretimi yapan 50 civarında ülke olmasına karşın üretimin yarısından fazlasını Çin ve Hindistan sağlamaktadır (Yang, 2014; Bagyalakshmi ve ark., 2017; FAOSTAT, 2018).

Türkiye'de çay üretimi 1900'lü yıllarda Bursa'da yapılan iki başarısız denemeden sonra 1940 yılında Rize'de yapılan başarılı deneme ile başlamıştır (Kılıç, 2016). Türkiye'nin çay üretiminde yıllar itibarıyla artış sağlanmış ve 2011-2016 yılları ortalamasına göre yıllık 228 000 ton kuru çay (1 268 000 ton yaş çay) üretimine ulaşılmıştır. Türkiye %4.23'lük üretimi ile dünyada 5. sırada yer almaktadır (FAOSTAT, 2018). Çay istatistiklerinde TÜİK yaş çay, FAO ise kuru çay verilerini dikkate aldığından iki kaynak arasında 5 kata kadar fark gözlenmektedir. Ayrıca ekonomik açıdan bakıldığında Türkiye'de son yıllarda çay ihracatının ithalatı karşılama oranı son 6 yılda 2 katına çıkarak %66 olmuş ve Türkiye'de üretilen çayın yeterlilik oranı %100'e yaklaşmıştır (TÜİK, 2018).

Türkiye'nin sadece beş ilinde çay üretimi yapılmakla birlikte Ordu ilinin üretim alanı ve miktarı çok düşük düzeydedir. Türkiye'de 760 000 dekar alanda çay üretilmekte ve bu alanın %5'inde organik üretim yapılmaktadır (ÇAYKUR, 2016). 2011-2016 yılları ortalamasına göre Türkiye toplam çay üretim alanının %65.51'ini Rize, %20.57'sini Trabzon, %11.26'sını Artvin, %2.66'sını Giresun ve %0.008'ini Ordu ili oluşturmaktadır. Aynı yıllara ait toplam üretim miktarı oranları ise Rize %69.28, Trabzon %19.25, Artvin %9.43, Giresun %2.05 ve Ordu %0.005'tir (TÜİK, 2018).

Rize ili dışında diğer üç ilde verim düşüklüğünün giderilmesi ile ihracat-ithalat

dengelesinin sağlanacağı düşünülmektedir. Bu nedenle bu çalışmanın amacı Artvin ilinde çay üretiminde verim ve kalitede sağlanacak gelişmelerle ürün fiyatındaki artışa ve hanelerin ekonomik yapısındaki iyileşmelere yardımcı olmaktır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Araştırma materyalinin birincil verilerini 2018 yılı Ocak ve Şubat aylarında Artvin ilinde çay üretimi yapan ilçelerde (Arhavi, Muratlı (Borçka), Hopa ve Kemalpaşa) 100 üreticiyle yüz-yüze görüşme sonucu elde edilen veriler oluşturmuştur. Bu veriler çalışma amacına uygun olabilmesi için yapılan ön anket neticesinde şekillenerek hazırlanmıştır. Çalışmanın ikincil verileri ise Artvin ilinin Arhavi, Muratlı, Hopa ve Kemalpaşa ilçelerinde bulunan Tarım İlçe ve Orman Müdürlükleri ile Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) istatistiklerinden sağlanmıştır. Bu istatistik kaynakları dışında konu ile ilgili yayınlanmış, rapor, bildiri, tez ve makalelerden de yararlanılmıştır.

Yöntem

Çalışmada elde edilen veriler öncelikle MS Excel programına girilerek analizlere hazır hale getirilmiştir. İstatistik analizler ise MS Excel, LIMDEP ve SPSS programları kullanılarak yapılmıştır.

Örnekleme yöntemi

Çalışmanın ana kitlesini oluşturan çay üreticileri sayısı Tarım İlçe ve Orman Müdürlüklerinden elde edilen verilerden sağlanmıştır. Ana Kitle Oranlarına Dayalı Basit Tesadüfi Örnekleme Yöntemiyle anket sayısı tespit edilmiştir. Örneklem sayısı belirlenirken %95 güven aralığı ve %10 hata payı dikkate alınarak hesaplama yapılmıştır. Hesaplama kullanılan eşitlik aşağıda verilmiştir (Newbold, 1995).

$$n = \frac{N * p(1-p)}{(N-1)\sigma_{px}^2 + p(1-p)} \quad (1)$$

Formülde;

n : Örnek büyüklüğü,

N : Üretici sayısı,

σ_p^2 : Varyans,

r : Ortalamadan sapma (%10)

$Z_{\alpha/2}$: Z cetvel değeri (1.96)

p : Çay üretimi yapan ailelerin oranını göstermektedir (%50).

$$\sigma_p^2 = \left(\frac{0.1}{1.96} \right)^2 = 0.002603$$

$$n = \frac{20\ 169 * 0.5 * 0.5}{(20\ 168 * 0.002603) + (0.5 * 0.5)} = 95.6$$

Araştırmada p=0.50 ve q yani (1-p)=0.50 alınarak maksimum örnek büyüklüğüne ulaşılmıştır. Araştırmada eksik anketler olabileceği düşünülerek anket sayısı %5 artırılarak Artvin ilinde toplam 100 üretici ile yüz-yüze görüşülmüştür. Çay üretimi yapılan ilçelerde anketler yürütülmüştür (Çizelge 1). Araştırma bölgesinde geleneksel üretim yöntemleri yaygın olarak yapıldığından, çalışmada sadece bu tür üretim yapan üreticilerin verileri yer almaktadır.

Çizelge 1. İlçelere göre yapılan anketlerin dağılımı

İlçeler	Anket (kişi)	Oran (%)
Arhavi	34	34
Borçka	18	18
Hopa	32	32
Kemalpaşa	16	16
Toplam	100	100

Kaynak: Anonim, 2017.

Faktör analizi

Faktör analizi çok fazla değişkenin olduğu durumlarda değişken sayısını azaltan ve az değişkenle çalışmayı sağlayan istatistiksel bir yöntemdir. Yöntemde amaç çok sayıdaki değişken grubun ortak özelliklerinin dikkate alınarak ana gruplara ayrılmasıdır. Bu şekilde bir araya gelen faktörler ana faktörleri oluşturmakta ve ana faktörler bu alt faktörlerin ortak özelliklerine göre isimlendirilip yorumlanmaktadır (Özata ve Sevinç, 2005). Bu çalışmada üreticilere, çay üretim ve pazarlaması, doğal faktörler, örgütlenme sorunları ve tarımsal kuruluşlarla iletişimdeki sorunlar olmak üzere 15 soru sorulmuştur. Faktör analizi ile 15 olan konu başlığı 4 ana faktöre indirgenmiş ve elde edilen katsayılarla regresyon analizi uygulanmıştır.

Faktör analizi 4 aşamada yapılmaktadır. Bu aşamalardan ilki faktör analizi için verilerin yeterli olup olmadığını belirlemektedir. Verilerin faktör analizine uygunluğu Barlett ve KMO testine bakılarak belirlenmektedir. Barlett testi sonucunun 0.05'ten küçük olması arzulanırken Kaiser–Meyer–Olkin (KMO)'nun 0.50'nin üzerinde olması istenmektedir. KMO 0.50 ve altında bir değere sahip ise zayıf, 0.60 ise orta, 0.70 ise iyi, 0.80 ise çok iyi, 0.90 ve üzerinde olması durumunda ise mükemmeldir (Uzundumlu, 2011; Tozlu ve ark., 2013).

Faktör analizinde ikinci aşamada faktör sayısı belirlenmektedir. Bu aşamadaki temel amaç çok

sayıdaki değişkenle yapılabilecek bir analizi en az kayıpla az sayıdaki ana faktör altında toplamaktır. Bu çalışmada faktör sayısını belirlemede Scree Plot ve Eigen Value (Öz Değer) seçenekleri kullanılmıştır. Bu yöntemlerde öz değeri bire eşit veya birden büyük olan ana faktörler değerlendirmeye alınmaktadır. Öz değerde tüm faktörlerin tek tek kareleri toplanarak kendilerini oluşturan ana faktörün varyansını oluşturmaktadırlar. Faktörler arası ilişki yükseldikçe faktörleri açıklayan varyansta yükselmektedir (Özata ve Sevinç, 2005).

Faktör analizinin üçüncü aşamasında rotasyonlu faktör matrisi oluşturulmaktadır. Bu aşamada korelasyon katsayılarına yani faktör puanlarına bakılarak her bir faktörün hangi ana faktör altında yer aldığı tespit edilmektedir. Bu aşamadaki temel amaç döndürme işlemi yapılarak bazı faktörlerin bir ana faktördeki değerini artırmak ve diğer ana faktörlerdeki yükünü azaltmaktır. Böylece faktörler, kendileriyle daha fazla ilişkili olan faktörleri bularak onlarla aynı ana faktörün altında toplanmaktadır. Bu çalışmada Orthogonal rotasyon yöntemleri içinde Varimax Rotation (Dik döndürme) yöntemi kullanılmıştır (Uzundumlu, 2011). Faktör analizinin son aşamasında, belirlenen ana faktörler, kendilerini oluşturan alt faktörlerin ortak özelliklerine göre isimlendirilmektedir (Tozlu ve ark., 2013).

En küçük kareler (EKK) analiz yöntemi

Regresyon denklemi oluşturmada en çok kullanılan yöntemlerden birisi En Küçük Kareler yöntemidir. Bu yöntemde bağımlı ve bağımsız değişkenleri seçme modelin en önemli aşamasıdır. Ayrıca bağımlı değişkenin doğru seçilmesi, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında doğrusal bir ilişki olmaması ve modele sadece ilgili optimum sayıda bağımsız değişkenlerin dahil edilmesi de diğer önemli aşamalarıdır (Şahinler, 2000). Bu yöntemin amacı gerçek Y değerlerine yakın tahmini katsayı değerlerini elde etmektir (Alma ve Vupa, 2008). Yani bağımlı ve bağımsız değişkenlerin oluşturduğu regresyon doğrusuna en yakın noktalardan geçen lineer (doğrusal) denklemi tahmin etmektir (Gök, 2009). En küçük kareler yönteminde β_0 ve β_1 parametrelerinin tahmini değerleri tespit edilmektedir. Tek değişkenli regresyon doğrusunun denklemi Formül 2'deki gibidir.

$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Formül 3'te hata terimi gerçek ile tahmini değer arasındaki farktan oluşmuştur (Gök, 2009).

$$\hat{\epsilon} = Y_i - \hat{Y}_i \quad (3)$$

Formül 3'te verilen hata terimleri sıfırla birlikte hem pozitif hem de negatif değerlere sahip olup, bu farkların toplamı Formül 4'te verildiği gibi sıfır olmalıdır (Dirican, 2012).

$$\sum_{i=1}^n \hat{\varepsilon}_i = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i) = 0 \quad (4)$$

Formül 5'te verildiği gibi en küçük kareler yöntemindeki temel amaç bağımlı değişkenin gerçek değeri ile tahmin edilen değeri arasındaki farkın kareleri toplamını minimum yapmaktır (Gök, 2009).

$$\sum_{i=1}^n \hat{\varepsilon}_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (5)$$

Tüm gözlemler oluşturulan hata teriminin kareleri alınarak toplanırsa hata kareler toplamı elde edilmektedir. En Küçük Kareler yönteminde bu hata

kareler toplamını en küçük yapabilmek için yukarıdaki ifadenin $\hat{\beta}_0$ ve $\hat{\beta}_1$ ya göre türevleri alınıp sıfıra eşitlenerek doğrusal denklem olarak adlandırılan $\hat{\beta}_0$ ve $\hat{\beta}_1$ denklem sistemleri elde edilmektedir (Alma ve Vupa, 2008).

Bulgular ve Tartışma

Üreticilerin sosyo-ekonomik ve demografik yapısı

Çalışmada çay üretimi hane halkı geliri yıllık olarak üç gruba ayrılmıştır. Birinci grup hanelerin %15'ini, ikinci grup %64'ünü ve üçüncü grup ise %21'ini oluşturmaktadır. Yıllık geliri 13 000 TL ve daha düşük gelire sahip hanehalkı düşük gelir grubunu (1. Gelir Grubunu), 13 001-30 000 TL arasında gelire sahip hanehalkı orta gelir grubunu (2. Gelir Grubunu) ve 30 000 TL'den fazla yıllık gelire sahip hanehalkı ise yüksek gelir grubunu (3. Gelir Grubunu) oluşturmaktadır.

Çizelge 2. Hanehalkı gelir gruplarına göre ortalama gelir ve fert sayısı

Gelir grupları	Yıllık gelir aralıkları (TL)	Hanehalkı (birey)	Yıllık ortalama hanehalkı geliri (TL)	Hanehalkı ortalama birey sayısı (kişi)
I.	<13 000	15	10 333.33	4.27
II.	13 001-30 000	64	21 609.38	4.50
III.	>30 001	21	52 904.76	4.10
Ortalama veya Toplam		100	26 460.00	4.38

Hanehalkında yıllık ortalama gelirler 7 000-150 000 TL arasında olup, ortalama hanehalkı geliri 26 460 TL'dir. Hanehalkının yıllık gelirleri gruplar açısından incelendiğinde hanehalkı geliri I. grupta 10 333.33 TL, II. grupta 21 609.38 TL ve III. grupta 52 904.76 TL'dir. Ayrıca hanelerde 2-13 birey yaşamakta olup, ortalama

hanelerdeki birey sayısı 4.38 kişidir. Gelir grupları bakımından hanehalkı ortalama birey sayısında önemli bir farklılık yoktur. Hanehalkı II. gelir grubunda 4.50 kişi ile en yüksek, III. gelir grubunda 4.10 kişi ile en düşük ve I. gelir grubunda ise 4.27 kişi ile ortalamaya en yakındır (Çizelge 2).

Çizelge 3. Gelir grubuna göre aile reislerinin eğitim seviyesinin oransal dağılımı (%)

Gelir grupları	Eğitim seviyeleri				Toplam
	Okula gitmemiş fakat okuma yazma biliyor	İlköğretim mezunu	Lise mezunu	Üniversite mezunu	
I.	6	6	2	1	15
II.	14	25	21	4	64
III.	2	7	9	3	21
Toplam	22	38	32	8	100

Hanehalkı reislerinin %22'si okula gitmemiş fakat okuma yazma bilen, %38'i ilköğretim mezunu, %32'si lise mezunu ve 8'i de üniversite mezunudur. I. gelir grubunda okula gitmemiş fakat okuma yazma bilen ve ilköğretim mezunu aile reislerinin oranı

eşittir. II. gelir grubunda okula gitmemiş fakat okuma yazma bilen aile reislerinin oranı daha fazladır. III. gelir grubunda ise lise mezunu aile reislerinin oranı daha fazladır (Çizelge 3).

Çizelge 4. Gelir gruplarına göre hanehalkı reislerinin tarım dışı meslek durumu (adet)

Gelir grupları	Tarım dışı çalışmayan bireyler	Tarım dışında da çalışan bireylerin meslekleri					Emekli	Toplam
		Memur	Esnaf	İşçi	Serbest meslek sahibi			
I.	3	0	3	3	5	1	15	
II.	15	2	22	5	12	8	64	
III.	4	4	4	0	8	1	21	
Toplam	22	6	29	8	25	10	100	

Hane reislerinin %78'i tarım dışı başka işlerde de çalışmaktadır. Hanehalkı reislerinin meslek durumuna bakıldığında en fazla yapılan iş esnaf ve serbest meslek sahibi olmaktadır. Serbest avukat ve

muhasebeciler serbest meslekte yer alırken, taksiciler esnaf grubu kapsamında değerlendirilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 5. Gelir grupları ve çay deneyimine göre hanehalkının oransal dağılımı (%)

Gelir grupları	Çay deneyimi (Yıl)			Toplam
	3-15	16-30	31-55	
I.	3	6	6	15
II.	12	25	27	64
III.	2	12	7	21
Toplam	17	43	40	100

Hanelerdeki çay deneyimlerine bakıldığında I. gelir grubunda 16-30 ve 31-55 yıl deneyime sahip kişi sayısı eşittir. II. gelir grubunda 31-55 yıl deneyime sahip kişi sayısı daha fazladır. III. gelir grubunda ise 16-

30 yıl deneyime sahip kişi sayısı daha fazladır. Toplamda hanehalkının %83'ü 16 yıldan daha fazla çay deneyimine sahiptir (Çizelge 5).

Çizelge 6. Tarımsal kredi alma miktarına göre hanehalkının dağılımı (%)

Gelir grupları	Yıllık kredi alma miktarı (TL)			Toplam
	Kredi kullanmayan	5 000-6 000	6001-10 000	
I.	12	1	2	15
II.	63	1	0	64
III.	21	0	0	21
Toplam	96	2	2	100

Anket yapılan hanehalkının gelir gruplarına göre tarımsal kredi alma miktarları 5 000-10 000 TL arasında değere sahip olup, hanelerin %96'sı herhangi bir şekilde tarımsal kredi kullanmamıştır. Tarımsal

kredilerden yararlanan hanelerin %3'ü düşük gelir grubunda iken, %1'i ise orta gelir grubunda yer almıştır (Çizelge 6).

Çizelge 7. Gelir grupları ve tarımsal destekleme miktarına göre hanehalkının oransal dağılımı (%)

Gelir grupları	Yıllık tarımsal destekleme miktarı (TL)					Toplam
	0	100-1 000	1 100-2 000	2 100-4 000	4 100-9 000	
I.	6	5	3	1	0	15
II.	7	34	12	9	2	64
III.	2	7	4	5	3	21
Toplam	15	46	19	15	5	100

Anket yapılan hanehalkının gelir gruplarına göre destekleme miktarlarına bakıldığında üç gelir grubunda da 0 - 1 000 TL arasında destekleme alan üretici sayısı daha fazladır (Çizelge 7).

Çay verimi üzerinde etkili olan faktörlerin en küçük kareler yöntemi ile anal

Çizelge 8. Çay verimi üzerinde etkili olan faktörler

Değişkenler	Açıklamalar	Ortalama	Katsayılar	Std. Hata
SABİT			-2 333.9***	731.85
RYAS	Aile reisinin yaşı (yıl)	50.24	-4.70	5.67
LISEGTM	Aile reisinin eğitim seviyesi lise 1, diğer 0	0.32	-16.36	101.83
TRMDISI	Aile reisi tarım dışı mesleğe sahipse 1, değilse 0	0.78	-138.56	112.18
GELİR	Yıllık aile geliri (1 000 TL)	26.46	-0.0059*	0.003
BİREY	Hanedeki birey sayısı (kişi)	4.38	-6.90	27.54
DENEYİM	Ailenin çay yetiştirme deneyimi (yıl)	28.94	8.23*	4.73
ÇARAZI	Ailenin çay arazisi (da)	9.99	10.91**	4.85
DESMİKT	İşletmenin aldığı destek miktarı (1 000 TL)	1.32	-0.070**	0.033
GUBRE	İşletmelerde çaya kullanılan gübre miktarı (kg)	120	3.99***	0.99
FIYAT	Geçen yıl çayın satıldığı fiyat (TL/kg)	1.72	1.90***	332.76
F2	Faktör analizi (çayın getirisinin düşük olması) değişkeni	-0.00002	93.18*	48.34
Açıklama	R²=0.467		Prob F > F*	0.0001

*** p<0.01 ** p<0.05 * p<0.10

Çizelge 8’de üreticilerin çay verimi üzerinde etkili olan faktörleri verilmiştir. Dikkate alınan 11 faktörden 7 tanesinin istatistiki açıdan anlamlı olduğu belirlenmiştir. Hane reisinin yaşının artması ve lise eğitimi almış olması çay verimini düşürmektedir. Bununla birlikte çay verimini düşüren bir başka faktör de hanedeki birey sayısının artmasıdır. Ayrıca aile reisinin tarım dışı mesleğe sahip olması çay verimini artırmaktadır. Ancak bu 4 faktör %10’da (p<0.10) istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

Çiftçilerin yıllık toplam geliri arttıkça çay verimi düşmektedir. Bu durum %10’da anlamlıdır (p<0.10). Normalde sadece çay üretimi yapan işletmeler olduğu düşünüldüğünde çay veriminin artması onların gelirini artıracaktır. Ancak işletmelerin büyük çoğunluğu diğer bitkisel veya hayvansal ürünleri de üretmekte hatta işletmelerin %78’i tarım dışında başka faaliyetler de yapmaktadır. Yani hane gelirinin yarısından fazlası çay dışındaki diğer faaliyetlerden elde edilmektedir. Bu durum çiftçilerin geliri arttıkça çayda çapalama, biyolojik müdahale, gübreleme vb. faaliyetlerde geliri düşük hanelere göre daha az çaba gösterdikleri sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle Artvin ilinde hanelerdeki toplam gelir artışı çay verimini olumsuz etkilemektedir. Alabi ve ark. (2014) ve Uzundumlu ve ark. (2017) yapmış oldukları bitkisel ürünlerle ilgili çalışmada, hane halkının tarım dışı geliri arttıkça, onların kullandıkları kimyasal ilaç miktarında bir azalma olduğunu bununda verimi azalttığını tespit etmişlerdir. Harman (2014), konu kimyasal ilaç olunca bu durumu şöyle açıklamıştır; Türkiye’nin çay yetiştirilen bölgesinde kış aylarında çayın kar altında kalmasının çay verimini düşürecek zararlıların hayatta kalmasını sınırlandırmaktadır. Karadeniz Bölgesi’nin bu ekolojik avantajı nedeniyle çayda kimyasal ilaç kullanılmamaktadır. Bir başka açıdan bakıldığında ise

Qiao ve ark. (2016), Çin ve Sri Lanka’da sadece ziraatla uğraşan küçük işletmelerin çaydan kazanabilmeleri için devlet desteği ile beraber organik çay üretimi yapmaları gerektiğini vurgulamışlardır. Bu şekilde hem doğal kaynakların korunması hem de küçük işletmelerin ekonomik şartlarının iyileşmesi düşünülmektedir. Çünkü organik üretim yapan işletmeler konvansiyonel işletmelere göre yüksek fiyat ve işgücü girdisi dışında diğer girdiler de maliyet avantajına sahiptir. Ancak organik tarımda verimin düşük olması nedeniyle sadece tarımla uğraşan işletmelerin belirli bir büyüklüğe sahip olması gerektiğini vurgulamışlardır.

Çiftçilerin çayda deneyimleri arttıkça, çay bahçelerindeki çay verimleri de artmaktadır. Bu durum %10’da anlamlı (p<0.10) olup, şöyle açıklanabilir; deneyimli bireyler verim artışı sağlamak amaçlı neler yapılacağını hangi girdiden ne kadar kullanılacağını, yabancı ot ve kelebeklere karşı nasıl bir mücadele yapacaklarını tecrübeyle kazanmışlardır. Zhu ve ark. (2017)’e göre günümüzde çay üretimi oldukça profesyonel kişilerce yapılmakta ve çay yapımcıları kendi deneyimlerine göre çay verim ve kalitesini sağlamak için eldeki kaynaklarını en iyi şekilde üretimde kullanmaya çalışmaktadırlar. Bu nedenle, çay üretim ve kalitesi çay yapımcılarının deneyimi, zihinsel durumu ve diğer öznel faktörleri ile yakından ilişkilidir. Benzer bir sonucu Topcu ve ark. (2010)’da elma üretiminde belirlemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre işletmelerin deneyimi arttıkça ve elma arazileri büyüdükçe elma veriminin arttığını tespit etmişlerdir.

Çiftçilerin çay arazilerinin miktarı arttıkça bu arazilerdeki çay verimlerinin de arttığı görülmekte olup, bu durum %5’te anlamlıdır (p<0.05). Ekinci ve Sayılı (2010), arazi toplulaştırmanın verim üzerine

etkilerini dikkate aldıkları çalışmada arazi büyüklüğünün artmasının verimi artırıcı önlemlerin alınmasını kolaylaştırdığını ve maliyetlerin düşmesine neden olduğunu belirlemişlerdir.

İşletmelerde çay destek miktarı arttıkça elde edilen birim üretim miktarı azalmaktadır. Bu durum %5'te anlamlı ($p<0.05$) olup, şöyle açıklanabilir; çayda desteklemeler iki şekilde olmaktadır. Bunlardan birincisi fark ödemesi olup, 2017 yılı kilogram başına 13 kuruştur. İkincisi ise budama desteği olup dekar başına 160 TL'dir. Özellikle budama desteğinin amacı verimi artırmaktır. Ancak bu zıt yönlü ilişki durumu incelenecek olursa işletmelerde dekara ortalama yaş çay verimi 1 720.56 kg'dır. Ortalama işletme arazisi 9.99 da olduğu için işletme başına toplam destekleme $(9.99*1\ 720.56*0.13) + (9.99*160) = 3\ 833$ TL olmalıdır. Fakat bu değer işletme başına 1 320 TL'dir. Bu durumda işletmeler ağırlıklı olarak fark ödemesinden yararlanıyorlardır. Bu nedenle budama desteği çok az olmakta bu da verim üzerine olumsuz etki yaratmaktadır. Budama desteğinin düşük olmasının nedeni işletmelerin budamalarını doğru zaman ve usulüne göre yapmadıklarına yönelik problemden kaynaklanmaktadır. Zhang ve ark. (2017), olgun çay bitkilerinin yanal dalların büyümesini teşvik etmek için düzenli olarak budanması gerektiğini, ancak çay ağaçlarının aşırı budanmasının iş gücü maliyetini artırdığını ve zamansız yapılan budamanın hastalıklara neden olduğunu ifade etmişlerdir. Zenginbal (2013)'de belirttiği gibi bilinçli gübreleme, budama ve benzeri faaliyetlerle yüksek kaliteli çaylar elde edilmektedir.

Çiftçilerin çayda kullandıkları gübre miktarı arttıkça çay verimi de artmakta olup, bu durum %1'de anlamlıdır ($p<0.01$). Fan ve ark. (2017), bitki büyümesinde, azotlu gübrelerin önemli bir yere sahip olduğunu bu nedenle toprağın ihtiyaç duyduğu birçok besin elementini sağladığı için çayın taze yaprak verimini önemli ölçüde artırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca Bagyalakshmi ve ark. (2017)'de Güney Hindistan çay topraklarının genel olarak düşük K içeriğine sahip olduğunu bu nedenle bu bölgede çay bitkisinin çoğunlukla potasyum klorüre (KCl) ihtiyaç duyduğunu belirterek, çayda maksimum ürün verimini elde etmek için KCl'nin yaygın olarak kullanıldığını tespit etmişlerdir. Zenginbal (2013), çayda gübrelemedeki artışın verimi artırdığını ancak yanlış gübrelemeden dolayı toprakların giderek asidik karaktere dönüştüğünü bununda gelecekte verim düşüklüğü vb. sorunları ortaya çıkaracağını ifade etmiştir.

Hanelerin geçen yıl çayı sattıkları fiyatın artması, bu dönem içerisinde ki çay verimini pozitif

yönde etkilemekte olup, bu durum %1'de anlamlıdır ($p<0.01$). Erdal ve Erdal (2008), Koyck modelini kullanarak kuru soğan fiyatlarındaki 1 TL'lik artışın üretimi önemli ölçüde artırdığını ancak şu anki dönemden geriye gittikçe 5 yıl için bu artışın giderek azaldığını belirlemişlerdir. Liu ve Shao (2016)'da belirttikleri gibi bir ürünün fiyatı piyasada o ürünün arz ve talebinin düzenlenmesinde önemli bir role sahip olmaktadır. Üretim süresinin uzamasına bağlı olarak tarımsal ürün fiyatındaki dalgalanmalar tarımsal ürünler üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Çay fiyatı çay üretimini ve arzını etkileyen en önemli faktördür.

Aynı dönem içerisinde çayın getirisinin düşük olacağını düşünen hanelerde mevcut dönemde çayın verimi daha fazla olmaktadır. Bu durum %10'da anlamlı ($p<0.10$) olup, şöyle açıklanabilir; bu haneler eğer fiyat ve destekler yeterli olmaz ise ve hanenin tek gelir kaynağı çay ise geliri artırmada en önemli etken verimi artırmaktır. Bu şekilde işletmeler verim artırma ile işletmenin daha iyi bir refaha ulaşabileceklerini düşünmektedirler.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak Türkiye'de üretilen çayın yaklaşık %9.5'i Artvin ilinden sağlanmakta olup, çay üretimi Artvin için önemli bir gelir kaynağıdır. Artvin ilinde çay üretimi yapan işletmelerin %78'i çayın dışında tarımsal olmayan başka bir faaliyetle daha ilgilenmektedir. Karadeniz Bölgesi'nde kışın soğuk olması nedeniyle herhangi bir zararlı olmamakta, verimi artırmak için gübreleme ve budama işlemleri yapılmaktadır. Eğer bilinçli bir şekilde gübreleme ve budama yapılırsa çayın verimi ve kalitesi artmaktadır. Ayrıca bölgede bazı işletmelerde çay alanlarının yaşının fazla olması verim ve kaliteyi düşürmekte, gübreleme ve budama bu yerlerde çok etkili olamamaktadır. Bu nedenle işletmelerin eski çayları söküp yerlerine yenilerini dikmeleri gerekmektedir. İşletmelerin prim ve budama desteğinden yeterli ölçüde yararlanamamaları bazı işletmelerin kayıt dışı üretim yaptıklarını düşündürmekte ve bunun dışında bazı işletmelerde de uygun zaman ve uygun şartlarda gübreleme ve budama yapılmadığı sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Hanelerde tarım dışında başka bir faaliyette çalışma durumu çok yüksek olup, bu durum hane gelirini artırmaktadır. Hane gelirinin artması da çay üretiminde verimin düşük olmasına neden olmaktadır. Son dönemlerde özellikle organik çay üretimi ve çevrenin korunması ile ilgili bir takım gelişmelerle beraber verimini artıramayan yaşlı bahçeye sahip işletmelerin organik tarım veya iyi tarım uygulamaları yapmaya yönlendirilmesi fiyat artışı ile birlikte gelirlerini de artıracaktır.

Kaynaklar

- Alabi, O.O., Lawal, A.F., Coker, A.A., Awoyinka, Y.A. 2014. Probit Model analysis of smallholder's farmers decision to use agrochemical inputs in Gwagwalada and Kuje area councils of federal capital territory, Abuja, Nigeria. *International Journal of Food and Agricultural Economics*, 2(1): 85-93.
- Alma, Ö.G., Vupa, Ö. 2008. Regresyon analizinde kullanılan en küçük kareler ve en küçük medyan kareler yöntemlerinin karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 3(2): 319-329.
- Anonim, 2017. Artvin İl Gıda Tarım ve Orman Bakanlığı Kayıtları, Artvin.
- Aykaç, G., Uzun, M.B., Özçelikay, G. 2014. Sosyal yönüyle çay "*Camellia sinensis*". *Lokman Hekim Tıp Dergisi*, 4(1): 1-5.
- Bagyalakshmi, B., Ponnurugan, P., Balamurugan, A. 2017. Potassium solubilization, plant growth promoting substances by potassium solubilizing bacteria (KSB) from Southern Indian tea plantation soil. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 12: 116-124.
- ÇAYKUR, 2016. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü Çay İstatistik Bülteni 2016. <http://www.caykur.gov.tr/CMS/Design/Sources/Dosya/Yayinlar/201.pdf> (Erişim tarihi: 06.02.2018).
- Dirican, E. 2012. Toplam Kolesterol, LDL, HDL ve Trigliserit Seviyelerinin Yaşa Göre Değişiminin Değişik Regresyon Modelleriyle İncelenmesi. İnönü Üniversitesi Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Malatya.
- Ekinci, K., Sayılı, M. 2010. Tarım arazilerinin parçalanmasını önlemeye yönelik mevzuat üzerine bir inceleme. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2): 121-129.
- Erdal, G., Erdal, H. 2008. Kuru soğanda üretim-fiyat etkileşimi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(1): 33-39.
- Fan, D., Fan, K., Zhang, D., Zhang, M., Wang, X. 2017. Impact of fertilization on soil polyphenol dynamics and carbon accumulation in a tea plantation, Southern China. *Journal of Soils and Sediments*, 17(9): 2274-2283.
- FAOSTAT, 2018. Tea Production. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi: 01.01.2018).
- Gök, İ.Y. 2009. Vadeli Piyasalarda Samuelson Hipotezinin Geçerliliğinin Garch ve Lineer Regresyon Modelleriyle Test Edilmesi: Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası'nda Bir Uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Harman, C. 2014. Karadeniz Bölge'sinde Endemik Tarım Ürünleri: Fındık, Çay ve Kivi'nin Üretimi Pazarlanması ve Tüketimi. Giresun Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İktisat A.B.D. Yüksek Lisans Tezi, Giresun.
- Kılıç, D. 2016. Çay'ın Karadeniz bölgesi için önemi ve tarihi seyri. *Karadeniz İncelemeleri Dergisi*, 21: 269-280.
- Liu, H., Shao, S. 2016. India's tea price analysis based on ARMA model. *Modern Economy*, 7: 118-123.
- Newbold, P. 1995. *Statistics for Business and Economics*. Prentice Hall Inc. USA. Pages 1016.
- Onurlubaş, E., Gözener, B., Aydemir A., Gençoğlu, H. 2017. Çay tüketim tercihlerinin belirlenmesi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(16): 112-122.
- Özata, M., Sevinç, İ. 2005. Hastanelerde kurumsal imajın ölçülmesinde dikkate alınması gereken faktörlerin belirlenmesi. *Journal of Azerbaijani Studies*, 59-74.
- Qiao, Y., Halberg, N., Vaheesan, S., Scott, S. 2016. Assessing the social and economic benefits of organic and fair trade tea production for small-scale farmers in Asia: a comparative case study of China and Sri Lanka. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 31(3): 246-257.
- Şahinler, S. 2000. En küçük kareler yöntemi ile doğrusal regresyon modeli oluşturmanın temel prensipleri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1-2): 57-73.
- Sayılı, M., Gözener, B. 2013. Trabzon ili of ilçesinde ailelerin çay tüketim durumu ve alışkanlıkları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(2): 1-7.
- Topcu, Y., Uzundumlu, A.S., Celep, S., Hun, S. 2010. Analysis of the factors affecting apple farming: the case of Isparta province, Turkey. *Scientific Research and Essays*, 5(14): 1881-1889.
- Tozlu, G., Uzundumlu, A.S., Gedikli, O. 2013. Çeltik üretiminde ilaçlama başarısızlığını etkileyen faktörlerin analizi: Samsun ili örneği. *Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi*, 25(B): 13-22.
- TÜİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Ürün İstatistikleri. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Erişim tarihi: 01.01.2018).
- Üstün, Ç., Demirci, N. 2013. Çay Bitkisinin (*Camellia sinensis* L.) Tarihsel Gelişimi ve Tıbbi Açından Değerlendirilmesi. Çay-Lojistik-Turizm Bildiriler

- Kitabı, Doğu Karadeniz Kalkınma Ajansı, s.175-186, 3-4 Mayıs, Rize.
- Uzundumlu, A.S. 2011. Erzurum İlinde İşlenmiş ve İşlenmemiş İçme Sütü Tüketim Davranışlarının İncelenmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi A.B.D. Doktora Tezi, Erzurum.
- Uzundumlu, A.S., Kılıç, B., Tozlu, G. 2017. Fındık üretiminde kimyasal ilaç kullanımını etkileyen faktörlerin analizi: Giresun ili örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1): 1-9.
- Wang, H., Provan, G.J., Helliwell, K. 2000. Tea flavonoids: their functions, utilization and analysis. *Trends in Food Science and Technology*, 11: 152-60.
- Yang, L. 2014. The Effect of Western Diet Culture on Chinese Diet Culture. In International Conference on Education, Language, Art and Intercultural Communication (ICELAIC- May 2014).
- Zenginbal, H. 2013. Rize İli Bahçe Bitkileri Yetiştiriciliğinde Çay Tarımının Yeri, Sorunları ve Çözüm Önerileri, II. Rize Kalkınma Sempozyumu, Çay-Lojistik-Turizm Bildiriler Kitabı, Doğu Karadeniz Kalkınma Ajansı, s.101-113, 3-4 Mayıs, Rize.
- Zhang, L., Yan, P., Shen, C., Zhang, L., Wei, J., Xu, H., Han, W. 2017. Effects of exogenous tiba on dwarfing, shoot branching and yield of tea plant (*Camellia sinensis* L.). *Scientia Horticulturae*, 225: 676-680.
- Zhu, H., Ye, Y., He, H., Dong, C. 2017. Evaluation of green tea sensory quality via process characteristics and image information. *Food and Bioproducts Processing*, 102(03): 116-122.

Araştırma Makalesi

***Amsonia orientalis*'de 6-Benzilaminopürin Destekli *In vitro* Sürgün Çoğaltımı Üzerine Kuraklık Stresinin Morfolojik ve Fizyolojik Etkileri**

Arda ACEMİ^{1*}, Halil TOYGAR¹, Yonca YÜZÜGÜLLÜ KARAKUŞ¹, Yonca AVCI DUMAN², Fazıl ÖZEN¹

¹Kocaeli Üniversitesi, Fen - Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kocaeli

²Kocaeli Üniversitesi, Fen - Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Kocaeli

*Sorumlu yazar: arda.acemi@kocaeli.edu.tr

Geliş Tarihi: 09.10.2018

Düzeltilme Geliş Tarihi: 19.03.2019

Kabul Tarihi: 24.06.2019

Özet

Bu çalışmada *Amsonia orientalis* Decne.'nin 6-benzilaminopürin (BAP) destekli *in vitro* sürgün çoğaltımı aşamasında uygulanmış kuraklık stresi etkisinin morfolojik ve bazı fizyolojik etkileri incelenmiştir. Kültürlerin inkübasyon sürelerinin sonunda sürgünlerin ortalama uzunluk ve sayıları, H₂O₂ (hidrojen peroksit) ve MDA (malondialdehit) seviyeleri ile SOD (süperoksit dismutaz), POD (peroksidaz) ve CAT (katalaz) enzimlerinin aktiviteleri analiz edilmiştir. Polietilen glikol (PEG-6000) kullanılarak elde edilen -0,15, -0,49, -1,03 ve -1,76 MPa osmotik potansiyeller sürgünler üzerinde BAP ilaveli ve ilavesiz olmak üzere iki kontrol grubu kullanılarak test edilmiştir. Ortalama sürgün sayısı düşen osmotik potansiyelle birlikte BAP ilaveli kontrole kıyasla azalsa da BAP ilavesiz kontrol değeriyle istatistik olarak aynı düzeyde kalmıştır. Ortalama sürgün uzunluğu ise sadece en şiddetli kuraklık uygulaması sonucu BAP ilavesiz kontrol değerinin altına düşmüştür. SOD aktivitesi artan kuraklığa bağlı olarak kontrol değerlerine göre önemli ölçüde azalırken şiddetli kuraklıkta kontrol değerine kadar yükselmiştir. POD ve CAT aktivitelerinde de düşüş gözlenmiş ancak CAT aktivitesindeki azalmanın daha belirgin olduğu görülmüştür. Artan kuraklık etkisinde H₂O₂ ve MDA seviyelerinin benzer olarak arttığı bulunmuştur. Buna karşın bu artış düşük seviyelerde gerçekleşmiştir. Kuraklık stresi uygulanmamışken antioksidan enzim aktivitelerinin daha yüksek bulunması fakat düşen osmotik potansiyellerde beklenen aksine azalması durumu *A. orientalis*'te BAP uygulamasının hücrel osmotik düzenleyicilerin görev aldığı enzimatik olmayan savunma mekanizmasını uyardığını ve daha etkin kullanılmasına imkân verdiği sonucunu düşündürmüştür. Bu nedenle bitkide kuraklık stresinde BAP uygulamasının moleküler ve fizyolojik işleyişinin detaylı olarak ortaya konması gerekmektedir. BAP uygulaması doğada *A. orientalis*'in kuraklık stresine maruz kalması durumunda kuraklığın sürgünler üzerindeki olası olumsuz etkilerini hafifletmek için tercih edilebilir.

Anahtar kelimeler: *Amsonia orientalis*, 6-benzilaminopürin, katalaz, kuraklık stresi, peroksidaz, süperoksit dismutaz.

Morphological and Physiological Effects of Drought Stress on 6-Benzylaminopurine-Assisted *In vitro* Shoot Multiplication in *Amsonia orientalis*

Abstract

In this study, the morphological and physiological effects of drought stress on *Amsonia orientalis* Decne. were investigated during 6-benzylaminopurine (BAP) -assisted *in vitro* shoot multiplication. At the end of the incubation period, mean shoot lengths and numbers, H₂O₂ (hydrogen peroxide) and MDA (malondialdehyde) levels and the activities of SOD (superoxide dismutase), POD (peroxidase) and CAT (catalase) enzymes were analyzed. The osmotic potentials of -0.15, -0.49, -1.03, and -1.76 MPa obtained using polyethylene glycol (PEG-6000) were tested

on shoots, and the results were compared with two control groups, with and without BAP. Although the mean number of shoots declined with decreasing osmotic potential compared to control with BAP, it remained at the statistically same level with control without BAP. The mean shoot length was found to be lower than that of the control without BAP in response to the severe drought application. SOD activity showed a significant reduction compared to control values in response to mild drought. However, the activity increased up to the control values in severe drought. POD and CAT activities also decreased under drought while the decrease in CAT activity was more pronounced. H₂O₂ and MDA levels were found to be increased similarly with elevated drought stress. However, this increase was found to be limited to low levels. The presence of higher antioxidant enzyme activities in the absence of drought stress but unexpected lower activities in lower osmotic potentials (during drought stress) suggested that the application of BAP in *A. orientalis* may stimulate the non-enzymatic defense mechanism which employs the cellular osmotic regulators, and it may allow this mechanism to be used more efficiently than enzymatic defense system. For this reason, the molecular and physiological functioning of BAP application in plant drought stress needs to be explained in detail. Also, BAP application may be preferred to alleviate the potential adverse effects of drought stress on shoots of *A. orientalis* in nature.

Key words: *Amsonia orientalis*, 6-benzylaminopurine, catalase, drought stress, peroxidase, superoxide dismutase.

Giriş

Amsonia orientalis Decne. (Apocynaceae) ülkemizin kuzeybatı, Yunanistan'ın ise kuzeydoğu kesimlerinde doğal yayılış gösteren ve Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN)'nin "Çok tehlikede" (Critically endangered; CR) kategorisinde sınıflandırdığı bir bitki türüdür (Acemi ve ark., 2013). Tabiatıta doğal olarak bulunabilmesinin yanı sıra süs bitkisi olarak çeşitli ülkelerde sınırlı sayıda kültüre alınmıştır (Acemi ve ark., 2012). Süs bitkisi olarak değerinin dışında, içerdiği kardiyak glikozitler ve Picralinal, Tabersonine, Secamine gibi tümör ve kanser karşıtı etkileri ile bilinen sekonder metabolitleri içerdiği için tıbbi olarak da değerlidir (Acemi ve ark., 2017a). Bu ekolojik ve ekonomik nedenlerden dolayı *A. orientalis*'in öncelikli olarak doğada korunması ve mevcut tükenme tehlikesine karşı önlem alınması gereklidir. Doğal popülasyonları azalma eğiliminde olan benzer bitki türlerinin korunması için bitki doku kültürü tekniği mevsimden bağımsız uygulanabilirliği ve kısa sürede yüksek sayıda bitki eldesi gibi avantajlı yönleriyle tercih edilmektedir (George 2008). *A. orientalis*'in Türkiye'deki popülasyonlarının sadece İstanbul, Balıkesir ve Bursa illerinden bildirilmesine rağmen günümüzde bu yayılışın sadece Balıkesir ilinde yaklaşık 10 km² boyutunda bir alanda 4 ayrı popülasyon olarak sınırlı kalması doku kültürü tekniğinin bu bitkinin hızlıca çoğaltılmasının yanı sıra yayılış alanındaki daralmanın nedeni olabilecek çeşitli abiyotik stres faktörlerine karşı da direnç seviyesinin anlaşılmasında kullanılabileceğini göstermiştir (Gürkanlı ve ark., 2014, Acemi ve ark., 2018).

Küresel ısınma ile birlikte artan kuraklık bitki büyümesini etkileyen en önemli abiyotik faktörlerden biridir. Bu etki verimin azalması, bitki büyümesindeki

çeşitli olumsuzluklar ve buna bağlı olarak görece kuraklığa toleranslı olmayan türlerin yaşam alanlarının daralması şeklinde ortaya çıkabilir (Wu ve ark., 2012). Çeşitli stres faktörlerinin bitkilerde meydana getirdiği etkilerden biri de fizyolojik süreçlerdeki değişimlerdir. Çeşitli stres faktörleri karşısında bitkilerde genel bir tepki olarak süperoksit (O₂⁻) ve hidroksil (OH^{*}) radikalleri, singlet oksijen (¹O₂) ve hidrojen peroksit (H₂O₂) gibi reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşumunun tetiklendiği bilinmektedir (Duman ve ark., 2016). Bitkiyi ROS oluşumunun zararlı etkilerinden korumak için antioksidan enzimlerden katalaz (CAT), süperoksit dismutaz (SOD) ve peroksidazlar (POD) etkileşim içinde çalışırlar. Bu zararlı etkilerden en belirgin hücre zarı lipitlerinin peroksidasyonu yoluyla hücreye verilen hasardır. Bu noktada, oluşan malondialdehit (MDA) miktarının ölçülmesi bitkideki hücresel hasarın düzeyi ile ilgili bir belirteç olabilir (Skórzyńska-Polit 2007).

Sürgün rejenerasyonu *in vitro* kültürlerde genellikle sitokininlerin varlığında, sürgünlerin nodlarından veya apikal meristemden yeni sürgün oluşumunu ifade eder ve sürgün çoğaltımı için sıkça kullanılan stratejilerden biridir. Bu bağlamda en yaygın kullanılan sitokininlerden birisi 6-benzilaminopürin (BAP)'dir. *A. orientalis*'te de bu sitokininin besiyerinde 1 mg l⁻¹ konsantrasyonda kullanılmasının yanal dallanmayı kuvvetle uyardığı bildirilmiştir (Acemi ve ark., 2013). Aynı zamanda BAP'ın tuz ve kuraklık streslerinin bitki gelişiminde ortaya çıkardığı olumsuz etkileri yatıştırdığı da bilinmektedir (Rulcová ve Pospíšilová 2001, Gurmani ve ark., 2011). Bu çalışmanın amacı kuraklık stresi altındaki *A. orientalis* sürgünlerinin nodlarından BAP destekli yanal sürgün rejenerasyonunun biyokimyasal

ve morfometrik açıdan değerlendirilmesi ve bu sayede BAP'ın kuraklık stresine maruz kalan *A. orientalis* sürgünlerinin canlılığını sürdürmesine yapabileceği potansiyel katkının belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem

Sürgünlerin in vitro çoğaltımı ve kuraklık stresinin oluşturulması

Sürgünler Kocaeli Üniversitesi, Umuttepe Kampüsü'ndeki koruma parselinde bulunan anaç *Amsonia orientalis* bitkilerinden çiçeklenme dönemi öncesinde alınmıştır. Bitkilerden alınan sürgünler yapraklarından arındırılarak tek nod içeren parçalara ayrılmış ve ardından musluk suyu altında yıkanmıştır. Yüzeysel sterilizasyon için eksplantlar önce 2 dakika %70 (v/v) EtOH ardından 10-12 dakika boyunca %1 (v/v) NaOCl içerisinde bekletilmiştir. Steril distile H₂O içerisinde durulandıktan sonra 1 mg l⁻¹ BAP içeren Murashige ve Skoog (MS) (1962) sürgün çoğaltım ortamına ekilmiştir. Bu işlem sonucunda elde edilen *in vitro* sürgünlerin nodları kuraklık stresi denemelerinde kullanılmıştır.

Bu nodal eksplantlar 1 mg l⁻¹ BAP içeren ve polietilen glikol (PEG-6000) çözeltisi aracılığıyla -0,15, -0,49, -1,03 ve -1,75 MPa osmotik basınç oluşturulmuş MS besi ortamında kültüre alınmışlardır (Mohammadkhani ve Heidari 2008). Denemelerde 1 mg l⁻¹ BAP ilaveli ve ilavesiz olmak üzere iki adet kontrol grubu kullanılmıştır. Besiyerinin pH derecesi 5,7 olarak ayarlanmış ve besiyeri 30 g l⁻¹ sukroz ve 7 g l⁻¹ agar ile desteklenmiştir. Kültürler bitki büyütme kabininde 80 µmol m⁻² s⁻¹ fotosentetik foton akı yoğunluğundaki ışık altında 16/8 sa ışıklandırma periyodunda, 23±1 °C'de tutulmuşlardır.

Ham ekstraktın hazırlanması

Biyokimyasal analizleri gerçekleştirmek için kuraklık stresi ve BAP varlığında rejeneren olan sürgünlerden ham ekstraktlar Acemi ve ark. (2017b)'na göre hazırlanmıştır. Buna göre dokular 20 katı hacimdeki 50 mM sodyum fosfat (pH 7,0) tampon ile homojenize edildikten sonra filtre kâğıdından süzümüştür. Ardından bu süzüntü 15000 × g kuvvetle 4 °C'de 15 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Elde edilen üst faz biyokimyasal parametrelerin ölçülmesinde kullanılmıştır.

Antioksidan enzim aktivitelerinin belirlenmesi

Artan kuraklık stresi ve BAP varlığında antioksidan enzim aktiviteleri (SOD; süperoksit dismutaz, E.C. 1.15.1.1., POD; peroksidaz, E.C. 1.11.1.X, CAT; katalaz, E.C. 1.11.1.6) spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. SOD

aktivitesi NBT (nitro blue tetrazolium)'nin fotokimyasal indirgenmesinin 560 nm'de ölçülmesi ile belirlenmiştir (Beauchamp ve Fridovich 1973). Bir ünite SOD aktivitesi bu indirgenmenin %50 inhibisyonunu sağlayan enzim miktarı olarak tanımlanmıştır (Yüzügüllü Karakuş ve ark., 2018). POD aktivitesi pirogallol oksidasyon sonucu oluşan purpurogallin miktarı dikkate alınarak incelenmiştir (Targovnik ve ark., 2012). Enzim aktivitesi 420 nm'de fosfat tampon içinde pirogallol için ε (ekstinksiyon katsayısı) 2640 M⁻¹ cm⁻¹ alınarak hesaplanmış (Valetti ve Picó 2013) ve 5 dakikada 1 mg purpurogallin oluşması için gerekli olan enzim miktarı olarak tanımlanmıştır (Yüzügüllü Karakuş ve ark., 2018). CAT aktivitesi ise 240 nm'de ölçülen H₂O₂ absorbansının azalması takip edilerek ölçülmüştür (Yüzügüllü Karakuş ve ark., 2018). Bir ünite enzim aktivitesi 1 µmol H₂O₂ parçalanması için gerekli olan enzim miktarı olarak tanımlanmıştır (H₂O₂ için ε değeri 0,039 cm² µmol⁻¹) (Aebi 1974). Tüm örnekler için protein miktarı Bradford (1976)'a göre belirlenmiştir.

Lipid peroksidasyonun ve H₂O₂ içeriğinin belirlenmesi

Lipid peroksidasyonu sonucunda oluşan malondialdehit (MDA) miktarının belirlenmesiyle kuraklık stresi sonucunda meydana gelen hücresel hasarın boyutu belirlenmiştir (Turan ve Tripathy 2013). MDA içeriğinin analizi Duman ve ark. (2016)'na göre spektrofotometrik olarak gerçekleştirilmiş ve elde edilen örneklerin absorbansları 532 ve 600 nm'de kaydedilmiştir. MDA içeriği ε değeri 156 mM⁻¹ cm⁻¹ alınarak aşağıdaki formülden hesaplanmıştır.

$$\text{MDA miktarı (µmol g}^{-1}\text{)} = [(A_{532} - A_{600}) / 156] \times 10^3 \times \text{Seyreltme faktörü}$$

H₂O₂ içeriği elde edilen özütün potasyum iyodür (KI) ile reaksiyonu sonrası spektrofotometrik olarak ölçülmüştür (Duman ve ark., 2016). H₂O₂ içeriğini hesaplamak için önceden tanımlanmış H₂O₂ konsantrasyonlarında standart eğri hazırlanmıştır (Doupis ve ark., 2011).

İstatistiksel analiz

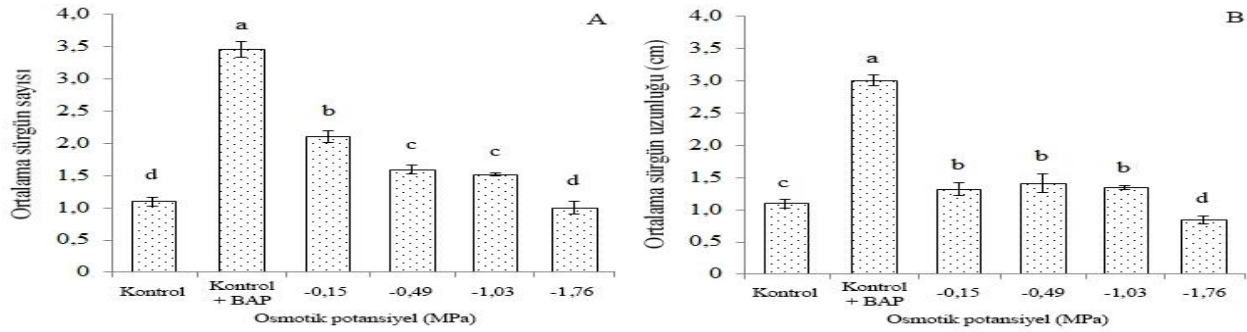
Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş olup her uygulama için kültür kabı başına 5 eksplant olacak şekilde toplam 30 eksplant kullanılmış ve deneyler üç kez tekrarlanmıştır. Kültürlerin inkübasyon süresi 30 gün olarak belirlenmiş ve ölçümler bu periyodun sonunda yapılmıştır. Veriler arasındaki istatistiksel farklılığın

derecesi Duncan çoklu karşılaştırma testi ($p < 0.05$)'ne göre belirlenmiştir. İstatistiksel analiz IBM SPSS Statistics 19 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Kültür periyodunun sonunda uygulanan kuraklık denemeleri sonucunda BAP ilaveli kontrole oranla ortalama sürgün uzunlukları ve sayıları azalmıştır. Buna karşın $-1,76$ MPa osmotik potansiyelle sahip besiyeri ve BAP ilavesiz kontrolden elde edilen ortalama sürgün sayısı verileri istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Morfometrik sonuçlardan anlaşılacağı üzere kuraklık stresi süresince yapılan BAP uygulaması sürgün sayısı (Şekil 1A) ve sürgün uzunluğu (Şekil 1B) verilerinin BAP ilavesiz kontrolün üzerinde kalmasına yardımcı olmuştur. Kuraklık stresinde bitki büyümesinin yavaşlaması ve durması gibi morfolojik etkiler sürgün ve kök meristemlerindeki hücrelerin bölünmesi ve

uzamasının durması ve/veya yavaşlaması sonucunda ortaya çıkmaktadır (Anjum ve ark., 2011). Ayrıca kuraklık neticesinde ksilemden su aktarımının aksaması da bu durumu tetiklemektedir. Buna karşın bitki hücreleri osmotik potansiyellerini düşürerek turgor durumlarını muhafaza etmeye çalışırlar (Farooq ve ark., 2009). Ksilemden sağlanan aktarımın sürgünlerdeki sitokin içeriğinin kontrolünde indol-3-asetik asit (IAA) ile birlikte bir rolü olabileceği bildirilmiştir (Kotov ve Kotova, 2015). Morfometrik ölçümlerden elde edilen sonuçlar bu bağlamda BAP uygulamasının kuraklık stresi altındaki sürgünlerde turgorun ve ksilem aktarımının muhafazasına katkıda bulunduğu şeklinde yorumlanabilir. Benzer sonuçlar dış kaynaklı sitokin uygulaması neticesinde tuz stresi altındaki *A. orientalis*'de (Duman ve ark., 2016) ve sitokin içeriğinin modülasyonu sonrasında kuraklık stresi altındaki *Nicotiana tabacum*'da gösterilmiştir (Rivero ve ark., 2007).



Şekil 1. Artan kuraklık stresi koşullarının *A. orientalis*'de 1 mg l^{-1} BAP destekli sürgün çoğaltımı sırasında ortalama sürgün sayısı (A) ve uzunluğuna (B) etkileri. Hata çubukları standart sapmayı ifade etmektedir. Aynı harfleri taşıyan değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiki fark yoktur ($p < 0,05$).

Çizelge 1. Artan kuraklık stresi koşullarında *A. orientalis* sürgünlerinde (1 mg l^{-1} BAP varlığında) SOD, POD ve CAT aktivitelerinde gözlenen değişimler

Osmotik potansiyel (MPa)	SOD aktivite (U mg^{-1})	POD aktivite (U mg^{-1})	CAT aktivite (U mg^{-1})
Kontrol	$0,75 \pm 0,03^a$	$0,64 \pm 0,03^a$	$0,32 \pm 0,01^a$
Kontrol + BAP	$0,74 \pm 0,02^a$	$0,66 \pm 0,01^a$	$0,32 \pm 0,01^a$
-0,15	$0,35 \pm 0,03^c$	$0,60 \pm 0,01^b$	$0,29 \pm 0,03^b$
-0,49	$0,25 \pm 0,02^d$	$0,51 \pm 0,02^c$	$0,20 \pm 0,03^c$
-1,03	$0,22 \pm 0,02^d$	$0,43 \pm 0,03^d$	$0,18 \pm 0,03^d$
-1,76	$0,62 \pm 0,05^b$	$0,40 \pm 0,02^d$	$0,18 \pm 0,02^d$

Bir değere ait kolondaki farklı harfler, Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak ortalamalar arasındaki önemli farklılıkları göstermektedir ($p < 0,05$). Standart sapma ($\pm SS$).

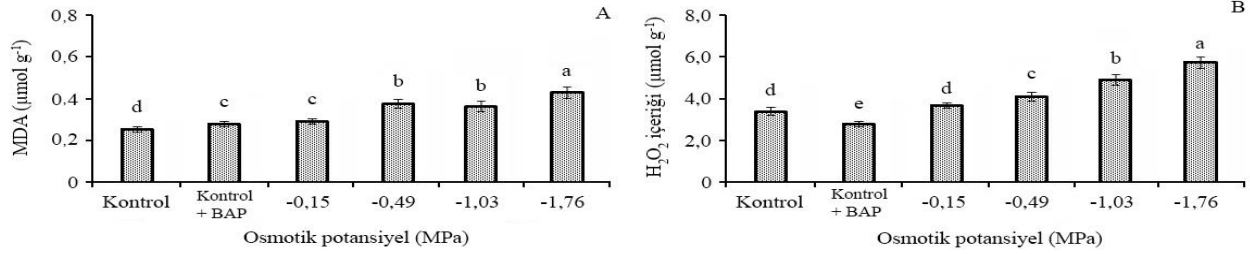
Kuraklığa karşı antioksidan enzimlerin BAP varlığında gösterdikleri aktivitelerindeki değişimler Çizelge 1'de gösterilmiştir. Artan osmotik potansiyel baskısının tetiklediği su alımının kısıtlanması sürgünlerdeki SOD, POD ve CAT enzimlerinin aktivitelerinde değişimlere neden olmuştur. En

belirgin değişim SOD enzimi üzerinde görülmüştür. SOD enzim aktivitesi düşen osmotik potansiyelle birlikte gerilemiş ve kontrol değerlerinin altında seyretmiştir. Buna karşın $-1,76$ MPa osmotik potansiyelde SOD aktivitesi kontrol değerlerine yaklaşmıştır. Öte yandan POD aktivitesinde de benzer

bir durum gözlenmiş olup aktivitedeki bu düşüş -0,49 MPa ve sonraki osmotik potansiyelerde gözlenmiştir. Bununla birlikte -1,03 ve -1,76 MPa osmotik potansiyel uygulamalarından elde edilen sonuçlar arasında istatistiki fark bulunmamıştır. CAT aktivitesindeki düşüş dikkat çekici olarak -0,49 ve sonraki osmotik potansiyelerde gözlenmiştir. POD verilerine benzer olarak uygulanan en düşük iki osmotik potansiyelden elde edilen sonuçlar istatistiki olarak benzerdir. SOD birincil görev olarak süperoksit radikallerini moleküler oksijen (O₂) veya H₂O₂'ye dönüştürürken, askorbat-glutasyon döngüsünde yer alan enzimler de H₂O₂'nin aşırı birikmesini önler. Bu çalışmadaki bulgulara benzer olarak kuraklık şartlarında *Calendula officinalis* bitkisinde 40 µM BAP uygulaması sonucunda SOD aktivitesinin azaldığı rapor edilmiştir (Sedghi ve ark., 2012). POD ve CAT ise bitkilerde reaktif oksijen türlerini (ROS) O₂ ve H₂O'ya parçalayan antioksidan enzimler olup *A. orientalis*'in antioksidan savunma sisteminde ortaklaşa çalıştıkları gösterilmiştir (Acemi ve ark., 2017b). POD enzim aktivitesinin düşen osmotik potansiyele paralel tepki vermesi SOD aktivitesinin önemli derecede düşüşüyle açıklanabilir. Buna rağmen CAT aktivitesinin en düşük osmotik potansiyelde dahi yükselmemesi BAP'ın ROS üretimini baskılayıcı etkisinin yanı sıra CAT enzimine bağlanıp enzim aktivitesini inhibe edebilme kabiliyetine de atfedilebilir (Xu ve ark., 2014). Kuraklık stresinin *A. orientalis*'in antioksidan enzimleri üzerindeki etkilerinin analiz edildiği başka bir çalışmada ise SOD ve POD enzim aktivitelerinin kuraklığa son derece duyarlı oldukları belirlenmiş ve özellikle POD aktivitesinin artan kuraklık stresinde kontrol grubuna oranla önemli ölçüde yükseldiği gösterilmiştir (Acemi ve ark., 2018). Bu çalışmada ise POD ve CAT enzimlerinin artan kuraklık stresine birlikte görece düşük seyri BAP'ın stresin olumsuz etkilerini yatıştırmakta yardımcı olduğunu, SOD'un ise şiddetli kuraklıkta yükselmesi diğer iki antioksidan enzime göre BAP varlığında daha baskın rol oynayabileceğine işaret etmektedir.

MDA stres koşullarında ROS üretiminin artması sonucu hücre zarı lipitlerinde oluşan hasarın derecesinin belirlenmesinde kullanılan bir belirteçtir.

Bu çalışmada MDA miktarının düşen osmotik potansiyelle birlikte arttığı görülmüştür (Şekil 2A). Buna rağmen -0,15 MPa uygulaması sonucunda kontrole yakın bir MDA içeriği bulunmuştur. En yüksek değer -1,76 MPa uygulamasından elde edilmiştir. Kumari ve ark. (2018) dışarıdan BAP uygulamasının kuraklık stresi altındaki buğdayda lipid peroksidasyonunu ve nispi su kaybını hafiflettiği ve hücre zarı kararlılığını artırdığını göstermişlerdir. İstatistiki olarak farklı olsa da düşük artışlarla yükselen fakat nispeten düşük seviyelerde seyreden MDA içeriği BAP uygulamasının bu özelliğine atfedilebilir. Aynı koşullarda BAP varlığında uygulanan UV-C ve tuz streslerinde de benzer MDA grafikleri elde edilmiştir (Duman ve ark., 2016; Yüzüğüllü Karakuş ve ark., 2018). Reaktif oksijen türlerinden biri olan H₂O₂ aynı zamanda bitki savunma mekanizmasında bir sinyal molekülü olarak görev alır. Artan kuraklık stresine birlikte H₂O₂ seviyelerinde de artış gözlenmiştir (Şekil 2B). BAP ilaveli kontrol grubunda ise diğer kontrol grubuna göre H₂O₂ üretimi azalmıştır. BAP ilavesiz kontrol ile -0.15 MPa osmotik potansiyel uygulaması sonuçları istatistiki olarak benzerdir. Kuraklık stresi altındaki *A. orientalis*'de BAP uygulanmadığı zaman bu çalışmadaki verilere oranla daha fazla H₂O₂ üretildiği gösterilmiştir (Acemi ve ark., 2018). Aşırı H₂O₂ üretimi nedeniyle kuraklık stresi altında hücrel redoks durumunu düzenlemek için çeşitli hücrel koruyucu maddeler biriktirebilir (Catola ve ark., 2016). Mevcut çalışmada prolin, glisin betain ve karbonhidratlar gibi osmo-koruyucuların diğer bir deyişle osmotik düzenleyicilerin miktarlarına odaklanılmadığı için, bazı kuraklık uygulamalarıyla birlikte gözlenen antioksidan enzim aktivitelerindeki düşüşler ve buna karşın H₂O₂ seviyelerindeki makul artışın getirdiği görece düşük MDA seviyeleri bu osmo-koruyucuların miktarındaki BAP uygulamasından kaynaklanan artışa bağlanabilir (Robert-Seilaniantz ve ark., 2010). Nitekim *A. orientalis*'te tuz (Acemi ve ark., 2017b) ve kuraklık stresleri (Acemi ve ark., 2018) altında BAP uygulaması olmamasına rağmen prolin miktarındaki önemli artışa dikkat çekmişlerdir.



Şekil 2. Artan kuraklık stresi koşullarında *A. orientalis* sürgünlerinde (1 mg l⁻¹ BAP varlığında) MDA (A) ve H₂O₂ (B) içeriğinin değişimi. Hata çubukları standart sapmayı ifade etmektedir. Aynı harfleri taşıyan değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiki fark yoktur (p<0,05).

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma BAP destekli sürgün çoğaltımı sırasında PEG-6000 kullanılarak uygulanan kuraklık stresine maruz bırakılan *A. orientalis* bitkisinde sürgün uzunluk ve sayısının BAP ilavesiz kontrole kıyasla arttığı fakat BAP ilaveli kontrole oranla azaldığı bulunmuştur. BAP uygulamasının H₂O₂ ve buna bağlı olarak MDA üretimini orta dereceli kuraklık stresi uygulamalarında baskıladığı gözlenmiştir. Toplam POD ve CAT enzimi aktivitesini artan kuraklık stresi altında azaldığı, SOD aktivitesini ise şiddetli kuraklık stresi altında arttığı tespit edilmiştir. BAP varlığında herhangi bir stres etmeni yokken antioksidan enzim aktivitelerinin daha yüksek bulunması fakat kuraklık uygulandığında beklenenin aksine kademeli olarak azalması durumu *A. orientalis*'te BAP uygulamasının hücrel osmotik düzenleyicilerin oluşumunu artırmış olabileceği ve enzimatik olmayan bu savunma mekanizmasının antioksidan savunma sisteminden daha etkin kullanılmasına yol açabileceğini göstermektedir. Bu nedenle bitkide kuraklık stresinde BAP uygulamasının moleküler ve fizyolojik işleyişinin detaylı olarak ortaya konması gerekmektedir. Ayrıca doğadaki *A. orientalis* popülasyonlarının kuraklığa maruz kalması durumunda BAP uygulamasının kuraklığın sürgünler üzerindeki olumsuz etkilerini yatıştırabileceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmiştir (113Z609).

Kaynaklar

Acemi, A., Özen, F., Kıran, R. 2012. Development of an efficient callus production protocol for *Amsonia orientalis*: A critically endangered medicinal plant. *Eurasian Journal of Biosciences*, 6: 105-112.

- Acemi, A., Özen, F., Kıran, R. 2013. *In vitro* propagation of *Amsonia orientalis* Decne. from nodal segments of adult plants. *Propagation of Ornamental Plants*, 13: 25-32.
- Acemi, A., Duruksu, G., Özen, F. 2017a. Cytostatic effects of methanolic extracts of *Amsonia orientalis* Decne. on MCF-7 and DU145 cancer cell lines. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 45(1): 36-42.
- Acemi, A., Duman, Y., Karakuş, Y.Y., Kömpe, Y.Ö., Özen, F. 2017b. Analysis of plant growth and biochemical parameters in *Amsonia orientalis* after *in vitro* salt stress. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 58: 231-239.
- Acemi, A., Duman, Y., Karakuş, Y.Y., Özen, F. 2018. Developmental and biochemical analyses of *in vitro* drought stress response in ornamental European Bluestar (*Amsonia orientalis* Decne.). *Folia Horticulturae*, 30(2): 405-414.
- Aebi, H. 1974. Methods of enzymatic analysis. "Alınmıştır: *Catalase*. (ed) Bergmeyer, H.U., Academic Press, New York, 673-675.
- Anjum, S.A., Xie, X., Wang, L., Saleem, M.F., Man, C., Lei, W. 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African Journal of Agricultural Research*, 6: 2026-2032.
- Beauchamp, C.O., Fridovich, I. 1973. Isozymes of superoxide dismutase from wheat germ. *Biochimica et Biophysica Acta*, 317: 50-64.
- Bradford, M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein using the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72: 248-254.
- Catola, S., Marino, G., Emiliani, G., Huseynova, T., Musayev, Y., Akparov, Z., Maserti, B.E., 2016. Physiological and metabolomic analysis of *Punica granatum* (L.) under drought stress. *Planta*, 243(2): 441-449.
- Doupis, G., Chartzoulakis, K., Beis, A., Patakas, A. 2011. Allometric and biochemical responses

- of grapevines subjected to drought and enhanced ultraviolet-B radiation. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 17: 36-42.
- Duman, Y.A., Acemi, A., Toygar, H.İ., Yüzügüllü, Y., Özen, F. 2016. Tuz stresi ve BAP varlığında *Amsonia orientalis*'in antioksidan enzimlerinin incelenmesi, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12(3): 543-551.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., Basra, S.M.A. 2009. Plant drought stress: Effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29: 185-212.
- George, E.F. 2008. *Plant propagation by tissue culture*. Springer (3rd ed), Dordrecht.
- Gurmani, A.R., Bano, A., Khan, S.U., Din, J., Zhang, J.L. 2011. Alleviation of salt stress by seed treatment with abscisic acid (ABA), 6-benzylaminopurine (BA) and chlormequat chloride (CCC) optimizes ion and organic matter accumulation and increases yield of rice (*Oryza sativa* L.). *Australian Journal of Crop Science*, 5: 1278-1285.
- Gürkanlı, C.T., Özkoç, İ., Aydın, E.B., Acemi, A., Özen, F. 2014. Genetic diversity of *Amsonia orientalis*. *Biologia*, 69: 742-749.
- Kotov, A.A., Kotova, L.M. 2015. Role of acropetal water transport in regulation of cytokinin levels in stems of pea seedlings. *Russian Journal of Plant Physiology*, 62(3): 390-400.
- Kumari, S., Kumar, S., Prakash, P. 2018. Exogenous application of cytokinin (6-BAP) ameliorates the adverse effect of combined drought and high temperature stress in wheat seedling. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(1): 1176-1180.
- Mohammadkhani, N., Heidari, R. 2008. Effects of drought stress on soluble proteins in two maize varieties. *Turkish Journal of Biology*, 32: 23-30.
- Murashige, T., Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum*, 15: 473-497.
- Rivero, R.M., Kojima M., Gepstein, A., Sakakibara, H., Mittler, R., Gepstein, S., Blumwald, E. 2007. Delayed leaf senescence induces extreme drought tolerance in a flowering plant. *Proceedings of the National Academy of Sciences of The United States of America*, 104: 19631-19636.
- Robert-Seilaniantz A., Bari R., Jones, J.D.G. 2010. A Biotic or Abiotic Stress?. "Alınmıştır: *Abiotic Stress Adaptation In Plants*. (ed) Pareek A., Sopory S.K., Bohnert H.J., Govindjee, Springer, Dordrecht, The Netherlands, 103-117.
- Rulcová, J., Pospíšilová, J. 2001. Effect of benzylaminopurine on rehydration of bean plants after water stress. *Biologia Plantarum*, 44: 75-81.
- Sedghi, M., Sharifi, R.S., Pirzad, A.R., Amanpour-Balaneji, B. 2012. Phytohormonal regulation of antioxidant systems in petals of drought stressed pot marigold (*Calendula officinalis* L.). *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14: 869-878.
- Skórzyńska-Polit, E. 2007. Lipid Peroxidation in plant cells, its physiological role and changes in heavy metal stress. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 76(1): 49-54.
- Targovnik, A.M., Cascone, O., Miranda, M.V. 2012. Extractive purification of recombinant peroxidase isozyme c from insect larvae in aqueous two-phase systems. *Separation and Purification Technology*, 98: 199-205.
- Turan, S., Tripathy, B.C. 2013. Salt and genotype impact on antioxidative enzymes and lipid peroxidation in two rice cultivars during de-etiolation. *Protoplasma*, 250: 209-222.
- Valetti, N.W., Picó, G. 2013. A friendly method for *Raphanus sativus* L. (wild radish) peroxidase purification by polyelectrolyte precipitation. *Separation and Purification Technology*, 119: 1-6.
- Wu, G.Q., Zhang, L.N., Wang, Y.Y., 2012. Response of growth and antioxidant enzymes to osmotic stress in two different wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars seedlings. *Plant, Soil and Environment*, 58(12): 534-539.
- Xu, Q., Lu, Y., Jing, L., Cai, L., Zhu, X., Xie, J., Hu, X. 2014. Specific binding and inhibition of 6-benzylaminopurine to catalase: Multiple spectroscopic methods combined with molecular docking study. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 123: 327-335.
- Yüzügüllü Karakuş, Y., Toygar, H.İ., Acemi, A., Avcı Duman, Y., Özen, F. 2018. UV-C stresinin 6-benzilaminopürin varlığında çoğaltılmış *Amsonia orientalis*'in *in vitro* sürgün gelişimi ve antioksidan enzimleri üzerine etkileri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18: 44-52.

Araştırma Makalesi

Ekmeklik Buğday Genotiplerinde Verim ve Verim Öğelerinin Korelasyon ve Path Analizi ile İncelenmesi

Kerem BORU¹, Semra YILDIRIM¹, Esra AYDOĞAN ÇİFCİ^{2*}

¹Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

²Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

*Sorumlu yazar: esra@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 14.12.2018

Düzeltilme Geliş Tarihi: 20.05.2019

Kabul Tarihi: 24.06.2019

Özet

Bu çalışma, 2014-2016 yılında Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi deneme tarlalarında tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada 12 melez hat ve 1 adet kontrol çeşit deneme materyali olarak kullanılmıştır. Araştırmada, korelasyon, path ve ekmeklik buğday genotiplerinin performansları ile bitki ıslahı çalışmalarında ele alınacak seleksiyon kriterlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Denemede bitki boyu, başak boyu, başakta başakçık sayısı, başakta tane sayısı ve ağırlığı, 1000 tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı ve tane verimi özellikleri incelenmiştir. Özellikler arasındaki korelasyon analizi sonucunda tane verimi ile başak boyu, başakta tane sayısı ve başakta tane ağırlığı arasında olumlu yönde önemli ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan path analizi sonucunda tane verimi bakımından doğrudan etkiler incelendiğinde olumlu yönde en yüksek doğrudan etkiye sahip özelliklerin sırasıyla başakta tane ağırlığı ile başakta tane sayısı özellikleri olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Korelasyon, path analizi, ekmeklik buğday

Investigation of Yield and Yield Components in Bread Wheat Genotypes by Correlation and Path Analysis

Abstract

This research was carried out at an experimental field at the Field Crops Department of the Faculty of Agriculture at Bursa Uludag University with a randomized complete block design with three replications was used during the 2014-2016 growing seasons. In the study, 12 hybrid lines and 1 control variety were used as experimental material. It was aimed to determine the selection criteria to be considered in the plant breeding studies and the performances of the wheat genotypes with correlation and path analysis. In the experiment plant height, spike length, number of spikelets/spike, number of grains/spike and grain weight/spike, 1000 grain weight, test weight and grain yield were investigated. As a result of the correlation analysis between the characteristics, it is found that there is a significant relationship between the grain yield and spike length, grain number/spike and grain weight/spike. As a result of the path analysis, it was determined that the properties with the highest direct effect on grain yield were the grain weight/spike and the grain number/spike properties, respectively.

Key words: Correlation, path analysis, bread wheat.

Giriş

Giderek artmakta olan dünya nüfusun yeterli ve dengeli beslenmesi için gerekli besin ihtiyaçlarının karşılanması her geçen gün daha da zorlaşmaktadır. Bu nedenle tarımsal üretimin artırılması amacıyla yürütülen çalışmaların önemi güncelliğini korumakta ve devamlı olarak artmaktadır. Günümüz koşullarında birim alan verimlerinin artırılması ile bitkisel üretimin artırılması mümkündür (Nazar ve ark., 2012).

Buğday; tahıl grubu bitkilerinin en eskisi ve en önemlisi, en çok üretileni ve tüketileni olup tarım sektörünün olduğu kadar genel ekonomimiz içinde önemli bir bitkidir. Günümüzde dünyada ve ülkemizde tescil edilen ve üreticilerin kullanımına sunulan buğday çeşitlerinin ıslah edilmesindeki amaç çoğunlukla verim ve kalite özellikleri yüksek çeşitler elde etmektir. Bu çeşitlerinde verim ve kalite parametreleri arasındaki farklılıklar göstermelerinin nedenleri; çeşidin genotipik yapısı, yetiştirildikleri bölgenin iklim ve toprak koşulları, uygulanan kültürel işlemler, hastalık ve zararlı durumlarıdır.

Verimi ve kaliteyi artırmak amacıyla yürütülen ıslah çalışmalarına yönelik olarak buğdayda; tane verimi ile agronomik ve morfolojik karakterler arasındaki ikili ilişkiler birçok araştırmacı tarafından incelenmiş, diğer karakterlerin verimle olan ilişki düzeylerinin önem durumu ve yönünü bildiren çalışmalar yapılmıştır (Sözen ve Yağdı, 2005; Kara ve

Akman, 2007; Tonk ve ark., 2017). Verim birçok genle idare edilen ve çevresel faktörlerden oldukça etkilenen kantitatif ve komplike bir özellik olmasından dolayı ıslah programlarında başarı sağlayabilmek için verim yerine seleksiyon kriteri olarak verim öğeleri ve kalite özelliklerini kullanmak daha etkili sonuçlar vermektedir. Verim öğeleri ve kalite özellikleri arasında doğrudan ilişkiyi belirleyen korelasyon katsayısı çoğu zaman yetersiz kaldığından verim ve verim öğeleri arasındaki doğrudan ve dolaylı etkilerin daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesine olanak sağlayan path analizi (Dewey ve Lu, 1959) bitki ıslahı programlarında yaygın olarak kullanılmakta ve agronomik çalışmalarda seleksiyon kriterlerini belirlemede etkili bir yöntem olarak görünmektedir.

Bu araştırmada da, Bursa ekolojik koşullarına uygun çeşit adaylarının belirlenmesi için elde edilen ekmeleklik buğday genotiplerinin performansları ile korelasyon ve path analizi ile bitki ıslahı çalışmalarında ele alınacak seleksiyon kriterlerinin saptanması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada 6 farklı anacın melezlenmesiyle elde edilen hatlardan seçilen 12 melez hat ve 1 adet kontrol çeşit (Golia) deneme materyali olarak kullanılmıştır. Denemede kullanılan buğday hatları, çeşitleri ve pedigrileri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan buğday hatları, çeşitleri ve pedigrisi

Hat kodu	Hatlar	Pedigrisi
1	1 x 2 (SB / K-1 // 15-4 / 22-1-4)	
2	1 x 3 (SB / K-1 // 22-1 / K)	
3	1 x 4 (SB / K-1 // K / 15-4-1)	SB: Saraybosna : - (Pedigrisi bulunamamıştır).
4	1 x 5 (SB / K-1 // G / A-12)	K: Köksal-2000 : KATEA-I / MOMTCHILL
5	2 x 4 (15-4 / 22-1-4 // K / 15-4-1)	G: Gönen : II-8156-R / MARA // BLUBIRD
6	2 x 5 (15-4 / 22-1-4 // G / A-12)	A-12: Atilla-12 : MIRONOVSKAYA-808/BEZOSTAYA-1//BEZOSTAYA- 1/3/BEZOSTAYA-1/PRODOTTORE//BEZOSTAYA-1
7	3x 4 (22-1 / K // K / 15-4-1)	
8	3x 5 (22-1 / K // G / A-12)	
9	6 x 2 (G / 22-1 // 15-4 / 22-1-4)	15-4: SADOVA / MARTONVASARI-9
10	6 x 3 (G / 22-1 // 22-1 / K)	22-1: MARTONVASARI-9 / SADOVA
11	6 x 4 (G / 22-1 // K / 15-4-1)	
12	6 x 5 (G / 22-1 // G / A-12)	
	Çeşit	Pedigrisi
	Golia	MANİTAL / ORSO

Araştırmanın tarla denemeleri 2014-2016 yılında Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi deneme tarlalarında tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Deneme metrekaeye

600 tohum gelecek şekilde ekim parsel mibzeri kullanılarak 5x1.2=6 m² olan parsellere Kasım ayında ekim yapılmıştır. Ekimle birlikte dekara 5 kg N/da olacak şekilde 15-15-15 gübresi, sapa kalkma zamanında ise yine 10 kg N/da üre gübresi verilmiştir.

Yabancı otlar ilkbaharda kimyasal mücadele olarak kontrol edilmiştir. Hasat her iki yılda da Temmuz ayında yapılmıştır. Denemede bitki boyu, başak boyu, başakta başaklık sayısı, başakta tane sayısı ve ağırlığı ve dekara dane verimi gibi verim özelliklerinin yanı sıra 1000 tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığı kalite özellikleri incelenmiştir. Denemenin yapıldığı Bursa iline ait iklim verileri Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelge 2’deki denemenin yürütüldüğü yıllara ait iklim verilerinden görüleceği gibi 2014-2015 yılı aylık toplam yağış miktarı uzun yıllar ortalamasından yüksek, 2015-2016 yılında ise daha düşük olmuştur.

Uzun yıllar ortalamasında aylık ortalama sıcaklık değerleri 13.7°C iken 2014-2015 yetiştirme döneminde 13.4°C ve 2015-2016 yetiştirme döneminde 14.5°C olarak belirlenmiştir. Denemenin yürütüldüğü alanın toprak yapısı ağır ve orta bünyeli, pH’sı 7,4 ve tuzsuzdur. Organik maddece fakir olan deneme alanı toprağının orta derecede kireçli, fosforca zengin, potasyumca çok zengin olduğu saptanmıştır (Özgüven ve Katkat, 1997). İstatistiki analizler Minitab-16 ve Tarpopgen programları kullanılarak gerçekleştirilmiştir ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD (%5) testiyle hesaplanmıştır.

Çizelge 2. İklim verileri

Aylar	Toplam yağış (mm)			Ortalama sıcaklık (°C)		
	2014-2015	2015-2016	Uzun yıllar (1970-2011)	2014-2015	2015-2016	Uzun yıllar (1970-2011)
Kasım	72.4	26.4	81.3	11.33	12.7	10.4
Aralık	143.2	3.0	101.4	9.29	5.6	13.0
Ocak	112.0	122.2	79.4	5.4	5.2	7.9
Şubat	74.2	80.7	71.0	7.3	11.1	7.6
Mart	78.2	75.6	66.8	9.1	11.2	6.7
Nisan	95.6	22.8	65.9	11.5	16.4	13.0
Mayıs	36.0	67.3	44.2	19.3	18.3	17.7
Haziran	37.8	36.4	34.1	21.7	24.5	22.4
Temmuz	0.0	0.0	17.4	25.5	25.9	24.6
Toplam	649.4	434.4	561.5			
Ortalama				13.4	14.5	13.7

Bulgular ve Tartışma

Birleştirilmiş yıllara ait varyans analizi sonuçlarına göre, genotipler arasında %1 olasılık düzeyinde istatistiksel önemlilikler incelenen tüm özelliklerde belirlenmiştir. Ayrıca başakta tane sayısı haricinde incelenen diğer özelliklerde yıllar bakımından %1 olasılık düzeyinde istatistiksel önemlilik belirlenmiştir. Yıl x Genotip interaksyonu bakımından ise bitki boyu ve başakta tane ağırlığı dışında diğer incelenen özelliklerde istatistiksel olarak önemliliklerin varlığı gözlemlenmiştir (Çizelge 3).

Araştırmada incelenen buğday genotiplerine ait bitki boyu değerleri 56.61-92.03 cm arasında değişirken, bitki boyu değeri bakımından 1 x 4 nolu hatta en yüksek, Golia çeşidinde ise en düşük bitki boyu değeri gözlenmiştir. Başak boyu değerleri açısından genotipler incelendiğinde ortalama başak boyu değeri 8.4 cm bulunmuştur. Genotipler içinde 9.9 cm ile 3 x 4 nolu hatta en uzun başak boyu , en kısa başak boyu değeri ise 7.1 cm ile Golia çeşidinden elde edilmiştir. Başakta başaklık sayısı değerleri bakımından genotipler ele alındığında en yüksek değerlere 19.0 adet ile 1 x 5 ve 18.7 adet ile 6 x 5 nolu hatlar sahip olurken en düşük değere 14.5 adet ile

Golia çeşidi sahip olmuştur. Başakta tane sayısı özelliğinde denemede ortalama değer 35.80 adet olarak belirlenmiştir. En yüksek tane sayısı değerine 1 x 4 nolu hat 42.28 adet ile ulaşırken en düşük tane sayısı 28.76 adet ile 3 x 4 nolu hat ulaşmıştır. Genotipler arasında başaktaki tane ağırlığı değerleri 1.15-1.94 g arasında, ortalama olarak 1.61 g olarak elde edilmiştir. En yüksek başakta tane ağırlığı sırasıyla 2 x 5, 1 x 5, 6 x 2 ve 1 x 4 nolu hatlardan elde edilirken en düşük başakta tane ağırlığı değerleri 1 x 2 nolu hatta ve Golia çeşidinde saptanmıştır. 1000 tane ağırlığı değerleri ortalama olarak 43.5 gr olarak belirlenmiştir. Ele alınan buğday genotiplerinde en yüksek 1000 tane ağırlığına 6 x 5 nolu hat 48.1 g ile sahip olurken, en düşük 1000 tane ağırlığı değeri Golia çeşidinde 32.1 g olarak saptanmıştır. Araştırmada incelenen buğday genotiplerine ait hektolitre ağırlığı değerleri 69.9-78.3 kg/hl arasında değişirken, en yüksek hektolitre ağırlığı 1 x 5 nolu hatta, en düşük hektolitre ağırlığı ise 1 x 4 ve 1 x 2 nolu hatlarda gözlenmiştir Tane verimi için ortalama değerler 219.7-411.3 kg/da arasında bulunmuştur. En yüksek tane verimi 6 x 2 nolu hattan elde edilirken en düşük tane verimi 1 x 2 nolu hatta belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Araştırmada ele alınan buğday genotiplerine ait varyans analiz sonuçları ve istatistiki ayırım grupları.

V. Kaynağı	SD	Bitki boyu	Başak boyu	Başakta başakçık sayısı	Başakta tane sayısı	Başakta tane ağırlığı	1000 tane ağırlığı	Hektolitreye ağırlığı	Tane verimi
Blok	2	60.06	0.025	0.477	35.521	0.041	1.243	1.019	1270.3
Yıl	1	3081.9**	27.96**	93.28**	9.07	2.074**	737.84**	151.48**	33207.2**
Genotip	12	520.8**	5.124**	9.247**	120.36**	0.408**	111.62**	47.296**	25014.43**
YılxGenotip	12	306.04	1.982**	4.614**	127.60**	0.108	32.193**	15.985**	11886.99**
Hata	50	124.35	0.122	0.324	4.183	0.039	3.321	1.278	709.0
Toplam	77								

No	Genotip	Bitki boyu	Başak boyu	Başakta başakçık sayısı	Başakta tane sayısı	Başakta tane ağırlığı	1000 tane ağırlığı	Hektolitreye ağırlığı	Tane verimi
1	1 x 2	80.95 ab	9.2 b	16.6 cd	30.28 ef	1.15 f	40.2 e	70.4 d	219.7 g
2	1 x 3	80.08 ab	8.0 ef	16.5 cd	32.36 de	1.43 de	45.8 b	77.1 a	293.5 ef
3	1 x 4	92.03 a	8.0 ef	18.0 b	42.28 a	1.85 a	46.6 ab	69.9 d	280.2 f
4	1 x 5	90.80 a	8.6 cd	19.0 a	39.20 bc	1.90 a	46.5 ab	78.3 a	332.2 cd
5	2 x 4	84.81 ab	9.8 a	18.5 ab	38.90 bc	1.57 b-d	44.6 bc	74.9 b	276.9 f
6	2 x 5	82.43 ab	9.1 b	17.2 c	39.80 b	1.94 a	46.6 ab	75.7 b	356.1 bc
7	3 x 4	86.65 ab	9.9 a	16.9 cd	28.76 f	1.72 a-c	39.1 e	73.5 c	276.9 f
8	3 x 5	86.33 ab	8.9 bc	16.9 cd	34.43 d	1.76 ab	45.3 b	70.3 d	410.4 a
9	6 x 2	90.40 a	8.2 de	17.0 c	41.06 ab	1.89 a	45.2 bc	74.7 bc	411.3 a
10	6 x 3	89.58 ab	7.0 g	16.3 d	30.33 ef	1.59 d	48.1 a	74.7 bc	407.1 a
11	6 x 4	88.85 ab	7.6 f	18.5 ab	37.40 c	1.42 de	42.5 d	74.7 bc	313.4 de
12	6 x 5	77.33 b	8.1 e	18.7 a	37.25 bc	1.50 cd	43.1 cd	75.4 b	382.3 ab
13	Golia	56.61 c	7.1 g	14.5 e	33.41 d	1.22 ef	32.1 f	77.8 a	406.3 a
Ortalama		84.21	8.4	17.2	35.80	1.61	43.5	74.4	335.8
LSD (% 5)		12.8	0.40	0.65	2.36	0.19	2.10	1.30	30.72

Çalışma sonucunda elde edilen bitki boyu ortalama değeri, Doğan (2002),’ın Güney Marmara Bölgesi için tespit ettiği 80-100 cm bitki boyu değerleri arasında yer almıştır. Bitki boyu bakımından diğer araştırmacıların çalışmaları incelendiğinde ise, Kurt ve Yağdı (2013), 71.2-95.5 cm arasında, Usta (2016), 62.62-83.47 cm ve Aydoğan ve Soylu (2017) 79.5-115 cm arasında değerler belirlemiştir. Çalışmamızdaki sonuçlar bu değerlerle paralellik göstermiştir. Araştırmada belirlenen ortalama 8.4 cm başak boyu değerinden daha yüksek değerler Yıldırım ve ark. (2005) ve Tayyar ve Gül (2008)’ün çalışmalarında sırasıyla 9.0-10.5 cm ve ile 9.2-16.4 cm arasında saptanırken ortalamamızdan daha düşük değerler araştırmalarında Sakın ve ark. (2004), 6.3 cm ve Kaya ve Şanlı (2009), tarafından 7.5 cm ile belirlenmiştir. Başakta başakçık sayısı özelliği bakımından çalışmamıza paralellik gösteren sonuçlar Ayçiçek ve Yıldırım (2006), Turan (2008) ve Tayyar ve Gül (2008)’ün araştırmalarında görülmektedir. Başakta tane sayısının tane verimi ile yakın ilişkisi olduğu ve önemli bir verim kriteri olduğu bildirilmektedir (Genç, 1978; Yürür ve ark., 1981; Yağdı, 2004). Çalışmamızda başakta tane sayısı ortalamaları 28.76 adet ile 42.28 adet arasında değişen değerler almıştır. Daha önceki çalışmalarda tane sayısını, Tayyar ve Gül (2008), 35.7-43.3 adet arasında, Işık (2011) 56.18-67.06 adet arasında, Kurt ve Yağdı (2013), 33.1-50.4 adet arasında bularak çalışmamızdaki sonuçlardan daha yüksek değerlere, Çağlar ve ark. (2006) 19.9-30.4 adet, Kaya ve Şanlı (2009), ise 30.45 adet, bularak çalışmamızda bulduğumuz ortalamaların altında değerlere sahip sonuçlar belirlemiştir. Başakta tane ağırlığını Balcı ve Turgut (2002), 1.2 g, Turan (2008), 1.30-1.87 g arasında ve Kurt (2012) 1.76-1.92 g tespit etmişlerdir. Tane verimini etkileyen önemli özelliklerden birisi de 1000 tane ağırlığı özelliğidir (Gençtan ve Sağlam, 1987; Korkut ve ark., 1993). Çalışmada 1000 tane ağırlığı bakımından genotipler arasında ortalama değerler 32.1-48.1 g arasında değişmiştir. 1000 tane ağırlığı için yapılan diğer araştırmalar incelendiğinde ise, 1000 tane ağırlığı değerini Aydın ve ark. (2007), 32.4-43.2 g, Kaya ve Şanlı (2009), 41.55 g ve Ülker (2017) ise 30.42-38.67 g olarak belirleyerek çalışmamızda belirlediğimiz sonuçlara paralel sonuçlar elde etmişlerdir. Hektolitreye özelliği açısından yapılan diğer çalışmalarda, Kendal (2013) hektolitreye ağırlığını 77.0-82.0 kg/hl arasında, Aydoğan ve Soylu (2017) 73.32-78.35 kg/hl arasında belirleyerek çalışmamızda elde ettiğimiz ortalama değerden daha büyük değerlere ulaşmışlardır. Çalışmamızda tane verimi ortalama olarak 335.8

kg/da olarak belirlenmiştir. Tane verimi ile ilgili yaptıkları çalışmalarda tane verimini, Aydoğan ve Soylu (2017) 154.58-258.43 kg/da ve Ülker (2017) 164-301 kg/da arasında saptamışlar ve çalışmamızda elde edilen sonuçtan daha düşük ortalama değerler elde etmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda Kendal (2013) buğday çeşitlerinin verim ortalamasını 606.0-803.0 kg/da ve Aydoğan ve Soylu (2017) ise 447.0-709.08 kg/da, olarak buldukları sonuçlarla bizim ortalamamızdan daha büyük değerlere ulaşmışlardır.

Denemede incelenen özellikler arasındaki korelasyon katsayıları Çizelge 4’de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi tane verimi ile başak boyu, başakta tane sayısı ve başakta tane ağırlığı arasında olumlu yönde önemli ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra başak boyu ile başakta tane sayısı ve başakta tane ağırlığı özellikleri arasında önemli ilişkiler belirlenirken, başakta başakçık sayısı ile başakta tane sayısı özelliği arasında, başakta tane sayısı ile başakta tane ağırlığı özellikleri arasında da önemli ilişkilerin bulunduğu belirlenmiştir. Benzer sonuçlar Soylu ve Akgün (2003), Sözen ve Yağdı (2005), Akram ve ark. (2008), Yücel ve ark. (2009), Polat ve ark. (2015) ve Tonk ve ark. (2017)’nin çalışmalarında da saptanmıştır. Ayçiçek ve Yıldırım (2006), başakta tane sayısı, bitki boyu ve 1000 tane ağırlığı ile tane verimi arasında pozitif korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Gupta ve ark. (1999) ve Chowdhry ve ark. (2000) da başakta tane sayısı ve 1000 tane ağırlığı özellikleri ile tane verimi arasında önemli ilişkiler belirlemiştir.

Araştırmada tane verimini etkileyen özelliklerin doğrudan ve dolaylı etkileri Çizelge 5’de verilmiştir. Path analizi sonucuna göre tane verimi üzerine bitki boyunun doğrudan etkisi - % 34.94 oranında olmuştur. Bitki boyu üzerinden başak boyu ve hektolitreye ağırlığı özelliği % 18.55 oranında tane verimine en büyük dolaylı etkiyi göstermiştir. Tane verimi üzerine başak boyunun doğrudan etkisi % 30.49 ve olumlu olarak belirlenmiştir.

Tane verimine en büyük dolaylı etkiyi başak boyu üzerinden başakta tane ağırlığı (% 20.94) özelliğinin gösterdiği belirlenmiştir. Tane verimi üzerine başakta başakçık sayısı özelliğinin doğrudan etkisi olumsuz yönde ve % 35.57 olarak belirlenmiştir. Başakta başakçık sayısı üzerinden tane verimine en yüksek dolaylı etki başakta tane sayısı ve başak boyu özellikleri tarafından oluşturulmuştur. Tane verimi üzerine başakta tane sayısı özelliğinin doğrudan etkisinin % 34.84 oranında olduğu belirlenmiştir. Başakta tane sayısı üzerinden tane verimine en büyük dolaylı etkiyi yaratan özellikler sırasıyla % 22.53 ile

başakta tane ağırlığı ve %17.57 ile başakta başakcık sayısı özellikleri olmuştur. Başakta tane ağırlığı özelliğinin tane verimi üzerine doğrudan etkisi pozitif yönde ve % 38.73 oranında gerçekleşmiştir. En yüksek dolaylı etkiye sahip özellikler ise pozitif yönde % 24.04 oranı ile başakta tane sayısı ve % 19.37 ile başak boyu olmuştur.

1000 tane ağırlığı özelliğinin tane verimi üzerine doğrudan etkisi negatif yönde ve % 37.75 oranında belirlenmiştir. Hektolitre ağırlığı (- % 18.27), bitki boyu (%15.59) ve başakta tane ağırlığı (-% 13.82) özellikleri 1000 tane ağırlığı üzerinden tane verimine dolaylı etkisi en yüksek olan özellikler olarak belirlenmiştir. Tane verimi üzerine hektolitre ağırlığı özelliğinin doğrudan etkisi negatif yönde ve % 34.76 olarak belirlenmiştir. En yüksek dolaylı etkiyi yaratan özellikler incelendiğinde ise, başak boyu ile bitki boyu özellikleri hektolitre ağırlığı üzerinden tane verimine en yüksek dolaylı etkiyi oluşturan özelliklerdir. Tane verimi bakımından doğrudan etkiler incelendiğinde olumlu yönde en yüksek doğrudan etkiye sahip özelliklerin sırasıyla başakta tane ağırlığı (%38.73) ile başakta tane sayısı (% 34.84) özellikleri olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5).

Path analizi ile ilgili daha önce yapılan çalışmalar sonucunda; Khodarahmi ve ark. (2006) başakta tane sayısı özelliğinin tane verimine en yüksek doğrudan etkiyi yaptığını belirterek başak sayısı, başakta tane sayısı, başak boyu ve 1000 tane ağırlığı özelliklerinin tane verimini artırmada seleksiyon kriteri olarak alınabileceğini bildirmiştir. Gülmezoğlu ve ark.(2010) ve Oral ve Ülker (2016), tane verimi üzerine 1000 tane ağırlığı özelliğinin en yüksek doğrudan ve olumlu etkiye sahip olduğunu bildirirken Tonk ve ark. (2017), tane verimine 1000 tane ağırlığının doğrudan etkisinin yaptıkları çalışmada her iki yılda da olumsuz yönde gerçekleştiğini belirlemişlerdir. Doğan ve Şenyiğit (2016), yaptıkları path analizi çalışması sonucunda başakta tane sayısı, 1000 tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığı özelliklerini, Ramazani ve ark. (2017), ise başak boyu ve 1000 tane ağırlığı özelliklerinin seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Yapılan diğer çalışmalarda ise tane verimi üzerine en yüksek doğrudan etkiyi; Okuyama ve ark. (2004), başakta tane sayısı, Kara ve Akman (2007), 1000 tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığı, Mohsin ve ark. (2009), başak uzunluğu ve başakta tane sayısı, Gelalcha ve Hanchinal (2013), bitki boyu, Polat ve ark. (2015), başakta tane sayısı ve başakta tane ağırlığı özelliklerinin yaptığını vurgulamışlardır.

Sonuç ve Öneriler

Dünyada hızla artan açlık sorununa çözüm olabilecek temel tahıl türlerinin başında buğday gelmektedir. Verim ve kalite özellikleri açısından yürütülen ıslah programlarının daha başarılı olabilmesi için ele alınan özelliklerin doğrudan ve dolaylı etkileşimleri detaylı bir şekilde incelenerek birbirinden ayrılması gerekmektedir. Bu çalışmada tane verimi üzerine doğrudan ve dolaylı etkiler gösteren verim öğelerini belirlemek amacıyla path analizinden yararlanılmıştır. Tane verimi bakımından doğrudan etkiler incelendiğinde en yüksek doğrudan etkiye sahip özelliklerin sırasıyla başakta tane ağırlığı (%38.73) ile tane sayısı (%34.84) özellikleri olduğu belirlenmiştir. Bu iki özellik ele alındığında denemede kullanılan genotiplerden sırasıyla 2 x 5, 1 x 5, 6 x 2 ve 1 x 4 nolu hatlar başakta tane ağırlıkları ile en yüksek değerlere sahiptir. Tane sayısı bakımından genotipler incelendiğinde ise 1 x 4 nolu hat 42.28 adet değeri ile en yüksek değeri alırken 6 x 2 nolu hat 41.06 adet değeri ile ikinci sırada yer almıştır. Ancak bitkisel üretimde çoğunlukla en önemli karakter tane verimidir. Bu açıdan genotipler incelenecek olursa 411.3 kg/da değeri ile 6 x 2 nolu hat ilk sırada yer almakta olup bu hattı sırasıyla 410.4 kg/da ile 3 x 5, 407.1 kg/da ile 6 x 3 ve 406.3 kg/da ile Golia çeşidi izlemektedir. Çalışma sonucunda ümitvar olan hatların verim denemelerine devam edilecektir.

Çizelge 4. İncelenen özellikler arasındaki korelasyon katsayıları

	Bitki boyu	Başak boyu	Başakçık sayısı	Başakta tane sayısı	Başakta tane ağırlığı	1000 tane ağırlığı	Hektolitire ağırlığı
Verim	0.221	0.666*	0.243	0.575*	0.825**	-0.319	-0.252
Bitki boyu		0.341	-0.017	0.266	0.058	-0.282	-0.497
Başak boyu			0.578*	0.457	0.586*	-0.071	-0.336
Başakçık sayısı				0.570*	0.405	0.048	0.143
Başakta tane sayısı					0.634*	-0.043	0.260
Başakta tane ağırlığı						-0.137	0.045
1000 tane ağırlığı							0.309

Çizelge 5. Tane verimi ve incelenen diğer özellikler arasındaki doğrudan ve dolaylı etkiler ve yüzdeleri.

Özellikler	Doğrudan etkiler (Path katsayısı yüzdesi)		Dolaylı etkiler (Path katsayısı yüzdesi)					
	Tane verimi	Bitki boyu	Başak boyu	Başakta başakçık sayısı	Başakta tane sayısı	Başakta tane ağırlığı	1000 tane ağırlığı	Hektolitire ağırlığı
Bitki Boyu	-0.256 % 34.94		0.136 % 18.55	0.007 % 0.956	0.121 % 16.59	0.027 % 3.674	0.049 % 6.71	0.136 % 18.55
Başak Boyu	0.399 % 30.49	-0.087 % 6.68		-0.234 % 17.90	0.209 % 16.00	0.274 % 20.942	0.012 % 0.945	0.092 % 7.02
Başakta başakçık sayısı	-0.405 % 35.57	0.004 % 0.39	0.231 % 20.26		0.261 % 22.94	0.189 % 16.64	-0.008 % 0.74	-0.039 % 3.43
Başakta tane sayısı	0.458 % 34.84	-0.068 % 5.18	0.182 % 13.88	-0.231 % 17.57		0.296 % 22.53	0.07 % 0.56	-0.071 % 5.40
Başakta tane ağırlığı	0.468 % 38.73	-0.014 % 1.22	0.234 % 19.37	-0.164 % 13.60	0.290 % 24.04		0.024 % 1.98	-0.012 % 1.02
1000 tane ağırlığı	-0.175 % 37.75	0.072 % 15.59	-0.028 % 6.09	-0.019 % 4.23	-0.019 4.22	-0.064 % 13.82		-0.08 % 18.27
Hektolitire ağırlığı	-0.274 % 34.76	0.127 % 16.19	-0.134 % 17.01	-0.057 % 7.34	0.119 % 15.10	0.021 % 2.69	-0.054 % 6.87	

Kaynaklar

- Akram, Z., Ajmal, S.U., Munir, M. 2008. Estimation of correlation coefficient among some yield parameters of wheat under rainfed conditions. *Pak. J. Bot.*, 40(4): 1777-1781.
- Ayçiçek, M., Yıldırım, T. 2006. Bazı makarnalık buğday (*Triticum turgidum* var. durum L.) çeşitlerinin Erzurum koşullarındaki verim yetenekleri. *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Der.*, 18 (2): 151-157.
- Aydın, N., Bayramoğlu, H.O., Özcan, H. 2007. Bazı ekmeklik buğday genotiplerinin verim ve başlıca kalite özelliklerinin belirlenmesi. *OMÜ. Zir. Fak. Dergisi*, 22(2): 193-201.
- Aydoğan S., Soylu, S. 2017. Ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve verim öğeleri ile bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 2017, 26(1): 24-30.
- Balci, A., Turgut, İ. 2002. Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* var. aestivum) hat ve çeşitlerinde uyum yetenekleri üzerine araştırmalar. *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 16: 225-234.
- Chowdhry, M.A., Ali, M., Subhani, G.M., Khaliq, I. 2000. Path coefficient analysis for water use efficiency, evapo-transpiration efficiency, transpiration efficiency and some yield related. *Pak. J. Biol. Sci.*, 3: 313-317.
- Çağlar, Ö., Öztürk, A., Bulut, S. 2006. Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin Erzurum Ovası koşullarına adaptasyonu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(1): 1-7.
- Dewey, D.R., Lu, K.H. 1959. A Correlation and path-coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. *Agronomy Journal*, 51: 515-518.
- Doğan, R. 2002. Ekmeklik buğday hatlarının (*Triticum aestivum* L.) tane verimi ve kimi agronomik özelliklerinin belirlenmesi. *Uludag Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1): 149-158.
- Doğan, R., Senyiğit, E. 2016. Correlation and path coefficient analysis of yield and yield components in hexaploid triticale (*X Triticosecale* Wittmack) genotypes under Mediterranean conditions. *J. Biol. Environ. Sci.*, 10(28): 21-27.
- Gelalcha, S., Hanchinal, R.R. 2013. Correlation and path analysis in yield and yield components in spring bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under irrigated condition in Southern India. *African Journal of Agricultural Research*, 8(24): 3186-3192.
- Genç, İ. 1978. Cumhuriyet-75 Buğday Çeşidinde Bitki Başına Kardeş Sayısının Verim ve Verim Unsurlarına Etkileri Üzerine Bir Araştırma. Bilimsel İnceleme ve Araştırma Tezleri. Ç.Ü.Z.F. Yayınları, 21-127.
- Gençtan, T., Sağlam, N. 1987. Ekim zamanı ve ekim sıklığının üç ekmeklik buğday çeşidinde verim ve verim unsurlarına etkisi. Türkiye Tahıl Sempozyumu, Bursa, 171- 183.
- Gulmezoglu, N., Alpu, O., Ozer, E. 2010. Comparative performance of triticale and wheat grains by using path analysis. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16(4): 443-453.
- Gupta, A. K., Mittal, R. K., Ziauddin, A. 1999. Association and factor analysis in spring wheat. *Ann. Agri. Res.*, 20: 481-485.
- Işık, A. 2011. Trakya Bölgesine Uygun Verimli ve Kaliteli Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Belirlenmesi. NKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 116 s.
- Kara, B., Akman, Z. 2007. Yerel buğday ekotiplerinde özellikler arası ilişkiler ve path analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(3): 219-224.
- Kaya, A., Şanlı, A. 2009. Bazı ekmeklik (*Triticum aestivum* L.) ve makarnalık (*Triticum durum* L.) buğday çeşitlerinin Isparta ekolojik koşullarında verim ve bazı verim öğelerinin belirlenmesi. *Bitkisel Araştırma Dergisi* 2: 27-34.
- Kendal, E. 2013. Yazlık bazı ekmeklik buğday genotiplerinin Diyarbakır koşullarında verim ve kalite yönünden değerlendirilmesi. *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 16(3): 16-24.
- Khodarahmi, M., Amini, A., Bihamta, M.R. 2006. Correlations and path analysis of grain yield in triticale. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 37: 177-183.
- Korkut, K. Z., Sağlam, N., Başer, İ. 1993. Ekmeklik ve makarnalık buğdaylarda verimi etkileyen bazı özellikler üzerine araştırmalar. *Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Dergisi*, 2(2): 111-118.
- Kurt, P.Ö. 2012. Bazı İleri Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Hatlarının Bursa Koşullarında Verim ve Kalite Özellikleri Yönünden Performansının Araştırılması. U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, 81 s.
- Kurt, Ö., Yağdı, K. 2013. Bazı ileri ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) hatlarının Bursa koşullarında verim özellikleri yönünden

- performansının araştırılması. *Uludağ Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2): 19-31.
- Mohsin, T., Khan, N., Naqvi, F. N. 2009. Heritability, phenotypic correlation and path coefficient studies for some agronomic characters in synthetic elite lines of wheat. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7(3-4): 278-282.
- Nazar, H., Ereku, O., Koca, Y.O. 2012. Ekmeklik buğday çeşitlerinin tane verimi ve kalitesi üzerine farklı yaprak gübresi uygulamalarının etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2): 5-12.
- Okuyama, L.A., Federizzi, L.C., Neto, J.F.B., 2004. Correlation and path analysis of yield and its components and plant traits in wheat. *Ciência Rural*, 34(6): 1701-1708.
- Oral, E., Ülker, M. 2016. Triticale (*X Triticosecale* Wittmack) çeşitlerinde özellikler arası ilişkiler ve path analizi. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.*, 6(3): 153-160.
- Özgüven, N., Katkat, A.V. 1997. U.Ü. Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarının verimlilik durumunun belirlenmesi. *Uludağ Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 13: 43-54.
- Polat K.P.Ö., Cifci, E.A., Yağdı, K. 2015. Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.)’da tane verimi ile bazı verim öğeleri arasındaki ilişkilerin saptanması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 21: 355-362.
- Ramazani, S.H.R., Tajjali, H., Ghaderi, M.G. 2017. Correlation and path coefficient analysis for determining interrelationships among grain yield and related characters in Iranian genotypes of triticale. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 54(1): 35-39.
- Sakın, M.A., Yıldırım, A., Gökmen, S. 2004. Tokat Kazova koşullarında bazı makarnalık buğday genotiplerinin verim, verim unsurları ile kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(4): 481-489.
- Soylu, S., Akgün, N. 2003. Determination of hybrid vigor of yield and some of the yield components in various bread wheat crosses and their interrelationships by correlation and path analysis. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi. 58-62 13-17 Ekim 2003, Diyarbakır.
- Sözen, E., Yağdı, K. 2005. A research to determine agronomic traits of some advanced durum wheat lines. *Adnan Menderes University J. Agri. Faculty*, 2(2): 51-57.
- Tayyar, Ş., Gül, M.K. 2008. Evaluation of 12 bread wheat varieties for seed yield and some chemical properties grown in Northwestern Turkey. *Asian J. of Chemistry*, 20(5): 3715-3725.
- Tonk, F.A., İstipliler, D., Tosun, M. 2017. Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinde özellikler arası ilişkiler ve path analizi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 54(1): 85-89.
- Turan, İ. 2008. Kahramanmaraş Koşullarında Bazı Buğday, Arpa ve Triticale Çeşitlerinin Verim ve Verim Özelliklerinin Belirlenmesi. KSiÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 50 s.
- Usta, T. 2016. Kırşehir Ekolojik Koşullarında Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin (*Triticum aestivum* L.) Verim ve Verim Öğelerinin Belirlenmesi. AEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, 96 s.
- Ülker, H. 2017. Orta Anadolu Kurak Koşullarında Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Verim ve Bazı Agronomik Özelliklerinde Genetik İlerlemenin Belirlenmesi. AEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tez, 150 s.
- Yağdı, K. 2004. Bursa koşullarında geliştirilen ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) hatlarının bazı kalite özelliklerinin araştırılması. *U. Ü. Zir. Fak. Derg.*, 18(1): 11-23.
- Yıldırım, A., Sakin, M., Gökmen, S. 2005. Tokat Kazova koşullarında bazı ekmeklik buğday çeşit ve hatlarının verim ve verim unsurları yönünden değerlendirilmesi. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1): 63-72.
- Yücel, C., Baloch F.S., Özkan, H. 2009. Genetic analysis of some physical of bread wheat grain (*Triticum aestivum* L.emThell). *Turk.Agric.For.*, 33: 52.
- Yürür, N., Tosun, O., Eser, D., Geçit, H.H. 1981. Buğdayda anasap verimi ile bazı karakterler arasındaki ilişkiler. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler. *A.Ü. Zir. Fak. Yayınları*, 443-775.

Research Article

**Yield and Quality Feature of Some Silage Sorghum and Sorghum-Sudangrass Hybrid Cultivars
in Ecological Conditions of Kırşehir Province**

Hakan KIR*, Başak DURSUN ŞAHAN

Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Kırşehir, Turkey

*Corresponding author: hakankir@ahievran.edu.tr

Received: 27.12.2018

Received in Revised: 24.04.2019

Accepted: 25.06.2019

Abstract

This current study was conducted to determine adaption and quality characters of sorghum and sorghum-sudangrass hybrid during 2016-2017 summer growing seasons in Kırşehir province. The experimental was a randomized complete block design with three replications, three sorghum cultivars (Gözde 80, Early Sumac, Rox) and six sorghum-sudangrass (Aneto, Greengo, Teide, Sugar Graze, Gardavan, Jumbo) hybrid cultivars. There were significant differences in tested characters among sorghum and sorghum-sudangrass hybrid cultivars. According to average two years; dry matter yield of the cultivars was between 11855.3 (Gözde 80) and 28957.3 (Jumbo) kg ha⁻¹, crude protein yield was between 877.5 (Gözde 80) and 2799.8 (Jumbo) kg ha⁻¹ and digestible dry matter yield was between 7396.5 (Gözde 80) and 17908.3 (Jumbo) kg ha⁻¹. Crude protein ratio ranged from 7.3 (Gözde 80) to 10.4 (Aneto) %, ADF from 30.1 (Rox) to 37.4 (Early Sumac) %, NDF from 44.6 (Rox) to 57.2 (Early Sumac) %, ADL from 4.2 (Early Sumac) to 5.6 (Teide) % and digestible dry matter from 59.7 (Early Sumac) to 65.5 (Rox) %. To conclude; Greengo and Jumbo that had better results among the studied cultivars, are suggested as alternative forage crops in Kırşehir ecological condition.

Key words: Sorghum, yield, quality, crude protein, ADF, digestible dry matter.

**Kırşehir Ekolojik Koşullarında Bazı Silajlık Sorgum ile Sorgum-Sudanotu Melez Çeşitlerinin
Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi**

Özet

Bu araştırma Kırşehir ilinde 2016-2017 yaz yetiştirme sezonunda bazı sorgum ve sorgum-sudanotu melez çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerini belirlemek amacıyla tek lokasyonda yürütülmüştür. Bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülen bu çalışmada, üç sorgum (Gözde 80, Early Sumac, Rox) ve altı sorgum-sudanotu (Aneto, Greengo, Teide, Sugar Graze, Gardavan, Jumbo) melez çeşidi kullanılmıştır. Denemeye alınan sorgum ve sorgum-sudanotu melez çeşitleri arasında özellikler bakımından önemli derecede farklılıkların olduğu belirlenmiştir. İki yıllık ortalama sonuçlara göre; çeşitlerin kuru madde verimleri 1185.3 (Gözde 80) – 28957.3 (Jumbo) kg ha⁻¹, ham protein verimleri 877.5 (Gözde 80) ve 2799.8 (Jumbo) kg ha⁻¹ ve sindirilebilir kuru madde verimleri 7396.5 (Gözde 80) ve 17908.3 (Jumbo) kg ha⁻¹. Protein oranı % 7.3 (Gözde 80) - 10.4 (Aneto), ADF oranı % 30.1 (Rox) - 37.4 (Early Sumac), NDF % 44.6 (Rox) - 57.2 (Early Sumac), ADL % 4.2 (Early Sumac) - 5.6 (Teide) SKMO % 59.7 (Early Sumac) - 65.5 (Rox) arasında değişmiştir. Kırşehir ekolojik koşullarında verim ve kalite bakımından Jumbo çeşidi ile Greengo çeşidi alternatif bir yem bitkisi olarak yetiştirilebileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Sorgum, verim, kalite, ham protein, ADF, sindirilebilir kuru madde.

Introduction

The increasing high-quality forage needs as well as decreasing water resources seriously limit

the production of forage crops. Irregular distribution of precipitation in arid and semi-arid regions creates a great risk in corn cultivation and

makes irrigation the most important factor of the crop yield (Gençoğlan and Yazar, 1999). The decrease in the water resources used for agricultural production causes the farmers inevitably to change the crop pattern. The cultivation of sorghum is gradually increasing due to the efficient water use, low fertilizer requirement, advantages in erosion and weed control. Therefore, the importance of sorghum in animal feeding is better understood day by day. Breeding of sorghum cultivars with high adaptability, yield and quality makes sorghum a source of alternative summery forage crop. In addition, sorghum is the best crop adopted to arid ecologies having irregular seasonal rainfall distribution and high temperatures during the summer period. Sorghum is not sufficiently known in the Central Anatolia; thus, the cultivation area is very limited. Identifying the regional adaptation capabilities of sorghum and sorghum-sudangrass hybrids in the regions where water is scarce and extending the cultivation of varieties with well adapted and desired characteristics will benefit the economy of the region and the country (Tiryaki, 2005). Therefore, determining the quality characteristics is very important in sorghum and sorghum-sudangrass hybrid cultivation besides the selection of appropriate and efficient cultivars in the regions. The ADF and NDF ratios are the best indications of the energy capacity of a forage. The high NDF ratio in forage decreases the forage consumption by animals (Yavuz, 2005). Canbolat (2012) emphasized that crude protein content of sorghum was 7.4%, NDF ratio 53.7%, ADF ratio 30.1%, ADL ratio 6.3% and digestible dry matter (DDM) ratio 63.9%, and increased ADL ratio adversely affected the DDM ratio. The dry matter yields of five silage sorghum cultivars in Tokat ecological conditions were varied between 16615

and 9638 kg ha⁻¹, crude protein ratio between 12.98 and 8.31%, ADF ratio between 47.05 and 36.35% and NDF ratio between 71.39 and 59.98% (Karadağ and Uygur, 2013) Similarly, Pires et al. (2017) reported that NDF, ADF and lignin ratios of 19 sorghum and sudangrass in Brazil were ranged from 56.1 to 62.8%, from 32.7 to 38.8% and from 4.1 to 6.8%, respectively. Hemicellulose, compared to cellulose is easily reduced to volatile fatty acids by the bacterial flora in rumen. Pushparajah and Sinniah (2018) stated that crude protein ratio, ADF ratio and NDF ratio of Sugar Graze and Jumbo Plus cultivars were reported between 8.8 and 7.5%, 47.1 and 45.5% and 69.4 and 70.6%, respectively.

The aim of this study was to determine the yield and quality components of sorghum and sorghum-sudangrass hybrid cultivars in Kırşehir province which has a significant potential in livestock.

Material and Method

This research was carried out for two years in 2016 and 2017 under arid ecological conditions of Kırşehir province (39° 08' N, 34° 06' E ve 1084 m altitude). Three sorghum cultivars (Gözde 80, Early Sumac, Rox) and six sorghum-sudangrass hybrids (Aneto, Greengo, Teide, Sugar Graze, Gardavan, Jumbo) cultivars were used in the experiment. Soils of the experimental site were clayey, slightly alkaline (pH 7.96), non-saline (0.02%), highly calcareous (35.29%), low in organic matter (%1.09) and available phosphorus (19 kg ha⁻¹) and rich in potassium content (480 kg ha⁻¹) (Kacar and Katkat, 2014). Mean air temperatures from June to October in 2016, 2017 and long term were 22.33, 22.38 and 20.98 °C and total precipitations were 63.9, 34.8 and 66.4 mm (Table 1).

Table 1. Climate data of the experimental site

Months	Mean temperature (°C)			Total precipitation (mm)		
	2016	2017	Long Term	2016	2017	Long Term
June	21.0	20.7	19.6	16.1	18.4	36.8
July	24.2	23.9	23.1	5.8	0.4	6.8
August	25.7	23.5	22.9	-	16.0	4.9
September	18.4	21,4	18.2	42.0	-	11,6
Mean	22.3	22.4	21.0			
Total				63.9	34.8	66.4

The average temperatures were sufficient for sorghum, while total precipitations during the vegetation period was far below the desired annual precipitation (165.1 mm). Sorghum can be grown in areas with annual rainfall of 400-600 mm without irrigation, however, corresponding amount of required water should be met by irrigation in areas where rainfall is not sufficient (Açıkgöz, 2001). The

seed beds of 4-5 cm depth were opened using a hand marker at four rows spaced apart 60 cm from each other in each plot. Sowing was performed manually on June 2 in both years using 15 kg ha⁻¹ seeds. The experiment was conducted with a randomized block design with three replicates. The plot size in experimental field was 2.4 m x 5 m = 12 m². Fertilizers at a rate of 200 kg ha⁻¹ N and 100 kg

ha⁻¹ P₂O₅ and K₂O were used in sorghum plots (Salman and Budak, 2015). At the time of harvest, one row at the edge of each plot and 30 cm edges of the two middle rows were not evaluated due to the side effect (Karadağ and Özkurt, 2014). Sorghum cultivators and sorghum-sudangrass hybrids cultivators harvested at the soft dough stage (Geren and Kavut, 2009). Nitrogen contents of the cultivars were determined by Kjeldahl method and these values were multiplied by coefficient of 6.25 to calculate the crude protein ratios (AOAC, 2005). Crude protein yield was determined by multiplying the crude protein ratio by dry matter yield. Neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and acid detergent lignin (ADL) contents were determined using the ANKOM200 Fiber analyzer (Canbolat, 2012; Anonymous, 2019) according to the method reported by Van Soest et al. (1991). Digestible Dry Matter Ratio (DDMR) was calculated by using the equation (DDMR = 88.9-0.779 x ADF%) defined by Horrocks and Valentine (1999). Digestible dry matter yield (DDMY) was calculated by multiplying the DDMR by dry matter yield. The results were analyzed with the variance analysis according to the randomized block design with MSTAT-C statistical software, and the differences among the treatments were compared with the Duncan test (Petersen, 1994).

Results and Discussion

Dry matter yield

The effects of cultivars and year x cultivar interaction on dry matter yield were statistically significant at P<0.01 level, but the impact of the year was not significant (Table 2). The highest dry matter yield (28957.3 kg ha⁻¹) was obtained from Jumbo cultivar. Dry matter yield of Gözde 80 (11855.3 kg ha⁻¹), Gardavan (12607.3 kg ha⁻¹), Sugar Graze (14326.7 kg ha⁻¹) and Rox (14957.0 kg ha⁻¹) cultivars were not significantly different from each other and included in the low statistical group (Table 3). Early Sumac and Gardavan cultivars which were in the same statistical group for the first year were placed at the different groups in the second year of the study. The dry matter yield variation of Early Sumac and Gardavan cultivars in years led to the importance of year x cultivar interaction (Table 2). The dry matter yields obtained in this study were higher than those of Güneş and Acar (2005) and Karadağ and Özkurt (2014) and were lower compared to those of Acar et al. (2002), Salman and Budak (2015) and Özköse et al. (2015). The differences between the reported results may be due to the differences in harvest times and ecological conditions of research areas, status of the first and the second crop cultivations, and the

genetic characteristics of the cultivars used in studies.

Crude protein yield

The effects of cultivars and cultivar x year interaction on crude protein yield were statistically important whereas the difference between years was insignificant (P<0.01) (Table 2). Crude protein yield, which is directly related to dry matter yield and crude protein ratio, is very important in animal nutrition (Keskin et al., 2005). Jumbo cultivar was included in the high statistical group in terms of crude protein content. The highest crude protein yield (2799.8 kg ha⁻¹) was obtained from Jumbo cultivar due to the excess dry matter yield of the per unit area (Table 3). Gözde-80 cultivar that was in the low crude protein and dry matter yield group, was also in the lowest crude protein yield (877.5 kg ha⁻¹) group. Rox and Teide cultivars were in the same statistical group in the first year of the study, while they took place in different group for the second year of the study. The difference between years caused year x cultivar interaction to be important (Table 2). The findings obtained in this study are in consistent with the results of Acar et al. (2002), Güneş and Acar (2005), Keskin et al. (2005), Geren and Kavut (2009), Salman and Budak (2015).

Crude protein ratio

Year and cultivars had a statistically significant effect on the crude protein ratio and caused differences among the cultivars, however the effect of year x cultivar interaction was insignificant (P <0.01) (Table 2). The highest crude protein ratio was obtained from Aneto cultivar with 10.4%, and the lowest was found in Gözde-80 with 7.3% (Table 4). The crude protein content (9.2%) in the first year was higher compared to the crude protein content (8.6%) of the second year (Table 4). Keskin et al. (2005) stated that the mean crude protein ratio of Gözde-80 cultivar varied between 5.2 and 5.9% in Van conditions and delaying harvest time would lead to a reduction in crude protein ratio. Parlak and Özaslan (2006) indicated that crude protein ratios of Rox and Early Sumac cultivars under ecological conditions of Ankara were between 7.9 and 10.0% and 8.1% to 10.6%. Salman and Budak (2015) reported that crude protein ratios of Aneto, Greengo and Gardavan cultivars in Ödemiş location were 8.8%, 9.0% and 9.6% while crude protein ratios in Bayındır location were 7.0%, 7.1% and 9.6%, respectively. Pires et al. (2017) found that crude protein ratios of 19 sorghum and sorghum-sudangrass hybrid cultivars were between 11.8 and 15.5% in a study conducted at Embrapa-National Corn and Sorghum Research Center. The differences in ecological conditions, cultivars,

maintenance and treatments caused the differences in crude protein ratios reported by various researchers.

Table 2. Summer of variance analysis

Analysis of Variance	Df	Dry matter yield (kg ha ⁻¹)	Crude protein yield (kg ha ⁻¹)	Crude protein (%)	ADF (%)	NDF (%)	ADL (%)	Digestible dry matter (%)	Digestible dry matter yield (kg ha ⁻¹)
<i>Year</i>	1	ns	ns	**	**	**	*	**	ns
<i>Error1</i>	4								
<i>Cultivars</i>	8	**	**	**	**	**	**	**	**
<i>YxC</i>	8	**	**	ns	**	**	**	**	**
<i>Error</i>	32								
CV(%)		11.4	10.3	5.2	2.0	2.2	8.7	0.8	11.3

CV: Coefficient of variation. Y: Year, C: cultivar, ns: non significant ** p<0.01 * p<0.05.

Table 3. Dry matter and crude protein yield of some silage sorghum and sorghum-sudangrass hybrid cultivars.

	Dry matter yield (kg ha ⁻¹)			Crude protein yield (kg ha ⁻¹)		
	2016	2017	Mean	2016	2017	Mean
ANETO	15782.3 c ⁺⁺	17014.7 cd ⁺⁺	16398.5 cd ⁺⁺	1658.8 b ⁺⁺	1759.7 bc ⁺⁺	1708.8 bc ⁺⁺
EARLY SUMAC	15877.3 c	19087.3 bc	17482.3 bcd	1317.3 cd	1561.0 c	1439.2 cde
GARDAVAN	13527.7 c	11687.0 e	12607.3 e	1351.3 cd	1086.0 d	1218.7 e
GÖZDE 80	13984.0 c	9726.7 e	11855.3 e	1093.3 e	661.7 e	877.5 f
GREENGO	18367.7 b	22540.7 b	20454.2 b	1633.0 b	1921.0 b	1777.0 b
JUMBO	28480.3 a	29434.3 a	28957.3 a	2830.7 a	2769.0 a	2799.8 a
ROX	15869.3 c	14044.7 de	14957.0 de	1499.3 bc	1196.7 d	1348.0 de
SUGAR GRAZE	14857.7 c	13795.7 de	14326.7 de	1241.7 de	1078.3 d	1160.0 e
TEİDE	15890.7 c	21277.6 bc	18584.2 bc	1518.7 bc	1722.3 bc	1620.5 bcd
MEAN	16959.8	17623.2	17291.4	1571.5	1528.4	1549.9

⁺⁺ Means followed by the same letter in the same column are statistically not significant (p<0.01).

ADF ratio

The ADF ratio was significantly changed between years and cultivars. The effects of year x cultivar had also significant (P<0.01) on ADF ratio (Table 2). Rox and Aneto cultivars were in the low ADF ratio group, Early Sumac had the highest ADF ratio (Table 4). The ADF ratio is inversely proportional to digestibility, thus cultivars with low ADF ratio can be expressed as cultivars of higher quality. The first year mean ADF ratio (33.0%) was lower than the second year (34.5%). Aneto cultivar had a statistically higher ADF ratio compared to Gardavan cultivar in the second year whereas both cultivars were in the same ADF ratio group for the first year of the study (Table 4). The ADF ratios of sorghum and sorghum-sudangrass hybrid cultivars under Tokat ecological conditions were between 36.4 and 47.1% (Karadağ and Uygur, 2013) and 39.1 and 40.9% (Karadağ and Özkurt, 2014). Similar ADF ratios (32.9-36.3%) were also reported by Millner et al. (2011) in New Zealand-Manawatu ecological conditions. However, Pires et al. (2017) reported higher ADF ratios (62.4-56.1%) for sorghum-sudangrass hybrid cultivars in a study conducted at the Brazil Embrapa-Sorghum Research Institute.

The difference between the ADF ratios obtained in this study (30.1-37.4%) and the ADF ratios in the other studies was probably related to the differences in cultivars used and ecologies of experimental sites.

NDF ratio

The effects of cultivars, year and year x cultivar interaction on NDF ratio were significantly important (P<0.01) (Table 2). The lowest NDF ratio (44.6%) was obtained with Rox cultivar, while the highest NDF ratio was obtained from Greengo and Early Sumac cultivars (56.8 and 57.2%) (Table 5). Since ADF and NDF have similar cell wall structural compounds, similarity between ADF and NDF ratios in a forage is an expected phenomenon. Therefore, the first year NDF ratio, as in the ADF values, was lower than the second year. The NDF ratios of cultivars varied depending on the years of the study. Aneto, Gardavan, Gözde 80 and Rox cultivars were in the same statistical group for the first year. Similarly, this cultivars, except Rox cultivar was included in the same statistical group for the second year (Table 5). But Rox cultivar was in the statistically low NDF group. The two-year average of

NDF ratio (51.2%) obtained in this study was similar to that of Siefers et al. (1997) but it was lower than those reported by Millner et al. (2011), Nazlı et al. (2013) and Karadağ and Özkurt (2014), Delaying the harvest time of sorghum increases the ratio of

cellulosic structures, a cell wall component. The differences among the NDF ratios reported by different researchers may be due to the differences in the ecologies of research areas, as well as the harvesting during different maturity periods.

Table 4. Crude protein and ADF ratio of some silage sorghum and sorghum-sudangrass hybrid cultivars

	Crude protein (%)			ADF (%)		
	2016	2017	Mean	2016	2017	Mean
ANETO	10.5 a ⁺⁺	10.3 a ⁺⁺	10.4 a ⁺⁺	30.4 e ⁺⁺	31.4 d ⁺⁺	31.0 e ⁺⁺
EARLY SUMAC	8.3 de	8.2 d	8.3 de	37.4 a	37.5 a	37.4 a
GARDAVAN	10.0 ab	9.3 bc	9.6 abc	30.4 e	33.4 c	31.9 de
GÖZDE 80	7.8 e	6.8 e	7.3 f	32.4 d	34.9 b	33.7 c
GREENGO	8.9 cd	8.5 cd	8.7 de	35.4 b	36.7 a	36.1 b
JUMBO	10.0 ab	9.4 b	9.7 ab	34.1 c	36.4 a	35.2 b
ROX	9.5 bc	8.6 bcd	9.0 bcd	30.6 e	29.5 e	30.1 f
SUGAR GRAZE	8.4 de	7.8 d	8.1 ef	30.7 e	34.0 bc	32.4 d
TEİDE	9.6 bc	8.1 d	8.8 cde	35.2 bc	36.3 a	35.8 b
MEAN	9.2 A ^{**}	8.6 B	8.9	33.0 B	34.5 A ^{**}	33.7

⁺⁺ Means followed by the same letter in the same column are statistically not significant ($p < 0.01$).

^{**} Means followed by the same letter in the same line are statistically not significant ($p < 0.01$).

Table 5. NDF and ADL ratio of some silage sorghum and sorghum-sudangrass hybrid cultivars

	NDF (%)			ADL (%)		
	2016	2017	Mean	2016	2017	Mean
ANETO	45.6 d ⁺⁺	51.8 bc ⁺⁺	48.7 c ⁺⁺	4.7 b ⁺⁺	4.4 b ⁺⁺	4.6 bc ⁺⁺
EARLY SUMAC	57.0 a	57.5 a	57.2 a	3.4 c	4.9 ab	4.2 c
GARDAVAN	45.3 d	51.2 c	48.3 c	5.7 a	5.2 a	5.4 a
GÖZDE 80	45.6 d	51.4 c	48.5 c	5.5 ab	5.5 a	5.5 a
GREENGO	56.0 a	57.5 a	56.8 a	4.9 ab	5.6 a	5.2 ab
JUMBO	54.2 b	54.0 b	54.1 b	3.5 c	5.0 ab	4.3 c
ROX	45.7 d	43.5 d	44.6 d	4.7 b	4.4 b	4.6 bc
SUGAR GRAZE	47.3 c	52.2 bc	49.8 c	5.1 ab	5.2 a	5.2 ab
TEİDE	53.3 b	53.0 bc	53.2 b	5.5 ab	5.6 a	5.6 a
MEAN	50.0 B	52.5 A ^{**}	51.2	4.8 B	5.1 A [*]	4.9

⁺⁺ Means followed by the same letter in the same column are statistically not significant ($p < 0.01$).

^{*} Means followed by the same letter in the same line are statistically not significant ($p < 0.05$).

^{**} Means followed by the same letter in the same line are statistically not significant ($p < 0.01$).

ADL ratio

The variability in ADL ratios between years were statistically significant at $P < 0.05$ level, in addition the effect of cultivars and year x cultivar interaction on ADL ratio were significant at $P < 0.01$ level (Table 2). The low ADL ratio group was composed of Early Sumac, Jumbo, Aneto and Rox cultivars, while other cultivars were in the high statistical group (Table 5). The mean ADL ratio (5.1%) in the second year of the study was higher than the ADL ratio (4.8%) in the first year. The Aneto and Teide cultivars which were in the same statistical group for the first year took place in the different ADL groups for the second year and the differences led to the year x cultivar interaction to be significant (Table 2). Lignin, a structural carbohydrate provides structural support to the

plant tissues as well as hardness. Lignin content varies depending on the plant maturation and weather conditions (Ayaz et al., 2013). The excess of structural carbohydrates such as ADL reduces the quality of hay or feed by reducing the consumption and digestion. The ADL ratios obtained were similar to those reported by Pedersen et al. (1982) and Atis et al. (2012) whereas lower than that of Canbolat (2012). The differences between the ADL ratios reported by the various researchers are related to differences in cultivars used, leaves/stem ratio of cultivars as well as the responses of cultivars to the growing environment.

Digestible dry matter ratio

The effects of year, cultivars and year x cultivar interaction on digestible dry matter (DDM)

ratio were significant ($P < 0.01$) (Table 2). The Rox and Aneto cultivars which had low ADL ratios were included to the high statistical group of DDM ratio (Table 6). Similar to our findings, Geren et al. (2003) indicated that high ADL ratio of plant tissues causes decreases in DDM ratio values. Early Sumac cultivar with high ADL ratio had the lowest DDM ratio (Table 5). The difference in DDM ratio of cultivars between years led to the difference of year x cultivar interaction. Aneto, Gardavan, Rox and Sugar Graze

were in the same statistical group for the first year of the study. However, Gardavan and Sugar Graze were in the same DDM ratio group for the second year of the study, and the other cultivars were in different statistical groups. Rox cultivar had the highest DDM ratio in both years (Table 6). The DDM ratios obtained in this study were lower compared to those reported by Kaplan and Kızılsimşek (2012) similar to those of Canbolat (2012) and higher than the findings of Akdeniz et al. (2003).

Table 6. Digestible dry matter ratio and digestible dry matter yield of some silage sorghum and sorghum-sudangrass hybrid cultivars

	Digestible dry matter (%)			Digestible dry matter yield (kg ha ⁻¹)		
	2016	2017	Mean	2016	2017	Mean
ANETO	65.2 a ⁺⁺	64.4 b ⁺⁺	64.8 ab ⁺⁺	10288.7 bc ⁺⁺	10966.0 bcd ⁺⁺	10626.8 bcd ⁺⁺
EARLY SUMAC	59.8 e	59.7 e	59.7 f	9474.7 c	12005.6 bc	10740.2 bcd
GARDAVAN	65.2 a	62.9 c	64.0 bc	8821.3 c	6978.0 ef	7899.7 ef
GÖZDE 80	63.7 b	61.7 d	62.7 d	8906.6 c	5887.3 f	7396.5 f
GREENGO	61.3 d	60.3 e	60.8 e	11258.3 b	13592.7 b	12425.5 b
JUMBO	62.4 c	60.6 e	61.5 e	17758.0 a	18058.7 a	17908.3 a
ROX	65.0 a	66.0 a	65.5 a	10319.3 bc	9267.0 cde	9796.2 cde
SUGAR GRAZE	65.0 a	62.5 cd	63.7 c	9653.7 c	8616.3 def	9135.0 def
TEIDE	61.5 cd	60.6 e	61.0 e	9771.3 bc	13135.6 b	11453.5 bc
MEAN	63.2 A ^{**}	62.1 B	62.6	10694.4	10945.3	10819.9

⁺⁺ Means followed by the same letter in the same column are statistically not significant ($p < 0.01$).

^{**} Means followed by the same letter in the same line are statistically not significant ($p < 0.01$).

Digestible dry matter yield

The cultivars factor and year x cultivar interaction had significant effects ($P < 0.01$) on digestible dry matter yield (DDMY) of cultivars, however the effect of year was not significant (Table 2). The highest DDMY (17908.3 kg ha⁻¹) was obtained in Jumbo cultivar which had a low lignin ratio. Gözde 80 (7396.5 kg ha⁻¹), Gardavan (7899.7 kg ha⁻¹) and Sugar graze (9135.0 kg ha⁻¹) cultivars which had high lignin ratios yielded statistically significant low DDM yield (Table 6). Jung and Vogel (1992) stated that high ratio of lignin negatively affects the degradability of cells and decreases the digestibility of feed. The DDMY, calculated by multiplying digestibility and DMY, is directly affected by DDM ratio and DMY (Akdeniz et al., 2003). The DDM yields of cultivars, similar to the DDM ratio and DMY, have also varied between years. The Early Sumac and Gardavan cultivars were in the same group for the first year, whereas they were in the different statistical groups for the second year and two-year averages (Table 6). The

DDM ratios obtained in this study were lower compared to those reported by Akdeniz et al. (2003) and higher than the findings of Karadağ and Özkurt (2014).

Conclusion

In this study, the yield and quality components of sorghum and sorghum-sudangrass hybrid cultivars were determined in Kırşehir ecological condition which has significant potential for livestock. The results revealed that Greengo cultivar along with Jumbo can be considered suitable for the Kırşehir and surrounding region with similar ecological conditions. In addition, the cultivation of sorghum and sorghum-sudangrass hybrid which will be helpful to meet the quality forage need should be increased.

Acknowledgement

The first-year data of this two-year study was used in the thesis of Başak DURSUN ŞAHAN whom I have been advising.

References

- Acar, R., Akbudak, M., Sade, B. 2002. The determination of yield and some yield components of sorghum-sudangrass hybrid cultivars for silage production in Konya ecological conditions. Selcuk University Faculty of Agriculture Journal, 16(29): 88-95.
- Açıkgöz, E. 2001. *Yem Bitkileri*. Uludağ Üniversitesi, Bursa 2001, 568 p.
- Akdeniz, H., Karslı, A. M., Nursoy, H., Yılmaz, İ. 2003. Determination of the chemical composition and digestible dry matter yields of some grain sorghum varieties. 27(6): 1349-1355.
- Anonymous, 2019. Analytical Methods Fiber Analyzer A200. Retrieved from www.ankom.com/analytical-methods-support/fiber-analyzer-a200.
- AOAC, 2005. *Official methods of analysis. association of official analytical chemists (18th)*, (18th ed.) Association of Official Analytical Chemists International, Maryland, USA.
- Atis, I., Konuskan, O., Duru, M., Gozubenli, H., Yılmaz, S. 2012. Effect of harvesting time on yield, composition and forage quality of some forage sorghum cultivars. International Journal of Agriculture and Biology, 14(6): 879-886.
- Ayaz, M., Özpınar, H., Yaman, S., Acar, A., Yasemin, A., Yavrutürk, Y., Niksarlıgil, F., Serhat, A., Aygün, Y. 2013. Analysing yield and quality characteristics of silage maize cultivars which are used commonly or may be use for main crop. Harran Journal of Agricultural, 17(2): 23-35.
- Canbolat, Ö. 2012. Comparison of İnvitro gas production, organic matter digestibility, relative feed value and metabolizable energy contents of some cereal forages. Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University, 18(4): 571-577.
- Gençoğlan, C., Yazar, A. 1999. The effects of deficit irrigations on corn yield and water use efficiency. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23: 233-241.
- Geren, H., Avcıoğlu, R., Kır, B., Demiroğlu, G., Yılmaz, M.F., Cevheri, A.C. 2003. Effect of different sowing dates on the yield and quality characteristics of some maize cultivars grown as second crop for silage. Ege Journal of Agricultural Research, 40(3): 57-64.
- Geren, H., Kavut, Y.T. 2009. An investigation on comparison of sorghum (*Sorghum* sp.) species with corn (*Zea mays* L.) grown under second crop production. Ege Journal of Agricultural Research, 46(1): 9-16.
- Güneş, A., Acar, R. 2005. The determination of growing possibilities of sorghum-sudangrass cultivars as second crop under Karaman ecological conditions. Selcuk University Faculty of Agriculture Journal, 19(35): 8-15.
- Horrocks, R.D., Valentine, J.F. 1999. *Harvested Forages*. Academic Press, 415 p.
- Jung, H.J.G., Vogel, K.P. 1992. Lignification of switchgrass (*Panicum virgatum*) and big bluestem (*Andropogon gerardii*) plant parts during maturation and its effect on fibre degradability. Journal of the Science of Food and Agriculture, 59(2): 169-176.
- Kacar, B., Katkat, A.V. 2014. *Gübreler ve Gübreleme Tekniği*. Nobel Yayın Dağıtım, 574 p.
- Kaplan, M., Kızılsimşek, M. 2012. Determination of nutritional values of different grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.) strains and varieties. Erciyes University Journal of Natural and Applied Sciences, 28(1): 11-14.
- Karadağ, Y., Uygur, E. 2013. Determining of adaptation ability of some sorghum cultivar for silage as second crop in Tokat ecological conditions. 10. Field Crops Congress of Turkey, Konya.
- Karadağ, Y., Özkurt, M. 2014. Effect of different row spacings on the yield and quality of silage sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) cultivars to be second crop grown. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University, 31(1): 19-24.
- Keskin, B., Yılmaz, İ. H. and Akdeniz, H. 2005. Yield and yield component of forage sorghum hybrid (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* Stapf.) as influenced by varieties and maturity. Journal of the Faculty of Agriculture, 36(2): 145-150.
- Millner, J. P., Silungwe, D. and McGill, C. R. 2011. Forage quality of sorghum, sudan-grass sorghumx sudangrass and pearl millet cultivars in manawatu. Agronomy New Zealand, 41: 13-22.
- Nazlı, İ., R., İnal, İ., Kuşvuran, A., Sezer, M., C., Tansı, V. 2013. Determination of yield and quality properties of some sorghumx sudangrass hybrid cultivars under Cukurova conditions. 10. Field Crops Congress of Turkey, Konya.
- Özköse, A., Mülâyim, M., Acar, R. 2015. Effect of row spacing on some yield and yield components of silage sorghum cultivars in Konya conditions. Selcuk University Faculty of Agriculture Journal, 2(1): 10-18.
- Parlak, M., Özaslan, A. 2006. The effect of different irrigation water salinities on silage sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) yield and soil

- salinity. Journal of Agricultural Sciences, 12(1): 8-13.
- Pedersen, J., Gorz, H.J., Haskins, F.A., Ross, W. 1982. Variability for quality and agronomic traits in forage sorghum hybrids. Crop Science, 22:4, 853-856.
- Petersen, R.G. 1994. *Agricultural Field Experiments: Design and Analysis*. CRC Press, 426, 105 p.
- Pires, D.A. d. A., Moura, M.M.A., Costa, R.F., Rodrigues, J.A.S., Alves, K.A. 2017. Nutritional characteristics of sorghum hybrids hay (*Sorghum sudanense* vs. *Sorghum bicolor*). Acta Scientiarum. Animal Sciences, 39(3): 229-234.
- Pushparajah, S., Sinniah, J. 2018. Evaluation of dry matter yield and nutritive value of sugar graze and Jumbo plus at different spacing in the yala season in the dry zone of Sri Lanka. Pushparajah and Sinniah Agric & Food Secur (2018) 7:22 7(1): 22.
- Salman, A., Budak, B. 2015. A study on yield and yield properties of different varieties of hybrid sorghum x sorghum sudan grass (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* Stapf.). Journal of Adnan Menderes University Agricultural Faculty, 12(2): 93-100.
- Siefers, M., Turner, J., Huck, G., Anderson, S., Bolsen, K., Young, M.A., Pope, R.V. 1997. Agronomic and silage quality traits of forage sorghum cultivars in 1995 Kansas Agric. Exp. Sta. Rep. Prog., 783: 75-79.
- Tiryaki, İ. 2005. Sorghum: genetics root, usage, breeding techniques and biotechnological developments. K.S.U Journal of Science and Engineering, 8(1): 84-90.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci, 74(10): 3583-3597.
- Yavuz, M. 2005. Detergent fiber system. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University, 2005(1) 93-96.

Araştırma Makalesi

Sivas Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Domuz Ayrığı (*Dactylis glomerata* L.) Çeşitlerinin Bazı Agronomik ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Tolga KARAKÖY^{1*}, Yeter ÇİLESİZ², Serap KIZIL AYDEMİR³

¹Department of Crop and Animal Production, Vocational School of Sivas, University of Cumhuriyet, Sivas, Turkey

²Institute of Natural and Applied Sciences, University of Mustafa Kemal, Hatay, Turkey

³Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Bilecik Seyh Edebali University, Bilecik, Turkey

*Sorumlu yazar: tolgakarakoy73@hotmail.com

Geliş Tarihi: 24.01.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 06.03.2019

Kabul Tarihi: 25.06.2019

Özet

Bu araştırma, farklı orijinli beş adet domuz ayrığı çeşidinin (Lucullus, Lidaglo, Lidacta, Ayfam ve Doğu Yıldızı) Sivas ekolojik koşullarında bazı agronomik ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 2016-2018 yılları arasında, Sivas/Merkez ve Sivas/Ulaş olmak üzere iki farklı lokasyonda yürütülmüştür. Araştırmada, domuz ayrığı çeşitlerinin ana sap uzunluğu (cm), ana sap kalınlığı (mm), bayrak yaprağın boyu (cm), bayrak yaprağın eni (mm), boğum arası uzunluk (cm), ana saptaki boğum sayısı (adet), yaş ot verimi (kg/da), kuru madde verimi (kg/da), kuru madde oranı (%), ham selüloz (%), ham protein (%), ham yağ (%), ham kül (%), ADF ve NDF özellikleri incelenmiştir. İki yıllık ortalama verilere göre, Lucullus, Lidacta ve Lidaglo domuz ayrığı çeşitleri, Ayfam ve Doğu yıldızı çeşitlerinden daha yüksek kuru madde ve ham protein verimine sahip olurken, Doğu yıldızı ve Ayfam çeşitlerinin ise NDF oranlarının yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırma bulgularına göre, Sivas ekolojik koşullarında Lucullus, Lidacta ve Lidaglo çeşitlerinin yetiştirilmesi ile daha fazla ve kaliteli ot verimi elde edileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Domuz ayrığı, kuru madde verimi, kalite.

Evaluation of Some Agronomical and Quality Parameters of Orchard Grass (*Dactylis glomerata* L.) Cultivars in Sivas Ecological Conditions

Abstract

This research was conducted to determine some agronomical and quality properties of five Orchard grass cultivars (Lucullus, Lidacta ve Lidaglo, Ayfam and Dogu Yildizi) under Sivas ecological conditions in Sivas during the years of 2016-2018. In the research, length and thickness of main stem, length and width of flag leaf, length of internode, number of internode, fresh forage herbage, dry matter yield, dry matter ratio, crude ash, crude protein, crude fat, crude cellulose, ADF (Acid Detergent Fiber) and NDF (Neural Detergent Fiber) content were studied. According to the two year average data, Lucullus, Lidacta and Lidaglo are distinct varieties, Ayfam and Dogu Yildizi varieties have higher dry matter yield and crude protein efficiency while the Dogu yildizi and Ayfam varieties are high in NDF ratios has been identified. From the results of the study, it was concluded that cultivar Lucullus, Ayfam and Lidaglo, with higher crude protein yield than that of cultivar Dogu Yildizi, could be grown under ecological conditions of Sivas.

Key words: Orchard grass, dry matter yield, quality.

Giriş

Domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.), buğdaygiller familyası (*Poaceae*)'nın yumak oymağı (*Festuceae*) içindeki en küçük cinslerden biridir. Avrupa, Kuzey Afrika ve Asya'nın ılıman bölgelerinin doğal bir türüdür (Whyte ve ark., 1975). İklim koşullarına göre bitki boyu 60-200 cm arasında değişmekte olup saplarda yaprak sayısı az taban kısmında boldur. Yaprak karakterleri çevre şartlarına bağlı olarak farklılık gösterebilir. Gelişimini gündüz 22 °C, gece 12 °C olduğu sıcaklıklarda en iyi şekilde tamamlar. 28 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda gelişimi ve büyümesi azalır. Tuzlu topraklarda ve taban suyu yüksek olan alanlarda iyi yetişmez (Gençkan, 1983). Özellikle ilkbaharda nöbetle otlatmaya uygun bir bitkidir. Saçak kök sistemine sahiptir. Kökler fazla toprak derinine inebildiği için kuraklığa toleranslıdır. Ülkemizin neredeyse tüm bölgelerinde yetişebilmektedir. Dünya'nın nemli ılıman bölgelerindeki birçok ülkede mera bitkisi, kuru ot, yeşil ot ve silaj bitkisi olarak yetiştirilir. Vejetatif gelişme döneminde domuz ayrığının besleme değeri yoncaya yakinken tam çiçeklenme döneminde bu değer yoncunun yarısı kadardır (Jung ve Baker, 1985).

Ülkemiz genelinde hayvanların yem ihtiyacının karşılandığı en önemli kaynaklar meralardır. Fakat mera verimi ve yem bitkileri üretimi maalesef istenilen düzeyde değildir. Türkiye çeşitli toprak ve iklim tiplerine sahip olması nedeniyle birçok yem bitkisinin yetiştirilmesine uygun bir konumdadır ve bu yem bitkilerinin çoğunun gen merkezidir (Ayan ve ark., 2011). Buna rağmen ülkemizde toplam tarla bitkileri içerisinde yem bitkileri yetiştirilen alan %5-6 gibi bir paya sahipken, gelişmiş ülkelerde bu oran %30-50'lerdedir. Bu sonuçlar ülkemizde yem bitkileri tarımının olması gerekenden çok daha az düzeyde olduğunu göstermektedir (Hatipoğlu ve ark., 2009). Domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.), meraların iyileştirilmesinde ve yapay mera oluşturulmasında, yaprak, dal ve yumak formu sapsarıyla yüzey akışına geçen sulara karşı erozyon kontrolünde önemli bir yere sahiptir.

Hayvanlar tarafından sevilerek yenen domuz ayrığı, çim formunda yumaklar halinde yetişen, besin değeri yüksek, çok yıllık, kuraklığa dayanıklı ve gölgeye toleranslı bir yem bitkisidir. Sulak alanlarda yüksek ot verimine sahiptir. Diğer taraftan domuz ayrığı kumsal alanlarda, yol kenarlarında, deniz kıyısında, çayırda, seyrek ağaçlıklı yerlerde ve yüksek rakımlı tepelerde yetişebilmektedir. Bu durum, domuz ayrığının değişik iklim ve toprak koşullarına adaptasyon

kabiliyetinin yüksek olduğunu göstermektedir. Domuz ayrığının yem değeri, gelişim dönemlerine göre farklı olabilmektedir. Yem değeri başaklanma başlangıcından sonra oldukça düşmektedir. Bu nedenle otlatılma dönemi iyi ayarlanmalıdır (Altın, 1991).

Domuz ayrığı kültür çeşitlerinin yanında, yabani formlarının da ıslah programlarına alınarak, doğal yaşam alanlarının bulunduğu yörelerde, adaptasyon yeteneği, verim ve kalite özellikleri bakımından yüksek değerlere sahip olan, yeni çeşit/çeşitlerin geliştirilerek üreticilerin hizmetine sunulması yem bitkileri tarımı açısından son derece önem taşımaktadır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmaya konu olan tarla denemesi, 2016, 2017 ve 2018 yıllarında Sivas ilinde iki farklı lokasyonda (Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Araştırma ve Uygulama Alanında) Sivas-Merkez ve Sivas-Ulaş ilçesinde olmak üzere 2 farklı lokasyonda, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Sıra arası 30 cm, parsel sıra sayısı 8, parsel sıra uzunluğu 5 m, parsel alanı $0.30 \times 8 \times 5 = 12 \text{ m}^2$ olacak şekilde ekim işlemi gerçekleştirilmiştir. Hasatta birer sıra ve parselin alt ve üst kısmından 0.5 m kenar tesiri bırakılmış olup, $0.30 \times 6 \times 4 = 7.2 \text{ m}^2$ lik alan hasat edilmiştir.

Araştırmada ekim, bakım vb. işlemlerin tamamı eksiksiz olarak yerine getirilmiştir. Bitkilerin yetişme dönemi boyunca saf olarak 10-15 kg/da P_2O_5 ve azotlu gübreleme yapılmıştır. Fide döneminde, elle yolma ve çapalama suretiyle 2 kez yabancı otlarla mücadele yapılmıştır. Tesis yılında (2016), gerekli bakım ve biçim işlemleri yerine getirilmiş olup, belirtilen veriler 2017 ve 2018 yılında alınmıştır. Bitkinin gelişme dönemi boyunca biçim zamanına kadar 1. lokasyonda toplam 5 kez, 2. lokasyonda toplam 6 kez sulama yapılmıştır. 1. lokasyonda (Sivas-Merkez) her iki yılda da toplam 3 kez, 2. lokasyonda (Sivas-Ulaş) her iki yılda da toplam 4 kez biçim gerçekleştirilmiştir. Sulama ve diğer bakım işlemleri iklim koşullarına bağlı olarak gerektiğinde eksiksiz olarak yerine getirilmiştir.

Denemenin yürütüldüğü 2017 ve 2018 yıllarına ait ortalama sıcaklık ve yağış miktarları Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde, Sivas/Merkez ve Sivas/Ulaş lokasyonunda, 2018 yılı yetiştirme döneminde kaydedilen sıcaklık değerleri 2017 yılına oranla daha yüksek olduğu görülmektedir. Her iki lokasyonda ve yetiştirme döneminde kaydedilen yağış değerleri incelendiğinde (Çizelge 1), 2017 yılında 2018 yılına oranla daha fazla yağış düştüğü saptanmıştır. Tarla denemelerinin yürütüldüğü yıllarda ortalama

değerler dikkate alındığında, Sivas/Merkez lokasyonu, Sivas/Ulaş lokasyonuna göre daha yağışlı ve daha serin bir iklime sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Deneme toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir. Deneme alanı toprağı Sivas/Merkez ve Sivas/Ulaş lokasyonlarında sırasıyla, siltli killi tın bünyeye sahip, hafif alkalin (7.35-7.02), tuzsuz (0.39-0.34), yarayışlı fosfor (P_2O_5) içeriğı düşük (3.35-5.19 kg/da), potasyum

(K_2O) içerikleri yüksek (92.34-91.54 kg/da), organik madde içeriğı düşük (%1.8-1.7), kireçli (%18.9-19.3) olarak belirlenmiştir.

Denemede, ana sap uzunluğu (cm), ana sap kalınlığı (mm), bayrak yaprağın boyu (cm), bayrak yaprağın eni (mm), boğum arası uzunluk (cm), ana saptaki boğum sayısı (adet), yaş ot verimi (kg/da), kuru madde verimi (kg/da) ve bazı kalite özellikleri incelenmiş, elde edilen verilere MSTAT-C istatistik paket programında varyans analizi uygulanmıştır.

Çizelge 1. Denemenin yürütüldüğü 2017 ve 2018 yıllarına ait ortalama sıcaklık ve yağış miktarları*

Meteorolojik parametreler	Yıllar	Aylar**											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sivas/Merkez Ortalama sıcaklık (°C)	2017	-2.8	1.8	5.6	11.9	13.1	18.3	20.3	23.0	15.4	11.3	4.4	-4.1
	2018	0.4	4.2	8.6	12.0	15.0	19.0	22.1	21.8	20.8	11.6	5.9	3.5
Sivas/Ulaş Ortalama sıcaklık (°C)	2017	-2.2	2.4	6.5	12.6	15.3	19.8	22.2	25.1	17.5	12.8	6.0	-2.1
	2018	0.9	5.1	7.9	14.0	16.3	21.2	24.3	23.6	21.9	13.4	7.2	4.2
Sivas Ort. sıcaklık (°C)	Uzun Yıllar	-3.4	-2.2	2.9	9.2	13.5	17.2	20.3	20.3	16.3	10.9	4.3	-0.7
Sivas/Merkez Toplam yağış (mm)	2017	89.6	45.8	58.5	23.7	154.8	35.1	26.4	0.1	12.3	5.8	3.0	45.1
	2018	59.8	30.0	69.6	2.4	83.8	35.0	2.6	0.8	11.4	8.6	4.2	48.6
Sivas/Ulaş Toplam yağış (mm)	2017	80.7	46.7	62.3	24.2	148.3	41.6	20.2	1.2	10.6	7.2	7.9	40.9
	2018	61.8	25.6	60.8	1.9	92.3	38.7	27.3	0.4	7.3	2.9	3.7	41.6
Sivas toplam yağış (mm)	Uzun Yıllar	41.5	39.3	47.6	64.7	62.1	32.2	9.9	5.6	17.8	36.8	44.6	44.8

* Veriler Sivas Meteoroloji Bölge Müdürlüğü’nden alınmıştır. **1: Ocak, 2: Şubat, 3: Mart, 4: Nisan, 5: Mayıs, 6: Haziran, 7: Temmuz, 8: Ağustos, 9: Eylül, 10: Ekim, 11: Kasım, 12: Aralık.

Çizelge 2. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri*

Lokasyon	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Yapı	pH (1:2.5 H ₂ O)	Tuz (mmhos/cm)	P ₂ O ₅ (kg/da)	K ₂ O (kg/da)	Organik Madde (%)	Kireç (%)
Sivas-Merkez	14.9	47.8	38.2	SiCL	7.35	0.39	3.35	92.34	1.8	18.9
Sivas-Ulaş	14.1	47.2	39.4	SiCL	7.02	0.34	5.19	91.54	1.7	19.3

* Toprak analizleri Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas MYO, Bitkisel ve Hayvansal Bölümü laboratuvarında yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Ana sap uzunluğu (cm)

Ana sap uzunluğu ve ana sap kalınlığı, çeşitlere göre istatistiki olarak önemli derecede farklılık göstermiştir (Çizelge 3). Ana sap uzunluğu değerlerinin Sivas/Merkez lokasyonunda 2017 yılında 70.00-77.2 cm, 2018 yılında 68.7-77.1 cm arasında, Sivas/Ulaş lokasyonunda 2017 yılında 66.6-77.8 cm, 2018 yılında 71.3-77.4 cm arasında değişim gösterdiği, en yüksek ana sap uzunluğu değerinin her iki lokasyonda da Lidaglo çeşidinden

elde edilirken, en düşük değer Lucullus çeşidinden elde edilmiştir. Çalışmada yer alan domuz ayrığı çeşitlerinin her iki yıldaki ana sap uzunlukları ortalaması Sivas/Ulaş lokasyonunda (73.8 cm), Sivas/Merkez lokasyonuna (73.3 cm) oranla daha yüksek bulunmuştur. Erzurum koşullarında domuz ayrığı üzerine yapılan çalışmada ortalama ana sap uzunluğu 86.12 cm olarak bulunmuştur (Tosun, 1992). Abe (1980), yaptığı çalışmada domuz ayrığı bitkisinde ana sap uzunluğunun bölgelere göre değiştiğini tespit etmiştir. Araştırmacı, Marmara, Ege,

Orta Anadolu, Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinden topladığı bitkilerde ortalama ana sap uzunluğunun sırasıyla 79.7, 78.5, 81.9, 82.2 ve 95.9 cm olduğunu belirlemiştir. Lucchin ve ark. (1984), İtalya’da yaptığı bir çalışmada domuz ayrığının ortalama ana sap uzunluğunun 131 cm olduğunu, Stratton ve Ohm (1989) ise domuz ayrığının kültür çeşitlerinde ana sap uzunluğunun 106.3-139.5 cm arasında değiştiğini ortaya koymuşlardır. Lucchin ve ark. (1990), İtalya’nın güney, kuzey ve merkezinden topladıkları domuz ayrığı bitkilerini iklim yönünden farklı iki bölgede (Feltre ve Perugia) denemeye almışlardır. Araştırmacılar, Feltre’de ve Perugia’da yetiştirilen populasyonlarda ortalama ana sap uzunluğunun sırasıyla 95.2 cm ve 85.7 cm olduğunu tespit etmişlerdir. Mut (2003), Samsun koşullarında domuz ayrığında yaptığı çalışmada ana sap uzunluğunu 71.36-67.20 cm aralığında saptamıştır. Domuz ayrığının bazı morfolojik ve tarımsal özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan bir diğer çalışmada, ana sap uzunluğunun 15–140 cm arasında değiştiği belirlenmiştir (Duke, 1996). Farklı meralardan seçilen domuz ayrığı bitkilerinin bazı morfolojik ve tarımsal özelliklerini belirlemek için yapılan çalışmada, ana sap uzunluğunun 60–100 cm arasında değiştiği saptanmıştır (Sedivec ve ark., 1997). Yabani domuz ayrığında yapılan başka bir çalışmada ana sap uzunluğunun 61.5-117.5 cm aralığında olduğunu belirlenmiştir (Tükel ve Hatipoğlu, 1994). Domuz ayrığı bitkisinin bazı morfolojik ve tarımsal özelliklerini belirlemek için yapılan bir çalışmada bitki boyu 67.21-71.36 cm değer aralığında bulunmuştur (Mut ve Ayan, 2008). Bulgularımız yapılan diğer çalışmalardaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Ana sap kalınlığı (mm)

Sivas/Merkez lokasyonunda iki yıl ortalama ana sap kalınlığı 3.3 mm olarak gerçekleşirken, Sivas/Ulaş lokasyonunda 3.4 mm olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 3). Sivas/Merkez lokasyonunda en düşük ana sap kalınlığı 2017 yılında 2.7 mm, denemenin ikinci yılında (2018) 3.2 mm ile Ayfam çeşidinden elde edilirken, Sivas/Ulaş lokasyonunda en düşük ana sap kalınlığı, 2017 yılında 3.0 mm ile Lidaglo çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 3). Çizelge 3 incelendiğinde, Sivas/Ulaş lokasyonunda ana sap kalınlığı her iki yılda da 3.0-3.8 mm arasında değişiklik göstermiştir. Mut (2003), Samsun koşullarında domuz ayrığı üzerinde yaptığı çalışmada ana sap kalınlığının 1.76-2.30 mm arasında değiştiğini saptamıştır. Tosun ve Sağsöz (1994), Erzurum yöresinde sera koşullarında doğal olarak yetiştirdiği domuz ayrığı bitkilerinin ortalama ana sap kalınlığını 1.92 mm olarak belirlemiştir. Yabani domuz ayrığında yapılan bir diğer çalışmada ana sap kalınlığının yıllara ve denemede kullanılan

klon bitkilere göre 1.4-3.6 mm arasında değiştiği saptanmıştır (Tükel ve Hatipoğlu, 1994). Benzer çalışmalarda elde edilen sonuçların, bulgularımızdan daha düşük olduğu görülmektedir.

Bayrak yaprağın boyu (cm)

Çizelge 4 incelendiğinde, bayrak yaprağın boyu bakımından çeşitlere göre istatistiki olarak farklılıkların olduğu gözlenmektedir. Sivas/Merkez lokasyonunda 2017 ve 2018 yıllarında çeşitlere ait elde edilen bayrak yaprağın boyu ortalama değerleri sırasıyla 13.0 cm ve 12.5 cm olarak belirlenmiş olup, aynı lokasyonda 2017 yılında 14.9 cm ile doğu yıldız çeşidinin, 2018 yılında ise 14,3 cm ile Lucullus ve Doğu Yıldız çeşitlerinin en yüksek bayrak yaprak boyuna sahip olduğu saptanmıştır. Sivas/Ulaş lokasyonunda 2017 yılında en yüksek bayrak yaprağın boyu 14.2 cm ile Lucullus çeşidinden elde edilirken, en düşük bayrak yaprağın boyu 9.2 cm ile Lidaglo çeşidinden elde edilmiştir. (Çizelge 4). Aynı çizelgeden, Sivas/Ulaş lokasyonunda 2018 yılında ortalama bayrak yaprağın boyu 13.4 cm olarak saptanırken, 2017 yılında 12.4 cm olarak belirlenmiştir. Abe (1980), yaptığı çalışmada domuz ayrığı bitkisinin ortalama bayrak yaprağı boyunun 19.6 cm olduğunu belirlemiştir. Mut (2003), Samsun koşullarında domuz ayrığında ortalama bayrak yaprağın boyu değerlerini 11.90-8.58 cm olarak belirlemiştir. Farklı meralardan seçilen domuz ayrığı bitkilerinin bazı morfolojik ve tarımsal özelliklerini belirlemek için yapılan çalışmada, bayrak yaprak boyunun 10–43 cm arasında değiştiği saptanmıştır (Sedivec ve ark., 1997). Yabani domuz ayrığında yapılan bir diğer çalışmada ana sap kalınlığının yıllara ve denemede kullanılan klon bitkilere göre 10.2-34.5 cm arasında değiştiği saptanmıştır (Tükel ve Hatipoğlu, 1994). Domuz ayrığı bitkisinin bazı morfolojik ve tarımsal özelliklerini belirlemek için yapılan bir çalışmada bayrak yaprağın boyu 15.37-15.45 cm aralığında olduğu belirlenmiştir (Mut ve Ayan, 2008). Çalışmamızdaki ana sap kalınlığı verilerinin diğer çalışmalardaki verilerle uyumlu olduğu görülmektedir.

Bayrak yaprağın eni (mm)

Bayrak yaprağın eni bakımından çeşitlere göre istatistiki olarak farklılıkların olduğu gözlenmektedir (Çizelge 4). Sivas/Merkez lokasyonunda iki yıl ortalama bayrak yaprağın eni 5.2 mm olarak gerçekleşirken, Sivas/Ulaş lokasyonunda 4.5 mm olarak gerçekleşmiştir. Sivas/Merkez lokasyonunda en düşük bayrak yaprağın eni 2017 yılında 4.4 mm, denemenin ikinci yılında (2018) 4.9 mm ile Ayfam çeşidinden elde edilirken, Sivas/Ulaş lokasyonunda en düşük bayrak yaprağın eni, 2017 yılında 4.1 mm ile Doğu Yıldız çeşidinden, 2018 yılında 3.8 mm ile Ayfam

çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4). Mut (2003), Samsun koşullarında domuz ayrığına yaptığı çalışmada ortalama bayrak yaprak ayası enini 4.78-5.00 mm olarak saptamıştır. Farklı meralardan seçilen domuz ayrığı bitkilerinin bazı morfolojik ve tarımsal özelliklerini belirlemek için yapılan çalışmada, bayrak yaprağın eninin 3-9 mm arasında değiştiğini belirlemiştir (Sedivec ve ark., 1997). Tosun ve Sağsöz (1994), Erzurum yöresinde sera koşullarında doğal olarak yetiştirdiği domuz ayrığı bitkilerinin ortalama bayrak yaprağın enini 5.98 mm olarak belirlemiştir. Domuz ayrığı bitkisinin bazı

morfolojik ve tarımsal özelliklerini belirlemek için yapılan bir çalışmada bayrak yaprağın eni 5.97-6.29 mm arasında bulunmuştur (Mut ve Ayan, 2008). Yabani domuz ayrığına yapılan bir diğer çalışmada bayrak yaprağın eninin yıllara ve denemede kullanılan klon bitkilere göre ortalama 3-8 mm olduğu saptanmıştır (Tükel ve Hatipoğlu, 1994). Löve (1969), domuz ayrığı bitkilerinde bayrak yaprağın eninin 2-5 mm arasında değiştiğini bildirmiştir. Bulgularımızın benzer çalışmalarda elde edilen sonuçlarla uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. Domuz ayrığı çeşitlerinin farklı yıl ve lokasyonlardaki ana sap uzunluğu (cm) ve ana sap kalınlığı (mm) ortalamaları*

Çeşitler	Ana sap uzunluğu (cm)						Ana sap kalınlığı (mm)					
	Sivas/Merkez			Sivas/Ulaş			Sivas/Merkez			Sivas/ Ulaş		
	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.
Lucullus	70.0	68.7	69.4 c	66.6	71.3	69.0 c	3.2	3.8	3.5 a	3.6	3.7	3.6 a
Lidacta	71.4	70.0	70.7 bc	69.1	72.9	71.0 bc	3.2	3.6	3.4 a	3.7	3.7	3.7 a
Lidaglo	77.2	77.1	77.2 a	77.8	77.4	77.6 a	2.8	3.8	3.3 ab	3.0	3.0	3.0 b
Ayfam	73.9	73.2	73.6 a-c	74.6	74.7	74.7 a-c	2.7	3.2	2.9 b	3.2	3.0	3.1 b
Doğu Yldz.	76.2	75.3	75.8 ab	76.9	77.1	77.0 ab	3.1	3.7	3.4 a	3.8	3.8	3.8 a
Ortalama	73.7	72.8	73.3	73	74.7	73.8	3.0 b	3.6 a	3.31	3.4	3.4	3.4
F			**			**			**			**
LSD		öd	5.96		öd	6.43		öd	0.43		öd	0.57
CV (%)			5.68			6.09			9.12			11.58

*öd: Genotip ortalamaları arasındaki fark önemsiz, *: %5 düzeyinde, **: %1 düzeyinden önemli.

Çizelge 4. Domuz ayrığı çeşitlerinin farklı yıl ve lokasyonlardaki bayrak yaprağın boyu (cm) ve bayrak yaprağın eni (mm) ortalamaları

Çeşitler	Bayrak yaprağın boyu (cm)						Bayrak yaprağın eni (mm)					
	Sivas/Merkez			Sivas/Ulaş			Sivas/Merkez			Sivas/ Ulaş		
	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.
Lucullus	14.8	14.3	14.6 a	14.2	15.4	14.8 a	5.5	5.7	5.6 ab	5.4	5.4	5.4 a
Lidacta	13.0	12.7	12.9 a	12.5	13.5	13.0 a	5.0	5.6	5.3 a-c	4.6	4.5	4.6 b
Lidaglo	9.9	9.4	9.7 b	9.2	10.2	9.7 b	5.5	6.0	5.8 a	4.6	4.9	4.8 ab
Ayfam	12.5	11.9	12.2 ab	11.9	12.6	12.3 ab	4.4	4.9	4.7 c	4.2	3.8	4.0 b
Doğu Yldz.	14.9	14.3	14.6 a	14.1	15.3	14.7 a	4.5	5.1	4.8 bc	4.1	3.9	4.0 b
Ortalama	13.0	12.5	12.8	12.4	13.4	12.9	5.0 b	5.5 a	5.2	4.6	4.5	4.5
F			**			**			**			**
LSD		öd	2.94		öd	3.13		öd	0.82		öd	0.79
CV (%)			16.11			16.98			11.02			12.31

Boğum arası uzunluk (cm)

Çizelge 5 incelendiğinde, boğum arası uzunluk bakımından çeşitlere göre istatistiki olarak farklılıkların olduğu gözlenmektedir. Sivas/Merkez lokasyonunda boğum arası uzunluk 2017 yılında en yüksek değer 15.1 cm ile Ayfam çeşidinden, 2018 yılında ise 16.1 cm ile Lucullus çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 5). Sivas/Merkez lokasyonunda her iki yılın ortalama boğum arası uzunluk değeri 14.6 cm olarak saptanmıştır (Çizelge 5). Sivas/Ulaş lokasyonunda her iki yılda da (2017-2018) Lucullus çeşidinin sırasıyla 15.3 cm ve 16.2 cm boğum arası

uzunluk değerleriyle en yüksek değere sahip olduğu saptanmıştır. Sivas/Ulaş lokasyonunda her iki yılda da (2017-2018) Doğu Yıldızı çeşidinin sırasıyla 12.7 cm ve 13.5 cm boğum arası uzunluk değerleriyle en düşük değere sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 5). Mut (2003), Samsun koşullarında domuz ayrığına yaptığı çalışmada boğum arası uzunluğun 13.60-8.26 cm arasında değiştiğini belirtmiştir. Benzer çalışmalarda elde edilen sonuçların, bulgularımızdan daha düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 5. Domuz ayrığı çeşitlerinin farklı yıl ve lokasyonlardaki boğum arası uzunluk (mm) ve ana saptaki boğum sayısı (adet) ortalamaları

Çeşitler	Boğum arası uzunluk (cm)						Ana saptaki boğum sayısı (adet)					
	Sivas/Merkez			Sivas/Ulaş			Sivas/Merkez			Sivas/Ulaş		
	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.
Lucullus	14.5	16.1	15.3 ab	15.3	16.2	15.8 a	3.7	3.2	3.5	4.1 b	4.2 b	4.2 ab
Lidacta	14.0	15.0	14.5 b	14.3	15.2	14.8 b	4.1	3.5	3.8	4.7 a	4.3 ab	4.5 a
Lidaglo	14.4	14.7	14.6 b	13.7	14.8	14.3 b	4.0	3.5	3.8	4.5 ab	3.3 c	3.9 bc
Ayfam	15.1	15.7	15.4 a	14.4	15.4	14.9 ab	3.6	3.1	3.4	4.0 b	3.0 c	3.5 c
Doğu yıldızı	13.1	13.5	13.3 c	12.7	13.5	13.1 c	3.9	3.7	3.8	4.1 b	3.3 c	3.7 bc
Ortalama	14.2 b	15.0 a	14.6	14.1 b	15.0 a	14.6	3.9	3.4	3.6	4.3 a	3.6 b	4.0
F			**			**				*		**
LSD	öd		0.82	öd		0.93	öd	öd	öd		0.54	
CV (%)			3.93								9.61	

Çizelge 6. Domuz ayrığı çeşitlerinin farklı yıl ve lokasyonlardaki yaş ot ve kuru madde verimi (kg/da) ortalamaları*

Çeşitler	Yaş ot verimi (kg/da)						Kuru madde verimi (kg/da)					
	Sivas/Merkez			Sivas/Ulaş			Sivas/Merkez			Sivas/Ulaş		
	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.
Lucullus	3461.3	3527.2	3494.3 a	3601.5	3588.8	3595.2 a	1145.8	1299.3	1222.6	1191.2 a	1167.2 a	1179.2 a
Lidacta	3036.5	3095.2	3065.9 b	2948.2	2868.1	2908.2 b	1100.0	1253.5	1176.8	1145.4 a	1121.3 a	1133.4 ab
Lidaglo	3065.0	3123.4	3094.2 b	2976.6	2896.6	2936.6 b	1034.0	1187.6	1110.8	1079.5 a	1055.4 a	1067.5 ab
Ayfam	2920.3	2979.1	2949.7 b	2831.7	2752.0	2791.9 b	1028.8	1176.3	1102.6	900.5 b	1096.2 a	998.4 b
Doğu yıldızı	2866.8	2925.5	2896.2 b	2778.3	2698.3	2738.3 b	1088.3	1234.0	1161.2	901.9 b	1170.9 a	1036.4 ab
Ortalama	3070.0	3130.1	3100.0	3027.3	2960.8	2994.0	1079.4	1230.1	1154.8	1043.7 b	1122.2 a	1083.0
F			**			**				*		*
LSD	öd		324.2	öd		394.6	öd	öd	öd		147.2	
CV (%)			7.31			9.21					9.50	

*öd: Genotip ortalamaları arasındaki fark önemsiz, *: %5 düzeyinde, **: %1 düzeyinden önemli.

Ana saptaki boğum sayısı (adet)

Çizelge 5 incelendiğinde, ana saptaki boğum sayısı bakımından Sivas/Merkez lokasyonunda çeşitler ve çeşit x yıl interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunurken, Sivas/Ulaş lokasyonunda çeşitler ve çeşit x yıl interaksyonuna göre istatistiki olarak farklılıkların olduğu gözlenmektedir. Sivas/Merkez lokasyonunda 2017 ve 2018 yıllarında çeşitlere ait elde edilen ana saptaki boğum sayısı ortalama değerleri sırasıyla 3.9 adet ve 3.4 adet olarak belirlenmiş olup, aynı lokasyonda 2017 yılında 4.1 adet ile Lidacta çeşidinin 2018 yılında ise 3.7 adet ile Doğu Yıldızı çeşidinin en yüksek ana saptaki boğum sayısı sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 5). Sivas/Ulaş lokasyonunda 2017 yılında en yüksek ana saptaki boğum sayısı 4.7 adet ile Lidacta çeşidinden elde edilirken, en düşük ana saptaki boğum sayısı 4.0 adet ile Ayfam çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 5). Aynı çizelgeden, Sivas/Ulaş lokasyonunda 2018 yılında ortalama ana saptaki boğum sayısı 3.6 adet olarak saptanırken, 2017 yılında 4.3 adet olarak belirlenmiştir. Erzurum koşullarında domuz ayrığı bitkisinde yapılan çalışmada ortalama ana saptaki boğum sayısı 3.3 adet olarak saptanmıştır (Tosun, 1992). Mut (2003), Samsun koşullarında domuz ayrığı yaptığı çalışmada ana saptaki boğum sayısının 4.60-4.91 adet arasında değiştiğini belirtmiştir. Tosun ve Sağsöz (1994), Erzurum yöresinde sera koşullarında doğal olarak yetiştirdiği domuz ayrığı bitkilerinin ortalama ana saptaki boğum sayısını 3.3 adet olarak saptamıştır. Tükel ve Hatipoğlu (1994), yabancı domuz ayrığında yaptıkları bir çalışmada ana saptaki boğum sayısının 3-6 adet olduğunu belirtmiştir. Domuz ayrığı bitkisinin bazı morfolojik ve tarımsal özelliklerini belirlemek için yapılan bir çalışmada ana saptaki boğum sayısı 4.60-4.91 adet olarak saptanmıştır (Mut ve Ayan, 2008). Yapılan diğer çalışmalardaki sonuçlar bulgularımızla benzerlik göstermektedir.

Yeşil ot verimi (kg/da)

Çizelge 6 incelendiğinde, yeşil ot verimi bakımından çeşitlere göre istatistiki olarak farklılıkların olduğu gözlenmektedir. Çizelge 6 incelendiğinde, yeşil ot verimi bakımından çeşitler, lokasyonlar ve yıllar arasında istatistiki olarak farklılıkların olduğu gözlenmektedir. Gerek yeşil ot gerekse kuru madde verimleri, 2017 ve 2018 yıllarında biçimlerden elde edilen toplam değerler olarak verilmiştir. Sivas/Merkez lokasyonunda her iki yılda çeşitlere ait elde edilen yeşil ot verimi ortalama değeri 3100.0 kg/da olarak belirlenmiş olup, aynı lokasyonda 2017 yılında 3070.0 kg/da ortalama yeşil ot verimine ulaşılırken, ikinci yılda (2018) 3130.1 kg/da ortalama yeşil ot verimine ulaşıldığı saptanmıştır. Sivas/Merkez lokasyonunda en

yüksek yeşil ot verimi (3527.2 kg/da) 2018 yılında Lucullus çeşidinden elde edilirken, en düşük yeşil ot verimi 2866.8 kg/da ile 2017 yılında Doğu Yıldızı çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 6). Aynı çizelgeden, Sivas/Ulaş lokasyonunda 2017 yılında ortalama yeşil ot verimi 3027.3 kg/da olarak gerçekleşirken, 2018 yılında 2960.8 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Bu lokasyonda da en yüksek yeşil ot verimi (3601.5 kg/da), verilerin alındığı ilk yılda (2017) Lucullus çeşidinden elde edilirken, en düşük yeşil ot verimi (2698.3 kg/da), 2018 yılında Doğu Yıldızı çeşidinden elde edilmiştir. İki yıl boyunca yapılan biçimler sonucunda Sivas/Merkez lokasyonunda Lucullus çeşidinin 3100.0 kg/da olan lokasyon ortalamasının üzerinde yeşil ot verimine sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6). Aynı çizelgenin incelenmesinden, Lucullus çeşidinin Sivas/Ulaş lokasyonunda toplam biçim ortalaması olan 2994.0 kg/da'nın üzerinde yeşil ot verimine ulaştığı saptanmıştır. Sahin ve ark. (2012), domuz ayrığı bitkisinde 2006 ve 2007 yılında yaptığı çalışmada yeşil ot verimini iki yılda ortalama 1578,36 kg/da olarak saptamışlardır. Bulgularımızın yapılan diğer çalışmalardaki bulgulardan daha yüksek olduğu görülmektedir.

Kuru madde verimi (kg/da)

Çizelge 6 incelendiğinde, kuru madde verimi bakımından Sivas/Merkez lokasyonunda çeşitler ve çeşit x yıl interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunurken, Sivas/Ulaş lokasyonunda çeşitler ve çeşit x yıl interaksyonuna göre istatistiki olarak farklılıkların olduğu gözlenmektedir. Kuru madde verimi bakımından, çeşitler, lokasyonlar ve yıllar arasında istatistiki olarak önemli düzeyde farklılıkların olduğu görülmektedir (Çizelge 6). Sivas/Merkez lokasyonunda 2017 yılında domuz ayrığı çeşitlerine ait kuru madde verimleri 1028.8-1145.8 kg/da arasında değişim gösterirken, aynı lokasyonda 2018 yılında 1176.3-1299.3 kg/da arasında değişim göstermiştir (Çizelge 6). Sivas/Merkez lokasyonunda iki yıl ortalama kuru madde veriminin 1154.8 kg/da olduğu, Lucullus, Lidacta ve Doğu Yıldızı çeşitleri ortalama verim üzerinde kuru madde verimi değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir. Sivas/Ulaş lokasyonunda toplam ortalama kuru madde verimi 1083.0 kg/da olarak gerçekleşmiş, 2017 yılında kuru madde verimi değerleri 900.5-1191.2 kg/da, 2018 yılında 1055.4-1170.9 kg/da arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. En yüksek kuru madde verimine 1191.2 kg/da ile Lucullus çeşidi ulaşırken, Lucullus çeşidini 1170.9 kg/da ile Doğu Yıldızı çeşidi takip etmiştir. Sivas/Ulaş lokasyonunda en düşük kuru madde verimine (900.5 kg/da), 2016 yılında Ayfam çeşidinin sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 6). Şahin

ve ark. (2012), domuz ayrığı bitkisinde 2006 ve 2007 yılında yaptığı çalışmada kuru ot verimini iki yılda ortalama 478.24 kg/da olarak saptamışlardır. Çalışmamızın yürütüldüğü ekolojik koşullara benzer iklimlerde elde edilen bulgular, bizim bulgularımıza göre daha düşük olduğu saptanmıştır.

Kalite değerleri

Domuz ayrığı çeşitlerine ait bazı kalite değerlerine ilişkin değerler ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 7’de verilmiştir. Çizelge 7 incelendiğinde, kuru madde değerleri %92.64-95.46 arasında değişim göstermiş olup, en düşük kuru madde oranına (%92.64) Ayfam çeşidi sahip olurken, en yüksek kuru madde oranına (%95.46) Doğu Yıldızı çeşidinin sahip olduğu belirlenmiştir. Ham selüloz değerleri birbirine oldukça yakın olup bu değerler %17.90-19.60 arasındadır (Çizelge 7). En düşük ham selüloz değeri (%17.90) Lidaglo çeşidinde görülürken, en yüksek ham selüloz değeri (%19.60) Ayfam çeşidinde görülmüştür (Çizelge 7). Ham protein değerleri %10.21-12.25 arasında değişim göstermiş, en düşük ham protein oranına (%10.21) Lidacta çeşidi sahip olurken, en yüksek ham protein oranına (%12.25) Lucullus çeşidinin sahip olduğu belirlenmiştir. Ramage ve ark. (1958), domuz ayrığı ile ilgili yaptığı çalışmada ham protein ve ham selüloz oranının sırasıyla %12.19-19.84 ve %28.98-30.77 arasında olduğunu saptamışlardır. Reid ve ark. (1967), ise domuz ayrığında ham protein ve ham selüloz oranının sırasıyla %16.4–24.1 ve %26.1–34.8 değerleri arasında olduğunu ifade etmişlerdir. Çeşitler ham yağ oranı bakımından değerlendirildiğinde, %3.60-5.10

arasında değerlere sahip olduğu, en yüksek ham yağ oranına %5.10 ile Lidaglo çeşidinin, en düşük ham yağ oranına ise %3.60 ile Ayfam çeşidinin sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 7). Aynı çizelgeden ham kül oranlarının %8.60-10.20 arasında değiştiği, Lidaglo çeşidinin %10.20 ile en yüksek ham kül oranını verdiği, bu çeşidi sırasıyla Lucullus (%9.40), Doğu Yıldızı (%9.20), Ayfam (%8.90) ve Lidacta (%8.60) çeşitlerinin takip ettiği izlenmektedir. Çizelge 7 incelendiğinde, ADF (asit deterjan çözeltisinde çözünmeyen lif) oranlarının domuz ayrığı çeşitleri arasında %48.37-53.06 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek ADF oranına %53.06 ile Ayfam çeşidinin, en düşük ADF oranına ise %48.37 ile Lidacta çeşidinin sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 7). Önemli kalite göstergelerinden biri olan NDF (nötral deterjan çözeltisinde çözünmeyen lif) oranlarının %53.25-60.21 arasında değiştiği, en yüksek NDF oranına %60.21 ile Doğu Yıldızı çeşidinin, en düşük NDF oranına ise %53.25 ile Lidaglo çeşidinin sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 7). Domuz ayrığı ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda, erken vejetatif dönem, çiçeklenme başlangıcı ve çiçeklenme dönemi olmak üzere, üç farklı dönemde sırasıyla ham protein oranının %18.04, 12.8, 10.01 olduğu saptanmıştır (Hannaway ve ark. 1999; Hall, 2008). Yapılan diğer bir çalışmada ise, başaklanma dönemi, çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme döneminde ham protein içeriğinin sırasıyla 131, 112.7, 76.9 g kg⁻¹, NDF içeriğinin 581, 676, 697 g kg⁻¹, ADF içeriğinin 282, 360, 387 g kg⁻¹ olduğu belirlenmiştir (Aufrère ve ark., 2003). Bulgularımız yapılan diğer çalışmalardaki verilerle benzerlik göstermektedir.

Çizelge 7. Domuz ayrığı çeşitlerinin KM, HS, HP, HY, HK, ADF, NDF kalite değerleri*

Domuz ayrığı çeşitleri	Kuru maddede %						
	KM	HS	HP	HY	HK	ADF	NDF
Lucullus	95.21±1.46	19.20±4.33	12.25±1.53	4.20±1.89	9.40±2.68	51.78±5.87	56.98±10.20
Lidacta	94.36±2.25	18.05±3.47	10.21±1.45	3.90±2.20	8.60±3.11	48.37±6.12	58.42±8.96
Lidaglo	93.25±1.33	17.90±2.42	10.83±3.53	5.10±3.19	10.20±2.89	52.45±7.52	53.25±9.13
Ayfam	92.64±2.12	19.60±3.11	11.23±2.46	3.60±3.52	8.90±3.20	53.06±8.23	57.46±8.74
Doğu Yıldızı	95.46±3.45	18.30±9.86	10.65±1.99	4.00±12.15	9.20±2.65	49.34±7.12	60.21±9.62

*KM: Kuru madde(%); HS: Ham Selüloz (%); HP: Ham Protein (%); HY: Ham Yağ (%); HK: Ham Kül, ADF: Asit Deterjan çözeltisinde çözünmeyen lif (%); NDF: Nötral Deterjan çözeltisinde çözünmeyen lif (%).

Sonuç ve Öneriler

Çalışma, Sivas ili ekolojik koşullarına uygun domuz ayrığı çeşit/çeşitlerinin belirlenmesi amacıyla üç yıl boyunca, iki farklı lokasyonda yürütülmüştür. Lucullus, Lidacta, Lidaglo, Ayfam ve Doğu Yıldızı domuz ayrığı çeşitleri bazı verim, verim unsurları ve kalite özellikleri bakımından değerlendirilmiştir. Yapılan gözlem ve ölçümler sonucunda, Lucullus, Lidacta ve Lidaglo domuz ayrığı çeşitlerinin bazı verim, verim

unsurları ve kalite kriterleri bakımından yüksek performans gösterdiği, Sivas ili ekolojik koşullarında, hayvancılıkla uğraşan işletmeler açısından önemli bir yem kaynağı olduğu ve başarı ile yetiştirilebileceği belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Abe, J. 1980. Winter hardness in Turkish populations of Cocksfoot, *Dactylis glomerata* L. *Euphytica*, 28: 531-538.
- Altın, M. 1991. Yem Bitkileri Yetiştirme Tekniği (Yem Bitkileri Tarımı). Trakya Üni. Tekirdağ Zir. Fak. Yayın No: 114, Ders Kitabı No:3, Tekirdağ, 119s.
- Aufrère, J., Dominique, G., Camille, D. 2003. Ruminal degradation of protein of cocksfoot and perennial ryegrass as affected by various stages of growth and conservation methods. *Anim. Res.*, 52: 245-261.
- Ayan, İ., Acar, Z., Kutbay, G.H., Aşçı, Ö.Ö., Mut, H., Başaran, U., Töngel, M.Ö. 2011. Orta Karadeniz Bölgesi'nde Bazı Buğdaygil Yem Bitkilerinin Toplanması Tanımlanması ve Kültüre Alınma Olanaklarının Araştırılması TÜBİTAK kesin sonuç raporu, Samsun.
- Duke, J. 1996. Web sitesi 06/10/2006 www.hort.purdue.edu/newcrop/dukeenergy/dactylisglomerata.html.
- Gençkan, M.S. 1983. Yem Bitkileri Tarımı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:467, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir.
- Hall, M.H. 2008. Orchardgrass. *Agronomy Facts* 25. The Penn State Extension.
- Hannaway, D., Fransen, S., Cropper, J., Tell, M., Chaney, M., Griggs, T., Halse, R., Hart, J., Cheeke, P., Hansen, D., Klinger, R., Lane, W. 1999. Orchard grass. (<http://eesc.orst.edu>), (Erişim tarihi: 12.12.2019).
- Hatipoğlu, R., Avcioğlu, R., Karadağ, Y. 2009. Yem bitkileri, 'Genel Bölüm', Bölüm 1.1, Yem bitkilerinin Tanımı ve Tarihçesi - TC Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, TÜGEM, Cilt 1, s: 5-10.
- Jung, G.A., Baker, B.S. 1985. Orchardgrass. In: Forages, M.E. heath, R.F. Barnes, D.S. Metcalfe (eds), pp: 224-232, Iowa State University Pres, Iowa.
- Löve, R.M. 1969. Registration of Paletsine orchardgrass. *Crop Sci.*, 9: 523.
- Lucchin, M., Olivieri, A.M., Parrini, P. 1984. Study of the variability in orchard grass populations collected in northern Italy. EUCARPIA, Development, Constriction and multiplication of fodder crops varieties, Report, Meeting of the Fodder Crops Section, 17-20 Sept., Freising-Weihenstephan, Federal Republic of Germany, pp. 78-88.
- Lucchin, M., Cenci, C.A., Falcinelli, M., Olivieri, A. 1990. Behaviour of natural populations of *Dactylis glomerata* L. Grown in two constarsting environments. *J. Genet. And Breed.* 44: 217-226.
- Mut, H. 2003. O.M.Ü. Kurupelit yerleşkesinin farklı yerlerinde yetişen domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* ssp. *glomerata* L.) bitkilerinin bazı fenolojik, Morfolojik, tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Yüksek Lisans Tezi. Samsun.
- Mut, H., Ayan, İ. 2008. Determination of Some Morphological and Agricultural Characters of Natural Orchardgrass Plants (*Dactylis glomerata* ssp. *glomerata* L.) Collected from Different Places of Ondokuz Mayıs University Campus Area, Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 20(3): 2405.
- Ramage, C.H., Mather, R.E., Purvis, E.R., 1958. Yield and chemical composition of grasses fertilized heavily with nitrogen. *Agron. J.*, 50: 59-62.
- Reid, R.L., Jung, G.A., Kinsey, L.M. 1967. Nutritive value of nitrogen-fertilized orchard grass and timothy in Northern Wisconsin. *Agron J.* 52: 689-692.
- Sahin, E., Tosun, M., Haliloglu, K. 2012. Some agricultural and quality properties of ulubag ecotype lines of wild orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.). *Turkish JF Crop*, 17: 191-197.
- Sedivec, K., William, K., Baker, T. 1997. Select North Dakota and Minnesota range plants. North Dakota State Uni. of Agriculture and Applied Science and U.S. Department of agriculture, 270p.
- Stratton, S.D., Ohm, H.W. 1989. Relationship between orchardgrass seed production in India and oregon. *Crop Sci.*, 29: 908-913.
- Tosun, M. 1992. Erzurum Yöresinde Doğal Olarak Yetişen Domuz Ayrığı Bitkilerinin Bazı Morfolojik, Fenolojik ve Sitolojik Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniv. Fen Bil. *Enst. Ziraat Fak. Erzurum*.
- Tosun, M., Sağsöz, S. 1994. Erzurum yöresinde doğal olarak yetişen domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* ssp. *hispanica* (Roth) Nyman) bitkilerinde bazı morfolojik ve fenolojik özelliklerinin belirlenmesi. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt 3. Çayır mer'a ve Yembitkileri Bildirileri, 25-29 Nisan, 1994, İzmir, s. 39-43.
- Tükel, T., Hatipoğlu, R. 1994. Çukurova bölgesinde bulunan doğal domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.) bitkisinin morfolojik, biyolojik ve tarımsal karakterleri üzerinde araştırmalar. Tarla Bitkileri kongresi, Cilt 3, Çayır Mera Yembitkileri Bildirileri, 25-29 Nisan 1994, İzmir, s. 44-47.
- Whyte, R.O., Moir, T.R., Cooper, J.P. 1975. Grasses in Agriculture. FAO Agricultural Studies No: 42.

Araştırma Makalesi

Bazı Çeltik Çeşitlerinin Besleme Değerinin Tespiti

Tugay AYAŞAN^{1*}, İsmail ÜLGER², Bülent ÖZSOY³

¹ Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana-Türkiye

² Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Kayseri-Türkiye

³ Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Efeler, Aydın-Türkiye

*Sorumlu yazar: tayasan@gmail.com

Geliş Tarihi: 08.02.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 20.05.2019

Kabul Tarihi: 26.06.2019

Özet

Bu çalışma, 5 farklı çeltik çeşidine (Efe, Yatkın, Halilbey, Kızıltan, Osmancık-97) ait tohumların besin değerlerinin tespit edilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma 2018 yılında yürütülmüştür. Araştırma sonucunda, çeltik çeşitleri arasında, kuru madde (KM), ham protein (HP) ve ham yağ (HY) içerikleri istatistiki anlamda önemli düzeyde ($P<0.05$) farklılıklar tespit edilirken; ham kül (HK) içerikleri bakımından istatistiki anlamda bir farklılık bulunmamıştır. Çeltik çeşitleri arasında asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), ham selüloz (HS) ve fiber olmayan karbonhidrat (FOK) içeriklerinin ayrıca toplam sindirilebilir besin maddesi (TSBM), sindirilebilir enerji (SE), metabolik enerji (ME) ve net enerji laktasyon (NEL) değerlerinin istatistiki anlamda önemli olmadığı tespit edilmiştir. Çeltik çeşitleri arasında en yüksek HP %7.56 ile Halilbey ve %7.24 ile Kızıltan çeşidinde tespit edilmiştir. Çeltik çeşitlerinin HY oranları %1.90-2.07 arasında değişim göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Çeltik çeşitleri, kimyasal kompozisyon, sindirilebilirlik, enerji.

Determination of Feeding Value of Some Rice Varieties

Abstract

This study was carried out in order to evaluate the nutritional value of 5 different rice varieties (Efe, Yatkın, Halilbey, Kızıltan, Osmancık-97). The research was carried out in 2018. As a result of the study, the differences in dry matter (DM), crude fat (CF) and crude protein (CP) contents among the rice cultivars were statistically significant ($P<0.05$) but crude ash (CA) contents differences were found statistically non-significant. The content of acid detergent insoluble fiber (ADF), neutral detergent insoluble fiber (NDF), crude cellulose (CC) and non-fiber carbohydrates (NFC) also the differences in total digestible nutrients (TDN), digestible energy (DE), metabolic energy (ME) and net energy lactation (NEL) values are not statistically significant among paddy varieties. Among the rice varieties, the highest HP was determined with 7.56% Halilbey and 7.24% with Kızıltan cultivars. Crude fat rates of paddy cultivars ranged from 1.90% to 2.07%.

Key words: Rice varieties, chemical composition, digestibility, energy.

Giriş

Ham maddesi çeltik olan pirinç, besin kaynağı olarak kullanılan en önemli ürünlerden bir tanesidir. Pilav ve çoğu yemekte kullanılan pirinç, ülkemizin

çoğu yerinde özellikle Marmara ve Karadeniz Bölgesi'nde çeltik olarak yetiştirilmektedir (Anonim, 2016).

Ülkemizde 2010 yılı çeltik ekiliş alanı 99.000 ha; çeltik üretimi 860.000 ton, çeltik tüketimi 527.000 ton, verim de 869 kg/da iken; bu 2015 yılında sırasıyla 99.400 ha, 820.000 ton, 754.000 ton ve 906 kg/da olarak gerçekleşmiştir. 2017 yılında 900 bin ton olan çeltik üretiminin 2018 yılında %4.4 artışla 940 bin ton olarak gerçekleşeceği tahmin edilmektedir (TUİK, 2017). Dünya genelindeki nüfus artış hızının devamlı artış göstermesi ile beraber, 2030 yılındaki talebi karşılamak için çeltik üretiminin ülkemizde yaklaşık %50 oranında artırılması gerektiği tahmin edilmektedir.

Ülkemizde çeltik ile ilgili çalışmalar gerek üniversitelerde gerekse araştırma enstitülerinde yapılmaya başlanmıştır (Sezer, 1993). Bu araştırmaya bahis olan Efe, Yatkin, Halilbey, Kızıltan ve Osmancık-97 çeşitleri Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde yetiştirilmekte olan çeltik çeşitleridir. Çalışmada kullanılan çeltik çeşitlerinden birisi olan Osmancık-97; 1997 yılında Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından tescil ettirilen bir çeşittir. Farklı ekolojilere uyum sağlamada üstündür. Halilbey, 2004 yılında tescil ettirilen, olgunlaşma süresi 130-135 gün olan bir çeşittir. Kızıltan, 2007 yılında tescil edilen, 130-135 günde olgunlaşan bir çeşittir. Efe çeşidi, 2011 yılında Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından tescil ettirilen bir çeşit olup; olgunlaşma süresi 120-130 gün olan ve yüksek verim potansiyeline sahip bir çeşittir. Yatkin çeşidi ise 2013 yılında tescil edilen, 130-135 gün arasında olgunlaşan bir çeşittir (Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 2018).

Yemlerin besin değerinin belirlenmesi için kullanılan birçok yöntem vardır. Çalışma, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilen farklı çeltik çeşitlerine (Efe, Yatkin, Halilbey, Kızıltan ve Osmancık-97) ait tohumların besin değerlerinin tespit edilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Yem materyali

Araştırmanın yem materyalini Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilen farklı çeltik çeşitleri (Efe, Yatkin, Halilbey, Kızıltan ve Osmancık-97) oluşturmuştur. Çeltik, toprak yönünden seçici olmayıp, her türlü toprak koşullarında yetiştirilebilir. Çeltik, tuzlu topraklara uyum sağlamaktadır. Çeltiğin çimlenmesi için 18-40°C sıcaklık gerekmektedir. Araştırma 2018 yılında gerçekleştirilmiştir.

Kimyasal analizler

5 farklı çeltik çeşidine ait örnekler, Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü'nde

bulunan yem laboratuvarına gönderilerek orada besin madde analizleri yapılmıştır.

Kuru yem örnekleri 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülerek analizlerde kullanılmıştır. Kuru madde (KM) içeriğinin saptanması amacıyla, öğütülmüş örnekler 24 saat süreyle 70 °C sıcaklıktaki etüvde bekletilerek, fırınlama öncesi ve sonrası tartımlar arasındaki farklılıklar yüzde cinsinden KM olarak ifade edilmiştir. Ham kül (HK) içeriği örneklerin 550 °C' de 4 saat kül fırınında yakılmasıyla tespit edilmiştir. Azot (N) içeriğinin saptanmasında Kjeldahl metodundan yararlanılmıştır. Ham protein (HP) içeriği ise "% HP=N x 6.25" formülü ile hesaplanmıştır (AOAC, 1990). Ham yağ (HY) analizi AOAC (1990) tarafından önerilen yöntemle göre SER148 Soxhlet (Velp Scientifica, Milano, İtalya) cihazı ile yapılmıştır.

NDF (Nötr deterjan lif) ve ADF (Asit deterjan lif) içerikleri ANKOM 200 fiber analizör (ANKOM Teknoloji, NY, ABD) ile saptanmıştır (Van Soest ve ark. (1991). Ham selüloz (HS) değerlerinin hesaplanmasında, Pinkerton (2005) tarafından bildirilen "% HS=0.80 x % ADF" eşitliğinden yararlanılmıştır.

Fiber olmayan karbonhidrat (FOK) içeriği ise, Weiss ve ark. (1992) tarafından bildirilen "% FOK=100-(% NDF + % HP + % HY + % HK)" eşitliği ile hesaplanmıştır. Toplam sindirilebilir besin maddesi (TSBM), sindirilebilir enerji (SE), metabolik enerji (ME) ve net enerji laktasyon (NEL) değerleri MAFF (1984) tarafından bildirilen ve aşağıda gösterilen eşitlikler ile hesaplanmıştır:

$$\text{TSBM (\%)} = 27.66 \times \text{ME (Mcal/kg KM)}$$

$$\text{SE (Mcal/kg KM)} = 0.04409 \times \text{TSBM (\%)}$$

$$\text{ME (Mcal/kg KM)} = [3227 - \{35.85 \times \text{ADF (\%)} + 33.46 \times \text{HP (\%)} - 35.85 \times \text{HK (\%)}\} / 1000]$$

$$\text{NEL (Mcal/kg KM)} = \{0.0245 \times \text{TSBM (\%)}\} - 0.12$$

İstatistiksel analizler

İstatistiksel analizler, SPSS (1999) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen verilerin varyans analizi (One-way ANOVA) ile incelenen özellikler bakımından çeşitlere ait ortalamalar arasındaki farklılıklar tespit edilmiştir. Görülen farklılıkların önem seviyelerinin tespitinde ise Duncan çoklu karşılaştırma testinden faydalanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Araştırma materyali çeltik çeşitlerine ait KM, HK, HP ve HY içerikleri Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Çeltik çeşitlerine ait KM, HK, HP ve HY düzeyleri

Çeşitler	KM, (%)	HK, (%)	HP, (%)	HY, (%)
Efe	87.99 ^c	5.22	5.81 ^c	1.90 ^a
Yatkın	87.38 ^d	5.54	6.09 ^c	1.90 ^a
Halilbey	86.54 ^e	5.45	7.56 ^a	1.60 ^b
Kızıltan	88.43 ^b	5.60	7.24 ^{ab}	2.07 ^a
Osmancık-97	88.65 ^a	5.54	6.59 ^{bc}	1.96 ^a
O.S.H.	0,255	0.062	0.236	0.055
P	<0.001	0.139	0.018	0.009

OSH: Ortalamalara ait standart hata; P: Olasılık değeri.

Çizelge 1'den görülebileceği gibi, çeşitler arasında KM (P<0.01), HP (P<0.05) ve HY (P<0.01) içerikleri bakımından görülen farklılıklar istatistiki anlamda önemli düzeyde iken; HK içerikleri

bakımından istatistiki anlamda önemli farklılıklar oluşmamıştır.

Araştırma materyali çeltik çeşitlerine ait ADF, NDF, ham selüloz ve fiber olmayan karbonhidrat içerikleri Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Çeltik çeşitlerine ait ADF, NDF, HS ve FOK düzeyleri

Çeşitler	ADF, (%)	NDF, (%)	HS, (%)	FOK, (%)
Efe	14.08*	17.19	11.26	69.89
Yatkın	14.60	18.29	11.68	68.50
Halilbey	16.29	18.20	13.03	67.19
Kızıltan	16.94	19.74	13.55	65.35
Osmancık-97	15.55	18.88	12.44	67.04
O.S.H.	0.414	0.467	0.331	0.626
P	0.121	0.623	0.122	0.184

OSH: Ortalamalara ait standart hata; P: Olasılık değeri. *P>0.05.

Çizelge 2'den görüleceği üzere, çeşitler arasında ADF, NDF, HS ve FOK içerikleri bakımından görülen farklılıkların istatistiki anlamda önemli olmadığı tespit edilmiştir (P>0.05). Araştırma

materyali çeltik çeşitlerine ait toplam sindirilebilir besin maddesi, sindirilebilir enerji, metabolik enerji ve net enerji laktasyon içerikleri Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Çeltik çeşitlerine ait TSBM, SE, ME ve NEL düzeyleri

Çeşitler	TSBM, (%)	SE, (Mcal/Kg)	ME, (Mcal/Kg)	NEL, (Mcal/Kg)
Efe	75.51*	3.33	2.73	1.73
Yatkın	75.22	3.32	2.72	1.72
Halilbey	74.71	3.30	2.70	1.71
Kızıltan	73.61	3.25	2.66	1.69
Osmancık-97	74.45	3.29	2.69	1.70
O.S.H.	0.266	0.012	0.010	0.006
P	0.146	0.146	0.122	0.136

*P>0.05.

Çeşitler arasında TSBM, SE, ME ve NEL değerleri bakımından istatistiki anlamda bir farklılık bulunmamıştır.

Söz konusu çeltik çeşitlerinin kuru madde (KM) içeriği ortalama %87.80 olarak bulunmuştur. Çizelge 1'e bakıldığında KM değerlerinin %86.54 ile %88.65 arasında değiştiği görülmüştür (P<0.05). Çavdar

(2014), çeltiğin KM oranının %87 olduğunu ifade ederken; yapılan bir başka çalışmada çeltik çeşitlerinin KM içeriklerinin çeşitlere göre farklılık arz ettiği ve KM içeriklerinin %88.19-88.95 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır (Sahu ve ark. 2018). KM içeriklerinin literatürde farklılık göstermesi, çeşit, lokasyon,

depolama, farklı azot dozları, yetiştirme, vb. faktörlere bağlıdır.

Çeltik çeşitlerinin ortalama ham protein (HP) değeri %6.66 olarak saptanmış olup; en yüksek HP değeri %7.56 ile Halilbey çeşidi ve %7.24 ile Kızıltan çeşidinden elde edilmiştir. Toksal (1991), HP oranını bazı çeltik çeşitlerinde %6.93-8.97 arasında bulurken, Gevrek (2000), çeltik danesindeki HP oranının yıllara göre değişmekle beraber %9.99 olduğunu ifade etmiştir. Ahmad ve ark. (2013), HP oranını %6.19-6.30; Donduran (2014), %5.64-8.86; Hakoomat ve ark. (2014)'da %9.68-10.31 arasında bulmuştur. Denemede çeltik çeşitlerinde belirlenen ortalama HP değeri (%6.66), Hakoomat ve ark. (2014)'in saptadığı %9.68-10.31 değerlerinden düşük bulunmuştur. Naik ve Chetti (2017), çeltiğin HP içeriğini %7.15-7.53 arasında tespit ederken; Yılmaz ve Sonkaya (2018), çinko uygulamasının farklı çeltik çeşitlerindeki protein oranı üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, Efe çeşidinin protein oranını %11.23; Osmancık-97 çeşidinin protein oranını da %9.74 olarak bulmuştur. Ham protein içeriğinin farklılık göstermesi çeşitlerin genetik özelliklerinden kaynaklanmış olabileceği gibi, materyalin kavuzlu/kavuzsuz olup olmama durumu vb. durumlardan da kaynaklanabilir.

Serpme ve fideleme ekim yöntemlerinin uygulandığı çeltik çeşitlerinde HP oranına bakan Şavşatlı ve Gülümser (2006), serpme ekim yöntemlerinin uygulandığı çeltik çeşitlerinde HP oranını ortalama %7.68 olarak tespit ederken; fideleme yönteminde bu değeri %7.91 olarak saptamıştır. Fideleme yönteminde HP oranının artmasının sebebi, bitkilerin topraktaki besin maddelerinden ve güneş ışığından en iyi şekilde yararlanması olabilir.

Çalışmada ham yağ (HY) oranı, çeltik çeşitleri arasında farklılık yaratmış olup; Halilbey çeşidi %1.60 ile en düşük HY oranına sahip çeşit; Kızıltan çeşidi de %2.07 ile HY oranı en yüksek çeşit olmuştur. Baydar (2004), çeltiğin yağ oranının %0.5 olduğunu ifade ederken; Çavdar (2014), bu oranı %2.0 olarak tespit etmiştir. Baydar (2004), tahıllar içerisinde karbonhidrat içeriği bakımından yulafın en fakir (%66), çeltiğin en zengin (%80) olduğunu, protein içeriği bakımından çeltiğin en fakir (%7), yulafın da en zengin (%13.3) ve yağ içeriği bakımından da yulafın en zengin (%8), çeltiğin de en fakir (%0.5) olduğunu bildirmiştir.

Paketleme ve depolama koşullarının çeltiğin besin maddelerine olan etkisini araştıran Naik ve Chetti (2017), çeltiğin HP, HY, kül ve karbonhidrat içeriğinin, depolama periyodu arttıkça, azalma gösterdiğini ifade etmiştir. Aynı araştırmacılar deneme başında (0. Ay), uygun çevre sıcaklığında çeltiğin yağ

içeriğinin %2.24 olduğunu; 18. aydaki düzeyin ise %1.69 olduğunu bildirmiştir. Sahu ve ark. (2018)'de Madhuraj, Hanthipanjra ve Mahamaya çeşitlerinin yağ oranının %4.22-4.34; %3.15-3.21 ve %3.04-3.38 arasında değişim gösterdiğini tespit etmiştir.

Çeltik çeşitlerinin HK oranı, %5.22-5.60 arasında değişim göstermiştir ($P>0.05$). Çavdar (2014), çeltiğin kül oranının %1.2 olduğunu ifade etmiştir.

Naik ve Chetti (2017), çeltiğin depolanması ve paketlenmesinin, çeltiğin kül içeriği üzerinde etkin bir rol oynadığını, vakumla paketlemenin, çeltiğin depolanmasında en etkin yol olduğu; uygun çevre sıcaklığındaki depolamada, çeltiğin kül içeriğinin %0.89-1.51 olduğu; soğuk çevre koşullarındaki depolamada ise %0.95-1.50 arasında değerler aldığını ifade etmiştir. Depolama ve paketleme, çeltiğin kül içeriğini azaltmıştır. Sahu ve ark. (2018)'da kül içeriğini %1.00-1.54 arasında, ortalama %1.23 olarak bulmuşlardır. Toprak yapısı, gübreleme ile sulama, biçim zamanı ve vejetasyon, hasat zamanı, iklim, kurutma ve depolama şartlarındaki farklılıklar gibi bazı faktörler de HK içeriklerini etkileyebilmektedir.

5 farklı çeltik çeşidinin ADF içeriği %14.08 ile %16.94 arasında değişim göstermiş ($P>0.05$); NDF içerikleri de %17.19 ile %19.74 arasında bulunmuştur.

Çeltik çeşitlerine ait HS değerleri %11.26-13.55 arasında değişim göstermiştir ($P>0.05$). Yapılan bir çalışmada çeltiğin HS oranının %4 olduğu ifade edilmiştir (Çavdar, 2014). Sahu ve ark. (2018), Madhuraj, Hanthipanjra ve Mahamaya çeşitlerinin selüloz içeriğinin sırasıyla %2.36-4.25; %1.62-4.28 ve %2.24-4.21 olduğunu, ortalama selüloz içeriğinin ise %3.06 olduğunu tespit etmiştir. Rakamlar arasındaki farklılıklar HS'yi tespit etmek için kullanılan yöntemlerin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

Çeltik çeşitlerine ait FOK içeriği Efe çeşidinde en yüksek bulunurken (%69.89); Kızıltan çeşidinde en düşük değeri (%65.35) almıştır.

Toplam sindirilebilir besin maddesi, bir çeşit sindirilebilir enerji ölçütü olup; farklı denklemlerle bulunmaktadır. Çalışmada farklı çeltik çeşitlerinin TSBM'si %73.61-75.51, ortalama %74.70 olarak bulunmuştur.

Sindirilebilir enerji, TSBM'nin bir katsayısı ile çarpılması sonucu elde edilen ve yemle alınan besin maddelerinin sindirilen kısımlarından elde edilen enerjidir. Sindirilebilir enerji, çalışmada, farklı çeltik çeşitleri arasında farklılık göstermemiştir. Metabolik enerji, çeltik çeşitleri arasında 2.66-2.73 Mcal/kg KM değerlerini almıştır. En yüksek ME değeri Efe çeşidinde rastlanılmıştır. Net enerji laktasyon ise çeşitler arasında farklılık göstermemiş, 1.69-1.73 Mcal/kg KM arasında değerler almıştır.

Sonuç ve Öneriler

Çalışmada ele alınan çeltik çeşitleri arasında KM, HY ve HP istatistiki olarak önemli düzeyde bulunmuştur. Çeltik çeşitlerinin seçimi önemli bir konu olup, çalışmada HP bakımından Halilbey ve Kızıltan çeltik çeşitlerinin en yüksek değerleri aldığı görülmüştür. Halilbey çeşidi, en düşük HY'ya sahip çeşit iken; Efe çeşidi en düşük HK'ya sahip çeşit olmuştur.

Teşekkür

Çeltik çeşitlerinin teminini sağlayan Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsüne teşekkür ederiz. Bu çalışma, ICAFOF'2018'de sadece özet olarak yayınlanmıştır.

Kaynaklar

Ahmad, A., Afzal, M., Ahmad, A.U.H., Tahir, M. 2013. Effect of foliar application of silicon on yield and quality of rice (*Oryza Sativa L.*). *Cercetari Agronomice in Moldova*, 3(155): 21-28.

Anonim, 2016. Çeltik Yetiştiriciliği (<http://bzob.com.tr>).

Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 1990. Official Method of Analysis. 15th. ed. Washington, DC. USA.

Baydar, H. 2004. Tarla Bitkileri. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta.

Çavdar, K. 2014. Tosya İlçesinde Çeltik Tarımı, Sorunları ve Çözüm Yolları. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Lisans Bitirme Tezi, 52 s.

Donduran, D.Ö. 2014. Ülkemizde İşlenen Bazı Çeltik Çeşitlerinin Kalite ve Biyoaktif Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Çanakkale.

Gevrek, MH. 2000. Çeltik tarımında azot kaynağı olarak Azola'nın kullanımı üzerine bir araştırma. *Turk J. Agric. Forest.*, 24(2000): 165-172.

Hakoomat, A., Hasnain, Z., Sahanzad, A.N., Sarwar, N., Qureshi M.K., Khaliq, S., Qayyum, M.F. 2014. Nitrogen and zinc interaction improves yield and quality of submerged basmati rice (*Oryza sativa L.*). *Natulae botanicae horti agrobotanici cluj- napoca*, 42(2): 372-379.

MAFF, 1984. Energy allowances and feeding systems for ruminants. Her Majesty's Stationary Office London, UK.

Naik, D.S., Chetti, M.B. 2017. Influence of packaging and storage conditions on proximate composition of paddy. *Int. J. Pure App. Biosci.*, 5(6): 1632-1639.

Pinkerton, B. 2005. Forage Quality. Clemson University Cooperative Extension Service. Forage fact sheet 2.

Sahu, B., Khokhar, B., Patel, S., Mishra, N.K., Dahare, R. 2018. Comparative analysis on chemical properties of selected varieties of paddy. *Int. J. Pure App. Biosci.*, 6(2): 1352-1357.

Sezer, İ. 1993. Çeltiğin verim, Verim Unsurları ile Bazı Kalite Karakterlerine Ekim Yöntemi ve Bitki Sıklığının Etkileri Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi. O.M.Ü. Fen Bil. Ens. Samsun, 131 s.

SPSS, 1999. Statistical Package for the Social Sciences for Windows, 1999. SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA.

Şavşatlı, Y., Gülümser A. 2006. Fideleme ve serpme ekim yöntemlerinin bazı çeltik çeşitlerinde verim ve kalite karakterlerine etkileri. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 21(2):154-159.

Toksal, A. 1991. Çarşamba Ovasında Bazı Çeltik (*Oryza sativa L.*) Çeşitlerinin Verim, Verim Öğeleri ve Tane Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 2018. Çeltik çeşitleri. <https://arastirma.tarim.gov.tr/ttae/Link/1/Cesitlerimiz>.

TUİK, 2017. Türkiye İstatistik Kurumu Verileri.

Weiss, W.P., Conrad, H.R., St Pierre, N.R. 1992. A theoretically-based model for predicting total digestible, nutrient values of forages and concentrates. *Animal Feed Science and Technology*, 39(1-2): 95-110.

Van Soest, P.J., Robertson, J.D., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal Nutrition. *Journal of Dairy Sci.*, 74: 3583–3597.

Yılmaz, N., Sonkaya, M.C. 2018. Çinko uygulamasının çeltik (*Oryza sativa L.*) çeşitlerinde bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7(1): 35-40.

Araştırma Makalesi

Tescilli Fasulye Çeşitlerinin Pas (*Uromyces appendiculatus*) Etmenine Karşı Dayanıklılık Durumlarının SCAR Markörleri ile Belirlenmesi

Mehmet Zahit YEKEN¹, Göksel ÖZER², Ali ÇELİK^{2*}, Vahdettin ÇİFTÇİ¹

¹Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, BOLU

²Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, BOLU

*Sorumlu yazar: alichelik@ibu.edu.tr

Geliş Tarihi: 19.02.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 31.05.2019

Kabul Tarihi: 26.06.2019

Özet

Fasulye pas hastalığı tüm dünyada fasulye üretiminde sorun oluşturan önemli fungal hastalıklardan birisidir. Fasulye pası ile en etkili ve çevre açısından en zararsız mücadele şekli dayanıklı çeşit ıslahı ve kullanımıdır. Son yıllarda geliştirilen moleküler markörler sayesinde hastalıklara karşı dayanıklılık önceden belirlenebilmekte ve ıslah programları bu veriler ışığında planlanabilmektedir. Bu çalışmada, Türkiye’de yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan 43 tescilli fasulye çeşidinin pas hastalığına dayanıklılık durumları SCAR markörleri ile incelenmiştir. Dayanıklılıkla ilgili 4 farklı markör (SA14, SI19, SBC6, AE19) yardımıyla yapılan PCR çalışmaları bazı çeşitlerin pas hastalığına karşı dayanıklılık sağlayan genlere sahip olduklarını ortaya çıkarmıştır. Elde edilen tarama sonuçlarının mevcut çeşitlerin dayanıklılık durumlarını ortaya koymasının yanı sıra, pas ile ilgili yapılacak moleküler destekli dayanıklılık ıslah çalışmalarının temelinin oluşturacağı ön görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Pas, *Uromyces appendiculatus*, dayanıklılık, markör destekli seleksiyon.

Determination of the Resistance to the Bean Rust (*Uromyces appendiculatus*) in Registered Bean Varieties by Using SCAR Markers

Abstract

Bean rust disease is one of the most important fungal diseases of limiting the yields of common bean all over the world. The most effective and the most harmless methods against the bean rust pathogen are breeding and use of the resistant varieties. Resistance to diseases can be previously determined in breeding programs with the critical data obtained from molecular markers developed in recent years. In this study, resistance against bean rust was investigated by SCAR markers in 43 registered bean varieties, which is widely cultivated in Turkey. As a result, PCR studies performed with 4 different markers (SA14, SI19, SBC6, AE19) which characterize the genes related to resistance revealed that some varieties have the genes linked to the resistance. In addition to revealing the current status of the registered varieties, the results of the study are expected to support new breeding programs.

Key words: Bean rust, *Uromyces appendiculatus*, resistance, marker-assisted selection.

Giriş

Uromyces appendiculatus (Pers.) Unger. fungusunun neden olduğu pas hastalığı fasulye üretimini sınırlandıran en önemli fungal hastalıklar arasında yer almaktadır. Uygun konukçunun varlığı ve

şartların patojen lehine seyrettiği dönemlerde hastalık önemli kayıplara yol açan epidemilere neden olabilmektedir. *U. appendiculatus*, pasların beş dönemi içeren ve ara konukçusu olmayan bir hayat döngüsüne sahip iken bitki üzerinde genellikle hastalık

etmeninin üredosporlar ve teliosporları göze çarpmaktadır. Pas etmeni üretim alanında bitki artıkları üzerinde istirahat aşaması (kışlama) görevi görmekte olan teliosporlar ile kışı geçirmektedir (Beije ve ark. 1984). Ancak, etmen kışın sert olmadığı bölgelerde üredospor olarak da yaşam çemberini tamamlayabilmektedir. Çok düşük düzeyde böceklerle veya insan faktörü ile yayılabilmekle birlikte, enfeksiyon bitkiden bitkiye çoğunlukla üredosporlar tarafından yayılmaktadır. Etmenin uzun mesafelere taşınması büyük ölçüde rüzgarla dağılan üredosporlardan kaynaklanmaktadır. Üredosporlar, yüksek bağıl nem ve yaprak yüzeyinde bulunan en az 6-8 saat ıslaklık koşullarında 17 °C ve 23 °C arasındaki sıcaklıklarda çimlenmekte olup, hastalık oluşumu gecelerin nemli, günlerin kuru ve ılık olduğu bölgelerde maksimuma ulaşmaktadır (Imhoff ve ark. 1982; Boudreau ve Mundt 1992). Hastalığın gelişimi, inokulum konsantrasyonunun yanı sıra fotosentetik aktivite ve topraktaki bitki besin elementlerinin varlığı gibi konukçu faktörleri ile yakından ilgilidir (Agrisios 1997).

Hastalığın dünyanın çeşitli bölgelerinde (Çin, USA, Avrupa, Etiyopya, Kenya, Güney Afrika, Tanzanya) epidemi yaptığı rapor edilmiştir (Souza ve ark. 2008). Brezilya'nın güneyinde sıklıkla epidemi yapmakta ve bölgede ciddi verim kayıplarına yol açabilmektedir (Souza ve ark. 2005). Ülkemizde kuru ve taze fasulye çeşitlerinde %18-100'e varan oranlarda verim kaybına neden olduğu bildirilmiştir (Altıkardaşlar ve Arslan 2007).

Fasulye pası ile en etkili ve çevre açısından en zararsız mücadele şekli dayanıklı çeşit ıslahı ve kullanımıdır. Özellikle epidemi tehlikesi yüksek olan bazı coğrafyalarda dayanıklı çeşit kullanımının önemi daha da ön plana çıkmaktadır (Mmbaga ve ark. 1996). Bununla birlikte, pas etmeninin yüksek patojenik ve genetik çeşitliliği, mutlak dayanıklı ve tolerant çeşitlerin ıslahını zorlaştırmaktadır. Bu zorluk, bir yılda birden fazla fasulye yetiştirme periyodunun yaşandığı tropik bölgelerde uygun sıcaklık ve yeterli nemin de etkisiyle artış gösterebilmektedir (Acevedo ve ark. 2013). Fasulye genomunda, pas etmeninin farklı patotiplerine karşı dayanıklılıkla ilgili birçok gen tanımlanmıştır. Bu genler arasında *Ur-3*, *Ur-4*, *Ur-5*, *Ur-6*, *Ur-7*, *Ur-9 / Ur-12*, *Ur-11*, *Ur-13*, *Ur-Ouro Negro* ve *Ur-Resisto* yer almaktadır (Liebenberg ve ark. 2006). Bazı fasulye çeşitlerinde dayanıklılıkla ilgili farklı lokusların da varlığı anlaşılacakla birlikte tam olarak karakterize edilememiştir (Liebenberg ve ark. 2006). Fasulye pas etmeninin patotiplerine veya fizyolojik ırklara karşı birçok dayanıklılık kaynağı mevcut olmakla birlikte, bu kaynakların hiçbirisi tüm

ırklara karşı dayanıklılık sağlamadığı çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Stavelly ve ark. 1994a; Stavelly ve ark. 1994b; Stedman ve ark. 2002; Paster Corrales 2003; Park ve ark. 2004).

Altıkardaşlar ve Arslan (2007), Bursa ilinden 2004 yılında topladıkları pas izolatlarını kontrollü koşullarda bazı fasulye çeşitlerine inokule ederek, çeşitlerin reaksiyonlarını simptomatolojik olarak kaydetmişler ve çeşitleri bağışık, yüksek ve orta derece dayanıklı ve duyarlı olarak sınıflandırıp, sadece Alman Ayşe çeşidinin dayanıklı diğer çeşitlerin duyarlı olduğu belirlemişlerdir. Markör destekli seleksiyon yardımı ile dayanıklılık genlerinin tespiti çalışmaları patojen inokulasyonuna gerek kalmaksızın bitkilerde söz konusu genlerin varlığının belirlenebilmesine imkân sağladığı için günümüzde yoğun olarak kullanım alanı bulan bir yöntemdir. Bu çalışmada Türkiye'de yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan 43 tescilli fasulye çeşidinin pas hastalığına dayanıklılık durumları "sekansı karakterize edilmiş çoğaltılmış bölgeler" (Sequence Characterized Amplified Regions = SCAR) markörleri ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçların ilerde fasulyede yapılacak olan dayanıklılık ıslahı çalışmalarına destek olacağı düşünülmektedir.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada 43 tescilli fasulye çeşidi ile Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA)'dan temin edilen 4 referans fasulye genotipi materyal olarak kullanılmıştır (Çizelge 1). Tüm fasulye genotipleri 23 °C sıcaklık ve 14/10 saatlik ışık periyodu içeren kontrollü bitki yetiştirme odalarında yetiştirilmiştir. Bu amaçla %1'lik NaClO solüsyonunda 1 dakika süreyle yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutulan tohumlar toprak, kum, gübre karışımı içeren (1:1:1 v/v) 16 cm çapındaki saksılara ekilmiştir. DNA izolasyonu için 10 günlük fidelerden alınan yaprak dokuları kullanılmış olup, izolasyon GeneJET Plant Genomic DNA Purification Kit (Thermo Scientific, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen DNA'lar bir DS-11 spektrofotometre (Denovix, USA) yardımıyla 10 ng/µL konsantrasyonda ayarlanarak -20 °C' de saklanmıştır. Her bir fasulye genotipi fasulye pası ile ilişkili olduğu bildirilen genlerle ilişkili moleküler markörler kullanılarak taranmıştır (Çizelge 2).

PCR amplifikasyonları 0.2 mM dNTPs, 0.3 µM primer, 1.5 mM MgCl₂, 1 x PCR buffer, 10-20 ng DNA, 1 U *Taq* DNA polimeraz (EP0402: Thermo Scientific, USA) içeren 25 µl' lik hacimlerde bir T100 thermal cyler (Bio-Rad, USA) içerisinde gerçekleştirilmiştir. Amplifikasyon koşulları ilgili literatürlerde belirtilenlere uygun olarak gerçekleştirilmiştir (Çizelge 2). Elde edilen PCR ürünleri %1.4'lük agaroz jelde 100

V'da 90 dk süreyle koşturulmuş ve bir G: Box F3 Jel görüntüleme sisteminde (Syngene, UK) görüntülenmiştir. Beklenen PCR ürünlerinin büyüklükleri 100 bp DNA ladder kullanılarak tespit edilmiştir.

Araştırmada, genotiplerin SA14 ve SI19 markörlerinden elde edilen jel görüntüleri "0=Yok

1=Var" şeklinde skorlanmıştır. Elde edilen tüm değerler JMP 14.1.0 istatistik programında (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) kümeleme (Cluster) analizine tabi tutulmuş ve renk haritası oluşturulmuştur.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan tescilli fasulye çeşitleri

No	Çeşit adı	Tipi*	No	Çeşit adı	Tipi	No	Çeşit adı	Tipi
1	Zülbiye	KF	16	Batallı	KF	31	Cihan	KF
2	Remi	TF	17	Göksun	KF	32	Bulduk	KF
3	Özdemir	KF	18	Mecidiye	KF	33	40 Günlük	TF
4	Kantar-05	KF	19	4F-89 Fransız	TF	34	Bourgondia	TF
5	Sazova 1949	TF	20	Bona	TF	35	Karabacak	TF
6	Gina	TF	21	Romano 26	TF	36	Akın	KF
7	Karacaşehir 90	KF	22	Klas	TF	37	Akman 98	KF
8	Alman Ayşe-4	TF	23	Göynük 98	KF	38	Terzibaba	KF
9	Zirve	KF	24	Güngör	KF	39	Önceler 98	KF
10	Işıklı	TF	25	Elkoca-05	KF	40	Berrak	KF
11	Askız	TF	26	Sembol	TF	41	Yakutiye 98	KF
12	Mina	TF	27	Aras 98	KF	42	Akdağ	KF
13	Sarıkız	TF	28	Nina	TF	43	Arslan	KF
14	Helda	TF	29	Sururbey	KF			
15	Albeni	TF	30	Sülün	TF			

*KF Kuru Fasulye, TF Taze Fasulye.

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan SCAR markörleri

Primer adı	Gen bölgesi	PCR Koşulları	Referans
SA14	Ur-4	94 °C 5 dk; 94 °C 60 sn, 55 °C 60 sn, 72 °C 90 sn 35 döngü ve 72 °C 5 dk	Miklas ve ark., 2002, Meine ve ark. 2004.
SI19	Ur-5	94 °C de 3 dk, 94 °C 1 dk, 50 °C 1.5 dk, 72 °C 1.5 dk, 35 döngü 72 C 7 dk	Souza ve ark. 2007.
SBC6	Ur-6	95 °C 2 dk; 94 °C 30 sn, 59 °C 60 sn, 72 °C 2 dk 30 döngü ve 72 °C 5 dk	Miklas ve ark. 2002, Park ve ark. 2004.
AE19	Ur-11	94 °C 5 dk; 94 °C 15 sn, 58 °C 60 sn, 72 °C 90 sn 35 döngü ve 72 °C 5 dk	Miklas ve ark. 2002, Alzate-Marin ve ark. 2003, Queiroz ve ark. 2004.

Çizelge 3. Çalışmada kullanılan USDA'dan elde edilen ayırıcı set genotipleri

Genotip	Gen Havuzu*
Perry Marrow	A
Cornell 49242	MA
TO	MA
Ouro Negro	MA

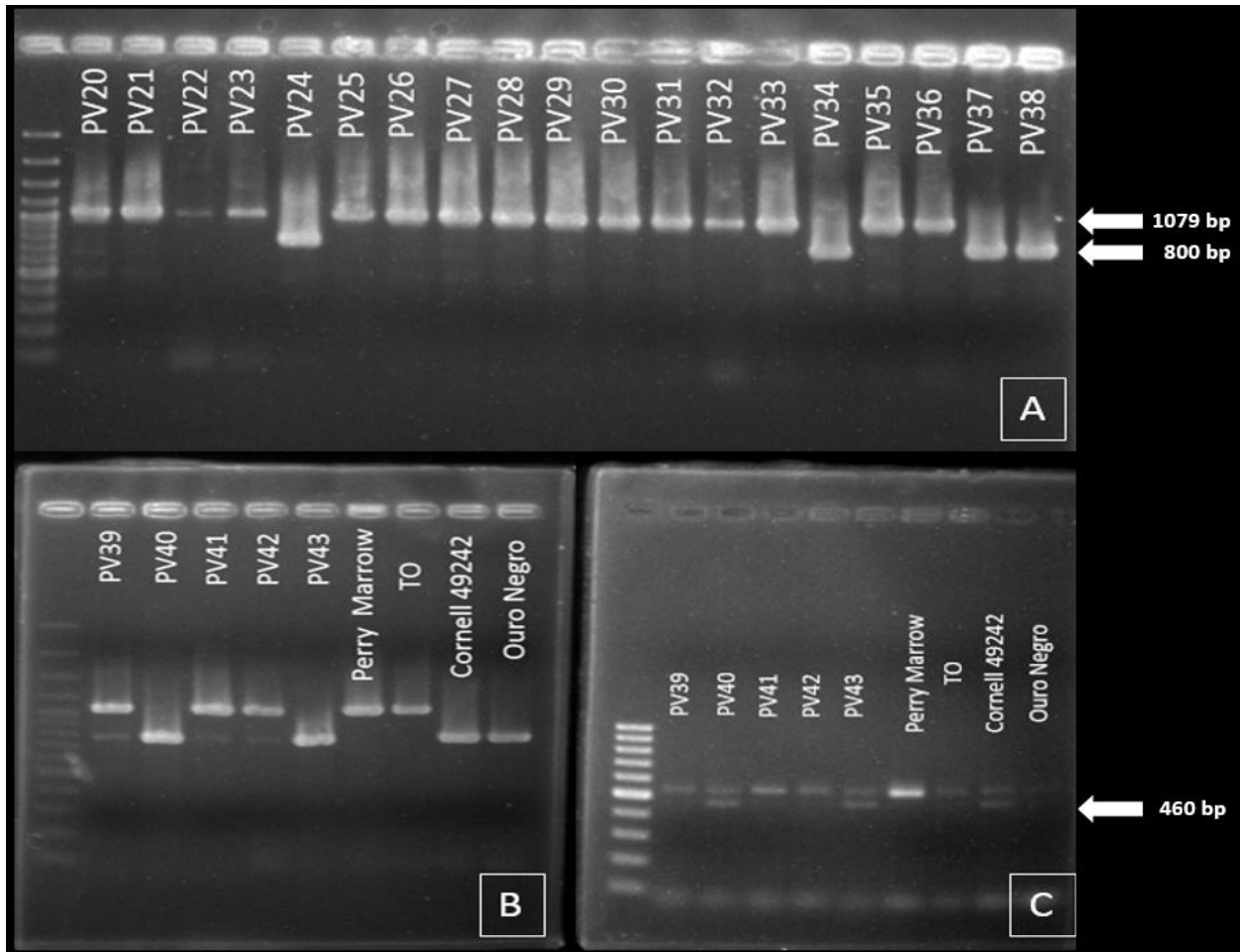
*MA= Orta Amerikan gen havuzu; A= Andean gen havuzu.

Bulgular ve Tartışma

Uromyces appendiculatus'un neden olduğu pas hastalığına karşı fasulye genotiplerinde dayanıklılık sağlayan genlerin moleküler markörler yardımıyla belirlenebilmesi için yapılan çalışmada 43 fasulye çeşidi ve 4 yurt dışı kaynaklı genotipten DNA izolasyonu gerçekleştirilmiş ve bu bitkilerde dayanıklılık genlerin varlığı 4 farklı SCAR markörü ile incelenmiştir. Yapılan PCR çalışmaları sonucunda SBC6 ve AE19 primerlerinden herhangi amplifike ürün elde edilememiş iken SA14 (1079/800 bp) ve SI19 (460 bp)

primerlerinden elde edilen jel görüntüleri skorlanmıştır (1:Var, 0:Yok). Skorumla sonucunda elde edilen değerler kümeleme analizine tabi tutulmuş ve renk haritası belirlenmiştir. Renk haritasında dayanıklılık geni içeren genotipler kırmızı, içermeyenler mavi renk ile kodlanmıştır (Şekil 2). Yapılan kümeleme analizi sonucunda genotiplerin dayanıklılık genleri bakımından iki ana gruba (Grup A ve Grup B) ayrıldığı görülmektedir. A grubu içerisindeki 27 çeşit ile Perry Marrow ve TO genotiplerinin *Ur-4* genlerini taşıdığı ve bu gruptaki genotiplerin *Ur-5* genine ise sahip olmadığı belirlenmiştir. Çalışma, beklenen bant büyüklüğü yönüyle Miene ve ark. (2004) ile benzer sonuçlar

göstermiştir. Miene ve ark. (2004) 'e göre 1079 bp çiftinde bant profiline sahip genotiplerin *Ur-4* genini bünyelerinde bulundurduğu değerlendirilirken yaklaşık 800 bp amplifikasyon elde edilen genotiplerin *Ur-4* geninden yoksun olduğu kabul edilmiştir (Şekil 1). Altıkardeşler ve Arslan (2007) tarafından dayanıklı olarak rapor edilmiş olan Alman Ayşe çeşidi, gerçekleştirilen bu çalışmada *Ur-4* genini içermediğinden dolayı hastalığa hassas olarak karakterize edilmiştir. Bu durum markör destekli seleksiyon çalışmalarında kullanılan SCAR markörlerinin dayanıklılıkla ilgili lokuslara belirli oranda bağlantılı olması ile açıklanabilir.



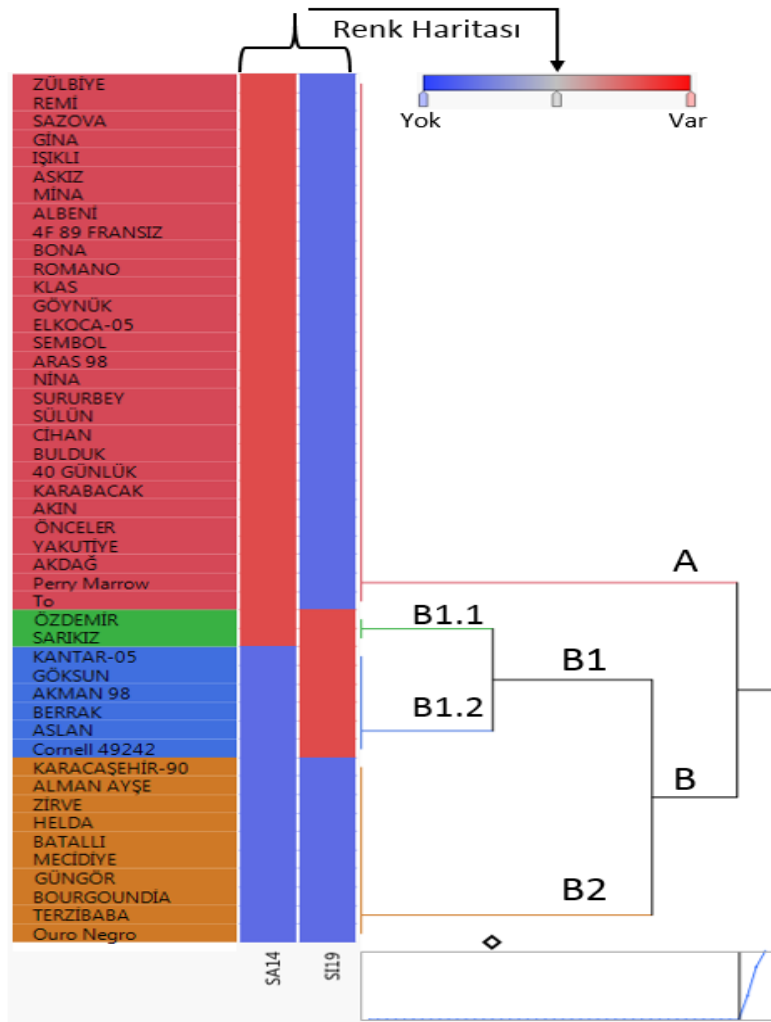
Şekil 1. SA14 (1079/800 bp) markörü ile elde edilen jel görüntüsü (Şekil 1A,1B), SI19 (460 bp) markörü ile elde edilen jel görüntüsü (Şekil 1C).

Markörler yardımıyla yapılan genotipik karakterizasyonlar, çeşitlerin hastalığa dayanıklılık derecelerinin klasik patojenisite çalışmaları ile kuvvetlendirilecektir (Miklas 2002). Grup B incelendiğinde kendi içerisinde B1 ve B2 olarak iki alt

gruba ayrıldığı görülmektedir (Şekil 2). B1 alt grubu kendi içerisinde B1.1 ve B1.2 olarak iki alt grubu ayrıldığı ve renk haritasında da görüldüğü üzere B1.1'de yer alan Özdemir ve Sarıkız çeşitlerinin *Ur-4* ve *Ur-5* dayanıklılık genlerini içerdiği belirlenmiştir. B1.2

alt grubunun içerisinde yer alan Kantar-05, Göksun, Akman-98, Berrak, Aslan ve Cornell 49242'nin ise sadece *Ur-5* genini bulundurmasından dolayı aynı grupta kümelendiği saptanmıştır. Kümeleme analizi sonucunda Karacaşehir-90, Alman Ayşe, Zirve, Helda, Batallı, Mecidiye, Güngör, Bourgoundia, Terzibaba ve Ouro Negro genotiplerinin *Ur-4* ve *Ur-5* dayanıklılık genlerine sahip olmadığı saptanmıştır. Çalışmada kullanılan SI19 markörü *Ur-5* lokusu için elde edilen amplicon büyüklüğü yönüyle Souza ve ark. (2007) ile benzer sonuçlar sergilemiştir. Miklas (2002), *Ur-4* ve *Ur-5* genlerinin *Ur-11* içerisinde yer alan bir lokus üzerinde konumlandığını bildirmiştir (Miklas 2002). Dayanıklılıkla ilgili olduğu bilinen *Ur-11* geninin karakterizasyonu üzerinde çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Beaver ve Macchiavelli 2002; Pastor Corrales 2002; Pastor-Corrales ve Stavely 2002).

Yapılan moleküler tarama sonucunda *Ur-4* + *Ur-5* geninin varlığı sadece Sarıkız ve Özdemir çeşitlerinde tespit edilmiştir. Söz konusu iki genin varlığı bakımından Sarıkız ve Özdemir çeşitlerinin pas hastalığına diğer çeşitlere nazaran daha dayanıklı olması beklenmekte ise de bu durumun patojen site çalışmaları ile doğrulanması ve fenotipik olarak da karakterize edilmesi gerekmektedir. Ayrıca *Ur-5* geni içeren ancak *Ur-4* geninden yoksun olan Kantar-05, Göksun, Akman 98, Berrak ve Arslan çeşitlerinin de hastalığa karşı reaksiyonlarının değerlendirilmesi bu genlerin fonksiyonlarının anlaşılması bakımından önemlidir. Kümeleme analizi ile elde edilen sonuçlar, genotiplerin dayanıklılık genlerini içermeleri yönünden anlamlı bir şekilde gruplandığını, dolayısıyla ileride yapılacak ıslah çalışmalarında bu gruplardan başarıyla faydalanılabileceğini göstermektedir.



Şekil 2. Genotiplerin SA14 ve SI19 markörlerine göre kümeleme analizi ve renk haritası.

Sonuç ve Öneriler

SCAR markörleri ile yapılan tarama neticesinde 43 tescilli çeşit arasından önemli bir kısmının pas hastalığına dayanıklılık ile ilişkili olan *Ur-4* ve *Ur-5* genlerine sahip oldukları belirlenmiştir. Fasulye pası hastalığının ülkemizde uygun koşullar altında epidemi yaptığı bilinmektedir. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de hastalıkla mücadelede dayanıklı veya tolerant çeşitlerin kullanımı önerilmektedir. Çalışma sonucunda Sarıkız ve Özdemir çeşidinin dayanıklılıkla ilişkili her iki geni de bünyesinde bulundurması sebebiyle hastalığa dayanıklı olması ön görülmektedir. Sonuç olarak, markörler kullanılarak dayanıklılık genlerinin varlığı noktasında karakterize edilen çeşitlerin klasik patojenite sonucu elde edilecek fenotipik gözlemler ile dayanıklılık durumlarının doğrulanması önerilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından BAP – 2016.10.07.1091 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

Acevedo, M., Steadman, J.R., Rosas, J.C. 2013. *Uromyces appendiculatus* in Honduras: pathogen diversity and host resistance screening. *Plant disease*, 97(5): 652-661.

Agrios G.N. 1997. *Plant Pathology*, 4th ed. Academic Press, Inc, San Diego, California, pp. 633.

Altıkardeşler, A., Arslan, Ü. 2007. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Çeşitlerinin Pas Hastalığı (*Uromyces appendiculatus* (Pers.: Pers.) Unger)'na Karşı Reaksiyonları ve Bazı Fungisitlerin Etkisi. *Journal of Agricultural Faculty*, 21(1): 1-8.

Alzate-Marin, A.L., Costa M.R., Arruda, K.M., Barros, E.G., Moreira, M.A. 2003. Characterization of the anthracnose resistance gene present in Ouro Negro (Honduras 35) common bean cultivar. *Euphytica*, 133: 165-169.

Beaver, J.S., Macchiavelli, R. 2002. Utility of the multiple-seed procedure of single-seed descent for bean improvement. *Annual Report-Bean Improvement Cooperative*, 45: 34-35.

Beije, C.M., Kanyagia, S.T., Muriuki, S.J.N., Otieno, E.A., Self, A.A., Whittle, A.M. 1984. *Horticultural Protection Handbook*. National Horticulture Research Station, Ministry of Agriculture and Livestock Development, Thika, Kenya, pp. 32.

Boudreau, M.A., Mundt, C.C. 1992. Mechanisms of alteration in bean rust epidemiology due to intercropping with maize. *Phytopathology*, 82: 1051-1060.

Imhoff, M.W., Leonard, K.J., Main, C.E. 1982. Analysis of disease progress curves, gradients and incidence-severity relationships for field and phytotron bean rust epidemics. *Phytopathology*, 72: 72-80.

Liebenberg, M.M., Mienie, C.M.S., Pretorius, Z.A. 2006. The Occurrence of rust resistance gene *Ur-13* in common bean cultivars and lines. *Euphytica*, 150: 365-386.

Meine, C.M.S., Naidoo, R., Liebenberg, M.M. 2004. Conversion of the RAPD marker for *Ur-4* to a co-dominant SCAR marker SA141079/800. *Annual Report-Bean Improvement Cooperative*, 47: 261-262.

Miklas, P.N. 2002. Marker-assisted selection for disease resistance in common bean. *Annual Report-Bean Improvement Cooperative*, 45: 1-3.

Miklas, P.N., Pastor-Corrales, M.A., Jung, G., Coyne, D.P., Kelly J.D., McClean P.E., Gepts, P. 2002. Comprehensive linkage map of bean rust resistance genes. *Annual Report-Bean Improvement Cooperative*, 45: 125-129.

Mmbaga, M.T., Steadman, J.R., Stavely, J.R. 1996. The use of host resistance in disease management of rust in common bean. *Integrated Pest Management Reviews*, 1: 191-200.

Park, S.O., Coyne, D.P., Steadman, J.R., Crosby, K.M., Brick, M.A. 2004. RAPD and SCAR markers linked to the *Ur-6* Andean gene controlling specific rust resistance in common bean. *Crop Science*, 44: 1799-1807.

Pastor-Corrales, M.A. 2002. Apparent vulnerability of certain of rust-resistance gene combinations in common bean for the management of *Uromyces appendiculatus*. *Annual Report-Bean Improvement Cooperative*, 45: 42-43.

Pastor-Corrales, M.A. 2003. Sources, genes for resistance and pedigrees of 52 rust and mosaic resistant dry bean germplasm lines released by the USDA Beltsville bean project in collaboration with Michigan, Nebraska and North Dakota agricultural experiment stations. *Annual Report-Bean Improvement Cooperative*, 46: 235-241.

Pastor-Corrales, M.A., Stavely, J.R. 2002. Using specific races of the common bean rust pathogen to detect resistance genes in

- Phaseolus vulgaris. Annual Report-Bean Improvement Cooperative, 45: 78-79.
- Queiroz, V.T., Sousa, C.S., Costa, M.R., Sanglad, D.A., Arruda, K.M.A., Souza, T.L.P.O., Ragagnin, V.A., Barros, E.G., Moreira, M.A. 2004. Development of SCAR markers linked to common bean anthracnose resistance genes Co-4 and Co-6. Annual Report-Bean Improvement Cooperative, 47: 249-250.
- Souza, T.L.P.O., Alzate-Marin, A.L., Moreira, M.A., Barros, E.G.D. 2005. Análise comparativa da variabilidade patogênica de *Uromyces appendiculatus* em algumas regiões brasileiras. Fitopatologia Brasileira, 30: 143-149.
- Souza, T.L.P.O., Alzate-Marin, A.L., Dessaune, S.N., Nunes, E.S., de Queiroz, V.T., Moreira, M.A., de Barros, E.G. 2007. Inheritance study and validation of SCAR molecular marker for rust resistance in common bean. Crop Breeding and Applied Technology, 7(1): 11-15.
- Souza, T.L.P.O., Alzate-Marin, A.L., Faleiro, F.G., Barros, E.G. 2008. Pathosystem common bean-*Uromyces appendiculatus*: host resistance, pathogen specialization, and breeding for rust resistance. Pest Technology, 2(2): 56-69.
- Stavelly, J.R., Kelly, J.D., Grafton, K.F. 1994a. BelMidak-rustresistant navy dry bean germplasm lines. HortScience 29: 709-711.
- Stavelly, J.R., Kelly, J.D., Grafton, K.F., Steinke, J., Steadman J.R., Coyne, D.P., Lindgren, D.T., Silbernagel, M.J. 1994b. Recent rust resistant bean germplasm releases. Annual Report-Bean Improvement Cooperative, 37: 247- 248.
- Steadman, J.R., Pastor-Corrales, M.A., Beaver, J.S. 2002. An overview of the 3rd bean rust and 2nd bean common bacterial blight international workshops. Annual Report-Bean Improvement Cooperative, 45: 120-124.

Araştırma Makalesi

Kayısı (*Prunus armeniaca*) ve Sandaloz Ağacı (*Pistacia lentiscus*) Sakızları Eksüdalarının Spektroskopik Karakterizasyonu ve Karşılaştırılması

Murat ÇANLI*

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Mucur Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü

*Sorumlu yazar: muratbdm@gmail.com

Geliş Tarihi: 19.02.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 25.05.2019

Kabul Tarihi: 26.06.2019

Özet

Bu çalışmada, kayısı (*Prunus armeniaca*) ve sandaloz (*Pistacia lentiscus*) ağacı sakızlarının fizikokimyasal kimyasal bileşimleri belirlenmiştir. Bu polimerik yapıların yapısal bileşen analizleri; UV-Vis spektrofotometriyle, FT-IR ve GC-MS ile yapılmıştır. Sonuçta, her iki sakızında bileşiminde de benzer oranlarda arabinoz, ksilitol, galaktoz, ramnoz, mannoz ve üronik asit bulunmuştur. Protein ve terpenoid çeşitleri belirlenmiştir. Birbirlerine göre karşılaştırıldıklarında kayısı sakızı eksüdasının sandaloz sakızı eksüdasına göre daha çok çeşit protein ve terpenoide sahip olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: *Prunus armeniaca*, *Pistacia lentiscus*, sakız eksüda, kimyasal bileşim, spektroskopik analiz.

Spectroscopic Characterization and Comparison of Exudates of Apricot (*Prunus armeniaca*) and Mastic/Sandalose Tree (*Pistacia lentiscus*) Gums

Abstract

In this study, physicochemical chemical composition of apricot (*Prunus armeniaca*) and sandalose (*Pistacia lentiscus*) tree gums were determined. Structural component analysis has been completed by UV-Vis spectrophotometer, FT-IR and GC-MS. As a result, similar ratios of arabinose, xylitol, galactose, rhamnose, mannose and uronic acid in both gum were found in the composition. Protein and terpenoid varieties were determined. Compared to each other, the apricot gum exudate was found to have more protein and terpenoids than sandalose gum exudate.

Key words: *Prunus armeniaca*, *Pistacia lentiscus*, gum exudate, chemical composition, spectroscopic analysis.

Giriş

Günümüz endüstriyel kullanımında çoğu termoplastik ve termoset reçine petrolden türevlenmektedir. Bunun sonucunda oluşan gaz emisyonu, atıklar ve geri dönüşüm gibi çevre problemlerini arttırmasının yanında polimer endüstrisi artan petrol fiyatlarından da etkilenmektedir. Bu bağlamda, yenilenebilir kaynakların polimer materyallerinin üretiminde kullanılması artan bir şekilde araştırma faaliyetlerini etkilemektedir (Garrison ve ark, 2016).

Doğal sakızlar, gözyaşı benzeri, çizgili nodüller veya amorf yumrulardaki ağaçlardan ve çalılardan salınır. Doğal olarak kuruduktan sonra, beyazdan soluk/koyu sarıya ve soluk griden koyu kahverengiye kadar farklı renklerde sert ve camsı eksüdalar oluştururlar. En yaygın teoriler, sakızların, iç bitki dokularının sakızlanma denen bir süreç boyunca parçalandığı doğal bir fenomen olarak oluştuğunu söyler. Sakız oluşumu yaz aylarında en hızlı ve bol miktarda bulunur, kışın ise salgıları çok yavaştır ya da yoktur. Leguminosae, Sterculiaceae, Anacardiaceae,

Combretaceae, Meliaceae, Rutaceae ve Rosaceae gibi çok çeşitli aileler sakız üretmektedir (Bouaziz ve ark, 2016).

Etilen ve etilen açığa çıkaran bileşikler ayrıca çekirdekli meyve ağaçları ve kayısı (*Prunus armeniaca* L.) gibi Rosaceae ailesi meyvelerinde sakız oluşumuna neden olurlar. Kayısı sakızındaki polisakkaritler, galaktoz (Gal) ve arabinoz (Ara) çoğunluğu oluşturmak üzere ve az miktarda ksiloz (Xyl) içeren karbonhidrattan oluşmaktadır (Saniewski ve ark., 2002).

Arabik sakızın maliyet ve kullanılabilirlik dalgalanmaları, iyi fonksiyonel özelliklere sahip yeni doğal hidrokolloid zamlar aramak için güçlü nedenlerdir (Mahfoudhi ve ark., 2012).

Prunus cinsi, Rosaceae familyasına ait olup seftali (*P. Persica*), kayısı (*P. Armeniaca*), mürdüm eriği (*P. insitia*), kiraz (*P. cerasus*) gibi birçok meyve taşıyan ağaç içerir. Bu türler, meyve ve gövdelerindeki bir hastalık (gummosis), gövdedeki bir hasardan veya budamadan sonra mikrobiyal saldırıdan sonra ortaya çıkan bol miktarda sakız eksüdası üretirler. Bu eksüdalar, polisakkarid bileşenlerinden ve daha az miktarda Ara, Xyl, Gal, ramnoz (Rhm), mannoz (Man) ve üronik asitten oluşabilir. Yapısal değişimler, monosakkaritler ve glikozidik bağların oranına bağlıdır (Simas ve ark, 2008).

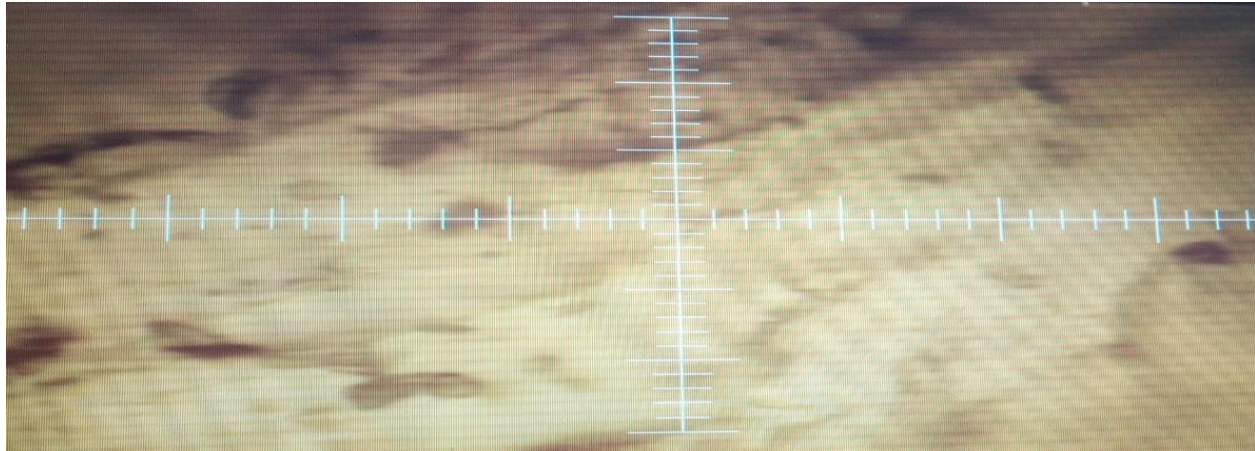
Rosaceae ailesinin sakız eksüdaları Gal, Ara ve glukuronik asit (Glu) gibi karbonhidratların yoğun

olduğu bileşiklerden oluşmaktadır (Bouaziz ve ark, 2016). Bunlardan Ara, beş karbon içeren aldozlar anlamına gelen aldopentozların bir üyesi olup ($C_5H_{10}O_5$), bir aldehit (CHO) grubu içerir. Bilimsel adı **ksilitol** ($C_5H_{12}O_5$) olan şeker alkolü selüloz içeren çeşitli ürünlerden elde edilmektedir. **Gal** ($C_6H_{12}O_6$), glikoz ve fruktoz gibi bir monosakkarittir. Üronik asit, bir şeker dizisindeki son karbonun olduğu alkolik grubun oksitlenmesi sonucu -COOH grubu oluşmasıyla elde edilen bir şeker asittir.

Bunların yanında sakız eksüdası yapısının içerisinde protein ve terpenoidler de yer almaktadır. Bu nedenlerden dolayı, bu çalışmada kayısı sakızı ve sandaloz sakızı eksüdalarının kimyasal bileşimleri karbonhidratlar, proteinler ve terpenoidler yönünden incelenmiştir. Ayrıca, her iki sakız örneğinin birbirleri ile karşılaştırmaları da yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Sakız eksüdaları Kırşehir'in Mucur ilçesinde yer alan kayısı ağaçları (*Prunus armeniaca*) ve Muğla'nın Datça ilçesinde yer alan sandaloz ağaçlarından (*Pistacia lentiscus*) toplanmıştır (Şekil 1). Ağaç gövdesinden toplanan sakızlardan 2 g alınıp 100 ml saf su içerisinde 1 gece boyunca bekletildi (Simas ve ark, 2008). Hazırlanan örnekler, UV-vis spektrofotometresiyle yapıdaki kalıntı monomer, protein, antioksidan ve benzeri safsızlıklar tespit edilmiştir.



Şekil 1. Sakızın mikroskoptaki 40 x görüntüsü.

Sakız eksüdalarının yapılarındaki protein ve üronik asit varlığı UV-Vis spektrometresiyle (Shimadzu, UV 1201) taranırken tarama aralığı 200-850 nm arasında tutulmuştur.

FT-IR ve GC-MS spektrometresiyle yapıdaki gruplar belirlenmiştir. Fonksiyonel grupların varlığı kızılötesi spektroskopisi ile analiz edildi. Kurutulmuş P.

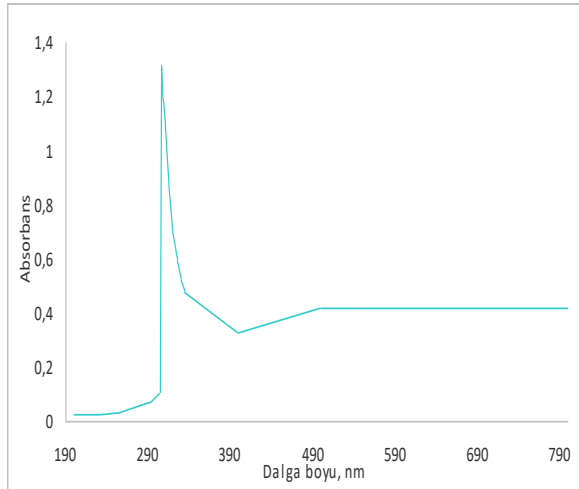
cerasoides sakızının tozundan yaklaşık 10 mg alınmış ve transduzyon oranı değerleri 400 ile 4000 cm^{-1} arasında FT-IR spektrofotometre (Alpha FTIR Spectrometer, Bruker) ile kaydedilmiştir.

Analiz şartları Daferera ve ark. (2000) önerdiği gibi ayarlanmıştır. GC-MS analizi için çözücü olarak merkaptanol ve su kullanılmıştır. Monosakkarit

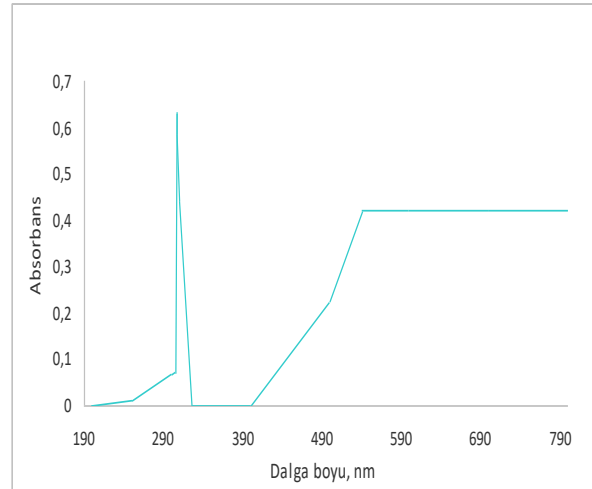
bileşimini belirlemek için örnek asit ile hidroliz edilerek metil glikosid haline getirilmiştir. Elektronik kontrollü bölünmemiş enjeksiyon portu ile donatılmış bir gaz kromatografisi 6890 (Agilent, ABD) ve elektron darbeleri iyonizasyon odası ile tek bir dört kutuplu inert kütle seçici detektör (5973, Agilent, ABD) ile birleştirilen GC-MS analizi için kullanıldı. GC ayırma bir DB-624 kılcal kolonda (60 m x 0,25 mm x 1,4 um) (J & W Scientific, ABD) gerçekleştirilmiştir. Helyum sabit bir basınç 25,6 psi olan taşıyıcı gazdı. Örnek çözeltinin yaklaşık 1 µL'si 260 °C'de ayırık modda enjekte edildi. Fırının başlangıç sıcaklığı 150 °C idi ve 260 °C'ye ulaşana kadar dakikada 10 °C'lik bir hızla yükseldi. Sıcaklık, 25 dakikadan daha az olmamak üzere 260 °C'de tutuldu. Kütle spektrometrik parametreleri, 69,9 eV elektron darbe iyonizasyon enerjisi, 230 °C iyon kaynağı sıcaklığı ve 150 °C MS kuadropol sıcaklığı ile ayarlandı. MS sistemi, rutin olarak seçici iyon izleme modunda ayarlandı. Hedef piklerin atamaları orijinal malzemelerle doğrulandı.

Bulgular ve Tartışma

Proteinlerin absorpsiyon spektrumu ultraviyole bölgede 185-320 nm arasında olduğu (Prasad ve ark, 2017), sakız eksüdasının sulu çözeltisinin bu dalga boylarında protein absorpsiyonundan dolayı bir absorpsiyon piki verdiği bilinmektedir (Malsawmtluangi ve ark, 2014). Bu araştırma için toplanan örneklerin UV-Vis spektrometresinde yapılan ölçümlerinde λ_{max} = 306 nm de bir maksimum verdiği her iki sakız numunesi içinde bulunmuştur (Şekil 2a ve 2b). Bu dalga boyundaki pik, aromatik amino asit bileşiğindeki karboksilatta yer alan oksijen atomundaki eşlenmemiş elektronların π - π^* geçişindeki titreşimi verir (Su, 2013). Ayrıca 540 nm de görülen pik ise proteinin kuyruk uzantısının belirteçidir ve üronik asitin varlığının göstergesidir (Malsawmtluangi ve ark, 2014). Bu belirteç sandaloz sakızı eksüdasında daha belirgin bir şekilde ortaya çıkmıştır. Glutamik asit, glisin, fenilalanin, lösin, prolin, alanin, izolösin, histidin, treonin, serin, sistein, metiyonin, triptofan ve lizin proteinleri kayısı sakızı eksüdasında belirlenirken, glutamik asit, glisin, alanin, histidin, treonin, serin ve sistein sandaloz sakızı eksüdasında belirlenmiştir.



a



b

Şekil 2. (a) Kayısı ve (b) Sandaloz ağacı sakızı için UV-Vis absorbans grafiği.

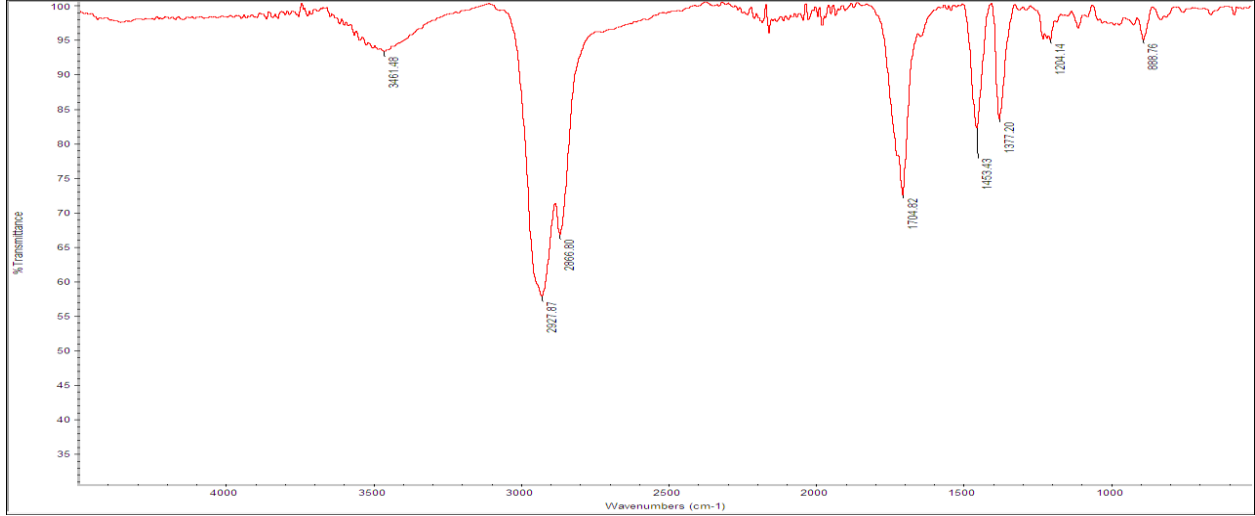
Her iki sakız eksüdasının alınan FT-IR spektrumları incelendiğinde (Şekil 3 ve 4) 1740 cm^{-1} (kayısı için) ve 1704 cm^{-1} 'de (sandaloz için) keskin bir pik spesifik C=O grubunun varlığına kanıt olmaktadır (Pagola ve ark, 2003). Aynı zamanda, $2500\text{--}3100\text{ cm}^{-1}$ arasında beliren pikler yapıda karboksilli asitlerin varlığını göstermektedir. Bu pikler sandaloz sakızı numunesi için 2927 cm^{-1} ve 2866 cm^{-1} ve kayısı sakızı numunesi için 2922 cm^{-1} de belirmiştir.

Sakızın yapısında beliren ve hidrokarbonun solunda yer alan alkol (O-H gerilim) pikleri de $3000\text{--}3700\text{ cm}^{-1}$ çıkmaktadır. Bu alkol piklerinin genel özelliği yoğun ve düzgün bir eğri şeklinde olmalarıdır. Her iki sakız türünün spektrumlarında $3500\text{--}3200\text{ cm}^{-1}$ ve $1150\text{--}1000\text{ cm}^{-1}$ de güçlü pikler görülmektedir. Bunun yanında, örnekler 1000 ve 750 cm^{-1} arasında nispeten daha az kuvvetli pikler vermiştir. $3500\text{--}3200\text{ cm}^{-1}$ arasındaki pikler O-H da yer alan hidrojen bağının

hidroksil grubu gerilim titreşiminden kaynaklanmaktadır.

1085-1050 cm^{-1} arasındaki pikler C-OH gerilim titreşiminden kaynaklanmaktadır ki burada kayısı sakızı eksüdası için 1022 cm^{-1} olarak belirmiştir. Bu pik alisiklik alkollere ve primer doygun alkollere işaret etmektedir. Aynı zamanda, 1000-1300 cm^{-1} arasında

şeker yapısında bulunan halkada yer alan eterden dolayı da bu pik oluşur. Alkil ve alisiklik alkollere benzer şekilde kayısı sakızı eksüdasında kuvvetli iki pik (1230 ve 1022 cm^{-1}) sandaloz sakızı eksüdasında (1204 cm^{-1} ve 883 cm^{-1}) daha az kuvvetli 2 pik olmak üzere her iki örnekte 1350 ve 750 cm^{-1} arasında pik vermişlerdir (Urbanski ve ark., 1959).



Şekil 3. Sandaloz sakızı eksüdası için FT-IR spektrumu.

Çizelge 1’de literatürde yer alan bazı çalışmalardaki seçilen ağaçların sakızlarının eksüdaları için karbonhidrat içerikleri verilmiş ve bunlar bu

çalışmada kullanılan ağaçların sakızlarının içerikleriyle karşılaştırılmıştır.

Çizelge 1. Çeşitli sakız eksüdalarının monosakkarit bileşimleri

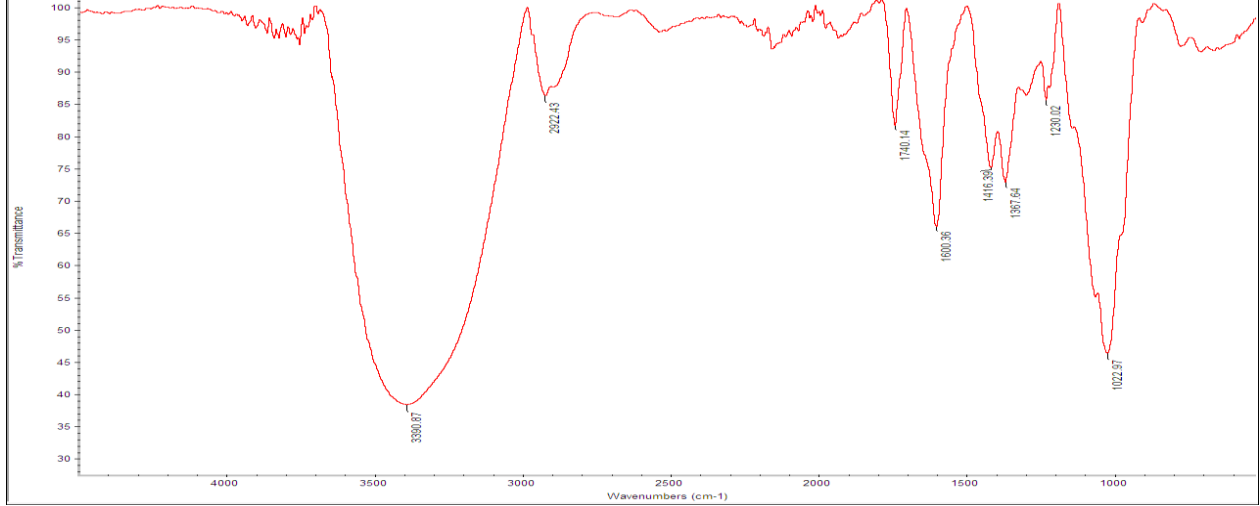
	Ramnoz, %	Ksiloz, %	Arabinoz, %	Galaktoz, %	Mannoz, %	Üronik asit, %
Kayısı ağacı sakızı (Bu çalışmada)	0.57	8.73	71.9	17.1	0.69	1.00
Sandaloz ağacı sakızı (Bu çalışmada)	0.53	9.15	76.9	12.0	0.49	0.87
Kiraz ağacı sakızı (Lliveras-Tenorio ve ark, 2012)	15	0	34	49	0	12
Malva nut sakızı (Mirhosseini ve Amid, 2012)	29.4	2.1	32	29.2	4.8	-
Kayısı ağacı sakızı (Fathi ve ark, 2016)	2.5	17.8	41.5	23.7	14.4	-
Badem ağacı sakızı (Fadavi ve ark, 2014)	1.1	6.8	61.1	28.4	0.3	1.7
Şeftali ağacı sakızı (Simas ve ark, 2008)	Çok az	7	36	42	2	13
Kayısı ağacı sakızı (Rosik, 1968)	-	2	21	26	1	10
Kiraz ağacı sakızı (Malsawmtluangi ve ark, 2014)	1.4	1.2	61	5.4	-	-
Ghatti sakızı (Pitthard ve Finch, 2001)	-	8.5	63.5	24.6	3.3	-

Brezilya’nın Palmas bölgesinde yer alan şeftali ağaçlarından elde edilen sakız eksüdasının monosakkarit bileşimi (w/w); %36 Ara, %7 Xyl, %2 Man, %42 Gal ve %13 Üronik asit olarak bulunmuştur

(Simas ve ark., 2008). İtalya’nın çeşitli bölgelerinde toplanan kiraz sakızı eksüdası için değerler (w/w); %50 Ara, %11 Xyl, %2 Man, %2 Rhm ve %34 Gal olarak belirlenmiştir (Lliveras-Tenorio ve ark., 2012).

Rosik (1968) çalışmasında kayısı sakızı üzerine odaklanmış ve sonuçları Ara için %21 ve Gal için %26 olarak bulmuştur. Benzer şekilde, Fathi ve ark. (2016) İran'da yer alan kayısı ağaçlarından topladıkları sakızlarda (w/w); %41,5 Ara, %17,8 Xyl, %14,4 Man,

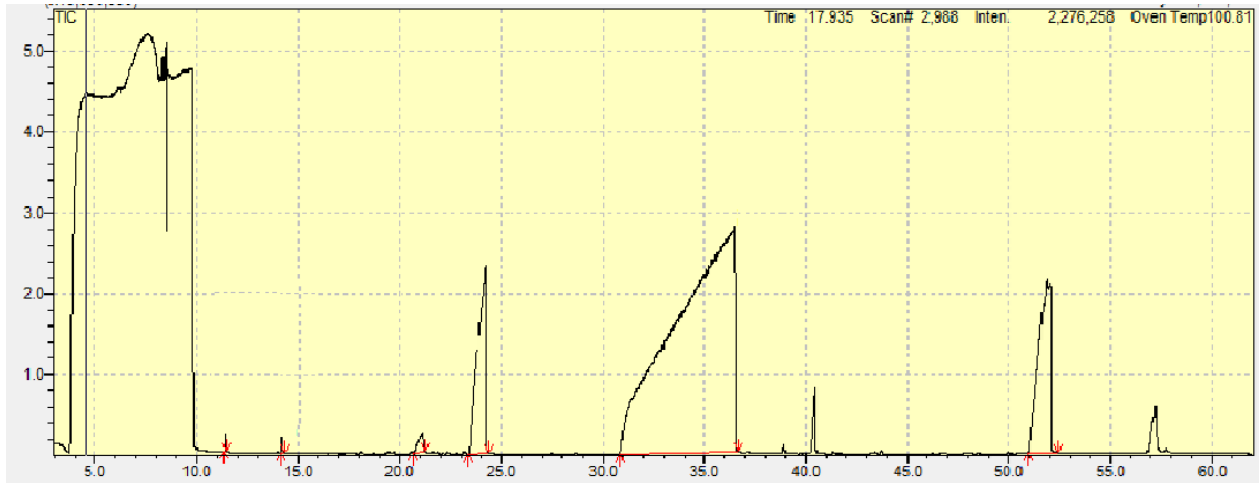
%2,5 Rhm ve %23,7 Gal oranlarında monosakkarit tespit etmişlerdir. Bu çalışmada ise, kayısı sakızı eksüdası için Ara, Xyl, Gal, Rhm, Man ve üronik asit miktarları yüzde olarak sırasıyla (71,9: 8,73: 17,1: 0,57: 0,69: 1,00 (w/w)) değerlerinde görülmüştür.



Şekil 4. Kayısı sakızı eksüdası için FT-IR spektrumu.

Kottakis ve ark. (2008) Chios sandaloz sakızının eksüdası içerisinde temel olarak (w/w) Ara (% 51,1) ve Gal (% 48,9) bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise, Ara, Xyl, Gal, Rhm, Man ve üronik asit miktarları sandaloz sakızı eksüdası için sırasıyla, (% 76,9: 9,15: 12,0: 0,53: 0,49: 0,87 (w/w)) olarak bulunmuştur.

Alıkonma süresi (Retention time) kayısı sakızı ve sandaloz sakızı için; 21, 24, 36, 40, 52 ve 57 dakikalarda oluşmuştur (Şekil 5 ve 6). Bu piklerin aynı sürelerde meydana gelmesi her iki sakız eksüdasında da aynı karbonhidratların bulunduğunun göstergesidir. Bu alıkonma sürelerinde sırasıyla Rhm, Xyl, Ara, Man, Gal ve üronik asidi işaret etmektedir.



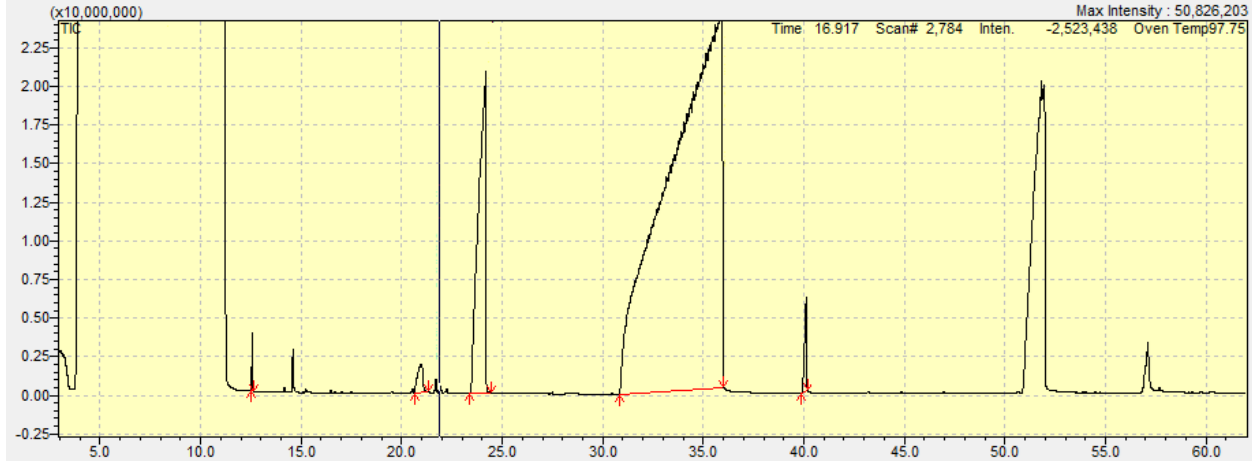
Şekil 5. Sandaloz sakızının GC-MS grafiği.

Sandaloz ağacının sakızı üzerine yapılan çalışmalar daha çok sakızın içerisinde yer alan yağın bileşimini bulmaya yönelik olmuştur. Fas'ın doğusunda yer alan Sandaloz ağacından (*Pistacia*

lentiscus L.) elde edilen yağın C₁₀H₁₆ formülünde farklı dizilişe sahip ana bileşenleri (w/w); mirsen (% 39,2), limonen (% 10,3), gurjunen (% 7,8), germakren (% 4,3), α-pinen (% 2,9), ve muurolen (% 2,9) olarak tespit

edilmiştir (Amhamdi ve ark, 2009). Cezayir'in farklı bölgelerinden toplanan sandaloz ağacı (*Pistacia lentiscus* L.) sakızından elde edilen yağın bileşiminde longifolen (% 12,8 - 16,4 (w/w) arasında değişen oranlarda) ve α -pinen (% 19,0 (w/w) civarında) en

yüksek miktardaki bileşen olarak bulunmuştur. GC-MS ile yapılan ölçümlerde ayrıca γ -kadinen, *trans*- β -terpineol, terpinen-4-ol, sabinen, ve β -pinen önemli bileşenler olarak bulunmuştur (Dob ve ark, 2006).



Şekil 6. Kayısı sakızının GC-MS grafiği.

Pistacia vera, *Pistacia terebinthus*, ve *Pistacia lentiscus* diye bilinen türün ağaç yapraklarından elde edilen yağın GC ve GC-MS analizlerinde α -pinen, β -pinen, limonen, terpinen-4-ol ve α -terpineol ana bileşenler olarak bulunmuştur (Duru ve ark, 2003). Bunlardan *Pistacia lentiscus* var. *chia*, diye bilinen sandaloz ağacının yağı ve sakız eksüdasında α -pinen, β -mirsen, β -pinen, limonen ve β -karyofilin bileşikleri tanımlanmıştır (Koutsoudaki ve ark., 2005). *Pistacia lentiscus* L.'nin sakızının kimyasal bileşiminin %90 (w/w) monoterpen hidrokarbon içerdiği ve ana bileşenlerinin %79 (w/w) α -pinen ve %3 (w/w) β -mirsen olduğu tespit edilmiştir (Bouaziz ve ark, 2016). Bu çalışmada ise; kayısı sakızı için α -pinen, *trans*- β -terpineol, β -mirsen, farnesol, limonen, ve sandaloz sakızı için α -pinen, *trans*- β -terpineol, β -mirsen, limonen bileşikleri tespit edilmiştir.

Her iki ağacın sakızları karşılaştırıldığında, sandaloz ağacının daha yüksek oranda Ara ve Xyl bileşenine sahip olduğu görülmektedir. Kayısı ağacı sakızının daha yüksek oranda Gal içeriğine sahip olmasına karşın her iki ağacın sakızlarındaki yüksek oranda Ara, Gal ve üronik asit içeriği sakız yapısında pektin oluşumunun yüksek oranda olduğunun göstergesidir (Gül ve Dizlek, 2009). UV-Vis spektrumlarında beliren iki pik her iki sakız örneği için de karboksilli asit ve protein içeriğini işaret etmektedir. FT-IR analizi ise yapıda karboksil, hidroksil ve metil gruplarının varlığını göstermiştir.

Sonuç ve Öneriler

Kayısı sakızı ve sandaloz sakızı eksüdalarının kimyasal bileşiminde ana bileşen karbohidratlar olarak ortaya çıkmıştır. GC-MS analizinde Ara, Gal, Xyl, Man ve Rhm bulunmuştur. Her iki ağacın sakız eksüdalarının bileşimleri dikkate alındığında UV-vis daki piklerinde aynı dalga boyunda ve benzer IR pikleri vermelerine karşın kayısı sakızının suda daha iyi çözündüğü görülmüştür. Bunun yapılarında bulunan farklı protein çeşitlerine sahip olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer yapılan çalışmalarda kullanılan sakız eksüdalarına göre karşılaştırıldıklarında yüksek Ara bileşime sahip olmaları en öne çıkan özellikleridir. Türkiye'nin değişik yerlerindeki ağaçlardan elde edilecek sakız eksüdalarının benzer bir oluşumu gösterip göstermedikleri de değerlendirmeye alınabilecek bir başka araştırma konusu olacaktır. Kayısı sakızının ve sandaloz sakızının polimer kompozitlere katkıları daha sonraki çalışmalarda araştırılacaktır.

Teşekkür

Bu çalışmaya desteklerinden dolayı Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine (MMY.A3.16.001) teşekkür ederim.

Kaynaklar

Amhamdi, H., Aouinti, F., Wathet, J. P., Elbachiri, A. 2009. Chemical composition of the essential oil of

- Pistacia lentiscus* L. from Eastern Morocco. Records of Natural Products, 3(2): 90- 95.
- Bouaziz, F., Koubaa, M., Ghorbel, R.E., Chaabouni, S. E. 2016. Recent advances in Rosaceae gum exudates: From synthesis to food and non-food applications. International Journal of Biological Macromolecules, 86: 535-545.
- Daferera, D.J., Ziogas, B.N., Polissiou, M.G. 2000. GC-MS Analysis of essential oils from some Greek aromatic plants and their fungitoxicity on *Penicillium digitatum*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48: 2576–2581.
- Dob, T., Dahmane, D., Chelghoum, C. 2006. Chemical composition of the essential oils of *Pistacia lentiscus* L. from Algeria. Journal of Essential Oil Research, 18: 335-338.
- Duru, M. E., Cakir, A., Kordali, S., Zengin, H., Harmandar, M., Izumi, S., Hirata, T. 2003. Chemical composition and antifungal properties of essential oils of three *Pistacia* species. Fitoterapia, 74: 170-176.
- Fadavi, G., Mohammadifar, M.A., Zargarran, A., Mortazavian, A.M., Komeili, R. 2014. Composition and physicochemical properties of Zedo gum exudates from *Amygdalus scoparia*. Carbohydrate Polymers, 101: 1074-1080.
- Fathi, M., Mohebbi, M., Koocheki, A. 2016. Some physico-chemical properties of *Prunus armeniaca* L. Gum exudates. International Journal of Biological Macromolecules, 82: 744-750.
- Garrison, T. F., Murawski, A., ve Quirino, R. L. 2016. Bio-Based Polymers with Potential for Biodegradability. Polymers, 8(7): 262, <https://doi.org/10.3390/polym8070262>,
- Gül, H., Dizlek, H. 2009. Pentozanların kimyasal bileşimleri ve yapıları. Gıda, 34(1): 37-42.
- Kottakis, F., Lamari, F., Matragkou, C., Zachariadis, G., Karamanos, N., Choli-Papadopoulou, T. 2008. Arabino-Galactan Proteins from *Pistacia lentiscus* var. *chia*: isolation, characterization and biological function. Amino Acids, 34: 413-420.
- Koutsoudaki, C., Krsek, M., Rodger, A. 2005. Chemical Composition and antibacterial activity of the essential oil and the gum of *Pistacia lentiscus* var. *chia*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(20): 7681-7685.
- Lliveras-Tenorio, A., Mazurek, J., Restivo, A., Colombini, M. P., Bonaduce, I. 2012. Analysis of plant gums and saccharide materials in paint samples: comparison of GC-MS analytical procedures and databases. Chemistry Central Journal, 6: 1-15, <https://doi.org/10.1186/1752-153X-6-115>.
- Mahfoudhi, N., Chouaibi, M., Donsi, F., Ferrari, G., Hamdi, S. 2012. Chemical composition and functional properties of gum exudates from the trunk of the almond tree (*Prunus dulcis*). Food Science and Technology International, 18(3): 241-250.
- Malsawmtluangi, C., Thanzami, K., Lahlhenmawia, H., Selvan, V., Palanisamy, S., Kandasamy, R. 2014. Physicochemical characteristics and antioxidant activity of *Prunus cerasoides* D. Don gum exudates. International Journal of Biological Macromolecules, 69: 192-199.
- Mirhosseini, H., Amid, B.T. 2012. A review study on chemical composition and molecular structure of newly plant gum exudates and seed gums. Food Research International, 46: 387-398.
- Pagola, S., Benavente, A., Raschi, A., Romano, E., Molina, M.A.A., Stephens, P.W. 2003. Crystal Structure Determination of Thymoquinone by High-Resolution X-Ray Powder Diffraction. AAPS Pharm Sci. Tech., 5(2): 24-31.
- Pitthard, V., Finch, R. 2001. GC-MS Analysis of monosaccharide mixtures as their diethyl dithioacetal derivatives: Application to plant gums used in art works. Chromatographia, 53(1): 317-321.
- Prasad, S., Mandal, I., Singh, S., Paul, A., Mandal, B., Venkatramani, R., Swaminathan, R. 2017. Near UV-Visible electronic absorption originating from charged amino acids in a monomeric protein. Chemical Science, 8: 5416-5433.
- Rosik, J. 1968. Structural features of the polysaccharide of apricot gum in dependence on the infection with fungi, application of a synthetic material and vegetative period. Acta Horticulturae, 11: 523-528.
- Saniewski, M., Ueda, J., Horbowicz, M., Miyamoto, K., Puchalski, J. 2002. Gum in apricot (*Prunus armeniaca* L) shoots induced by methyl jasmonate. Acta Agrobotanica, 54(2): 27-34.
- Simas, F.F., Gorin, P.A.J., Wagner, R., Sasaki, G.L., Bonkerner, A., Iacomini, M. 2008. Comparison of structure of gum exudate polysaccharides from the trunk and fruit of the peach tree (*Prunus persica*). Carbohydrate Polymers, 71: 2182-228.
- Su, W. F. 2013. Principles of Polymer Design and Synthesis. Lecture notes in Chemistry. Chapter 5, Springer, Berlin, Heidelberg, Germany, 89-110.
- Urbanski, T., Hofman, W., Witanowski, M. 1959. The infrared spectra of some carbohydrates. Bulletin de L'academie Polonaise Des Sciences, 7(9): 619-624.

Araştırma Makalesi

Erzurum İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yenilikleri Benimseme Açısından Değerlendirilmesi[¥]

Sinan KILIÇTEK¹, Adem AKSOY^{2*}

¹T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı DAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, Erzurum

²Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum

*Sorumlu yazar: aaksoy@atauni.edu.tr

Geliş Tarihi: 06.03.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 09.06.2019

Kabul Tarihi: 26.06.2019

Özet

Türkiye’de son yıllarda modern üretim yapan işletme sayısında önemli artışlar yaşansa da serbet piyasa koşullarında rekabet edebilecek işletme sayısı oldukça azdır. Özellikle çalışma alanında önemli bir hayvancılık kültürü olmasına rağmen bölgedeki süt sığırcılığı işletmelerinde yenilikler yeterince benimsenmemiş olup üretim hala geleneksel yöntemlerle yapılmaktadır. Çalışma materyalini, Erzurum ilinde süt sığırcılığı faaliyetini sürdüren 103 adet anket oluşturmaktadır. Erzurum ilinde faaliyet gösteren süt sığırcılığı işletmelerinde üreticiler tarafından benimsenen süt sağım ünitesi, süt soğutma tankı, gübre sıyırıcı, otomatik suluk, kaşırıyıcı, buzağı ünitesi, karantina alanı, doğumhane, yem deposu, suni tohumlama, havalandırma, teknik destek, silaj kullanımı şeklinde 13 adet yenilik ele alınmıştır. İşletmenin kullandığı yeniliklerin benimsemesinde etkili olan faktörlerin tespitinde Sıralı Probit Modeli kullanılmıştır. Çalışmanın bağımlı değişkeni yeniliklerin benimseme düzeyi düşük, orta ve yüksek şeklinde 3 gruba ayrılmıştır. Model sonucuna göre; ailedeki birey sayısı, tarımsal amaçlı kredi kullanım durumu, yıllık tarım dışı gelir, sosyal güvenlik, yeni teknolojileri uygulamanın gelirden değişim meydana getirmesi, yeniliğin ucuz olması, yenilikle ilgili bilgi sahibi olmak, yeniliğin denenebilir olması, yeniliği diğer çiftçilerin uyguluyor olması, sütün pazarlama durumu, sütün pazarlama şekli, sütün pazarlama süresi ve büyükbaş hayvan sayısı değişkenleri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Yenilik, süt sığırcılığı, sıralı probit modeli, Erzurum.

Evaluation with Regards to Adoption of Innovations of Dairy Milk Business Managements in Erzurum Province

Abstract

While there have been significant increases in the number of modern production businesses in recent years the number of holdings to compete in free market conditions is quite low. Although there is an important livestock culture in the study area, innovations in dairy cattle farms in the region have not been sufficiently adopted and the production is still carried out by traditional methods. The study material consists of 103 questionnaires which are active in dairy cattle in the province of Erzurum. Adopted by producers in dairy cattle enterprises operators in Erzurum province addressed 13 innovations such as milk milking unit, milk cooling tank, manure scraper, automatic drinker, trainer, calf unit, quarantine area, delivery room, feed store, artificial insemination, ventilation, technical support, silage use in dairy cattle farms. Ordered Probit Model was used to determine the factors that effect the adoption of innovations. The dependent variable of the study was divided into three groups: low, medium and high. According to the model result; the number of individuals in the family, the use of loans for agricultural purposes, the annual non-agricultural income, social security, the introduction of new technologies to bring about changes in income, the innovation to be cheap, to have information about innovation, to be innovative, to be tried innovation,

to be applied by other farmers, milk marketing status, marketing, milk marketing period and number of bovine animals were found to be statistically significant.

Key words: Innovation, dairy cattle, ordered probit model, Erzurum.

Giriş

Dünya nüfusunun sürekli arttığı günümüzde kaliteli ve dengeli beslenme ülkelerin gündeminde önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle son yıllarda etkisini daha çok hissettiğimiz küresel ısınma ile birlikte tarımsal üretimdeki istikrarsızlık ve bilinçlenmenin artması beslenmeye verilen önemi artırmıştır. Günümüz dünyasında insanoğlunun beslenebilmesi ancak tarım sektörünün etkin ve sürdürülebilir şekilde yürütülmesiyle mümkün olacaktır.

Beslenme konusunda dünya genelinde yaşanan bu durum, Türkiye’de de etkisini giderek hissettirmeye başlamıştır. Toplam nüfusu 80 810 525 ve 38 002 bin hektar tarım ve 14 617 bin hektar çayır ve mera arazisine sahip olan Türkiye tarım sektöründe önemli bir potansiyele sahiptir (Anonim, 2019). Doğu Anadolu bölgesi dikkate alındığında 2 489 869 hektarlık işlenen tarım arazi varlığı ile Türkiye toplam işlenen tarım arazisi varlığının %10.4’ünü oluşturmaktadır. Özellikle bölgenin doğal ve bölgede olmayan geniş çayır-mera varlığı hayvansal üretim için ideal şartların olduğunu göstermektedir (Kara ve Kızıloğlu 2014).

Büyükbaş hayvan varlığı dikkate alındığında Erzurum ili Türkiye büyükbaş hayvan varlığının %4.5’lik kısmına sahiptir. 731 282 baş hayvan varlığı ile Erzurum ili TRA bölge hayvan varlığının %33.5’ine sahip olup Türkiye’de Konya ilinden sonra ikinci sırada yer almaktadır. Toplam süt üretimi bakımından ise 860 625 ton/yıl ile Konya ve İzmir, illerinden sonra üçüncü sırada bulunmaktadır (Anonim, 2019).

Hayvancılık, topoğrafik özellikleri nedeniyle toprak işlemeye elverişsiz olan bölgelerde önemli bir geçim kaynağıdır. Ancak bu tür hayvancılık çoğunlukla geleneksel tekniklerle yürütülmekte ve gelişmekte olan ülkelerde yapılan hayvancılıkla kıyaslandığında oldukça geri kalmaktadır (Akbay ve Boz 2005). Bu nedenle süt sığırcılığı sektöründe rekabetin yoğun yaşandığı günümüzde ayakta kalmanın tek yolu işletmelerde, sektörde yaşanan yeniliklerin uygulanması ile gerçekleştirilebilecektir. Tarımsal yeniliklerin benimsenmesi ve yayılması tarımı ve dolayısıyla kırsal kesimde yaşayan toplumun gelişimi açısından son derece önemlidir. İşletmelerde üretim

maliyetlerini düşürmenin bir yolu da maliyetler üzerinde etkili olan yeni teknolojileri kullanmaktır. Çiftçilerin yeni teknolojileri benimsemesi kuşkusuz kısa dönemde ekonomik karlılığa, uzun dönemde de toplumun yaşam koşullarını iyileştirmeye ve sektörün sürdürülebilirliğine yardımcı olacaktır (Boz vd 2002; Çukur, 2016).

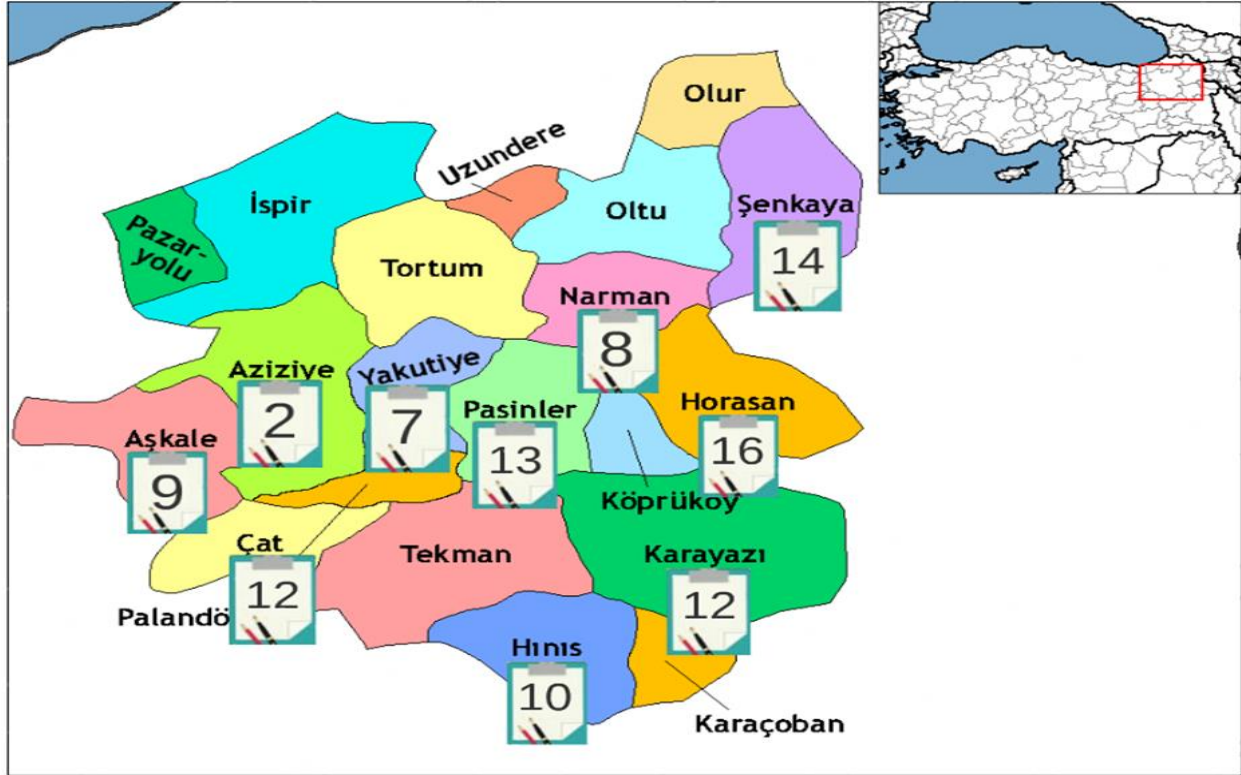
Sığırcılık işletmelerinde yeniliklerin düzeyi ile sosyo-ekonomik faktörler arasındaki ilişkinin tespiti üzerine Türkyılmaz ve ark. (2003), Çiçek ve ark. (2008), Yılmaz (2008), Yüksel (2009), Sezgin ve Kara (2010), Aksoy ve ark. (2011), Çukur ve Saner (2012), Boz (2014), Yang and Ju (2014) ve Gençdal ve ark. (2015) çalışmışlardır.

Erzurum ilinde süt sığırcılığı işletmelerinde verimlilik, karlılık, sürdürülebilirlik ve katma değeri artırmak adına son yıllarda sağlanan kredi destekleri ve hibeler sayesinde sektörün gelişmesine olanak sağlamıştır. Ancak kredi destekleri ve hibeler dışında sektörün etkin ve verimli hale gelebilmesi ancak sektörde yaşanan yeniliklerin benimsenmesi ve uygulanması ile mümkün olabilecektir.

Bu çalışma, önemli bir hayvancılık potansiyeline sahip Erzurum ilinde süt sığırcılığının geliştirilmesine katkı sağlayacak politikaların oluşturulmasına katkı sağlamak amacıyla ilde faaliyet gösteren süt sığırcılığı işletmelerinde süt sağım ünitesi, süt soğutma tankı, gübre sıyırıcı, otomatik suluk, kaşırıyıcı, buzağı ünitesi, karantina alanı, doğumhane, yem deposu, suni tohumlama, havalandırma, teknik destek ve silaj kullanımı gibi muhtemel yeniliklerin benimsenme düzeyinin tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma materyali, Erzurum iline süt sığırcılığı yapan Aşkale, Aziziye, Çat, Hınıs, Horasan, Karayazı, Narman, Pasinler, Şenkaya ve Yakutiye ilçelerindeki işletmelerle yüz yüze yapılan anketler oluşturmaktadır (Şekil 1). Bu işletmelere ait sığır ve işletme sayıları TÜİK’ten alınmış ve Erzurum İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Veteriner Bilgi Sistemi’nden alınan sayılarla desteklenmiştir.



Şekil 1. Anket çalışması yapılan ilçeler ve uygulanan anket sayıları.

Popülasyon ve örneklemede izlenen yöntem

Araştırmada süt sığırcılığı işletmelerinde uygulandığı yeniliklerin gelire olası etkilerini belirlemek amacı ile üreticiler ile yüz yüze anket çalışması yapılmıştır. Anket yapılan işletme sayısı Oransal Örnekleme Yöntemi ile tespit edilmiştir. Yöntemde yüzde 90 güven aralığı, yüzde 10 hata payı kullanılmıştır. Bu örnekleme kitlesinin belirlenmesinde kullanılan eşitlik aşağıda verilmiştir (Newbold, 1995; Miran, 2002).

$$n = \frac{N \cdot p \cdot (1-p)}{(N-1) \cdot \sigma^2_p + p \cdot (1-p)}$$

Formülde :

n : Örnek büyüklüğü,

N: Süt sığırcılığı işletme sayısı,

σ^2_p : Varyans,

r : Ortalamadan sapma (%10),

$Z_{\alpha/2}$: z cetvel değeri (1.96),

p: Süt sığırcılığı işletmelerinde yeniliklerin benimsenme oranı (0.43).

Çalışmada 100 ön anketle p ve q değerleri belirlenmiştir.

$$\sigma_p^2 = \left(\frac{0.10}{1.96}\right)^2 = 0.0026$$

$$n = \frac{30000 \cdot 0.43 \cdot 0.57}{(29999 \cdot 0.0026) + (0.43 \cdot 0.57)} = 93.87$$

Anket sayısı yüzde 10 arttırılarak 103 süt sığırcılığı işletmesi ile görüşüme gerçekleştirilmiştir. Veri değerlendirmede kullanılacak istatistiksel yöntemler araştırmanın amaçları doğrultusunda seçilmiştir. Araştırmanın amacı gerçekleştirmek için de Sıralı (Ordered Probit) Probit Modeli uygulanmıştır. Bu model aynı zamanda projenin diğer amaçları açısından da bütünlüyci sonuçlar verdiği ifade edilebilir. Bu araştırmanın verilerinin etki analizinde kullanılmak üzere STATA ve LIMDEP gibi farklı yazılımlardan faydalanılmıştır.

Veri analizinde izlenen yöntem

Araştırmanın temel amacını gerçekleştirmek için ortalama standart sapma ve çapraz tablo gibi temel istatistiklerden yararlanılmıştır. Çiftçilerin uyguladığı tarımsal yeniliklerin benimsenme düzeyine etki eden faktörlerin belirlenmesi amacıyla sıralı (ordered) probit modeli kullanılmıştır.

Bağımlı değişken; 0 = Düşük, 1 = Orta ve 2 = Yüksek şeklinde kodlandığı araştırmada bağımlı değişkeni hayvancılık işletmelerinde kullanılan yeniliklerden yararlanma düzeyi olarak düşük, orta ve

yüksek şeklinde üç kategoriye ayrılmıştır. Süt sağım ünitesi, süt soğutma tankı, gübre sıyırıcı, otomatik suluk, kaşırı, buzağı ünitesi, karantina alanı, doğumhane, yem deposu, suni tohumlama, havalandırma, teknik destek, silaj kullanımı şeklinde on üç adet yenilik ele alınmıştır. Bu yeniliklerden hiçbirini almayan ya da yalnızca birini alanlar yararlanma düzeyi düşük (0), yeniliklerin 2-5 tanesini kullananlar orta (1), 6 ve daha fazla destekten yararlananlar yüksek (2) olarak sınıflandırılmıştır.

Bağımlı değişkenin kategorik veya ordinal olduğu durumlarda sıralı logit veya sıralı probit olasılık tahmin edicileri kullanılmaktadır.

Her iki yöntemde de maksimum en çok benzerlik fonksiyonları kullanılır. Sıralı probit model normal olasılık dağılımına dayanırken, sıralı logit model standardize edilmiş lojistik olasılık dağılımından türetilir (McKelvey and Zavoina 1975; Emeç, 2002; Terin ve Çelik Ateş, 2016). Sıralı probit modelini sıralı logit modelinden ayıran özellik, hataların normal dağılımasıdır.

Bağımlı değişkenin bu şekilde sıralı nitelikte bulunuşu, sıralı probit modelinin kullanımını daha elverişli kılmaktadır. Normal bir regresyon modeli (OLS), bağımlı değişkenin üç kategorisi arasında eşit farklılıklar varsayacağından taraflı sonuçlar verebilmektedir. Bağımlı değişkenin doğal sınırlama şeklinde olması, multinominal logit modelinin kullanılması halinde de taraflı sonuçlar çıkmaktadır. Bu yüzden bağımlı değişkenin kesikli kategoriler halinde olması ve bu kategorilerde doğal bir sınırlama bulunması sıralı probit modelinin uygulanacak en iyi yöntem olduğunu göstermektedir (Mohamed and Abdel-Aty 2001; Boz ve ark. 2002).

Ordered probit modeli aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$\begin{aligned} y^* &= bx + \varepsilon \quad \varepsilon \sim N [0,1] \\ y &= 0 \text{ eğer } y^* \leq 0, \\ y &= 1 \text{ eğer } 0 < y^* \leq \mu_1, \\ y &= 2 \text{ eğer } \mu_1 < y^* \leq \mu_2 \end{aligned}$$

Burada y^* gözlenmeyen bağımlı değişken, μ_j 'ler, model içinde β ile birlikte tahmin edilen ve y 'nin alacağı değerlerin alt ve üst sınırlarını oluşturan eşik değerlerini, ε normal dağılım gösteren hata terimleri vektörünü ve $N [0,1]$, yeniliklerin benimsenme olasılığını gösteren ve gözlenebilen bağımlı değişkeni gösterir (Gujarati, 2005; Greene, 2008).

$$\begin{aligned} \text{Prob}(y = 0) &= \Phi(-\beta'x), \\ \text{Prob}(y = 1) &= \Phi(\mu_1 - \beta'x) - \Phi(-\beta'x), \\ \text{Prob}(y = 2) &= 1 - \Phi(\mu_1 - \beta'x) \end{aligned}$$

Tüm bu olasılıkların pozitif olması için, μ değerlerinin $0 < \mu_1 < \mu_2 < \dots < \mu_j - 1$ olması gerekir. Φ kümülatif normal dağılım fonksiyonunu göstermektedir.

Bulgular ve Tartışma

Sıralı probit modelinin mevcut hale getirilmesinde hayvan sayısı grupları ile ele alınan bütün parametreler arasında farklı model kombinasyonlarına bakılarak en uygun model elde edilmeye çalışılmıştır. Üretici anketlerinden elde edilen veri seti dikkate alınarak oluşturulan modelde kullanılan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Araştırma alanında yeniliklerin benimsenme düzeyinin oldukça düşük olduğu (1.23) dikkati çekmektedir. Boz (2014), çalışmasında da benzer sonuçları bulmuştur. Modelde kullanılan değişkenlerden elde edilen verilere göre işletmecinin öğrenim seviyesi dikkate alındığında ortalama 3.79 olduğu tespit edilmiştir. Öğrenim gurupları içerisinde bu seviye ilköğretim ve ortaokul arasında kabul etmektedir. Ailedeki birey sayısı 5.81 olup, işletmelerin %64'ü tarımsal amaçlı kredi kullanmaktadır. İşletmecinin yıllık tarımsal geliri esas alındığında 2.32 olarak tespit edilmiş olup, bu değer yaklaşık yıllık 40 000-60 000 TL'ye tekabül etmektedir. İşletmecinin yıllık tarım dışı geliri ise 1.98 olarak belirlenmiş ve bu değer 20 001-40 000 TL arasındaki gruba işaret etmektedir. İşletmecilerin %86'sının sosyal güvenliğinin olduğu, %66'sının teknik bilgiye ulaşmada resmi kaynaklardan faydalandığı belirlenmiştir. İşletmecilerin işletme faaliyetleri ile ilgili bilgi elde etme çaba sıklığının hemen hemen ayda bir kez olduğu, yine anket uygulanan üreticilerin %98'inin yeni bilgi ve teknolojileri öğrenmeye istekli oldukları görülmüştür. İşletmecilerin %92'sinin yeni bilgi ve teknolojileri uygulamanın gelirden değişiklik meydana getireceğine inandıkları belirlenmiştir. İşletmecinin %83'ünün televizyon ve radyodan tarım programlarını takip ettikleri ve %72'sinin ise gazete okudukları belirlenmiştir. İşletmecilerin herhangi bir yeniliği (teknik, girdi, vb.) uygulamaya karar verirken teşvik eden neden incelendiğinde yeniliğin ucuz olmasının %29, yenilikle ilgili bilgi sahibi olma isteğinin %13, denenebilir olmasının %18, diğer çiftçilerin uyguluyor olmasının ise %28 oranında etkili olduğu belirlenmiştir. İşletmecilerin %84'ü işletmede üretilen sütün mandıraya satmakta, %40'ının ise üretilen sütü süt soğutma tankında muhafaza ettikleri ve yazın üretilen sütü ortalama 3 saatte pazarladıkları belirlenmiştir.

Çizelge 1. Modelde kullanılan değişkenlerin tanımlanması

Değişken Adı	Açıklama	Ortalama	Standart Sapma
ES	İşletmecinin Öğrenim seviyesi Okuz Yazar Değil:1, Okuryazar:2, İlkokul:3, Ortaokul:4, Lise:5, Yüksekokul:6, Üniversite:7	3.79	1.31
ABS	Ailedeki Birey Sayısı	5.81	1.77
TAKK	Tarımsal Amaçlı Kredi Kullanılması Evet: 1, Hayır: 0	0.64	0.48
IYTG	İşletmecinin Yıllık Tarımsal Geliri 20.000 ve altı:1, 20.001-40.000:2, 40.001-60.000:3, 60.001-80.000:4, 80.001 ve üzeri:5	2.32	1.55
IYTDG	İşletmecinin Yıllık Tarım Dışı Geliri 20.000 ve altı:1, 20.001-40.000:2, 40.001-60.000:3, 60.001-80.000:4, 80.001 ve üzeri:5	1.98	1.29
SG	Sosyal Güvence Durumu Evet: 1, Hayır: 0	0.86	0.34
ITBTED	İşletmecinin En Çok Teknik Bilgi Temin Etme Durumu Resmi Bilgi Kaynakları:1, Diğer:0	0.66	0.47
IFIBEECSN	İşletme Faaliyetleri İle İlgili Bilgi Elde Etme Çaba Sıklığı Hiç:1, Yılda Bir Kez:2, Yılda Birkaç Kez: 3, Arya Bir Kez:4, Her Hafta:5	3.38	1.11
YBTOID	Yeni Bilgi ve Teknolojileri Öğrenmeye İlgil Durumu Evet: 1, Hayır: 0	0.98	0.16
YBTUSGBDMGD	Yeni Bilgi ve Teknolojileri Uygulamanın Gelirde Bir Değişiklik Meydana Gelme Durumu Evet: 1, Hayır: 0	0.92	0.26
TRTPTE	TV ve Radyodan Tarım Programlarını Takip Etme Durumu Evet: 1, Hayır: 0	0.83	0.38
GO	Gazete Okuma Durumu Evet: 1, Hayır:	0.72	0.45
HBYUKVEUO	Herhangi Bir Yeniliği Uygulamaya Karar Verirken En Çok Teşvik Nedeni Ucuz Olması:1, Diğer:2	0.29	0.45
HBYUKVEBO	Herhangi Bir Yeniliği Uygulamaya Karar Verirken En Çok Teşvik Nedeni Yenilik İle İlgili Bilgi Sahibi Olmak:1, Diğer:0	0.13	0.33
HBYUKVEDO	Herhangi Bir Yeniliği Uygulamaya Karar Verirken En Çok Teşvik Nedeni, Denenebilir Olması:1, Diğer:0	0.18	0.39
HBYUKVEDCU	Herhangi Bir Yeniliği (teknik, girdi,vb.) Uygulamaya Karar Verirken En Çok Teşvik Nedeni Diğer Çiftçilerin Uyguluyor Olması:1, Diğer:0	0.28	0.45
USNEP	Üretilen Sütün Pazarlanma Durumu Mandıra:1, Bakkal-Market:0	0.84	0.36
USNAP	Üretilen Sütün Toplanma Durumu Süt Tankı:1, Süt Bidonları:0	0.40	0.49
YUSHHZDP	Yazın Üretilen Sütün Hangi Zaman Diliminde Pazarlanabilmesi Durumu 1 saat:1, 3 Saat:2, 5 Saat:3, 8 Saat:4	1.90	0.79
BBHBK	Büyükbaş hayvan birimine göre gruplar (I Grup:0-10 adet, II Grup:11-20 adet, III Grup:21-50 adet, IV Grup:51 ve üzeri adet)	2.64	0.93
Bağımlı Değişken			
YEN	Benimseme düzeyi (Düşük=0, Orta=1 ve Yüksek=2)	1.23	0.70

Erzurum ili süt sığırcılığı işletmelerinin yenilikleri benimsemesi açısından değerlendirilmesi amacıyla oluşturulan sıralı probit modeline ait katsayı ve birim (marjinal) etki sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Yeniliklerin benimsenme düzeyinin üç grupta ele alındığı modelde eşik değer parametresi (Mu (1) %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Eşik değerlerin ekonometrik olarak önemli bulunması,

yeniliklerin benimsenme düzey gruplandırmasının anlamlı olduğunu göstermektedir.

Ordered Probit Model sonuçlarına göre; ailedeki birey sayısı, tarımsal amaçlı kredi kullanım durumu, yıllık tarım dışı gelir, sosyal güvenlik, yeni teknolojileri uygulamanın gelirde değişim meydana getirmesi, yeniliğin ucuz olması, yenilikle ilgili bilgi sahibi olmak, yeniliğin denenebilir olması, yeniliği diğer çiftçilerin uyguluyor olması, sütün pazarlama

durumu, sütün pazarlama şekli, sütün pazarlama süresi ve büyükbaş hayvan sayısı değişkenleri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Model sonucunda öğrenim durumu ile yeniliklerin benimsenmesi arasında önemli ilişki bulunamamıştır. Aynı bölgede yapılan “Analysis of the factors affecting the adoption of innovations in dairy farms in Erzurum Province, Turkey” adlı çalışmada, Erzurum iline ait İspir, Hınıs, Pasinler ve Karayazı ilçelerinde yeniliklerin benimsenmesi ile öğrenim seviyesi arasında pozitif ve önemli bir ilişki olduğu ve verimi düşük yerli ırklarla çalışmanın yeniliklerin benimsenmesinin olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir (Aksoy ve ark. 2011). Marjinal etkiler ele alındığında ise ailedeki birey sayısı, tarımsal amaçlı kredi kullanım durumu, yıllık tarım dışı gelir, sosyal güvenlik, yeniliğe ilgi duyma, yeni teknolojileri uygulamanın gelirden değişim meydana getirmesi, yeniliğin ucuz olması, yenilikle ilgili bilgi sahibi olmak, yeniliğin denenebilir olması, yeniliği diğer çiftçilerin uyguluyor olması, sütün pazarlama durumu, sütün pazarlama şekli ve büyükbaş hayvan sayısı değişkenleri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Sıralı probit model sonucunda ailedeki birey sayısının artması yeniliklerin benimsenme düzeyi orta grupta olma olasılığını artırırken yeniliklerin benimsenme düzeyi yüksek olan gurupta olma olasılığını azaltmaktadır. Ailedeki birey sayısının artması kişilerin yenilikleri benimsenme düzeyi orta olan grupta olma olasılığını %99 artırırken üçüncü (Y=2) grupta olma olasılığını %10 azaltmaktadır.

Tarımsal amaçlı kredi kullanımı ile üreticinin yeniliklerden faydalanma düzeyi yüksek gurupta olma olasılığı arasında zıt yönlü ilişki vardır. Oysa tarımsal kredi kullanımının artması bireyin yeniliklerden yararlanma düzeyi orta grupta olma olasılığını artırmaktadır. Bireyin tarımsal kredi kullanması ikinci grupta olma ihtimalini %29 artırırken üçüncü grupta olma ihtimalini %30 azaltmaktadır.

İşletmede tarım dışı gelirin varlığı daha fazla yeniliğin benimsendiği üçüncü yenilik grubunda bulunma ihtimalini artırırken, orta düzeyde yeniliğin benimsendiği ikinci grupta bulunma ihtimalini azaltmaktadır. İşletmede tarım dışı gelirin varlığı üçüncü grupta bulunma ihtimalini %69, arttırırken, ikinci grupta bulunma ihtimalini %68 azaltmaktadır. Bu sonuç tarım dışı gelir varlığının yenilikleri daha fazla benimseyen modern işletmelerde daha fazla

olduğunu göstermektedir. Modern hayvancılığı daha çok tarım dışında ek geliri olan bireylerin yaptığını göstermektedir.

İşletmenin hayvan varlığının artması, yeniliklerin benimsenme düzeyi düşük olan gruplarda bulunma ihtimalini azaltırken, daha fazla yenilik kullanan gruplarında bulunma ihtimalini artırmaktadır. İşletmenin hayvan varlığının 1 BBHB artması ikinci grupta bulunma ihtimalini %32 azaltırken, üçüncü grup işletmelerde bulunma ihtimalini %32 artırmaktadır. Kısaca, hayvan varlığının artması, yeniliklerin benimsenme düzeyini de artırmaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Erzurum ilinde süt sığırcılığı yapan işletmelerde yeniliklerin benimsenmesi üzerinde etkili olan faktörlerin tespit edilmesi üzerine yapılan çalışmada, üreticilerin 13 adet yeniliğin ortalama 1.23 adetini kullandığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak, Erzurum ilinde faaliyet gösteren işletmeler için yeniliğin sağladığı katma değere ilişkin farkındalık oluşturmak, yenilikçiliği daha ulaşılabilir ve ucuz kılmaya yönelik politikaların yanı sıra işletmelerin diğer sektörlerle entegre edilmesi ve ölçek açısından daha büyük nitelikli işletmelerle ticari ilişkiye girmelerinin teşvik edilmesi önerilebilir. Bu kapsamda, zikredilen hususlara ilişkin olarak aşağıda bir dizi önlemler yer almaktadır.

Yenilikleri benimseyip kullanmanın diğer sektörlerde olduğu gibi tarım sektöründe de önemli katma değer sağladığı ve karlılığı artırıcı etkisi olduğunu hem kamu sektörü çalışanları hem de işletme sahipleri kabul etmektedir. Görerek öğrenen bir tarım toplumuna sahip Türkiye’de, önder çiftçilerin gerek yurt içi gerekse de yurt dışında yer alan iyi uygulama örneklerini görmeleri sağlanarak yeni teknolojileri benimsemelerine katkı sağlayacaktır.

Aynı şekilde öğrenim düzeyi yüksek ve diğer sektörlerde tecrübe kazanan ve tarım dışı geliri olan bireylerin sektöre dahil olması ile tarımsal gelir arasında pozitif yönde bir ilişki bulunmaktadır. Bu nedenle hayvancılık sektörüne yönelik desteklemelerde özellikle öğrenim seviyesi yüksek ve ticari tecrübesi bulunan bireylere yönelik politikalar geliştirilmelidir.

Çizelge 2. Ordered probit model sonuçları

Değişkenler	Katsayılar	Marjinal Etkiler		
		Y=0	Y=1	Y=2
Sabit	-3.35452** (-1.99)	--	--	--
ES	-0.12790 (0.80)	-0.00047 (0.56)	0.4944 (0.78)	-0.4991 (-0.79)
ABS	-0.25747** (-2.08)	0.00095 (0.70)	0.9952* (1.88)	-0.10048* (-1.90)
TAKK	-0.76735* (-1.92)	0.00250 (0.67)	0.29481* (1.94)	-0.29731* (-1.95)
IYTG	-0.13747 (0.77)	-0.00051 (-0.60)	-0.05314 (-0.75)	0.5365 (0.75)
IYTDG	1.76148*** (3.74)	-0.00653 (-0.75)	-0.68088*** (-2.74)	0.68741*** (2.85)
SG	0.97494* (1.80)	-0.01261 (-0.63)	-0.31021* (-1.81)	0.32282* (1.85)
ITBTED	0.11900 (0.29)	-0.00047 (-0.25)	-0.04575 (-0.29)	0.4622 (0.29)
IFIBEECSN	0.29023 (1.61)	-0.00108 (-0.65)	-0.11218 (-1.54)	0.11326 (1.55)
YBTOID	-1.39189 (-1.30)	0.00126 (0.62)	0.47078** (2.12)	-0.47205** (-2.12)
YBTUSGBDMGD	1.68635** (2.25)	-0.06561 (-0.78)	-0.36416* (-1.70)	0.42977** (2.11)
TRTPTE	-0.30098 (-0.73)	0.00085 (0.54)	0.11803 (0.73)	-0.11888 (-0.73)
GO	-0.60902 (-1.38)	0.00170 (0.69)	0.23687 (1.37)	-0.23858 (-1.38)
HBYUKVEUO	1.74163** (2.41)	-0.00535 (-0.76)	-0.60521*** (-3.48)	0.61056*** (3.48)
HBYUKVEBO	1.43202* (1.72)	-0.00199 (-0.66)	-0.50114** (-2.49)	0.50313** (2.49)
HBYUKVEDO	2.64261*** (3.12)	-0.00506 (-0.77)	-0.72630*** (-6.42)	0.73136*** (6.14)
HBYUKVEDCU	1.30548* (1.92)	-0.00352 (-0.71)	-0.48136** (-2.30)	0.48489** (2.30)
USNEP	-1.59974*** (-2.79)	0.00247 (0.69)	0.54734*** (4.49)	-0.54981*** (-4.46)
USNAP	1.41856*** (2.90)	-0.00626 (-0.80)	-0.51465*** (-3.20)	0.52091*** (3.26)
YUSHHZDP	0.39217* (1.68)	-0.00145 (-0.66)	-0.15159 (-1.59)	0.15304 (1.61)
BBHBK	0.81581*** (2.65)	-0.00302 (-0.67)	-0.31534** (-2.40)	0.31837** (2.44)
Mu(1)	3.26911*** (6.40)			
Logaritmik Olabilirlik Fonksiyonu	-43.34255		Ki-Kare (20 d.f.) 122.32201	
Kısıtlı Logaritmik Olabilirlik Fonksiyonu	-104.50355		Önem Seviyesi 0.0000	

Not: ***, **, * ==> Önem Seviyesi: 99%, 95%, 90%. Parantez içerisindeki değerler t değerleridir.

Ölçek ekonomisi tüm sektörlerde olduğu gibi tarım sektörünün karlılığı ve katma değerinin

arttırılmasında önemli bir husustur. Ölçek büyüdükçe birim başı maliyetler düşecek ve uzmanlaşma

dolayısıyla verimlilik artacaktır. Çalışma sonucunda da görüldüğü gibi hayvancılıktan para kazanan büyük işletmelerin yenilikleri daha kolay benimsedikleri açıkça görülmektedir. Bu doğrultuda, oldukça düşük ölçekli olan işletme büyüklüğünü artırmaya yönelik desteklemelerin verilmesi önem arz etmektedir.

*: Bu çalışma Sinan KILIÇTEK'in Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Akbay, C., Boz, I. 2005. Turkey's livestock sector: Production, consumption and policies. *World*, 79(27.64): 28-44.
- Aksoy, A. Külekçi, M. ve Yavuz F. 2011. Analysis of the Factors affecting the adoption of innovations in dairy farms in Erzurum province, Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 6(13): 2966-2970.
- Anonim, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu İnternet Sayfası, www.tuik.gov.tr.
- Boz, İ. 2014. Determination of best management practices and innovations in beef cattle farming and their adoption in the Eastern Mediterranean Region of Turkey. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 20(3): 552-562.
- Boz, İ. Akbay, C., Orhan, E. 2002. Mısır üretiminin Kahramanmaraş'ta Benimsenmesi ve yayılmasını etkileyen faktörler. *Türkiye V. Tarım Ekonomisi Kongresi*, 18-20.
- Çiçek, H. Cevger, Y., Tandoğan, M. 2008. Socio-Economic factors affecting the level of adoption of innovations in dairy cattle enterprises. *Ankara Üniv Vet Fak Dergisi* 55: 183-187.
- Çukur, F., Saner, G. 2012. Süt sığırcılığının geliştirilmesinde birliklerin rolü ve önemi: Milas ilçesi süt üreticileri birliği örneği. *X. Tarım Ekonomisi Kongresi, Konya, Türkiye*, 5-7.
- Çukur, T. 2016. Factors affecting dairy farmers application of agricultural innovations: A Case study from Muğla province. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(7): 611-617.
- Emeç, H. 2002. Ege Bölgesi Tüketim Harcamaları İçin Sıralı Logit Tahminleri ve Senaryo Sonuçları.
- Gençdal, F., Terin, M., Yıldırım, İ. 2015. Süt sığırcılığı işletmelerinde suni tohumlama yaptırma durumuna etkiden faktörlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma: Van ili Gevaş ilçesi örneği. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(3): 254-259.
- Greene, W.H. 2008. *Econometric Analysis*. Sixth Edition. Pearson Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey, 07458.
- Gujarati, D.N. 2005. *Sangeetha (2007)*. *Basic econometrics*, 4: 304-331.
- Kara, A., Kızıloğlu, S. 2014. Meraya Dayalı hayvancılık yapan işletmelerde optimum ürün bileşiminin belirlenmesi: Erzurum ili örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1: 63-73.
- McKelvey, R.D., Zavoina, W. 1975. A statistical model for the analysis of ordinal level dependent variables. *Journal of Mathematical Sociology*, 4(1): 103-120.
- Miran, B. 2002. *Temel İstatistik*, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 288 s.
- Mohamed, A., Abdel-Aty, A. 2001. Using ordered probit modeling to study the effect of ATIS on transit ridership. *Transportation Research Part C*, 9: 265-267.
- Newbold, P. 1995. *Statistics for Business and Economics*, Prentice-Hall International, New Jersey.
- Sezgin, A., Kara, A. 2010. Analysis of the factors having effect on the size of animal husbandry farms: The case of Erzurum province. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(15): 2057-2060.
- Terin, M., Çelik Ateş, H. 2016. Tarımda örgütlenmeye etki eden faktörlerin belirlenmesi üzerine bir çalışma: Van ili örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 3(1): 38-44.
- Türkyılmaz, M.K., Bardakçıoğlu, H.E., Nazlıgül, A. 2003. Aydın ili süt sığırcılık işletmelerinde yeniliklerin benimsenmesine etkili olan sosyo-ekonomik faktörler. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 27(6): 1269-1275.
- Yang, W.Y., Ju, X.F. 2014. Analysis of Farmers technology innovation adoption impacted by internal and external factor. In *Management Science & Engineering (ICMSE)*, 2014 International Conference on (pp. 1512-1517). IEEE.
- Yılmaz, F. 2008. *Osmaniye İli Düziçi İlçesinde Hayvancılık Yapan Tarım İşletmelerinde Yeniliklerin Benimsenmesi ve Yayılmasında Kooperatiflerin Rolü Yüksek Lisans Tezi Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Bölümü, Adana*.
- Yüksel, M. 2009. *Köy-Koop'a Üye Olan ve Süt Sığırcılığı Yapan İşletmeler İle Üye Olmayıp Süt Sığırcılığı Yapan İşletmelerin Tarımsal Yeniliklerin Benimsenmesi Açısından Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Çanakkale*.

Araştırma Makalesi

Ekmek İsrاف Etme Durumunun ve İsrافta Etkili Olan Faktörlerin Belirlenmesi: Kahramanmaraş Kent Merkezi Örneği

Emine İKİKAT TÜMER¹, Yeşim AYTOP^{2*}, Kubilay Burak YAVUZ¹

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Onikişubat/Kahramanmaraş

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Pazarcık MYO, Dış Ticaret Bölümü, Pazarcık/Kahramanmaraş

*Sorumlu yazar e-mail: yesimmeral@ksu.edu.tr

Geliş Tarihi: 20.03.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 25.06.2019

Kabul Tarihi: 27.06.2019

Özet

Bu araştırmanın amacı Kahramanmaraş ili kent merkezindeki tüketicilerin ekmek tüketim durumlarını ve ekmek israfına etki eden faktörleri belirlemektir. Araştırmanın ana materyalini Kahramanmaraş ili kent merkezinde 384 tüketici ile yapılan anketlerden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Verilerin analizinde tanımlayıcı istatistikler, One-Way ANOVA ve Ki-kare testlerinden yararlanılmıştır. Araştırma bulgularına göre, hanehalklarının günde ortalama 3.18 adet ekmek tükettikleri ve bu ekmeğe 3.24 TL/gün harcadıkları tespit edilmiştir. Tüketiciler en çok somun ekmeği tercih etmektedirler. Tüketicilerin %55.99'u ekmek israfında bulunmakta ve günlük alınan ekmeğin %9.17'sini israf etmektedirler. Araştırma sonucunda, ekmek israf etme durumu ile eşin çalışması, oturdukları binada kapıcı olma durumu, hanehalkı birey sayısı, gelir, kilo problemi olma durumu ve ekmek satın alma sıklığı arasında istatistiki açıdan anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde ekmeği sıklıkla satın alan ve taze olarak tüketen tüketicilerin ekmek israfını önlemek amacıyla ekmeğin gramajının azaltılması önerilmektedir. Geliri yüksek ve eşi çalışmayan tüketicilere, artan ekmekleri değerlendirmeleri yöntemlerini içeren seminerlerin verilmesi ekmek israfını azaltmaya katkı sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Ekmek israfı, tüketim, Kahramanmaraş.

Determination of Bread Waste Condition and Factors Affecting Waste: The Case of Kahramanmaraş City Center

Abstract

The objective of this study is to determine the bread consumption status and the factors affecting the bread waste of the consumers in the city center of Kahramanmaraş. The main material of the study is the data obtained from the surveys conducted with 384 consumers in the city center of Kahramanmaraş province. Descriptive statistics, One-Way ANOVA and Chi-square test were used to analyze the data. According to the findings of the research, it was found that households consumed on average 3.18 pieces of bread in a day and they spent 3.24 Turkish Liras/ day on bread. The majority of the consumers prefer consuming the loaf of bread. The percentage of the consumers wasting bread is around 55.99%, and 9.17% of bread bought by the consumers is wasted. According to the results of the research, it was found that there was a statistically significant relationship between bread wasting status and when spouse's work, the state of being a janitor, the number of people in households, income, the state of having a weight problem and bread purchase frequency. The results of this study will provide a source for the studies to be done by producers, consumers, and policymakers. When these results are evaluated, it is recommended to reduce the weight of bread to avoid wasting bread for consumers who frequently buy and

consume fresh bread. Giving seminars to high-income and non-working consumers on methods of evaluating increased bread will contribute to reducing bread waste.

Keywords: Bread waste, consumption, Kahramanmaraş.

Giriş

İnsanoğlunun en temel ihtiyaçlarından biri olan beslenme; “bireyin mevcut sağlığı ve yaşam kalitesinin sürdürülebilirliğini sağlamak, beden gelişimini tamamlamak için ihtiyacı olan besin öğelerinin, yeterli ve dengeli miktarlarda, uygun zamanlarda almak için bilinçli yapılması gereken bir eylem” olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2019a). Yerleşik hayata geçilmeden avlanarak beslenen insanların, yerleşik hayata geçiş ile birlikte tükettikleri besinler çeşitlenmiştir. Bu çeşitlerin en önemlisi 9 bin yıl önce üretilen buğdaydan (Anonim 2019b) yaklaşık 8 bin yıl önce yapılan ekmektir (Anonim 2019c).

Her öğün sofralarda yer alan ekmeğin, sanayi devrimi ile birlikte yerini simit, poğaç, çörek, börek, pilav, makarna gibi yiyeceklerle bırakmıştır. Ekmeğin yerini alan bu yiyeceklerin ve öğünlerdeki yemek çeşitlerinin çokluğu ekmeğin tüketiminin azalmasına neden olmuştur. Dünyada kişi başına ekmeğin tüketimi en fazla olan Türkiye’yi (284 gr), Almanya (246 gr) ve Rusya (219 gr) takip etmektedir (TMO, 2013). Türkiye’de 1974 yılında kişi başı günlük ekmeğin tüketimi 401 gr iken bu rakam 1984 yılında 360 gr’a ve 2006 yılında 199 gr’a düşmüştür (Boyacıoğlu, 2019). Toprak Mahsulleri Ofisi (TMO) 2013 yılı Türkiye’de Ekmeğin İsrafı Raporu’na (TMO, 2013) göre kişi başı ekmeğin tüketimi 2012 yılında 319 gr, 2013 yılında ise 284 gr olarak belirtilmiştir. Standart 250 gramlık ekmeğin üzerinden değerlendirildiğinde 2013 yılında kişi başı ekmeğin tüketim miktarı 1.14 adet olarak tespit edilmiştir. Son yıllarda tüketici tercihlerinin değişmesi ile birlikte ekmeğin tüketimi azalmasına rağmen ekmeğin israfında artış olmuştur. Taze ve sıcak ekmeğin tüketim isteği, ekmeğin tüketim ve israfını artıran tüketici tercihleri arasında en önemli unsurlardır. Alınan ekmeğin israf edilme nedenleri arasında ise uygun şartlarda muhafaza edilmemesi, dilimlenmeden sunulması, gramajın fazla olması, ekmeğin ömrünün kısa olması, çabuk bayatlaması, bayatlamış ekmeğin değerlendirilmemesi, fiyatının ucuz olması nedeniyle hanehalkı bütçesinde önemli bir paya sahip olmaması, ihtiyaçtan fazla ekmeğin alınması sayılabilir (Gül ve ark., 2003; Aydın ve Yıldız, 2011; Ekmekçi ve ark., 2013; Ertürk ve ark., 2015; Çağrı, 2016; TMO, 2013; Boyacıoğlu 2019).

TMO tarafından 2012 yılında yapılan araştırmaya göre Türkiye’de 101 milyon adet ekmeğin üretilmekte ve bunun 95 milyonu tüketilmektedir.

Diğer bir ifadeyle günde 6 milyon ekmeğin israf edilmektedir. Ülkede 2008 yılında %5 olan israf oranı 2012 yılında %5.94’e yükselmiştir. Bu yükseliş karşısında TMO kampanyalar düzenlenmiş ve 2013 yılında üretilen ekmeğin 90.9 milyon adet, tüketilen 86 milyon adet, israf edilen ise 4.8 milyon adete düşmüştür. Yıllık ekmeğin israfının parasal karşılığı 2012 yılında 1.6 milyon TL iken 2013 yılında 1.3 milyon TL olmuştur. 2012-2013 yılları arasında ekmeğin israf oranı %0.5 azalırken ülkenin kazancı ise 300 bin TL olmuştur. 2018 yılı gıda israf raporuna göre tüketiciler ekmeğin %11.7’sini çöpe atma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2019d; 2019e).

Dünyada ekmeğin tüketicilerinin profilinin ortaya konulduğu (Açan, 2007; Demir ve Kartal, 2012), tüketici tutumları (Cop ve Doğan, 2009) ve tercihlerinin (Aydın ve Yıldız, 2011; Koç, 2011; Aljobair, 2017) belirlendiği, ekmeğin israfının ortaya konulduğu (Gül ve ark., 2003; Mohammmadi, 2006; Bal ve ark., 2013; Dölekoğlu ve ark., 2014; Ertürk ve ark., 2015; Capone ve ark., 2016; Aljobair, 2017; Taşçı ve ark., 2017; Demirtaş ve ark., 2018) bir çok çalışma yapılmıştır.

Kahramanmaraş ilinde ekmeğin tüketim ve israfı ile ilgili çalışmanın yapılmamış olması çalışmanın önemini bir kat daha artırmaktadır.

Bu araştırmanın amacı Kahramanmaraş ili kent merkezindeki tüketicilerin ekmeğin tüketim durumlarını ve ekmeğin israfına etki eden faktörleri belirlemektir.

Ekmeğin israfı konusunda yapılan çalışmalar üretici ve tüketicilerin bu konuya duyarlılığını artıracak ve ekmeğin israfının, dolayısıyla israftan kaynaklanan ekonomik kayıpların azalmasını sağlayacaktır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmanın ana materyalini 2016 yılında Kahramanmaraş kent merkezindeki tüketicilerle yüz yüze yapılan anketlerden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Çalışmanın ikincil verilerini ise konu ile ilgili yerli ve yabancı kaynaklar oluşturmaktadır. Anket yapılacak kişi sayısı Oransal Örnekleme Yöntemi ile tespit edilmiş (Newbold, 1995) ve %90 güven aralığı %5 hata payı ile örnek hacmi 384 olarak bulunmuştur.

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma_{\hat{p}_x}^2 + p(1-p)}$$

Formülde; n:Örnek büyüklüğü, N: Popülasyondaki birey sayısı (1089038), p: İncelenen

olayın meydana gelme olasılığını (0.5), $\sigma^2_{p_x}$: Oranın Varyansı, r: ortalamadan izin verilen hata payı (%5), değeri, ifade etmektedir.

Verilerin analizinde tanımlayıcı istatistikler, One-Way ANOVA Testi ve Ki-kare testlerinden yararlanılmıştır. Gelir grupları ile ekmeğin tüketim miktarı, ekmeğin harcaması, gıda harcaması ve ekmeğin harcamasının gıda harcaması içindeki payı arasındaki istatistiksel farkı belirlemek amacıyla One-way ANOVA testinden, ekmeğin israf etme durumu ile sosyo-demografik özellikler arasında karşılaştırma yapmak amacıyla ki-kare testinden yararlanılmıştır.

Çizelge 1. Anket yapılan tüketicilerin sosyo-demografik özellikleri

Demografik özellikler	Kişi sayısı	Oran (%)	Demografik özellikler	Kişi sayısı	Oran (%)
Yaş (yıl)			Gelir (TL)		
19-29	104	27.1	400-1999	114	29.7
30-45	185	48.2	2000-3999	194	50.5
46-70	95	24.7	4000-20000	76	19.8
Toplam	384	100.0	Toplam	384	100.0
Cinsiyet			Hanehalkı sayısı		
Kadın	162	42.2	1-2	84	21.9
Erkek	222	57.8	3-4	200	52.1
Toplam	384	100.0	5-10	100	26.0
Medeni durum			Toplam	384	100.0
Bekar	102	26.6	Ailedeki çocuk sayısı		
Evli	282	73.4	0	105	27.3
Toplam	384	100.0	1-2	190	49.5
Meslek			3-7	89	23.2
Kamu çalışanı	59	15.4	Toplam	384	100.0
Özel sektör çalışanı	91	23.8	Eğitim durumu (yıl)		
Emekli	74	19.4	0-5	29	7.6
Serbest meslek	48	12.5	6-8	41	10.7
Ev hanımı	68	17.7	9-12	190	49.5
Diğer	43	11.2	13-21	124	32.3
Toplam	384	100.0	Toplam	384	100.0

Gelir grupları itibarıyla ekmeğin tüketimine ilişkin bilgiler Çizelge 2’de verilmiştir. Tüketilen ekmeğin miktarının ortalama 3.18 adet/gün olduğu (kişi başı günlük ekmeğin tüketim ortalaması: 212 gr) ve ekmeğin ortalama 3.24 TL/gün ödedikleri tespit edilmiştir. Gelir arttıkça ekmeğin tüketim miktarı ($p<0.05$) ve ekmeğin harcamasının arttığı ($p<0.01$) gözlemlenmektedir (Çizelge 2). Akbay ve ark. (2008) Türkiye İstatistik Kurumu’ndan (TÜİK) temin ettikleri 2003 yılı verilerini analiz ederek Türkiye’de gelir arttıkça ortalama ekmeğin tüketim miktarının arttığı

Bulgular ve Tartışma

Anket yapılan tüketicilere ait demografik özellikler Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde tüketicilerin %48.2’sinin 30-45 yaş arasında (ortalama yaş: 38.09 yıl), %57.8’inin erkek, %73.4’ünün evli, %23.8’inin özel sektör çalışanı, %19.4’ünün emekli olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra tüketicilerin %50.5’inin hanehalkı ortalama aylık gelirlerinin 2000-3999 TL arasında olduğu (hanehalkı ortalama aylık gelir: 2858.13 TL) ve gıda harcamasına aylık ortalama 512.62 TL ayırdıkları tespit edilmiştir. Tüketicilerin %52.1’inin 3-4 kişiden oluşan haneye (hanede yaşayan ortalama birey sayısı:3.75) ve ortalama 1.64 çocuğa sahip oldukları ve %49.5’inin 9-12 yıl arasında eğitim aldığı belirlenmiştir.

sonucuna ulaşmışlardır. Kahramanmaraş ilinde yapılan bir diğer çalışmada ise ekmeğin gelir esnekliğinin 0.55 olduğu diğer bir ifadeyle gelirin %1 artması durumunda ekmeğin tüketim miktarının %0.55 artacağı sonucuna ulaşılmıştır (Akbay, 2005). Tüketiciler aylık ortalama 512.62 TL gıda harcaması yapmaktadırlar. Yüksek gelir grubundaki üreticiler gıda harcamasına 796.71 TL ayırırlarken, düşük gelirli olanlar 305.57 TL ayırmaktadırlar. Aylık ekmeğin harcamasının gıda harcaması içerisindeki oranı ortalama %18.96’dir. Gelir arttıkça ekmeğin

harcamasının gıda harcamasındaki oranı giderek azalmaktadır ($p<0,01$) (Çizelge 2). Kahramanmaraş ilinde yapılan başka bir çalışmada ekmeğin ve tahıl harcamasının toplam gıda harcaması içindeki payı %23.71 (Akbaş, 2005), Isparta ilinde ise ekmeğin harcamasının gıda harcaması içindeki payı %11.1 olarak hesaplanmıştır (Ertürk ve ark. 2015).

Tüketicilerin %44,01'i satın aldıkları ya da kendileri yaptıkları ekmeğin tamamını tükettiklerini

belirtmişlerdir. Tüketiciler günlük tükettikleri ekmeğin %9.17'sini israf etmektedirler. Türkiye'de 2012 yılı ekmeğin israf oranının %6 olduğu tespit edilmiştir (TMO, 2013). Araştırma sonucuna göre Kahramanmaraş ilindeki ekmeğin israf oranının Türkiye ortalamasının üzerinde olduğu görülmektedir. 2018 israf raporuna göre satın alınan ekmeğin günlük 71.4 gramını israf edilmektedir (Anonim, 2019e).

Çizelge 2. Ekmeğin tüketim bilgileri

Gelir (TL/ay)	Tüketilen ekmeğin miktarı (adet/gün)		Ekmeğin harcaması (TL/gün)		Gıda harcaması (TL/ay)		Aylık ekmeğin harcamasının aylık gıda harcaması içindeki payı (%)	
	Ort.	Std. hata	Ort.	Std. hata	Ort.	Std. hata	Ort.	Std. hata
400-1999	2.86	0.171	2.75	0.164	305.57	13.689	27.00	0.021
2000-3999	3.24	0.112	3.27	0.108	522.99	15.957	18.76	0.008
4000-20000	3.50	0.251	3.86	0.267	796.71	42.974	14.53	0.010
Genel	3.18	0.091	3.24	0.092	512.62	15.096	18.96	0.008
F değeri	3.118		9.160		93.592		21.628	
(p değeri)	(0.045)		(0.000)		(0.000)		(0.000)	

Tüketicilerin tercih ettikleri ekmeğin türlerini belirlemek amacıyla Çizelge 3 hazırlanmıştır. Tüketicilerin büyük bir oranının (%68.75) somun ekmeğin, %12.24'ünün pide, %7.55'inin kepekli-çavdar ekmeğin, %5.21'inin ise taş fırın ekmeğini tercih ettikleri tespit edilmiştir (Çizelge 3). Araştırma sonuçları diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında Adana ilinde tüketicilerin %89.6'sının somun ekmeğin (Gül ve ark., 2003), Konya ilinde tüketicilerin %75'inin beyaz ekmeğin, %52'sinin kepekli ekmeğin tercih ettikleri (Demir ve Kartal, 2012), Tokat ilinde ise tüketicilerin %70.6'sının somun ekmeğin, %22.1'inin köy ekmeğini, %11.4'ünün pide tercih ettikleri tespit edilmiştir (Bal ve ark., 2013).

Çizelge 3. Tercih edilen ekmeğin türleri

	Birey sayısı	Oran (%)
Somun	264	68.75
Pide	47	12.24
Kepekli- çavdar ekmeğin	29	7.55
Taş fırın ekmeğini	20	5.21
Tuzsuz ekmeğin	19	4.95
Diğer *	5	1.30
Toplam	384	100.00

*Tost ekmeğini, papatya ekmeğini.

Tüketiciler artan ekmeğin çeşitli şekillerde değerlendirmektedirler. Tüketicilerin %29.43'ünün artan ekmeğin ısıtıp/kızartıp yeniden tükettikleri, %23.96'sının farklı yemeklerde (köfte vb.) değerlendirdikleri belirlenmiştir (Çizelge 4). Tekirdağ

ilinde ise tüketicilerin %64'ü (Tanık, 2006), Van ilinde %48.5'i (Koç, 2011) ve Adana ilinde ise %80.4'ü (Gül ve ark. 2003) bayat ekmeğini farklı gıdalara dönüştürmektedirler.

Araştırmada ankete katılanların %14.06'sının hayvanlara yem olarak verdikleri tespit edilmiştir (Çizelge 4). Tekirdağ ilinde tüketicilerin %16.0'sı (Tanık, 2006), Van ilinde %40.5'i (Koç, 2011) ve Isparta ilinde %54.4'ü (Ertürk ve ark., 2015) bayatlayan ekmeğini hayvan yemi olarak hayvanlara vermektedirler. Bayatlayan ekmeğini, ekmeğin toplama kutularına atanların oranı ise %6.77'dir (Çizelge 4). Türkiye genelinde yapılan araştırmada artan ekmeğini başka bir öğünde tekrar kullananların oranı %76.7, yiyecek olarak farklı yemeklerde değerlendirenlerin oranı %47.5, hayvanlara verenlerin oranı ise %15.5'tir (TMO, 2013).

Çizelge 4. Artan ekmeğinin değerlendirilme şekli

	Birey sayısı	Oran (%)
Isıtıp/kızartıp yeniden tüketirim	113	29.43
Farklı yemeklerde (köfte vb.) değerlendiririm	92	23.96
Hayvan yemi olarak veririm	54	14.06
Bayat tüketirim	40	10.42
Kapıcıya veririm	30	7.81
Belediye'nin bayat ekmeğin toplama kutularına atarım	26	6.77
İhtiyacı olana veririm	15	3.91
Diğer	14	3.65
Toplam	384	100.00

Tüketicilerin %55.99'unun ekmeği israfı yaptığı (ekmeği çöpe atma eğiliminde olduğu), %44.01'inin ise israf yapmadığı tespit edilmiştir. Ekmeği israf etme durumu ile sosyo-demografik özellikler arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacıyla verilere Ki-kare testi uygulanmıştır. Analizde ekmeği israf etme durumu ile cinsiyet, medeni durum, eşin çalışması, oturulan binada kapıcının olması, yaş, eğitim, hanehalkı sayısı, gelir, çocuk sayısı, kilo problemi olma durumu ve ekmeği satın alma sıklığı karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda ekmeği israf etme durumu ile eşin çalışması, kapıcının olması, hanehalkı sayısı, gelir, kilo problemi olma durumu ve ekmeği satın alma sıklığı arasında istatistiki açıdan anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Ekmeği israf etme durumu ile tüketicilerin oturdukları binada kapıcının olması arasında istatistiki açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.01$). Oturdukları binada kapıcısı olan tüketicilerin ekmeği israf etme oranlarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5). Tüketicilerin taze ve sıcak ekmeği tüketme isteği ile birlikte her an ekmeği alırdırabilecekleri birilerini bulabilmeleri, tüketicileri fazla ekmeği almaya ve tazeliğini kaybeden ekmeği israf etmeye teşvik etmektedir.

Ekmeği israf etme durumu ile hanehalkı birey sayısı arasında istatistiki açıdan anlamlı bir fark söz konusudur ($p<0.10$). Ailesinde daha fazla kişi yaşayanların ekmeği israf etme oranlarının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Hanehalkı birey sayısı arttıkça tüketilen ekmeği sayısı artmakta ve bu durum ekmeği israfına neden olmaktadır (Çizelge 5).

Ekmeği israf etme durumu ile gelir arasında istatistiki açıdan anlamlı bir fark vardır ($p<0.05$). Gelir arttıkça ekmeği tüketim ve israf etme oranı artmaktadır. Araştırma bölgesinde geliri düşük olan tüketiciler genellikle evlerinde yufka ekmeği yapmaktadırlar. Sıcakta pişirilerek kurutulan bu ekmeği çeşidi ısıtılarak ihtiyaca göre günlük taze olarak tüketilmektedir. Bu nedenle geliri düşük ailelerde ekmeği tüketim ve israfı diğerlerine göre daha azdır. Geliri artan tüketiciler ise ekmeğin yerine ikame edilebilecekleri gıdaları (pilav, makarna gibi) sofralarında bulundurmakta ve alınan ekmeği tazeliğini yitirmekte ve israf edilmektedir (Çizelge 5).

Ekmeği israf etme durumu ile ailede kilolu birey olma durumu arasında istatistiki açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.10$). Ailesinde kilolu birey bulunanların ekmeği israf etme oranı, ailesinde kilolu birey olmayanlara göre daha yüksektir. Kilolu bireyler tarafından sıklıkla yapılan diyetler ekmeği tüketiminin azalmasına katkı sağlarken, diyeti bozarak düşüncesi

ile evde yedekte bekleyen ve artan ekmeği israf olarak nitelendirilebilir. Kilolu bireylerin başlamış oldukları diyetlerde öncelik ekmeği tüketiminin azaltılması olduğundan, alınan ekmeğin israfı söz konusu olabilir (Çizelge 5).

Ekmeği israf etme durumu ile ekmeği satın alma sıklığı arasında istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki söz konusudur. Ekmeği satın alma sıklığı arttıkça tüketicilerin ekmeği israf etme oranları artmaktadır. Sık ekmeği alan tüketicilerin daha çok israf ettikleri görülmektedir. Bunun en önemli nedeninin taze ekmeği yemek isteği olduğu düşünülebilir (Çizelge 5). Suudi Arabistan'ın Riyad şehrinde yapılan çalışmada tüketicilerin %60.54'ünün her gün taze ekmeği aldıkları ve bu durumun ekmeği israfını artırdığı tespit edilmiştir (Aljobair, 2017).

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada tüketicilerin ekmeği israf etme durumları ve israfı etkileyen faktörlerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla yapılan Ki-kare testi sonuçlarına göre ekmeği israf etme durumu ile eşin çalışması, oturdukları binada kapıcının olması, hanehalkı sayısı, gelir, kilo problemi olma durumu ve ekmeği satın alma sıklığı arasında istatistiki açıdan anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde ekmeği sıklıkla satın alan ve taze olarak tüketen tüketicilerin ekmeği israfını önlemek amacıyla ekmeğin gramajının azaltılması önerilmektedir. Geliri yüksek ve eşi çalışmayan tüketicilere, artan ekmeği değerlendirmeleri yöntemlerini içeren seminerlerin verilmesi ekmeği israfını azaltmaya katkı sağlayacaktır.

Araştırma sonucunda tüketicilerin önemli bir kısmının ekmeği israf ettiği görülmektedir. Ekmeğin tüketici geliri içinde payının düşük olması ve kolaylıkla ulaşılması ekmeği israfının en önemli nedenlerindedir.

Ekmeği israfının dolayısıyla ekonomik kayıpların en aza indirilmesi için kamu kurum ve kuruluşları, sivil toplum kuruluşları, belediyeler ve fırınlar tüketicilere ekmeği saklama koşulları, bayat ekmeğin değerlendirme yöntemleri hakkında bilgi veren seminerler düzenleyebilir, broşür ve liflet dağıtarak farkındalık oluşturabilirler. Politika yapıcılar; dilimli ekmeği satışlarının özendirilmesi, bayatlayan ekmeği değerlendirme yöntemlerini içeren seminerlerin düzenlenmesi, bayat ekmeği toplama kutularının yaygınlaştırılması gibi uygulamalarla ekmeği israfının azalmasına katkı sağlayabilirler. Bunun yanı sıra yapılacak kamu spotları ve tüketici bilinçlendirme çalışmalarına ile israfın azaltılmasına katkı sağlanabilir.

Çizelge 5. İsraf etmede etkili faktörlerin ki-kare analizi (%)

	İsraf etmeyen	İsraf eden	Toplam	Ki-kare değeri (p değeri)
Cinsiyet				
Kadın	40.12	59.88	100.00	1.718 (0.190)
Erkek	46.85	53.15	100.00	
Toplam	44.01	55.99	100.00	
Medeni durum				
Bekar	44.68	55.32	100.00	0.194 (0.660)
Evli	42.16	57.84	100.00	
Toplam	44.01	55.99	100.00	
Eşi çalışma durumu **				
Hayır	51.61	48.39	100.00	6.436 (0.011)
Evet	36.64	63.36	100.00	
Toplam	44.76	55.24	100.00	
Kapıcı olma durumu***				
Hayır	49.59	50.41	100.00	8.456 (0.004)
Evet	34.29	65.71	100.00	
Toplam	44.01	55.99	100.00	
Yaş				
19-29	38.46	61.54	100.00	2.278 (0.320)
30-45	47.57	52.43	100.00	
46-70	43.16	56.84	100.00	
Toplam	44.01	55.99	100.00	
Eğitim				
İlkokul ve altı	51.72	48.28	100.00	1.352 (0.717)
Ortaokul	48.78	51.22	100.00	
Lise	43.16	56.84	100.00	
Üniversite	41.94	58.06	100.00	
Hanehalkı sayısı*				
1-2	52.38	47.62	100.00	5.763 (0.056)
3-4	45.00	55.00	100.00	
5-10	35.00	65.00	100.00	
Toplam	44.01	55.99	100.00	
Gelir (TL)**				
400-1999	53.51	46.49	100.00	6.082 (0.048)
2000-3999	40.72	59.28	100.00	
4000-20000	38.16	61.84	100.00	
Toplam	44.01	55.99	100.00	
Çocuk sayısı				
0	49.52	50.48	100.00	3.680 (0.159)
1-2	44.74	55.26	100.00	
3-7	35.96	64.04	100.00	
Toplam	44.01	55.99	100.00	
Ailede kilo problemi olma durumu*				
Hayır	47.58	52.42	100.00	3.627 (0.057)
Evet	37.50	62.50	100.00	
Toplam	44.01	55.99	100.00	
Ekmek satın alma sıklığı *				
Her öğün	36.05	63.95	100.00	6.390 (0.094)
Günde iki kez	39.47	60.53	100.00	
Günde 1 kez	50.30	49.70	100.00	
Bir kaç günde bir	52.63	47.37	100.00	
Toplam	44.01	55.99	100.00	

*** %1 hata payına göre önemlidir; **%5 hata payına göre önemlidir, *%10 hata payına göre önemlidir.

Kaynaklar

- Açan, B. 2007. Kolayda mallarda müşteri profili ve tüketim tercihleri: İstanbul halk ekmek müşterilerine yönelik bir araştırma. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 21(2): 261-280.
- Akbay, C. 2005. Kahramanmaraş'ta hanehalklarının gıda tüketim talebi ekonometrik analizi. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 8(1): 114-121.
- Akbay, C., Bilgiç, A., Miran, B. 2008. Türkiye'de önemli gıda ürünlerinin talep esneklikleri. Tarım Ekonomisi Dergisi, 14 (2): 55-65.
- Aljobair, M.O. 2017. Assessment of the bread consumption habits among the people of Riyadh. Saudi Arabia. Pak. J. Nutr., 16: 293-298.
- Anonim, 2019a. Beslenme Nedir? https://www.ilkokul.nds.k12.tr/IMG/pdf/BESLENME_NEDIR.pdf (Erişim tarihi: 24.02.2019).
- Anonim, 2019b. Geçmişten Günümüze Buğday. <http://apelasyon.com/Yazi/410-gecmisten-gunumuze-bugday> (Erişim tarihi: 24.02.2019).
- Anonim, 2019c. Ekmeğin Tarihçesi. <https://mauri.com.tr/ekmegin-tarihcesi/>. (Erişim tarihi: 24.02.2019)
- Anonim, 2019d. Türkiye'de Ekmek İsrafi Araştırması https://www.gidahatti.com/tu_erkiye-de-ekmek-israf-arast-rmas-39038/(Erişim tarihi: 26.02.2019).
- Anonim, 2019e. Türkiye İsraf Raporu http://tuketici.ticaret.gov.tr/data/5c6ea_aeaddee7d8e04e8c73d/31-01_2019%20ISRAF%20TEKRAR.pdf (Erişim tarihi: 20.06.2019).
- Aydın, F., Yıldız Ş. 2011. Sivas ilinde ekmek tüketim alışkanlıkları ve tüketici dinamiklerinin belirlenmesi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 42(2): 165-180.
- Bal, Z. E., Sayılı M., Gözener M. 2013. Tokat İli Merkez İlçede Ailelerin Ekmek Tüketimleri Üzerine Bir Araştırma. JAFAG 30(1): 61-69.
- Boyacıoğlu, O. 2019. Ekmek Tüketimi ve Tüketici Beklentileri. https://www.okan.edu.tr/uploads/announcement/prof-dr-m-hikmet-boyacioglu-ekmek-israfini_onleyelim/Ekmek-Tuketimi-ve-Tuketici-Beklentileri-Panel-Mayis-2013.pdf.
- Capone R., Bilali H.E., Debs P., Botalico F., Cardone G., Berjan S., Elmenofi G.A.G., Abouabdillah A., Charbel L., Arous S.A., Sassi K. 2016. Bread waste in Mediterranean Arab countries. 5th International Symposium on Agricultural Sciences, February 29 - March 3, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina Abstract Book, p.220.
- Cop, R., Doğan, H. 2009. Ekmek üretiminde yeni ürün geliştirme ve tüketici tutumlarıyla ilgili bir uygulama. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 1(18): 12-26.
- Çağrı, H. 2016. İsraf Sorunu: Türkiye'de Ekmek İsrafi Sorunu ve Türkiye Ekonomisi Üzerindeki Etkileri. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir.
- Demir, M.K., Kartal, H. 2012. Konya ilinde farklı ekmek çeşitlerini tüketen bireyler üzerinde yapılan bir anket çalışması. Gıda teknolojileri elektronik dergisi, 7(3): 59-64.
- Demirtaş, B., Kaya, A., Sağistan, E. 2018. Consumers' bread consumption habits and waste status: Hatay/Turkey Example, Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(11): 1653-1661.
- Dölekoğlu, C.Ö., Giray, H.F., Şahin, A. 2014. Mutfaktan Çöpe Ekmek: Tüketim ve Değerlendirme, Akademik Bakış Dergisi, İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi, Türk Dünyası Kırgız-Türk Sosyal Bilimler Enstitüsü,, ISSN:1694-528X Celalabat- Kırgızistan Sayı:44.
- Ekmekçi Bal, Z., Sayılı, M. ve Gözener, M. 2013. Tokat ili merkez ilçede ailelerin ekmek tüketimleri üzerine bir araştırma. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 30(1): 61-69.
- Ertürk, A., Arslantaş, N., Sarıca, D. ve Demircan, V. 2015. Isparta ili kentsel alanda ailelerin ekmek tüketimi ve israfı. Akademik Gıda, 13(4): 291-298.
- Gül, A., Işık, H., Bal, T., Özer, S. 2003. Bread Consumption and waste of households in urban area of Adana province. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Food Science and Technology, 6(2): 10-16.
- Koç, B. 2011. Ekmek Tüketiminde Tüketici Tercihleri: Van İli Örneği. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Yayını, TEPGE Yayın No: 196, Ankara.
- Mohammadi, I.M., 2006. Factors influencing wheat, flour, and bread waste in Iran. Journal of New Seeds, 8(4): 67-78.
- Newbold, P. 1995. Statistics for Business and Economics, Prentice-Hall International, New Jersey, 867pp.
- Tanık, O. 2006. Ekmek Üretiminde Kalite Uygulamaları ve Müşteri Memnuniyet Dinamiklerinin Belirlenmesi. Trakya

Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
(Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi) Tekirdağ.

- Taşcı, R., Karabak, S., Bolat, M., Acar, O., Şanal, T., Pehlivan, A., Külen, S., Güneş, E., Albayrak, M. 2017. Ankara ilinde ekmekte tüketici tercihleri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26(1): 75-85.
- TMO, 2013. Türkiye’de Ekmek İsrafı Raporu. [http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document /Kampanya/ArastirmaKitabi.pdf](http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/Kampanya/ArastirmaKitabi.pdf) (Erişim tarihi: 24.02.2019).

Araştırma Makalesi

Malatya İlindeki Etlik Piliç İşletmelerinin Teknik ve Yapısal Özellikleri[§]

Turgay ŞENGÜL^{1*}, Ömer Faruk BOYRAZ²

¹Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü-Bingöl

²Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni ABD-Bingöl

*Sorumlu yazar: tsengul2001@yahoo.com

Geliş Tarihi: 26.03.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 26.04.2019

Kabul Tarihi: 27.06.2019

Özet

Bu çalışma, Malatya ilinde bulunan etlik piliç işletmelerinin teknik ve yapısal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırma materyalini, sözleşmeli yetiştiricilik yapan toplam 77 adet etlik piliç işletmesi oluşturmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, işletmelerin tümünün işletme sahiplerine ait olduğu ve 1-2 kümeden oluştuğu saptanmıştır. İşletmelerde, mevcut kapasitenin 10.000-20.000 adet/devre ve kapasite kullanım oranının %89 olduğu belirlenmiştir. Üreticilerde yaş ortalaması 46.8 olup, %46'sı ilkokul mezunudur. Deneyim süresi 6 yıldan fazla olan üreticilerin oranı %63.2 olarak bulunmuştur. Kümeslerde ısı kaynağı olarak, %94.9 oranında soba kullanılmakta, havalandırma ihtiyacı ise %93.2 oranında fanlarla sağlanmaktadır. Kümeslerin tamamında askılı yuvarlak yemlikler ve damlalıklı nipel suluklar kullanılmaktadır. Kümeslerde m²'ye konulan hayvan sayısı 13 adet (%69.9) veya daha fazladır. Besi sonunda hayvan başına tüketilen ortalama yem miktarı 4.1 kg, canlı ağırlık ise 2.5 kg'dır. İşletmelerin tamamında dış kaynaklı hibrit kullanılmakta olup, besi dönemindeki ölüm oranı %5-6 civarındadır. Sonuç olarak, Malatya ilindeki etlik piliç üretiminin sorunlarının genelde ülke genelindeki sorunlarla genelde benzer olduğu ve temel sorunlarının daha çok eğitim, kredi, yem ve hastalıklar olduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Malatya, etlik piliç, broiler işletmesi, üretici.

Technical and Structural Characteristics of the Broiler Poultry Farms in the Province of Malatya

Abstract

This study was carried out with the purpose of determining the technical and structural characteristics of the broiler poultry farms in the province of Malatya in Turkey. The study material consisted of a total of 77 broiler poultry farms that were taking part in contract farming. According to the results, it was found that all the farms belonged to the owners and consisted of 1-2 poultry houses. The existing capacities of the farms were 10.000-20.000 individuals/rotation, and the rate of capacity utilization was 89%. The mean age of the producers was 46.8, and 46% were primary school graduates. The ratio of the producers with more than 6 years of experience was found as 63.2%. The sources of heating for the poultry-houses were stoves by 94.9%, and 93.2% of the establishments achieved ventilation by fans. All poultry houses used hanged round feeders and dripping nipple drinkers. The number of animals in the poultry houses per m² was 13 individuals (69.9%) or more. At the end of the fattening period, the feed amount consumed by each animal was 4.1 kg, while the mean live weight was 2.5 kg. All farms used foreign hybrids, and the mortality in the fattening period was about 5-6%. Consequently, it was determined that the problems in producing broiler poultry in the province of Malatya were usually similar to the problems in the entire country, and the main problems were usually education, credits, feeds and diseases.

Key words: Malatya, broiler, poultry farms, producer.

Giriş

Et tavukçuluğu, üretim süresinin çok kısa olması, birim alanda yoğun üretim yapılabilmesi, yemin ete dönüşüm oranının yüksek olması, iş gücünün diğer tarımsal işletmelere göre daha düşük olması ve kırmızı etle karşılaştırıldığında çok daha ucuza mal olması gibi nedenlerle diğer tarımsal faaliyetlere göre daha avantajlı olduğundan hızla gelişmiş ve endüstriyel bir yapı kazanmıştır. Bu sektör; üretici, yetiştirici, işleyici ve sanayicisi ile entegrasyonu, sözleşmeli üretim modeli ile pazarlamada modern yöntemleri uygulayan, yem, araç ve gereç, aşı ve ilaç, gıda sanayinin diğer alanlarıyla bağlantılı ve sonuçta da ülke nüfusunun protein ihtiyacının önemli bir kısmını karşılamasıyla hayvansal üretimde farklı bir yere sahiptir. Türkiye’de bu alanda 1990’lı yıllarda yapılan modern yatırımlarla üretim tesisleri sayısal ve kapasite yönüyle artmış ve 2000’li yıllarda AB standartlarında üretim yaygınlaşmıştır (Güneş, 2018). 2015 yılı istatistiklerine göre ülkemizdeki 9.676 ticari etlik piliç işletmesindeki 14.415 adet kümeste üretim yapılmaktadır. Ülkemiz, son yıllarda büyük bir gelişme göstererek dünyanın önde gelen tavuk eti üreticisi ülkeleri arasına girmiştir. Tavuk eti üretimimiz 2018 yılında 2.156.671 tona ulaşmıştır (TÜİK, 2018).

Türkiye’nin hayvancılık sektörü içinde, kanatlı eti sektörü en gelişmiş olan ve rekabet etme potansiyeli en yüksek olan sektör olmasına rağmen sektörün önemli sorunları da mevcuttur. Bu sorunlar, üretimde maliyetlerin yüksekliği, girdilerde dışa bağımlılık, tüketimin gelişmiş ülkelere göre düşük düzeylerde olması, istikrarsız döviz kuru ve ihracat ile ilgili sorunlar olarak sıralanabilir. Özellikle maliyetlerin yüksekliği sektörün gelişmesini engelleyen başlıca sorun olarak göze çarpmaktadır. Maliyetin ise %70’ini yem giderleri oluşturmaktadır Kanatlı yemlerinin temel hammaddeleri olan mısır ve soyanın büyük oranda ithalatla sağlanması, sektörün dışa bağımlılığının arttırmaktadır. Bunun dışında, ülkemizin damızlık üretimi açısından da dışa bağımlı olması, dövizde öngörülemez değişimler ve ihracatla ilgili bazı sorunlar da sektörün önemli sorunları olarak sayılabilir (Keskin ve Demirbaş, 2012).

Bu çalışma, Malatya ili ve ilçelerinde sözleşmeli üretim yapmakta olan etlik piliç işletmelerinin teknik ve yapısal özelliklerini belirlemek ve sorunlarını ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmanın ana materyalini, Malatya ili ve ilçelerinde (Akçadağ, Arguvan, Yazıhan ve Yeşilyurt) faaliyet gösteren 77 adet etlik piliç işletmesinden

anket yoluyla elde edilen veriler oluşturmuştur. Anket çalışmaları, hazırlanan anket formları ile söz konusu işletmeler gezilerek ve sahipleri ile yüz yüze görüşmek suretiyle yapılmıştır. Çalışmada, anket sayısı ana kitle oranlarına dayalı, kümelendirilmemiş tek aşamalı basit tesadüfi olasılık örnekleme ile belirlenmiştir (Güneş ve Arıkan, 1988). Araştırmada, anket uygulanacak işletme sayısının belirlenmesinde %5 hata payı ve %95 güvenilirlik sınırları içerisinde çalışılmıştır.

Anket yapılan işletmelerin ilçelere göre dağılımı; Malatya merkez 3 adet, Akçadağ 29 adet, Arguvan 1 adet, Yazıhan 16 adet, Yeşilyurt 28 adet şeklindedir. Hazırlanan anket formlarında, işletmelerin teknik ve yapısal özelliklerini ortaya koyacak sorulara yer verilmiştir. Elde edilen verilerin istatistiksel açıdan değerlendirilmesinde SPSS 19.0 programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada, Malatya merkez ve 5 ilçesinde üretim yapan 77 adet etlik piliç işletmesi incelenmiştir. İşletmelerin tamamının mülk durumunda ve 1-2 kümesten meydana geldiği saptanmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü işletmelerin ilçeler bazındaki dağılımları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. İşletmelerin ilçeler bazındaki dağılımı

İlçeler	Sayı (adet)	Oran (%)
Akçadağ	29	37.7
Yeşilyurt	28	36.4
Yazıhan	16	20.7
Arguvan	1	1.3
Merkez	3	3.9
Toplam	77	100.0

Çizelge 1’de etlik piliç işletmelerinin daha çok 2 ilçede (Akçadağ %37.7 ve Yeşilyurt %36.4) yoğunlaşmış olduğu görülmektedir. İşletmelere ait kümeslerin kapasiteleri incelendiğinde, 10.000-20.000 adet/devre kapasiteli olanların oranı %46.7 ile ilk sırada, 20.001-30.000 adet/devre kapasiteli olanların oranı ise %29.9 ile 2. sırada olduğu görülmektedir. İşletmelere ait kümeslerin kapasiteleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. İşletmelerdeki kümeslerin kapasite bakımından dağılımı

İlçeler	Kapasite (adet/devre)				Toplam
	5.000-10.000	10.001-20.000	20.001-30.000	> 30.000	
Akçadağ	3	13	12	1	29
Yeşilyurt	6	13	6	3	28
Yazıhan	4	7	4	1	16
Arguvan	-	1	-	-	1
Merkez	-	2	1	-	3
Toplam	13	36	23	5	77

Türkyılmaz (2006) Aydın ilinde yapmış olduğu çalışmada, incelediği 62 adet etlik piliç işletmesinin %12.9'unun 0-10.000 ölçekli, %51.6'sinin 10.001-20.000 ölçekli ve %35.5'inin ise 20.0001 ve üzeri olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde, Yüzbaşı (2012)'da Bandırma ilçesindeki etlik piliç işletmelerinin %68'inin 10.000-20.000 adet/devre kapasiteli, %22'sinin 20.000-30.000 adet/devre kapasiteli olduğunu açıklamıştır. Diğer bir çalışmada ise, Bolu ilinde üretim yapan etlik piliç kümeslerinin %33.3'ünün 1.000-5.000, %38.9'unun 5.001-10.000, %24'ünün 10.001-25.000 ve %3.7'sinin ise 25.000-50.000 adet/devre kapasiteli olduğu saptanmıştır (Yeni, 2012).

İncelenen işletmelerin kuruluş yıllarına bakıldığında, işletmelerin 2002-2013 yılları arasında kurulduğu görülmektedir. İşletmelerin %16.9'u 2008 ve 2010 yıllarında, %14.3'ü 2007 yılında, %10.4'ü 2004 ve 2006 yıllarında, %6.5'i 2009 ve 2011 yıllarında, %2.6'sı 2003 ve 2013 yıllarında, %1.3'ü ise 2002 ve 2012 yıllarında kurulmuştur.

İlçeler itibariyle işletmelerin büyük bir kısmı (73 işletme) %94.8'i şahsa ait olmakla birlikte özel bir firmayla sözleşmeli olarak üretim yaparken, %3.8'i (3 işletme) kendi firmasına ait ve %1.4'ü ise (1 işletme) şahsa ait olarak üretim yapmaktadır.

Etlik piliç üretiminde işletmelerin merkeze olan uzaklıkları nakliye masraflarının azaltılması ve pazarlama yönünden önemlidir. İncelenen işletmelerin Malatya merkeze olan uzaklıklarına bakıldığında, işletmelerin %29.8'inin 21 km'den az, %48'inin 21-39 km arasında ve %22'sinin 39 km'den daha fazla olduğu görülmektedir. Bandırma ilçesinde yapılan çalışmada, işletmelerin merkeze olan uzaklığı bakımından %15'inin 5-10 km arasında, %52'sinin 10-20 km arasında ve %33'ünün 20-30 km arasında olduğu bildirilmiştir (Yüzbaşı, 2012).

İşletmelerin arazi varlığı açısından dağılımları Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde, işletmelerin %15.5'inin 5 dekar ve daha az,

%44.4'ünün 6-10 dekar arasında, %24.6'sinin 10-15 dekar arasında ve %15.5'inin 15 dekar ve daha fazla araziye sahip oldukları anlaşılmaktadır.

Çizelge 3. İşletmelerin sahip oldukları arazi varlığının dağılımı

İlçeler	Arazi varlığı (dekar)				Toplam
	≤5	6-10	10-15	≥15	
Akçadağ	3	15	6	5	29
Yeşilyurt	8	11	4	5	28
Yazıhan	-	7	7	2	16
Arguvan	-	-	1	-	1
Merkez	1	1	1	-	3
Toplam	12	34	19	12	77

İncelenen işletmelerin istihdam ettiği işçi sayısı bakımından değerlendirildiğinde, %58.5'inin hiçbir ücretli işçi çalıştırmadığı ve işgücünün sahipleri tarafından sağlandığı, %37.6'sının 1-2 işçi çalıştırdığı, %3.9'unun ise 3-4 işçi istihdam ettiği saptanmıştır.

İşletmelerin kredi kullanma durumu bakımından dağılımları şöyledir; işletmelerin %53.2'si finansman ihtiyaçlarını banka kredisiyle, %35'i öz sermayesiyle ve %21.8'i ise TKDK tarafından karşıladığı belirlenmiştir. Sonuçlar, Türkyılmaz (2006)'ın bulguları ile benzerlik göstermiştir.

İşletmelerin kapasite kullanımı bakımından durumları Çizelge 4'te verilmiştir. Kapasite kullanım oranı, kullanılan kapasitenin kurulu kapasiteye oranlanmasıyla bulunmuştur. İşletmeler genelinde kapasite kullanım oranı %89 olarak belirlenmiştir.

Köse ve Durmuş (2014) Ordu ilinde yaptıkları çalışmada, kapasite kullanım oranını %80.4 olarak bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada, Türkiye genelinde üretim yapan etlik piliç işletmelerinin kapasite kullanım oranının %70 olduğu açıklanmıştır (Öztürk ve Durmuş, 2001). Bu çalışmada elde edilen sonuç, her iki bulguya göre daha yüksek olmuştur.

Çizelge 4. İşletmelere ait kurulu kapasite ve kapasite kullanım oranları

Kapasite grupları	İşletme sayısı		Kurulu kapasite (adet/devir)	Kullanılan kapasite (adet/devir)	Kapasite kullanım oranı (%)
	Sayı (adet)	Oran (%)			
5.000-10.000	13	16.8	9538.4	9000.0	94.3
10.001-20.000	36	46.7	15944.4	15162.5	95.0
20.001-30.000	23	29.8	26217.3	22683.0	86.5
>30.000	5	6.7	46200.0	39380.0	85.2
Toplam	77	100.0	97900.1	87225.5	89.0

İşletme sahiplerinin yaş durumlarına bakıldığında, genel yaş ortalaması 46.8 olarak saptanmıştır. İlçeler itibariyle, işletmecilerin %19.7'sinin 41 yaşından küçük, %52.6'sının 41-50 yaş arasında, %27.7'sinin ise 50 yaşından daha büyük olduğu belirlenmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalarda, işletme sahiplerinin ortalama yaşlarının, Sakarya'da 44.8, Düzce'de 48.4, Kocaeli'de 50.4 ve Bolu'da 46.4 olarak bildirilmiştir (Yeni, 2012). Bu çalışmanın sonuçları, bildirilen bulgularla benzerlik göstermiştir.

İşletme sahiplerinin eğitim durumları incelenmiş olup, işletmecilerin %46'sını ilkökul, %22.3'ü nün ortaokul, %30.2'sinin lise ve %1.5'inin üniversite mezunu olduğu görülmüştür. Donar (1994) Adana ve Mersin yöresinde etlik piliç üretimi yapan işletme sahiplerinin %71.9'unun eğitim düzeyini ilkökul mezunu olarak bildirmiştir. Yenilmez (2005) ise, Çukurova yöresinde işletme sahiplerinin %55.3'ünün ilkökul mezunu olduğunu açıklamıştır.

Kümes binalarının yapısal özelliklerine bakıldığında, kümes genişliği bakımından 12 m'den daha kısa olanların oranı %29.5, 12-15 m arasında olanların oranı %57.8 ve 15 m'den daha uzun olanların oranı ise %12.7 olarak tesbit edilmiştir. Yüzbaşı (2012) Bandırma ilçesindeki kümeslerin genişliğinin %97'sinin 10 m'den daha dar, %3'ünün 12 m'den daha geniş olduğunu saptamıştır. Kümes uzunluğu bakımından ise, %62.4'ü 100-150 m arasında, %37.6'sı 100 m'den daha kısadır. Yenilmez (2005) Çukurova yöresindeki kümeslerin %97.5'inin 100 m'den daha kısa olduğunu bildirmiştir. İncelenen kümeslerin duvar yüksekliklerinin 2-2.5 m arasında değiştiği ve %80.6'sının 2.25 m veya daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yüzbaşı (2012) yaptığı çalışmada, kümes duvar yüksekliğinin 2.5 m'den daha fazla olanlarının oranını %71 olarak bildirmiştir. İncelenen işletmelerde barınak planlarının kimler tarafından hazırlandığına ilişkin bilgiler Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Kümes planlarının hazırlanma durumu

Kapasite grupları	İşletme sayısı		Kümes planlarının kim tarafından hazırlandığı (%)				
	Sayı (adet)	Oran (%)	Kendisi	Mühendis	Özel	TKDK	Toplam
5.000-10.000	13	16.8	92.3	7.7	-	-	100.0
10.001-20.000	36	46.7	52.7	44.4	2.9	-	100.0
20.001-30.000	23	29.8	26.0	56.5	13.0	4.5	100.0
>30.000	5	6.7	20.0	60.0	20.0	-	100.0
Toplam	77	100.0	47.7	42.3	8.9	1.1	100.0

İşletmeler genelinde kümes planları %47.7 oranında işletmecinin kendisi, %42.3'ü mühendis, %8.9'u özel firma ve %1.1'i TKDK tarafından hazırlanmıştır. Yenilmez (2005) yaptığı çalışmada, Çukurova yöresindeki kümeslerin planlarının %43.4'ünün kamu kuruluşlarından alındığı, %45.3'ünün işletme sahipleri tarafından hazırlandığı, %9.4'ünün mühendise hazırlatıldığı ve %1.9'unun ise çevredeki yetiştiricilerden temin ettiği bildirilmiştir.

İncelenen kümeslerde çatı malzemesi olarak, %82 oranında sandviç panel, %16.8'inde sac ve %1.2'sinde kiremit kullanılmıştır. Büyük kapasiteli

kümeslerde daha çok sandviç panel tercih edilmiştir. Bandırma ve Çukurova yöresinde çatı malzemesi için yaygın olarak eternit kullanıldığı bildirilmiştir (Yenilmez, 2005; Yüzbaşı, 2012). Kümes duvarlarında kullanılan malzemelere bakıldığında, %92.4 oranında tuğla, %7.6 oranında ise bims (pomza taşı) olduğu görülmüştür.

Kümeslerde kullanılan yemlik ekipmanlarının tamamının askılı yuvarlak yemlikler olduğu, sulukların ise damlalıklı nipel suluklar olduğu saptanmıştır. Çizelge 6'da kümeslerde yemlik başına düşen hayvan sayısı verilmiştir.

Çizelge 6. Kümeslerde yemlik başına düşen hayvan sayısı

Kapasite grupları	İşletme sayısı		Yemlik başına düşen hayvan sayısı (%)			Toplam
	Sayı (adet)	Oran (%)	<40 adet	40-50 adet	>50 adet	
5.000-10.000	13	16.8	23.0	15.3	61.7	100.0
10.001-20.000	36	46.7	22.4	38.8	38.8	100.0
20.001-30.000	23	29.8	4.3	60.8	34.9	100.0
>30.000	5	6.7	-	20.0	80.0	100.0
Toplam	77	100.0	12.4	33.7	53.9	100.0

Kümeslerin %53.9'unda yemlik başına düşen hayvan sayısı 50 adetten fazla, %33.7'sinde 40-50 adet arasında ve %12.4'ünde 40 adetten az olarak belirlenmiştir. Kümeslerde kullanılan suluk sayılarına bakıldığında, %62.3 oranında 1500-3000 adet arasında, %25.9 oranında 1500 adetten az ve %11.8 oranında 3000 adetten fazla suluk kullanıldığı gözlenmiştir. Suluk başına düşen hayvan sayısı bakımından, kümeslerin %57.2'sinde suluk başına 10 adet veya daha fazla hayvan düşerken, %42.8'inde 10 adetten az hayvan düşmektedir. Kümeslerde altlık materyali olarak, %93.1 oranında odun talaşı, %6.9 oranında ise saman kullanılmaktadır. Kapasite arttıkça, altlık olarak saman kullanımı da artmaktadır. Kümeslerin ısıtılmasında kullanılan ısı kaynakları bakımından soba ön plana çıkmaktadır. İşletmelerin %94.9'u soba kullanmakta, %5.1'i ise kaloriferle ısıtma yapmaktadır. İncelenen kümeslerin havalandırılması

%90.7 oranında fanlarla, %9.3'ü pencere, tünel vb ile sağlanmaktadır. Aydınlatma, tüm kümeslerde floresan ampuller ile yapılmaktadır.

İşletmelerin tamamında hayvan materyali olarak Ross 308 kullanılmaktadır. Kümeslerde yılda 6 devir üretim yapılmaktadır. İncelenen kümeslerin hiçbirinde verim kayıtları tutulmadığı belirlenmiştir. Besi süresi 40-45 gün arasında değişmektedir. Kümeslerin %56.6'sında besi sonu canlı ağırlık 2.5 kg'dan fazla, karkas ağırlığı ise %60.5 oranında ≤ 1.8 kg olarak saptanmıştır. İncelenen işletmelerin tamamında kesimden 8 saat önce yemleme kesilmektedir. Yenilmez (2005) yaptığı çalışmada, kesimden 4-12 saat önce yemlemenin kesildiğini bildirmiştir. Arıç (1996) ise kesimden 4-8 saat önce yemlemenin kesildiğini açıklamıştır. İncelenen işletmelere ait bazı üretim bilgileri Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. İşletmelerin kapasite bazında bazı üretim bilgileri

Değişkenler/ Kapasiteler	5.000-10.000	10.001-20.000	20.001-30.000	>30.000	Ortalama
Civcivin temin edildiği yer					
Firma	100.0	100.0	95.5	100.0	98.9
Kendisi	0.0	0.0	4.5	0.0	1.1
Toplam	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Besi süresi (gün)					
40-42	0.0	0.0	8.6	0.0	2.5
40-45	76.9	30.5	13.0	40.0	33.7
42-45	23.1	47.4	13.0	0.0	29.8
42	0.0	16.6	56.8	40.0	27.2
45	0.0	5.5	8.6	20.0	6.8
Toplam	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Besi dönemi sonu canlı ağırlığı (kg)					
≤ 2.5	30.7	44.4	50.0	40.0	43.4
> 2.5	69.3	55.6	50.0	60.0	56.6
Toplam	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Besi dönemi sonu kesim ağırlığı (kg)					
≤ 1.8	69.3	75.0	31.8	60.0	60.5
> 1.8	30.7	25.0	68.2	40.0	39.5
Toplam	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

İşletmelerde yerleşim sıklığı (1 m² alana konulan hayvan sayısı) uygulaması 9-18 adet arasında değişmekle birlikte, ortalama 13.3 adet olarak belirlenmiştir. Kümeslerin genel toplamı içerisinde, m²'ye konulan hayvan sayısı %69.9 oranında 13 adet veya daha fazla, %30.1 oranında ise 13 adetten az olarak tesbit edilmiştir. Kapasite arttıkça yerleşim yoğunluğu da artış göstermiştir. Yenilmez (2005) yaptığı çalışmada, kümeslerde yerleşim sıklığının 12-17 arasında olduğunu bildirmiştir.

İncelenen işletmelerin tamamı karma yemleri firmalardan satın almaktadırlar. Kümeslerde besi süresi boyunca hayvan başına tüketilen yem miktarının ortalama 4.1 kg olduğu saptanmıştır. Bu değer, başka bir çalışmada 3.6-4.0 kg olarak bildirilmiştir (Yenilmez, 2005). Kümeslerde besi süresi boyunca ölüm oranları, kümeslerin %42.8'inde %5-6 arasında, %37.1'inde %4-5 arasında, %42.8'inde %5-6 arasında ve %20.1'inde %7 ve daha fazla olarak hesaplanmıştır. Bu değer, Erdem (1996) tarafından %4.3, Yenilmez (2005) tarafından %2-10 arasında bildirilmiştir.

İşletmelerin sorunları incelendiğinde genelde eğitim sorununun ilk sırada geldiği görülmektedir. İşletmelerin %87.0'si eğitim, %84.4'ü kredi, %1.3'ü yem ve hastalık sorununu ilk sorun olarak görmektedirler. Etlik piliç işletmelerinin sorunlarını, Arıç (1996) yem, civciv, hastalık, işçilik ve ürün fiyatları olarak, Can (1996) altyapı, sağlık, yem ve pazarlama, Küçükaydın (1996) yem, civciv, hastalık, kredi, eğitim, organizasyon ve pazarlama olarak bildirmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada ise, işletmelerin en önemli sorununun üretim maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı kar marjının çok düşük olması olarak bildirilmiştir (Öztürk ve Durmuş, 2001).

Sonuç ve Öneriler

Malatya merkez ve ilçelerinde yürütülmüş olan bu çalışmada, işletmelerin sorunlarının diğer bölgelerdeki işletmelerden daha az olduğu ve bazı farklılıklar gösterdiği, sorunların özellikle eğitim ve kredi konusunda odaklandığı görülmüştür. Sonuçlar, etlik piliç işletmelerinin sorunlarının zamanla değiştiğini ve üretimle ilgili sorunların azaldığını göstermektedir. Sorunların çözümü açısından, Malatya'daki işletme sahiplerinin teknik ve finansman konularında eğitilerek üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve kar marjlarının yükseltilmesi önem taşımaktadır.

✉: Bu çalışma Ö. Faruk BOYRAZ'ın Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Arıç, H. 1996. Çukurova Bölgesi Broiler Yetiştiriciliğinin Yapısı ve Sorunları. Çukurova Ün., Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootehni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Can, H. 1996. Türkiye Broiler Üretim Sorunları. Ulusal Kümes Hayvanları Sempozyumu 96, 27-29 Kasım 1996, Adana.
- Donar, H. 1994. Adana-Mersin İllerinde Broiler Üretim Ekonomisi. Çukurova Ün., Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Erdem, M. 1996. Tarsus Köy-Tür A.Ş Bağlantılı Broiler İşletmelerinin Verimlilik Yönünden Karşılaştırılması. Çukurova Ün., Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootehni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Güneş, T., Arıkan, R. 1988. Tarım Ekonomisi İstatistiği. Ankara Ün. Ziraat Fak., Yayınları No: 1049, Ders Kitapları, No: 305, Ankara.
- Güneş, E. 2018. Türkiye'de kanatlı et sektörünün ekonomik potansiyeli ve gelişimi. Dünya Gıda. Nisan 2018, 21 s.
- Keskin, B., Demirbaş, N. 2012. Türkiye'de kanatlı eti sektöründe ortaya çıkan gelişmeler: Sorunlar ve öneriler. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(1): 117-130.
- Köse, B., Durmuş, İ. 2014. Ordu ilindeki tavukçuluk işletmelerinin genel yapısı, sorunları ve çözüm önerileri. Akademik Ziraat Dergisi, 3(2): 89-94.
- Küçükaydın, H. 1996. Hatay ilindeki Tavukçuluk İşletmelerinin Yapısal Özellikleri, Ekonomik Durumları, Sorunları ve Çözüm Yolları. MKU Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootehni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Hatay.
- Öztürk, F., Durmuş, İ. 2001. Türkiye'de tavukçuluk işletmelerinin genel durumu. Tavukçuluk Araştırma Dergisi, 3(2):7-16.
- TÜİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.org.tr>.
- Türkyılmaz, K.M. 2006. Aydın ili broyler işletmelerinin yapısal ve teknik durumu üzerine bir araştırma. YYÜ Veteriner Fakültesi Dergisi, 17(1-2): 65-69.
- Yenilmez, F. 2005. Çukurova Yöresindeki (Adana ve İçel İllerindeki) Broiler ve Yumurta Tavuğu İşletmelerinin Yetiştiricilik, Teknik ve Yapısal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Ün., Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootehni Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- Yüzbaşı, Ş. 2012. Bandırma İlçesi Kasaplık Piliç İşletmelerinin Yapısal ve Fonksiyonel Özellikleri. Ankara Ün., Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal

Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Yeni, A. 2012. Türkiye Broiler Sektöründe Üretim Kümeslerinin Ekonomik Yapısı ve Etkinlik Analizi: Doğu Marmara Bölgesi Örneği. Atatürk Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Erzurum.

Araştırma Makalesi

Kadmium (Cd) Uygulamasının Tane Sorgumda (*Sorghum bicolor* L.) Bazı Morfolojik Özellikler Üzerine Etkisinin Belirlenmesi*

Hava Şeyma YILMAZ*, Kağan KÖKTEN

Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bingöl

*Sorumlu yazar: seymayilmaz1652@gmail.com

Geliş Tarihi: 27.05.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 27.06.2019

Kabul Tarihi: 27.06.2019

Özet

Çevreye, insanlara, hayvanlara ve bitkilere en fazla zararı olan ağır metallerden birisi kadmium (Cd)'dur. Cd'nin bitkilerde meydana getirdiği fizyolojik, morfolojik ve biyokimyasal hasarları belirlemek için yapılan çalışmalar son zamanlarda artış göstermiştir. Bu çalışmada Cd'nin tane sorguma farklı dozlarda uygulanmasıyla bitkinin morfolojik özelliklerinde meydana gelen etkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada; Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen üç farklı tane sorgum çeşidi (Akdarı, Beydari ve Öğretmenoğlu) bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Uygulanan kadmium (Cd) dozları (25, 50, 75, 100, 125 ppm) şeklindedir. Çalışma, 2017 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Seralarında 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. İncelenen özellikler; bitki boyu, bitki gövde çapı, bin tane ağırlığı, salkım uzunluğu, gövde oranı, yaprak oranı ve salkım oranı olmuştur. Değerlendirme sonucunda Cd dozlarının artmasıyla birlikte, bitki boyunun, bitki gövde çapının, bin tane ağırlığının, salkım uzunluğunun ve salkım oranının düzenli bir şekilde azaldığı gözlemlenirken, gövde oranının ise Cd (kadmium) dozlarının artmasına paralel olarak arttığı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda insanlar ve bitkiler için son derece toksik olduğu bilinen Cd elementinin çalışmada kullanılan tane sorgum çeşitlerinin (Akdarı, Beydari ve Öğretmenoğlu) kadmium dozlarından 25 ppm ve üzerindeki seviyelerde olumsuz etkilendiği görülmüştür. Toprak pH' sının da göz önünde bulundurulduğunda hafif alkali topraklar için 25 ppm ve daha yüksek dozlarda sorgum bitkisinin morfolojik yönden olumsuz etkilendiği ve verim amaçlı yetiştiricilik için uygun olmadığı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Tane sorgum, kadmium, morfolojik özellik.

Determination of the Effect of Cadmium (Cd) Application on Some Morphological Properties of (*Sorghum bicolor* L.) Grain Sorghum

Abstract

Cadmium is one of the most harmful heavy metals to the environment, human, animals and plants. Recently, studies to determine the physiological, morphological and biochemical damages of cadmium in plants have increased. In this study, it is aimed to determine the effects of the cadmium on the morphological characteristics of the plant by applying different doses to the grain sorghum. In this research; three different varieties (Akdari, Beydari and Öğretmenoglu) of sorghum from Batı Akdeniz Agricultural Research Institute were used. The dose of cadmium applied is 25, 50, 75, 100 and 125 ppm. Experiments were carried out at research greenhouses of Kahramanmaraş Sutcu Imam University in 2017 with 3 replications. Features examined; plant heights, diameters, cluster lengths, grain weight, leaf-cluster-stem ratios. Current findings revealed that increasing cadmium doses decreased plant height, diameter, cluster length, grain weight and cluster ratios. In addition, it was observed that the leaf rate was not affected by the dose increase on the average. As a result of the study, it was observed that Cd, which is known to be highly toxic for humans and plants, The grain sorghum varieties used in this research (Akdarı, Beydari and

Öğretmenoğlu) were found to be negatively affected by cadmium doses at levels of 25 ppm and above. When the soil pH is considered, it is considered that sorghum plant at 25 ppm and higher doses are negatively affected morphologically and it is not suitable for yield purposes for light alkaline soils.

Key words: Grain sorghum, cadmium, morphological feature.

Giriş

Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench), *Poaceae* familyasına ait tek yıllık bir sıcak iklim bitkisidir. Çok eski zamanlarda kültüre alınan sorgum bitkisi, dünyada uygun iklime sahip birçok yerde yetiştirilmektedir. Tane sorgumun, çok kurak ve sıcak alanlarda, mısıra alternatif şekilde yetiştiriciliği yapılmakta olup, mısıra göre fakir ve tuzlu topraklar ile sellere daha dayanıklıdır (Anonim, 1995).

Sorgum dünyada en önemli tahıl bitkilerinden biri olarak beşinci sırada yer almaktadır. Protein oranı mısıra göre daha fazladır ancak sindirilebilir protein miktarı daha düşüktür (Gualtore ve Rapaccini, 1990; Dowling ve ark., 2002). Amerika’da hayvan beslemede en çok kullanılan bitki mısırdır ve sorgum taneleri mısırdan sonra ilk sırada yer alır (Kriegshausen ve ark., 2006).

Ağır metal olarak adlandırdığımız terim esasında fiziksel özellik açısından yoğunluğu 5 g cm^{-3} ’den daha yüksek olan metaller için kullanılmaktadır. Bunlar içerisinde kadmiyum, krom, bakır, nikel, civa ve çinko olmak üzere 60’tan fazla metal yer almaktadır. Bu elementler yer kürede çoğunlukla karbonat, silikat ve sülfür durumunda stabil bileşik olarak bulunmaktadır (Kahvecioğlu ve ark., 2007). Gelişen ve değişen dünya ile birlikte ağır metal kirliliği çevresel bir sorun haline gelmiştir. Toprak, hava ve su gibi ortamlara ağır metal kirliliğinin bulaşma nedenleri arasında; endüstriyel faaliyetler, tarım sektöründe kullanılan gübreler, madencilik, volkanik süreçler, bitkisel üretimde kullanılan ilaçlar, sanayi atıkları gibi etmenler sayılabilir (Stresty ve Madhava Rao, 1999).

Topraklardaki başlıca Cd kaynakları, metal eriticilerden (1000 g/ha/yıl'a kadar) ve P (fosfor) gübrelerinden (150 g/ha/yıl'a kadar) gelmektedir (Alloway ve Steinnes, 1999).

Wierzbicka ve ark. (2007) Cd'nin bitki hücrelerinde, çoğunlukla organik asitlerle detoksifiye edildiğini bildirmişlerdir. Genel olarak, bitkilerin yüksek Cd içeriklerinin sebep olduğu açık semptomlar, büyüme geriliği ve kök hasarı, yaprak klorozu ve yaprak kenarlarının veya damarlarının kırmızı-kahverengi renklenmesidir. Kadmiyum fitotoksitesisi, bazı mikro besinlerin normal metabolizmasına müdahale etmenin ötesinde, fotosentez üzerinde inhibe edici etkiler gösterir, terleme ve CO_2 fiksasyonunu bozar ve hücre zarlarının geçirgenliğini

değiştirir (Prasad, 2005). Bu durum bitkilerin fizyolojilerini etkileyerek morfolojik olumsuzluklara sebep olmaktadır.

Bitkilerin Cd içeriği, Cd'nin insan ve hayvanlara giden yolu olarak büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, bazı bitki türlerinin yüksek Cd seviyelerine toleransı ve adaptasyonu, çevresel açıdan önemli olmasına rağmen, sağlık riski oluşturabilir. Bu nedenle, özellikle bitkilerde, gıdalarda ve yem bitkilerinde Cd içerikleri yaygın olarak incelenmektedir (Kabata-Pendias, 2011).

Bu çalışmanın amacı bazı tane sorgum çeşitlerinin (Akdarı, Beydarı ve Öğretmenoğlu) farklı dozlardaki Cd (kadmiyum) stresine karşı morfolojik olarak verdiği yanıtları belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, 2017 yılında, yazlık ürün yetiştirme periyodunda Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma seralarında yapılmıştır. Araştırmada, Batı Akdeniz Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen Akdarı, Beydarı ve Öğretmenoğlu tane sorgum çeşitleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan kadmiyum Cd ($\text{CdSO}_4 \cdot 8/3\text{H}_2\text{O}$) formunda ticari olarak temin edilmiştir.

Bitkilerin yetiştirilmesi ve ağır metallerin uygulanması

Deneme bölünmüş parseller deneme desenine göre kurulmuş olup toplam 54 saksı (3 çeşit x 1 element x 6 doz x 3 tekrar) kullanılmıştır. Saksılara 10 kg ağırlığında 4 mm elekten geçirilen topraklar doldurulmuştur. Deneme toprağı Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Kampüsü kampüs alanından temin edilmiş olup toprağına ait bazı özellikler; pH 7.33, tuz %0.1, kireç %0.71, organik madde %0.6 ve toplam kadmiyum 1.98 mg kg^{-1} ve alınabilir 0.126 mg kg^{-1} şeklindedir.

Bütün saksılara 3'er adet tohum ekimi yapıp çıkıştan sonra sağlıklı olan fide bırakılıp diğerleri seyreltilmiştir. Gübre uygulaması (20 kg N ve 10 kg P_2O_5 oranı ile) kullanılan toprak miktarına göre hesaplanarak tartılıp uygulanmıştır. Bitkiler 15-20 cm boylandıklarında ağır metal uygulamaları yapılmıştır. Yüksek bir değer olan 300 mg L^{-1} Cd kirlenmiş toprağı gösterir (Itoh ve Yumura, 1979; Kabata-Pendias, 2011). Bu değer kontamine topraklar için Kabata-

Pendias ve Gondek, (1978) tarafından verilen 400 mg L^{-1} Cd değerine yakındır (Kabata-Pendias, 2011). Ayrıca bazı ülkelerde işlenen tarım arazileri için kadmiyum kontaminasyonun ulaştığı değerler şu şekilde belirtilmiştir: Büyük Britanya; $1.5\text{-}167 \text{ mg kg}^{-1}$, Polonya; $0.4\text{-}107 \text{ mg kg}^{-1}$ (Ellis ve Alloway, 1983 ve Umínska, 1988; Kabata-Pendias, 2011). Bilindiği üzere pH seviyesinin düşük olması Cd alımını artırırken yükselmesi bu alımı azaltabilmektedir. Kontamine topraklar için değerlerin bu kadar yükselebileceği ve deneme toprağının pH'sının hafif alkali sınıfında yer alması da göz önünde bulundurularak denemede kullanılan kadmiyum dozları belirlenmiştir. Kadmiyum miktarı kullanılan 10 kg toprak hacmine göre belirlenen dozlar neticesinde ppm olarak hesaplanmış, tartılmış ve saf su ile karıştırılarak saksılara uygulanmıştır. Günlük sulamalar toprağın tarla kapasitesine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Ekimler 2017 yılı Nisan ayında, hasatlar ise 2017 yılı Eylül ayında gerçekleştirilmiştir.

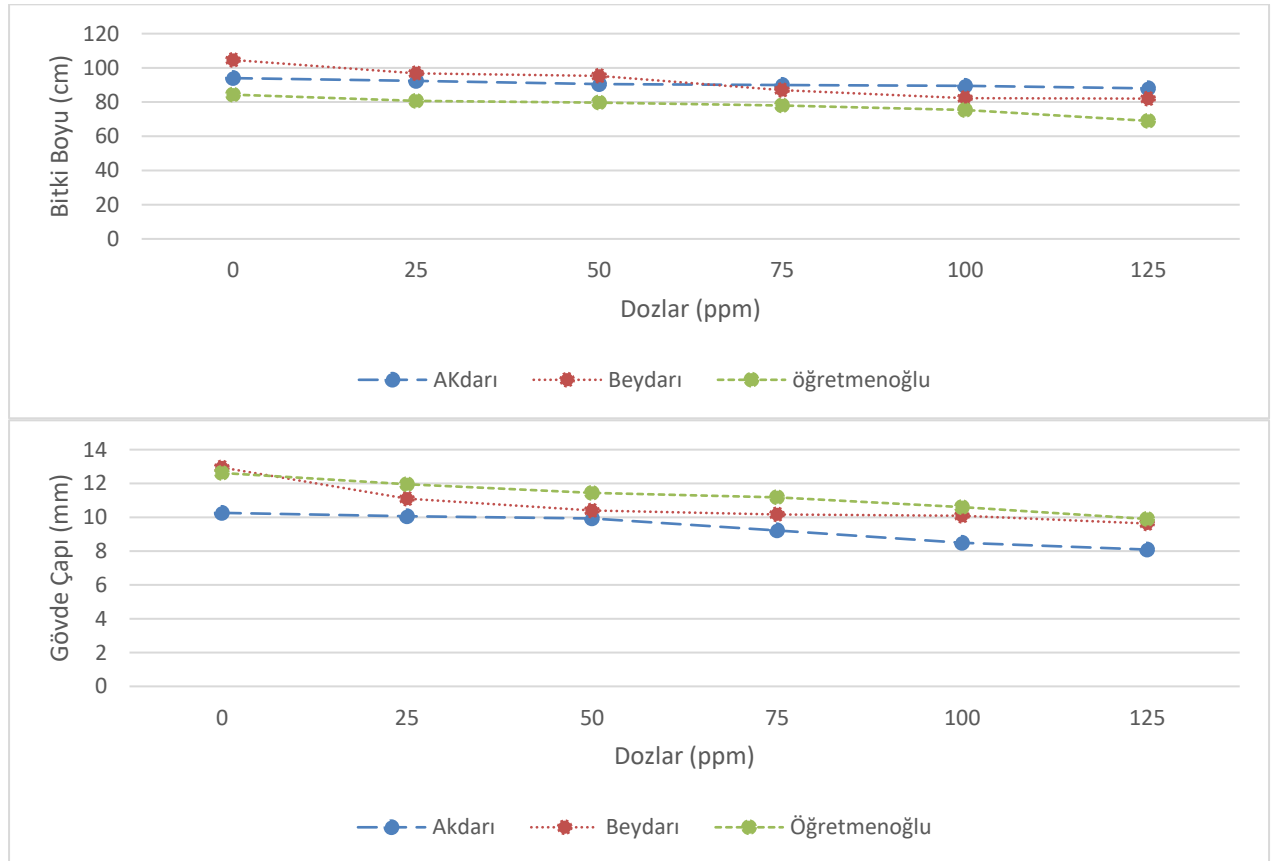
Ölçümlerin yapılması

Bitkiler 10 Eylül 2017 tarihinde sert olum döneminde elle hasat edilmiştir ve morfolojik ölçümler yapılmıştır. Morfolojik olarak bitki boyu, bitki gövde çapı, salkım uzunluğu, bin tane ağırlığı, yaprak oranı, gövde oranı ve salkım oranı belirlenmiştir.

İncelenen özelliklere ait verilerin istatistiksel analizleri, bölünmüş parseller deneme desenine uygun olarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlar LSD testi ile karşılaştırılmıştır (SAS, 1999).

Bulgular ve Tartışma

Bazı tane sorgum çeşitlerinde (Akdarı, Beydarı ve Öğretmenoğlu), farklı dozlarda uygulanan Cd (kadmiyum) stresi altında morfolojik olarak meydana gelen değişiklikler incelenmiştir. Bitki boyuna ait değerler Tablo 1'de ve değişim grafiği Şekil 1'de verilmiştir. Cd dozlarının, bitki boyları varyans analiz sonuçlarına göre çeşit ve doz çok önemli ($p<0.01$) iken çeşit x doz interaksyonu önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.



Şekil 1. Tane sorgum çeşitlerinin bitki boyu ve bitki gövde çaplarına ait değişim grafiği.

Tane sorgum çeşitlerinin Cd stresinde bitki boylarında meydana gelen etkisi incelendiğinde, çeşitlerin ortalamasında en yüksek bitki boyunun (91.35 cm) Beydarı çeşidinde ve en düşük bitki boyunun ise Öğretmenoğlu (77.83 cm) çeşidinde ortaya çıktığı görülmüştür. Dozların ortalamasına baktığımızda ise, artan Cd dozlarının bitki boylarında azalmalara neden olduğu gözlenmektedir. En düşük bitki boyu (79.67 cm) 125 ppm Cd uygulamasından elde edilirken, en yüksek bitki boyu (94.32 cm) kontrol grubu bitkilerinden elde edilmiştir.

Cd uygulamasında en yüksek bitki boyu Akdarı, Beydarı ve Öğretmenoğlu çeşitlerinin kontrol uygulamasında elde edilirken, en düşük bitki boyunun tüm çeşitlerde en yüksek Cd dozu olan 125 ppm uygulamasından elde edildiği görülmüştür.

Cd uygulamasının bitki boyu gelişimini negatif yönde etkilediği anlaşılmaktadır. Wang ve ark. (2017) sorgum bitkisine farklı dozlarda (0-3-15 ppm) Cd uyguladıkları çalışmada bitki boyunun %27.6-28.5 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Zhang ve ark. (2002) Cd'ü 0-1 ppm dozlarında buğday fidelerine uygulamış ve 0.3 mg kg⁻¹ üzerindeki Cd miktarının bitki büyümesini inhibe ettiğini bildirmişlerdir. Cd'nin büyümeyi engellediği ve dolayısıyla bitki boyu gelişimi üzerinde yaptığı olumsuz etki, yapılan çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Bitki gövde çapına ait değerler Çizelge 2'de ve değişim grafiği Şekil 1'de verilmiştir. Bitki gövde çapları varyans analiz sonuçlarına göre çeşit ve doz çok önemli (p<0.01) iken çeşit x doz interaksyonu önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 1. Tane sorgum çeşitlerinin bitki boylarına (cm) ait ortalama tablosu

Dozlar (ppm)	Çeşitler			
	Akdarı	Beydarı	Öğretmenoğlu	Ortalama
0	94±6.08 B-D*	104.61±3.07 A	84.33±5.69 F-I	94.32 a**
25	92.37±2.03 B-E	96.8±2.03 B	80.67±1.15 H-J	89.94 ba
50	90.5±0.5 B-F	95.33±3.21 BC	79.67±4.16 IJ	88.5 b
75	90±2.65 C-F	87±3 E-H	78±3.46 IJ	85 bc
100	89.47±3.23 C-F	82.33±4.04 G-I	75.33±6.66 JK	82.38 c
125	88±1.73 D-G	82±4G-I	69±8 JK	79.67 c
Ortalama	90.72 a**	91.35 a	77.83 b	

** % 1 * % 5 önemli. Büyük harfler interaksiyon gruplarını, küçük harfler ortalama gruplarını ifade etmektedir.

Çizelge 2. Tane sorgum çeşitlerinin bitki gövde çaplarına ait ortalama tablosu

Dozlar (ppm)	Çeşitler			
	Akdarı	Beydarı	Öğretmenoğlu	Ortalama
0	10.26±0.97	12.94±0.58	12.62±2.32	11.94 a**
25	10.06±0.65	11.1±0.95	11.95±2.11	11.04 ba
50	9.93±0.57	10.4±1.42	11.44±0.76	10.59 bac
75	9.22±0.45	10.17±1.41	11.18±0.94	10.19 bc
100	8.49±0.02	10.09±1.06	10.6±0.25	9.73 bc
125	8.09±1.1	9.63±0.18	9.9±1.09	9.21 c
Ortalama	9.34 b**	10.82 ba	11.28 a	

** % 1 * % 5 önemli. Büyük harfler interaksiyon gruplarını, küçük harfler ortalama gruplarını ifade etmektedir.

Tane sorgum çeşitlerinin Cd stresine karşı ortalama bitki gövde çaplarının 9.34 mm ile 11.28 mm arasında değiştiği ve en kalın gövde çapının Öğretmenoğlu çeşidinde, en ince gövde çapının ise Akdarı çeşidinde ortaya çıktığı görülmüştür.

Cd dozlarının artması ile ters orantılı olarak gövde çaplarının azaldığı belirlenmiştir. Ortalamada en ince gövde çapı (9.21 mm) 125 ppm Cd uygulamasından elde edilirken, en kalın gövde çapı (11.94 mm) kontrol grubu bitkilerinden elde

edilmiştir. Cd dozlarının artması bitkilerin gövde kalınlıklarını olumsuz etkilemiştir.

Cd uygulamasında en kalın bitki gövde çapı Beydarı ve Öğretmenoğlu çeşitlerinin 0 ppm dozlarından (kontrol) elde edilirken, en ince gövde çapı Akdarı çeşidinde 125 ppm Cd dozu uygulamasından elde edilmiştir.

Öktüren ve Sönmez (2006), toprakta Cd miktarının artması ile birlikte bitkinin klorofil metabolizmasının bozulduğunu ve azot kullanımında görevli olan NO₂⁻ redüktaz ile NO₃⁻ redüktaz

enzimlerinin etkilerini azaltarak bitkinin azot kullanımını olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir. Ağır metal stresinin devam etmesi ile hasar kök bölgesinden bitkinin gövdesine doğru ilerlemekte ve gövde gelişimini olumsuz etkilemektedir (Barceló ve Poschenrieder, 1990). Bu çalışmada da Cd dozlarının artmasıyla bitki çapı azalmış ve muhtemelen bu durumun bitkilerin Cd varlığından dolayı azot

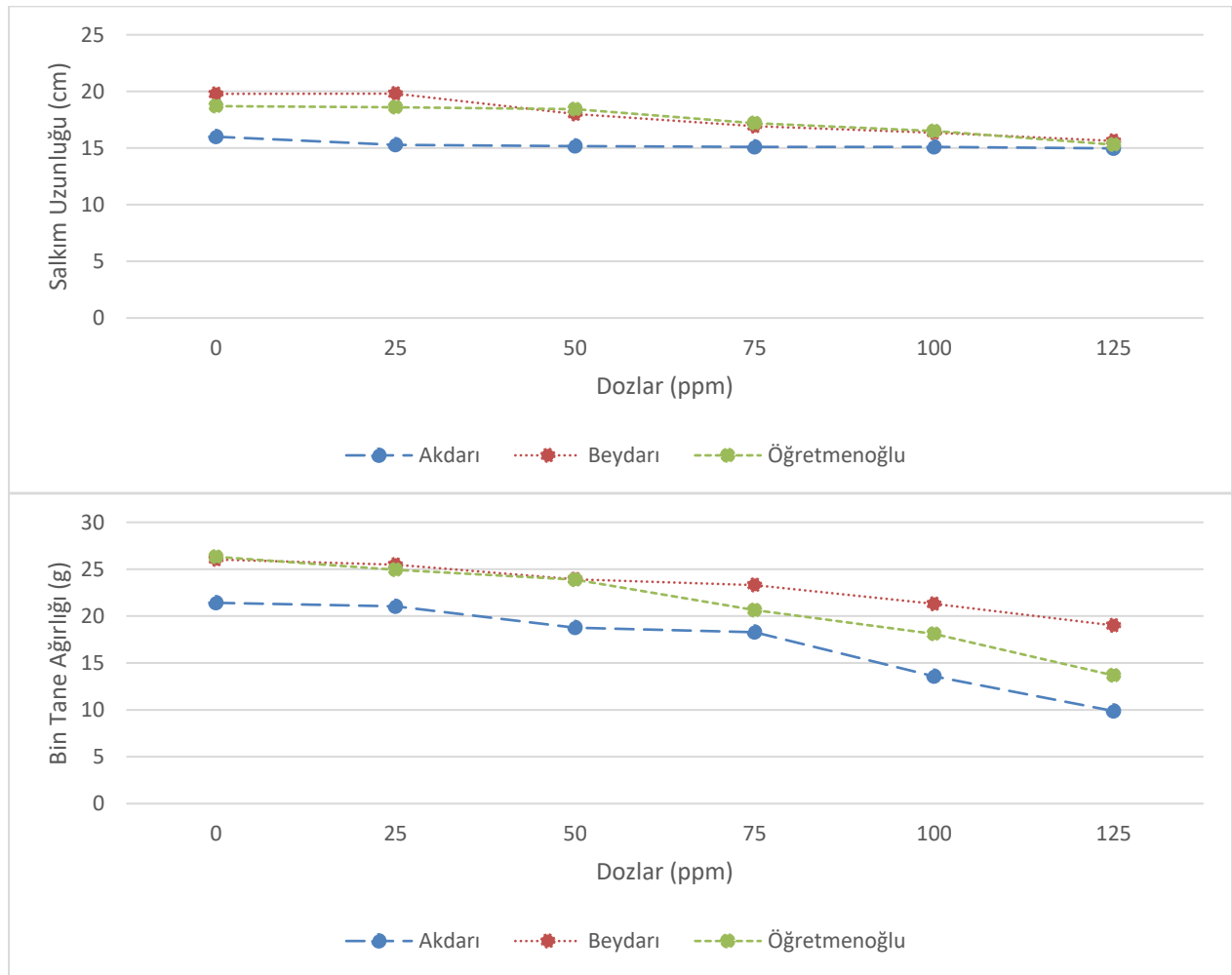
kullanımının sınırlanmasından ve köklerde başlayan ve gövdeye doğru ilerleyen fizyolojik aksaklıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Salkım uzunluğuna ait değerler Çizelge 3'te ve değişim grafiği Şekil 2'de verilmiştir. Bitki salkım uzunlukları varyans analiz sonuçlarına göre çeşit ve doz çok önemli ($p < 0.01$) iken çeşit x doz interaksyonu önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 3. Tane sorgum çeşitlerinin salkım uzunluklarına (cm) ait ortalama tablosu

Dozlar (ppm)	Çeşitler			
	Akdarı	Beydarı	Öğretmenoğlu	Ortalama
0	16±1	19.78±0.69	18.7±0.89	18.16 a**
25	15.28±1.42	19.8±1.06	18.6±0.4	17.89 a
50	15.17±0.97	18±0	18.43±1.4	17.20 ba
75	15.1±0.46	16.93±0.83	17.2±1.31	16.41 bc
100	15.1±1.01	16.35±1.25	16.5±1.32	15.98 bc
125	14.97±1.42	15.63±1.42	15.3±0.89	15.30 c
Ortalama	15.27 b**	17.75 a	17.46 a	

** % 1 * % 5 önemli. Büyük harfler interaksiyon gruplarını, küçük harfler ortalama gruplarını ifade etmektedir.



Şekil 2. Tane sorgum çeşitlerinin salkım uzunluğu ve bin tane ağırlığı değişim grafiği.

Çeşitlerin salkım uzunlukları 15.27 cm ile 17.75 cm arasında değişiklik göstermiş ve en yüksek salkım uzunluğu Beydarı çeşidinde bulunurken en kısa uzunluğunu Akdarı çeşidinin salkımları oluşturmuştur.

Cd dozlarının artması salkım uzunluklarına ters yönde bir etkide bulunduğu ve salkım uzunluklarını azalttığı açıkça görülmektedir. En yüksek uzunluk (18.16 cm) kontrol uygulamasından elde edilirken, en düşük salkım uzunluğu (15.30 cm) 125 ppm Cd uygulamasından elde edilmiştir.

Çeşit x doz etkisi bakımından en uzun salkım uzunluğu Beydarı çeşidinin kontrol ve 25 ppm Cd dozlarından elde edildiği, bunu istatistiki olarak aynı grupta yer alan Öğretmenoğlu çeşidinin kontrol, 25 ve 50 ppm Cd uygulamalarının izlediği görülmektedir. En kısa salkım uzunluğu Akdarı

çeşidinin 75, 100 ve 125 ppm Cd dozlarından elde edilmiştir. Dozların artmasına ters orantılı olarak salkım uzunlukları azalmıştır. Kullanılan çeşitler tane sorgum oldukları ve asıl unsurun salkım ve verim olduğu düşünüldüğünde salkım uzunluğu parametresinin önemi artmaktadır. Gür ve ark. (2004) ağır metallerin bitki dokularında yoğun olarak birikmesinin bitkilerin vejetatif ve generatif gelişimini olumsuz etkilediğini bildirirken, Long ve ark. (2002) bu birikimin ürün ve verim değerlerine negatif yönde etki ettiğini belirtmişlerdir.

Bin tane ağırlıklarına ait değerler Çizelge 4'te ve değişim grafiği Şekil 2'de verilmiştir. Cd dozlarının, bin tane ağırlıkları varyans analiz sonuçlarına göre çeşit ve doz çok önemli ($p<0.01$) iken, çeşit x doz etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4. Tane sorgum çeşitlerinin bin tane ağırlıklarına (g) ait ortalama tablosu

Dozlar (ppm)	Çeşitler			
	Akdarı	Beydarı	Öğretmenoğlu	Ortalama
0	21.41±1.95 D-G*	26.03±1.08 AC	26.32±2.07 AB	24.59 a**
25	21.03±2.31 D-J	25.47±1.35 A-C	24.93±3.43 A-C	23.81 ba
50	18.76±1.44 H-K	23.92±2.41 A-D	23.88±1.61 C-E	22.19 bc
75	18.28±1.32 IK	23.3±1.14 B-F	20.63±0.47 F-I	20.74 c
100	13.57±1.72 E-I	21.3±0.61 L	18.1±0.95 JK	17.66 d
125	9.87±1.69 M	19±1.37 G-K	13.67±0.91 L	14.18 e
Ortalama	17.15 b**	23.17 a	21.26 ba	

** % 1 * % 5 önemli. Büyük harfler etkileşim gruplarını, küçük harfler ortalama gruplarını ifade etmektedir.

Çeşitlerin, bin tane ağırlıkları 17.15 g ile 23.17 g arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek bin tane ağırlığı Beydarı çeşidinde iken en düşük bin tane ağırlığı Akdarı çeşidinde olmuştur.

Cd dozlarının artmasıyla birlikte bitkilerin bin tane ağırlıkları negatif etkiyle azalma göstermiştir. En yüksek bin tane ağırlığı (24.59 g) kontrol uygulamasından elde edilirken, en düşük bin tane

ağırlığı (14.18 g) 125 ppm Cd uygulamasından elde edilmiştir. Cd doz artışı bin tane ağırlığını olumsuz etkilemiştir.

Çeşit x doz etkisi bakımından en yüksek bin tane ağırlığı Beydarı ve Öğretmenoğlu çeşitlerinin, kontrol ve 25 ppm Cd dozlarından elde edilirken, en düşük bin tane ağırlığı Akdarı çeşidinin 125 ppm Cd uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 5. Tane sorgum çeşitlerinin gövde oranlarına (%) ait ortalama tablosu

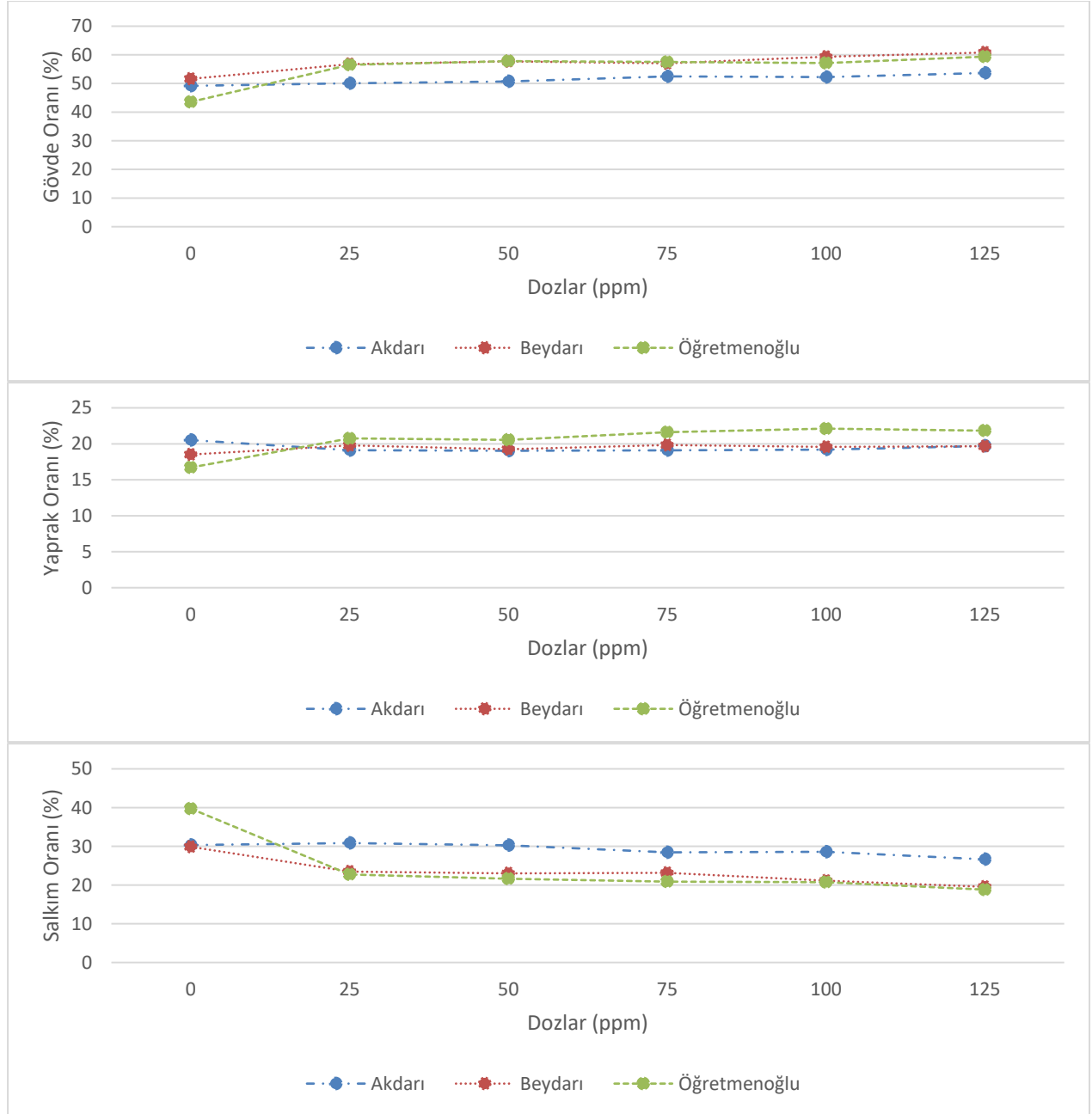
Dozlar (ppm)	Çeşitler			
	Akdarı	Beydarı	Öğretmenoğlu	Ortalama
0	49.17±0.73 F*	51.61±0.72 EF	43.57±2.13 G	48.12 c**
25	50.05±4.05 EF	56.75±3.47 A-C	56.51±3.39 A-D	54.44 b
50	50.7±1.42 EF	57.72±5.97 AB	57.82±2.46 AB	55.41 ba
75	52.45±2.96 C-F	57.03±3.46 AB	57.51±1.29 AB	55.66 ba
100	52.23±2.26 D-F	59.33±1.42 A	57.14±1.33 AB	56.23 ba
125	53.66±1.3 B-E	60.8±1.6 A	59.37±4.09 A	57.94 a
Ortalama	51.38 b**	57.21 a	55.32 ba	

** % 1 * % 5 önemli. Büyük harfler etkileşim gruplarını, küçük harfler ortalama gruplarını ifade etmektedir.

Khan ve ark. (2006) 0, 25, 50 ve 100 mg kg⁻¹ Cd uyguladıkları 5 farklı buğday çeşidinde bin tane ağırlığının en yüksek doz olan 100 mg kg⁻¹ Cd seviyesinde en az olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuç çalışmamız ile paralellik göstermektedir. Ayrıca fotosentezinde tüm fizyolojik gelişme ve unsurların temeli olduğu düşünüldüğünde; Prasad (2005) ağır metallerin fotosentez üzerinde inhibe edici etki

gösterdiği, terleme ve CO₂ fiksasyonunu bozduğunu bildirmesi de çalışmamızda Cd stresinin bin tane ağırlığını (tane gelişimi ve verimini) olumsuz etkilediğini açıklayabilir.

Gövde oranlarına ait değerler Çizelge 5'te ve değişim grafiği Şekil 3'te verilmiştir. Cd dozlarının, gövde oranları varyans analiz sonuçlarına göre çeşit ve doz çok önemli (p<0.01) iken çeşit x doz interaksyonu önemli (p<0.05) bulunmuştur.



Şekil 3. Tane sorgum çeşitlerinin gövde uzunluğu, yaprak oranı ve salkım oranı değişim grafiği.

Çeşitlerin, gövde oranları %51.38 ile %57.21 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek gövde oranı Beydarı çeşidinde iken, en düşük gövde oranı ile Akdari çeşidinde olmuştur.

Cd dozlarının artmasına paralel olarak gövde oranları da artış göstermiştir. En yüksek gövde oranı (%57.94) 125 ppm Cd uygulamasından elde edilirken, en düşük gövde oranı (%48.12) 0 ppm Cd uygulamasından elde edilmiştir.

Çeşit x doz interaksyonuna baktığımızda, en yüksek gövde oranı Beydarı çeşidinin 100 ve 125 ppm dozları ile Öğretmenoğlu çeşidinin 125 ppm dozundan elde edilmiştir. En düşük gövde oranı 0 ppm dozunda Öğretmenoğlu çeşidinden elde edilmiştir.

Cd stresinin bitkinin gövde oranını artırmasına neden olduğu görülmüştür. Cherney ve ark. (1990)

bitkilerin morfolojik yapısı ve bitkinin tamamı içindeki morfolojik organların oranının; bitkinin besin içeriğini ve yem olarak tüketilebilirliğini etkilediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmadaki tane sorgum çeşitlerinin Cd stresi kaynaklı taneye dair parametreleri (tane verimi, bin tane ağırlığı, salkım oranı ve salkım uzunluğunu) azalttığı sonucuna göre, bitki kısımlarının tüm bitkiye olan oranında salkım oranının azalması doğal olarak gövde oranını arttırmış olabilir.

Yaprak oranlarına ait değerler Çizelge 6'da ve değişim grafiği Şekil 3'te verilmiştir. Cd dozlarının, yaprak oranları varyans analiz sonuçlarına göre çeşit önemli ($p<0.05$) iken doz ve doz x çeşit interaksyonu önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 6. Tane sorgum çeşitlerinin yaprak oranlarına (%) ait ortalama tablosu

Dozlar (ppm)	Çeşitler			
	Akdari	Beydarı	Öğretmenoğlu	Ortalama
0	20.52±0.69	18.51±0.95	16.71±1.01	18.58
25	19.11±2.42	19.78±1.64	20.75±1.78	19.88
50	19.03±3.09	19.25±2.11	20.55±0.95	19.61
75	19.1±1.03	19.83±0.3	21.61±0.37	20.18
100	19.19±0.57	19.57±0.73	22.11±0.71	20.29
125	19.71±2.58	19.66±1.56	21.83±3.34	20.40
Ortalama	19.45 b*	19.43 b	20.59 a	

** % 1 * % 5 önemli. Büyük harfler interaksyon gruplarını, küçük harfler ortalama gruplarını ifade etmektedir.

Çeşitlere ait yaprak oranları ortalamaları %19.43 ile %20.59 arasında değişiklik göstermiştir.

Cd dozlarına ait bitkinin yaprak oranı ortalamaları da %18.58 ile %20.4 arasında değişiklik göstermiştir.

Çeşit x doz interaksyonuna baktığımızda ise, en yüksek yaprak oranı Öğretmenoğlu çeşidinin 100 ppm dozundan ve en düşük yaprak oranı yine Öğretmenoğlu çeşidinin kontrol uygulamasından elde edilmiştir.

Yaprak oranlarında bir değişim gözlenmemesi, Skórzynska-Pilot ve Baszynski (1997) yaptıkları bir çalışmada Cd yoğunluğunda genç bitkilerde fotosentetik aktivitenin neredeyse değişmediğini belirtmeleriyle paralel olarak çalışmamızda da yaprak oranlarının aynı ortalama grubunda yer aldığı düşünülebilir. Ancak çeşitlerin kendi içerisinde dozların artmasına karşılık; yaprak oranında düzenli bir artış, azalış ya da değişim göstermemesi doz ve bitki arasındaki fizyolojik değişim sebebi ve seviyesi ile ilgili olabilir çünkü yapılan çalışmalarda Cd'nin olumlu ve olumsuz etkilerinin olabileceği sunulmuştur. Elementin çeşit ve yoğunluğuna bağlı olarak yaprak alanının küçülmesi, klorofil kaybı

gözlemlenebilmektedir (Benavides ve ark., 2005; Lombardi ve Sebastiani, 2005). Zhang ve ark. (2002) ise düşük dozlarda Cd'nin büyüme üzerine olumlu bir etkisinin olduğunu söylemişlerdir.

Salkım oranlarına ait değerler Çizelge 7'de ve değişim grafiği Şekil 3'te verilmiştir. Cd dozlarının, çeşitlerin salkım oranına etkisinin varyans analiz sonuçlarına göre doz, çeşit ve doz x çeşit interaksyonu çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Çeşitlerin salkım oranları %23.36 ile %29.18 arasında değişiklik göstermiş ve en yüksek salkım oranı Akdari çeşidinden, en düşük salkım oranı Beydarı çeşidinden elde edilmiştir.

Cd dozlarının bitkilerin salkım oranlarına etkisi incelendiğinde, doz artışına ters orantılı olarak bitkilerin salkım oranı azalış göstermiş ve en düşük salkım oranı (%21.66) 125 ppm Cd uygulamasından elde edilirken, en yüksek salkım oranı (%33.30) 0 ppm Cd uygulamasından elde edilmiştir.

Çeşit x doz interaksyonuna baktığımızda, en yüksek salkım oranı Öğretmenoğlu çeşidinin kontrol uygulamasında ve en düşük salkım oranı ise aynı çeşidin 125 ppm dozunda elde edilmiştir.

Cd stresi tane sorgum çeşitlerinin salkım oranlarını olumsuz yönde etkilemiş ve stresin artmasıyla birlikte bitkilerin salkım oranları azalma göstermiştir. Kara (2016) tane verimi ile fizyolojik özellikler (fotosentez hızı, stoma iletkenliği vb.)

arasında pozitif ilişkilerin var olduğunu bildirmiştir. Kennedy ve Gonsalves (1987) ise ağır metallerin toksisite gösterdiği bitkilerde meydana gelen fizyolojik problemler arasında; fotosentez, enzim aktivitesi, stoma mobilitesinin sayılabileceğini belirtmişlerdir.

Çizelge 7. Tane sorgum çeşitlerinin salkım oranlarına (%) ait ortalama tablosu

Dozlar (ppm)	Çeşitler			
	Akdarı	Beydarı	Öğretmenoğlu	Ortalama
0	30.31±1.4 B**	29.87±1.24 BC	39.72±1.44 A	33.30 a**
25	30.84±2.43 B	23.48±1.99 DE	22.74±1.72 EF	25.68 b
50	30.26±1.93 B	23.02±4.01 D-F	21.63±1.52 E-G	24.97 b
75	28.44±3.99 BC	23.14±3.16 DE	20.89±1.06 E-G	24.16 cb
100	28.58±1.7 BC	21.11±0.86 E-G	20.75±2 E-G	23.48 cb
125	26.63±1.53 CD	19.54±1.01 FG	18.81±0.81 G	21.66 c
Ortalama	29.18 a**	23.36 b	24.09 b	

** % 1 * % 5 önemli. Büyük harfler interaksiyon gruplarını, küçük harfler ortalama gruplarını ifade etmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Araştırma sonuçlarına göre Cd dozlarının artmasıyla birlikte, bitki boyunun, bitki gövde çapının, bin tane ağırlığının, salkım uzunluğunun ve salkım oranının düzenli bir şekilde azaldığı gözlemlenirken, gövde oranının ise Cd (kadmiyum) dozlarının artmasına paralel olarak arttığı belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan tane sorgum çeşitlerinin (Akdarı, Beydarı ve Öğretmenoğlu) kadmiyum dozlarından 25 ppm ve üzerindeki seviyelerde olumsuz etkilendiği görülmüş ve toprak pH'sı da göz önünde bulundurulduğunda hafif alkali topraklar için 25 ppm ve daha yüksek dozlarda sorgum bitkisinin morfolojik yönden olumsuz etkilendiği ve verim amaçlı yetiştiricilik için uygun olmadığı düşünülmektedir.

Teşekkür

*: Bu çalışma, Bingöl Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi BAP-ZF.2017.00.008 No'lu Projesi ile desteklenmiş ve Hava Şeyma YILMAZ'ın doktora tezinden hazırlanmıştır.

Kaynaklar

Alloway BJ, Steinnes E 1999. Anthropogenic Additions of Cadmium to Soils. In: McLaughlin MJ, Singh BR (eds), Cadmium in Soils and Plants, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Anonymous, 1995. Sorghum and Millets in Human Nutrition. FAO Food and Nutrition Series, No:27, Rome, Italy. www.fao.org/inpho/vlibrary/t0818e/t0818e00.htm (Erişim Tarihi: 10.02.2019).

Barceló, J., Poschenrieder, C. 1990. Plant water relations as affected by heavy metal stress: A review. J. Plant Nutr. 13: 1-37.

Benavides, M.P., Gallego, S.M., Tomaro, M.L. 2005. Cadmium toxicity in plants, Braz. J. Plant Physiol., 17(1): 21-34.

Cherney, D.J.R., Mertens, D.R., Moore, J.E. 1990. Intake and digestibility by wethers as influenced by forage morphology at three levels of forage offering. Journal of Animal Science, 68(1): 4387-4399.

Dowling, L.F., Arndt, C., Hamaker, B.R. 2002. Economic Viability of High Digestibility Sorghum as Feed for Market Broilers. Agronomy Journal, 94: 1050-1058.

Ellis, R.H., Alloway, B.J. 1983. Factors affecting availability of Cd, Pb and Ni in soils amended with sewage sludge, in Heavy Metals in the Environment, Vol. 1, CEP Consult., Edinburgh, 1: 358, 1983.

Gualtire, M., Rapaccini, S. 1990. Sorghum Grain Poultry Feeding. World's Poultry Science Journal, 46: 246-254.

Gür, N., Topdemir, A., Munzuroğlu, Ö., Çobanoğlu, D. 2004. Ağır metal iyonlarının (Cu⁺², Pb⁺², Hg⁺², Cd⁺²) *Clivia* sp. bitkisi polenlerinin çimlenmesi ve tüp büyümesi üzerine etkileri. F.Ü. Fen ve Matematik Bilimleri Dergisi, 16(2): 177-182.

Itoh, S., Yumura, Y. 1979. Studies On the Contamination of Vegetable Crops by Excessive Absorption Of Heavy Metals. Bull. Veg. Ornamental Crops Res. Stn., 6a, 123, 1979 (Ja).

- Kabata-Pendias, A. 2011. Trace Elements in Soils and Plants. 4th edn. CRC Press, Boca Raton.
- Kabata-Pendias, A., Gondek, B. 1978. Bioavailability of Heavy Metals In The Vicinity of A Copper Smelter, in Trace Subst. Environ. Health, Vol. 12, Hemphill, D. D., ed., University of Missouri, Columbia MO, 523, 1978.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal G., Güven A., Timur S. 2007. Metallerin Çevresel Etkileri –I. (erişim adresi: <https://metalurji.org.tr> (Erişim tarihi: 29.01.2019).
- Kara, R. 2016. Evaluation of flag leaf physiological traits of triticale genotypes under eastern Mediterranean conditions. Turk J. Field Crops, 21(1): 67-78.
- Kennedy, C.D., Gonsalves, F.A.N. 1987. The action of divalent zinc, cadmium, mercury, copper and lead on the trans-root potential and efflux of excised roots. J.Exp. Bot., 38: 800-817.
- Khan, N.A., Ahmad, I., Singh, S., Nazar, R. 2006. Variation in growth, photosynthesis and yield of five wheat cultivars exposed to Cd stress. Word J. of Agricultural Sci., 2(2): 223-226. ISSN 1817-3047.
- Kriegshauser, T.D., Tuinstra, M.R., Hancock, J.D. 2006. Variation in nutritional value of sorghum hybrids with contrasting seed weight characteristics and comparison with maize in broiler chicks. Crop Science, 46: 695-699.
- Lombardi, L., Sebastiani, L. 2005. Copper toxicity in *Prunus cerasifera*: Growth and antioxidant enzymes responses of in vitro grown plants. Plant Sci., 168: 797-802.
- Long, X.X., Yang, X.E., Ni, W.Z. 2002. Current Status and perspective on phytoremediation of heavy metal polluted soils. Journal of Applied Ecology, 13: 757-762.
- Öktüren, Asri, F., Sönmez, S. 2006. Ağır Metal Toksikitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri. Akdeniz Üniversitesi Toprak Bölümü, 10s, Antalya.
- Prasad, M.N.V. 2005. Cadmium toxicity and tolerance in vascular plants. Environ. Exp. Bot., 35:525-545.
- SAS, 1999. SAS User's Guide: Statistic. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC.
- Skórzynska-Pilot, E., Baszynski, T. 1997. Differences in sensitivity of the photosynthetic apparatus in Cd-stressed runner bean plants in relation to their age. Plant Sci., 128: 11.
- Stresty, T.V.S., Madhava Rao, K.V. 1999. Ultrastructural alterations in response to zinc and nickel stress in the root cell of pigeonpea, Environ Exp Bot., 41: 3-13.
- Umínska, R. 1988. Assessment of Hazardous Levels of Trace Elements to Health in Contaminated Soils of Poland, Inst. Medycyny Wsi, Warszawa, 188, 1988 (Po).
- Wang, X., Chen, C., Wang, J. 2017. Cadmium phytoextraction from loam soil in tropical southern China by Sorghum bicolor. International Journal of Phytoremediation, 19(6): 572-578.
- Wierzbicka M.H., Przedpelska E., Ruzik R. 2007. Comparison of the toxicity and distribution of cadmium and lead in plant cells. Protoplasma, 231: 99-111.
- Zhang, G, Fukami, M., Sekimoto, H. 2002. Difference between Two Wheat Cultivars in Cd and Mineral Nutrient Uptake under Different Cd Levels. Pub Med, PMID:12222053 [PubMed-indexed for MEDLINE].2002 Apr, 13(4): 454-8.

Research Article

Sızgıt as a Traditional Food of Cappadocia: Differences in Traditional and Commercial Production

Cem Okan ÖZER^{1*}, Bülent ZORLUGENÇ¹, Selçuk Mustafa SEÇEN¹, Ezgi DEMİR ÖZER²

¹Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Food Engineering, Nevşehir, Turkey

²Cappadocia University, School of Applied Sciences, Department of Gastronomy and Culinary Arts, Nevşehir, Turkey

*Corresponding author: cemokanozer@nevsehir.edu.tr

Received: 02.04.2019

Received in Revised: 26.06.2019

Accepted: 27.06.2019

Abstract

Sızgıt which is consumed likely and frequently a traditional meat product producing by Cappadocian people. This study aims to determine the physicochemical and microbiological properties of traditional and commercial *Sızgıt*. pH, lipid oxidation and cholesterol level, protein, fat and moisture content, fatty acid composition, aerobic mesophilic bacteria, enterobacteria, mold and yeast, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* counts were determined. Fat and cholesterol content of traditional samples had lower than the commercial samples while the protein content of commercial samples had highest ($P<0.05$). Saturated fatty acid levels of traditional samples were higher than commercial samples ($P<0.05$). The highest lipid oxidation values were determined in traditional samples. *Salmonella* and *S. aureus* which are pathogenic bacteria were not determined in both types of *Sızgıt* samples. The results indicated that the public should be informed about food safety and the sensitivity to the production and consumption of these products should be increased. On the other hand, ethnic and traditional characteristics on the production and the storage conditions of the *Sızgıt* in Cappadocian should be preserved.

Key words: *Sızgıt*, Meat product, physicochemical properties, microbiological properties.

Geleneksel Bir Kapadokya Ürünü Sızgıt: Geleneksel ve Ticari Üretimdeki Farklılıklar

Özet

Sızgıt sıkça ve sevilerek tüketilen, Kapadokya halkı tarafından üretilen geleneksel bir et ürünüdür. Bu çalışmanın amacı geleneksel ve ticari olarak üretilen *Sızgıt*'ın fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesidir. Çalışma kapsamında pH, lipid oksidasyonu ve kolesterol düzeyi, protein, yağ ve nem içeriği, yağ asidi kompozisyonu, toplam aerobik mezofilik bakteri, enterobakter, maya ve küf sayıları, *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella* sayıları tespit edilmiştir. Geleneksel olarak üretilen *Sızgıt* örneklerinin yağ ve kolesterol içeriği ticari olarak üretilen örneklerden daha düşük iken, protein içeriği daha yüksek tespit edilmiştir ($P<0.05$). Geleneksel olarak üretilen örneklerin doymuş yağ asidi içerikleri ticari olarak üretilen örneklerden daha yüksektir ($P<0.05$). En yüksek lipid oksidasyonu değerleri geleneksel örneklerde tespit edilmiştir. Patojen bakteriler olan *Salmonella* ve *S. aureus* örneklerde tespit edilmemiştir. Sonuçlar halkın gıda güvenliği konusunda ve bu ürünlerin üretimi ve tüketimi konusunda bilinçlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Öte yandan, Kapadokya'da üretilen *Sızgıt*'ın üretim ve depolanma koşullarındaki etnik ve geleneksel özellikler korunmalıdır.

Anahtar kelimeler: *Sızgıt*, et ürünü, fizikokimyasal özellikler, mikrobiyolojik özellikler.

Introduction

Turkish cuisine beginning with Central Asia and extends to the Seljuks and the Ottoman Empire which spread over three continents. At the end of centuries, the Turks were settled in Anatolia (Batu and Batu, 2018). They were influenced by many societies during the years of nomadic life and in the settled life. Therefore, they possess a rich culinary culture. And also, Cappadocia is located on the central Anatolia plateau within a volcanic landscape sculpted by erosion to form a succession of mountain ridges, valleys and pinnacles known as "fairy chimneys" or hoodoos. It has the remains of a traditional human habitat dating back to the 4th century. One of the characteristics of Cappadocia is having plenty of a hundred underground cities and settlements. The underground cities, which are guessed to be used since the Bronze Age, used to be a settlement mostly in the Byzantine period, doubtless. In this period, increasing invasions forced local residents to build underground cities for protection and religious purposes (UNESCO, 2018). Additionally, underground warehouses which are the most common rock-hewn structures and generally used for storing potatoes and citrus fruits for climate condition advantages nowadays have been an important place for ripening and storage of foods for ages (Özata and Arun, 2018). The average relative humidity (%70-95) and temperature (4-10 °C) of underground warehouses are optimum for the storage of these products (Canan *et al.*, 2015). Furthermore, Cappadocia has also a unique and old pottery culture which significantly affecting its gastronomical history. Pottery and other kitchen utensils are traditionally made in the region since the first Bronze Age. These utensils have used for preparation and storage of foods for a century (Kaymakçı, 2011).

Sızgit made from beef meat and fat is a traditional cuisine and meaning of the *Sızgit* is long-lasting and durable dry meat among the Cappadocian people, and it is produced from cattle meat slaughtered before winter months (October-November) or on the eid of qurban which is religious holidays of Muslims. The prepared products meet the meat needs of the family during the whole winter season. Briefly, *Sızgit* prepared as follows; cattle meat is minced as meat cubes and stir-fried with animal fat. Then, stir-fried meats are filled into pottery when meat is hot. The top of the pot is covered with a thick layer of melted animal fat. And then, pottery is stored in underground warehouses until consumed (Narin, 2001). In this way, people have developed a storage method with special facilities provided by the region they live in for meat which is a very valuable product as well as revealed a significant traditional and ethnic cuisine.

Sızgit is produced with different names such as "Siğtit", "Sıyığıç", "Sızkit", "Sızgıç", "Sısgıt" or "Sızkuç" in the other settlements of Anatolia.

Sızgit is stored in natural warehouses offering convenient conditions for storage throughout the whole winter. It can be consumed alone but is usually consumed by added into other foods. Legumes and cereals are more consumed in the region due to geographic reasons. Therefore, *Sızgit* also participates in dishes made from legumes such as beans and chickpeas.

This unique product is currently produced and consumed in the same way in Cappadocia. Its production in the original form is carried out only by the people living in rural areas and with low-income levels. However, in the cities, *Sızgit* is produced in a similar way by butchers and markets and it is commonly sold in single-use containers at refrigerator temperature. This situation creates significant differences in the chemical and microbiological properties of *Sızgit*. The main objective of this research was to evaluate *Sızgit* produced traditionally and commercial in terms of public health and nutrition. This study aims to determine the physicochemical properties (pH, lipid oxidation and cholesterol level, protein, fat and moisture content, fatty acid composition) and microbiological properties (aerobic mesophilic bacteria, enterobacteria, mold and yeast, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* counts) of the *Sızgit*.

Material and Methods

Sızgit samples produced traditionally and commercially were collected from local people and markets, respectively. 6 traditional *Sızgit* samples and 7 commercial *Sızgit* samples were collected for each of 3 replications on the separate batch.

pH and chemical composition

The pH values, fat, protein, ash and moisture content of *Sızgit* were determined as described by (AOAC, 2005).

Cholesterol content

Total cholesterol content of *Sızgit* samples was determined as described by Rudel and Morris (1973).

Lipid oxidation

Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) were determined for evaluation of oxidative stability. TBARS values of the samples were determined as described by Kilic and Richards (2003). Results were presented as $\mu\text{mol TBARS} / \text{kg Sızgit}$.

Fatty acid composition

Fatty acid composition analysis in *Sizgit* samples were determined as described by Ozer and Kilic (2015). Fatty acids were identified by retention time and compared with standards of fatty acid methyl esters (FAME Mix, CRM47885, Sigma-Aldrich Inc., Oakville, ON) and were reported as % fatty acids.

Microbiological analysis

Sizgit samples (10 g) were aseptically weighed, added to sterile buffered peptone water (90 ml) and homogenized in a stomacher at room temperature. Decimal dilutions in buffered peptone water were prepared and duplicate 0.1 ml samples of appropriate dilutions were spread on the following media; Plate Count Agar (Merck, Darmstadt, Germany) for total viable aerobic count (TVAC), incubated at 30 °C for 48 h; Baird Parker Agar with egg yolk (Merck, Darmstadt, Germany) for *S. aureus* count, incubated at 30 °C for 48 h; Potato Dextrose Agar (Merck, Darmstadt, Germany) for yeast and molds, incubated at 25 °C for 72 h; Violet Red Bile Agar (Merck, Darmstadt, Germany) for Enterobacteriaceae, incubated at 37 °C for 48 h; Bismuth Sulfite Agar (Merck, Darmstadt, Germany) for Salmonella, incubated at 37 °C for 48 h.

Statistical analysis

The results were expressed as mean values with standard errors from the three replications of

each sample. The statistical evaluation of the results was performed using the SPSS 22.0.0 (SPSS Inc., Chicago, USA). Data collected for physicochemical and microbiological properties of *Sizgit* were analyzed by independent samples t-tests for comparison of means. The decision rule the rejection of the null hypothesis at the 5% or lower level of significance.

Results and Discussion

The physicochemical composition of traditional and commercial *Sizgit* present in Table 1. No differences in the physicochemical composition of *Sizgit* among the traditional and commercial production except fat, protein and cholesterol content were determined. pH values for traditional and commercial *Sizgit* ranged from 6.04 to 6.31, however, average pH values were similar level for traditional and commercial. In addition, moisture and ash content for traditional and commercial samples were determined as similar levels. However, fat and cholesterol content of commercial samples had higher than the traditional samples while the protein content of traditional samples had the highest ($P<0.05$). It is thought that these results are related to the ratio of meat and fat in the *Sizgit* formulation. High fat and cholesterol content of *Sizgit* are a very important risk for human health. And also, it is a significant disadvantage from a nutritional point of view.

Table 1. Physicochemical composition of *Sizgit*

Physicochemical composition	Traditional <i>Sizgit</i>	Commercial <i>Sizgit</i>
pH	6.14±0.30 ^a	6.21±0.16 ^a
Fat (%)	21.44±0.26 ^b	32.48±1.56 ^a
Moisture (%)	48.90±0.74 ^a	48.49±1.24 ^a
Protein (%)	26.77±0.27 ^a	24.30±1.08 ^b
Ash (%)	2.87±0.18 ^a	2.69±1.01 ^a
Cholesterol (mg/100 g)	174.68±2.45 ^b	197.38±3.05 ^a

a-b (→) Different letters within a row are significantly different ($P<0.05$).

Fatty acid compositions of *Sizgit* were presented in Table 2. The fatty acids contents of *Sizgit* have significantly changed the production type as commercial and traditional ($P<0.05$). The main reason for the differences is the fact that differences in the fat content of commercial and traditional types. Results revealed that the commercial *Sizgit* had higher palmitic and stearic acid levels than traditional samples ($P<0.05$). However, traditional *Sizgit* also had the highest values of unsaturated fatty acids which are oleic and palmitoleic acid levels ($P<0.05$). Furthermore, SFA and PUFA levels of traditional samples were higher and lowest than commercial samples, respectively ($P<0.05$). However, PUFA were at a similar level for

both types of products. As a result of these changes in fatty acids content, the SFA/UFA ratio for commercial samples was higher than traditional ($P<0.05$). According to the current nutritional recommendations, SFA/UFA ratio should be below 1.0 and both type samples are quite above this level (de la Santé, 2016).

Sizgit samples have stored for long periods that can be all winter season at underground warehouses by local people. Similarly, commercial samples also under similar threat because of high animal fat content even if it is stored in better conditions and consumed quickly. Lipid oxidation during this storage is an important threat both for food safety and human health. TBARS analysis

results showed that there were significant differences in TBARS values of traditional and commercial samples (Table 3). Results revealed that the highest TBARS values were determined in traditional samples ($P<0.05$). However, the results were also showed that TBARS values for some commercial and traditional samples were at the

same level. This situation is completely related to the fat content and storage conditions and duration of the products. On the other hand, the lipid oxidation levels of the products offered to people's consumption are quite high in all conditions. This situation is a very important risk for human health.

Table 2. Fatty acid composition of *Sızgıt*

Fatty acids (%)	Traditional <i>Sızgıt</i>	Commercial <i>Sızgıt</i>
Lauric acid	3.28 ^a	2.94 ^a
Myristic acid	3.98 ^a	3.83 ^a
Palmitic acid	23.61 ^b	25.27 ^a
Palmitoleic acid	4.89 ^a	3.74 ^b
Stearic acid	21.90 ^b	25.76 ^a
Oleic acid	33.59 ^a	30.86 ^b
Linoleic acid	3.65 ^a	3.99 ^a
Linolenic acid	2.54 ^a	2.04 ^a
Arachidic acid	2.58 ^a	1.59 ^a
ΣSFA	55.35 ^b	59.39 ^a
ΣUFA	44.65 ^a	40.61 ^b
ΣPUFA	6.19 ^a	6.03 ^a
SFA/UFA	1.24 ^b	1.46 ^a

a-b (→) Different letters within a row are significantly different ($P<0.05$).

Table 3. TBARS and color values of *Sızgıt*

TBARS values ($\mu\text{mol/kg Sızgıt}$)	Traditional <i>Sızgıt</i>	Commercial <i>Sızgıt</i>
TBARS _{Average}	7.17±0.84 ^b	9.11±0.36 ^a
TBARS _{Min}	5.02 ^b	13.42 ^a
TBARS _{Max}	9.51 ^a	7.26 ^b
Color Properties		
L*	61.23±1.23 ^a	61.07±2.23 ^a
a*	3.00±0.26 ^a	3.99±2.27 ^a
b*	8.37±0.87 ^a	10.28±3.04 ^a

a-b (→) Different letters within a row are significantly different ($P<0.05$).

There were no significant differences in color properties among all *Sızgıt* samples (Table 3). The differences in color properties of *Sızgıt* which can occur because of different formulation and thermal

conditions during production could not be determined because of the completely non-homogenous appearance of *Sızgıt* samples.

Table 4. Microbial properties of *Sızgıt*

Microbial Count (log CFU/g <i>Sızgıt</i>)	Traditional <i>Sızgıt</i>	Commercial <i>Sızgıt</i>
Total aerobic mesophilic bacteria	3.38x10 ⁶ ^a	6.30x10 ⁶ ^a
Enterobacteria	1.09x10 ² ^b	9.12x10 ³ ^a
Mold and yeast	6.45x10 ⁴ ^a	2.08x10 ³ ^b
Coagulase (+) <i>S. aureus</i>	N.D.	N.D.
<i>Salmonella</i>	N.D.	N.D.

a-b (→) Different letters within a row are significantly different ($P<0.05$).

The microbial counts of *Sızgıt* were presented in Table 4. The microbial counts of samples ranged from 5.18 to 6.94 log CFU/g for total aerobic mesophilic bacteria, from 0 to 3.69 log CFU/g for enterobacteria, from 2.67 to 4.95 log CFU/g for mold and yeast. Traditional samples had

fewer enterobacteria count than commercial samples while the commercial samples had less mold and yeast count than traditional samples ($P<0.05$). On the other hand, *Salmonella* and *S. aureus* which are pathogenic bacteria were not determined in both types of *Sızgıt* samples. In the

Turkish food standards, kavurma that is similar meat product to *Sızgit* and industrially produce should not contain *Salmonella*, *S. aureus* and *E. coli* microorganisms (TSE, 2012).

Conclusion

The results indicated that traditional and ethnic foods consumed frequently and abundantly by the local people may be a threat to public health. The public should be made aware of these threats and more conscious production and consumption of these products should be realized. As a result, measures should be taken in terms of food and public safety by preserving the traditional and ethnic structure of these products. Additionally, protective and promotional activities about food storage conditions in the underground warehouse should be done in the Cappadocia region.

Acknowledgments

This work was supported by the Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Scientific Research Projects Coordinators (Project No: NEÜBAP16/2F12).

References

- AOAC, 2005. Official Methods of Analysis 18 edn. *Association of Official Analytical Chemists*, Washington, D.C.
- Batu, A., Batu, H.S. 2018. Historical Background of Turkish Gastronomy from ancient times to day. *Journal of Ethnic Foods*, 5(2): 76-82.
- Canan, İ., Açar, İ.T., Gündoğdu, M. 2015. Türkiye’de Limon üretim bölgesine yakın yerlerde kullanılan doğal depoların mevcut durumu ile sıcaklık ve nem durumlarının araştırılması. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 1(2): 66-77.
- De la Santé, C.S. 2016. *Recommandations nutritionnelles Pour La Belgique-2016*. Brussel: CSS.
- Kaymakçı, S. 2011. Nevşehir’de Çanak çömlek kültürünün geçmişi. 1 Uluslararası Nevşehir Tarih ve Kültür Sempozyumu, Nevşehir, s. 61-81.
- Kilic, B., Richards, M.P. 2003. Lipid oxidation in poultry doner kebab: Pro-oxidative and anti-oxidative factors. *Journal of Food Science*, 68(2): 686-689.
- Narin, Y. 2001. Nevşehir Yöresinde Yemek Kültürü. Graduate School of Social Sciences, Konya Selçuk University.
- Ozer, C.O., Kilic, B. 2015. Effect of conjugated linoleic acid enrichment on the quality characteristics of Turkish dry fermented sausage. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 52(4): 2093-2102.

Özata, Ş., Arun, E. 2018. Importance of local builders on the sustainability of rock-cut structure technics In Cappadocia Region. INTER-ISC’18, Kastamonu, s. 62-70.

Rudel, L.L., Morris, M. 1973. Determination of cholesterol using o-phthalaldehyde. *Journal of Lipid Research*, 14(3): 364-366.

TSE, 2012. Kavurma Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

UNESCO, 2018. Göreme National Park and the Rock Sites of Cappadocia. <https://whc.unesco.org/en/list/357>. Accessed 19.09.2018.

Research Article

Sublethal Doses of Inorganic Mercury Induce Dose-Depended Upregulation of RPA1 Content and Inhibit p53 Expression in the Brain of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*)[§]

Mehmet Reşit TAYSI^{1,*}, Bünyamin SÖĞÜT², Victor S. NEDZVETSKY^{3,4}, Muammer KIRICI⁵, Can Ali AĞCA⁴

¹Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Bingöl University, Bingöl, Turkey.

²Bingöl University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Bingöl, Turkey

³Department of Biophysics and Biochemistry, Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

⁴Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Arts and Sciences, Bingöl University, Bingöl, Turkey

⁵Department of Veterinary Health, Vocational School of Technical Sciences, Bingöl University, Bingöl, Turkey

*Corresponding author: mrtaysi@yahoo.com

Received: 24.05.2019

Received in Revised: 25.06.2019

Accepted: 01.07.2019

Abstract

Mercury (Hg) is one of most toxic and widespread element of aquatic environment. Almost every kind of the fish can accumulate Hg. Hg-induced peculiarities of cellular malfunction could be used as adequate biomarker to estimate the contamination risk in polluted aquatic ecosystems. The brain cells are high susceptible to the Hg compounds cytotoxicity. Various Hg species have different harmful effects on both structure and function of the brain cells. Neurotoxicity of inorganic Hg remains discussable and studied restrictedly. In this study, we have studied the role of RPA1 and p53 proteins in brain cell response to sublethal (25% LD₅₀ and 50% LD₅₀) doses of inorganic Hg in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). LD₅₀ value of Hg chloride in presented study was determined as 551 µg/L relate to 96 hours exposure. Two sublethal doses were used in the exposure rainbow trout at 2 and 7 days. The treatment with Hg chloride induced in fish brain dose-dependent increase in ROS level as well as time-dependent growth. Moreover, the exposure to both 25% and 50% LD₅₀ Hg doses have caused significant upregulation of RPA1 expression. In the brain tissue of fish exposed to Hg for 2 days, it stimulated slightly expression of p53. Contrary, 7 days exposure induced significant decrease in p53 expression. The results of presented study evidence that sublethal doses of inorganic Hg are extremely neurotoxic and can induce in the fish brain signaling pathways disturbance through decline of stress sensor protein p53. Besides, the increase in RPA1 expression let to assume that brain cells of the fish can repair ROS-induced DNA breaks and prevent genotoxic effect of inorganic Hg. Overall, current data pointed out that inorganic mercury is high toxic to fish brain cells and this question requires future research.

Key words: Rainbow trout, fish brain, inorganic mercury, p53, RPA1, neurotoxicity.

İnorganik Civanın Subletal Dozlarının Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Beyin Dokusunda Doza Bağlı RPA1 İçeriğini Yükseltmesi ve P53 Ekspresyonunu Engellemesi

Özet

Civa (Hg), su ortamının en toksik ve yaygın unsurlarından biridir. Hemen hemen her balık türü Hg' ya maruz kaldığı zaman bunu dokularında biriktirebilir. Civa ile indüklenen hücresel fonksiyon bozukluğu, sucul ortamdaki kirlenme riskini tahmin etmek için yeterli biyobelirteç olarak kullanılabilir. Beyin hücreleri, civa bileşiklerinin sitoksisitesine karşı oldukça hassastır. Çeşitli civa türleri, beyin hücrelerinin hem yapısı hem de işlevi üzerinde farklı zararlı etkilere sahiptir. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda inorganik civanın nörotoksisitesi tartışılmaya devam etse de tamamıyla incelenmemiştir. Bu çalışmada organik civanın subletal dozlarına maruz bırakılan gökkuşığı alabalığının beyin dokusunda rpa1 ve p53 proteinlerinin rolünü araştırdık. Sunulan çalışmada civa klorürün LD₅₀ değeri, 96 saat maruz kalma ile 551 µg / L olarak belirlenmiştir. Gökkuşığı alabalıkları 2 ve 7 günlük zaman aralıklarında iki subletal doza maruz bırakıldı. Civa klorüre maruz bırakılan balıkların beyin dokusunda doz

ve zaman bağımlı olarak ROS seviyesinde bir artış belirlenmiştir. Ayrıca, hem % 25 hem de % 50 LD₅₀ civa dozlarına maruz kalma süresince RPA1 ekspresyonunun önemli ölçüde upregülasyonuna neden olmuştur. 2 gün süre ile Hg maruz bırakılan balıkların beyin dokusunda, p53 ekspresyonunu zayıf bir şekilde uyarmıştır. Bunun tam tersine olarak, 7 günlük maruz kalma, p53 ekspresyonunda önemli bir azalmaya neden oldu. Sunulan çalışmanın sonuçları inorganik civanın alt dozlarının son derece nörotoksik olduğunu ve stres sensörü proteini p53 ün azalması ile balık beyini sinyal yollarında bozukluğa neden olabileceğini kanıtlamaktadır. Ayrıca, RPA1 ekspresyonundaki artış, balıkların beyin hücrelerinin ROS kaynaklı DNA kırılmalarını tamir edebileceğini ve inorganik Hg'nin genotoksik etkisini önleyebileceğini göstermektedir. Genel olarak, mevcut veriler inorganik civaların balık beyin hücrelerine toksik olduğunu ve bu sorunun gelecekte de araştırılmasının gerekliliğine işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: Gökkuşuğu alabalığı, balık beyini, inorganik civa, p53, RPA1, nörotoksosite.

Introduction

Various heavy metal species are recognized as potential health hazard for every type of living organism, particularly in aquatic ecosystems (Has-Schön et al., 2015). The presence of these metals in natural waters and ponds caused by continuous extensive growth of agriculture, chemical and industrial enterprises is worldwide problem (Meena et al., 2017). Mercury (Hg) is one of most toxic and widespread element which present in the environment. Natural sources of this heavy metal include volcanic activity, forest fires, and fossil fuel incineration. However, anthropogenic sources remain as most intensive in local areas as well as extremely dangerous for human and animals health (UNEP, 2013). For instance, environmental contamination by Hg is due primarily to anthropogenic activities and sources such as dumping of urban waste, agricultural products, mining operations, fossil fuel combustion and industrial discharges (Horowitz et al., 2014; Obrist et al., 2018).

As a rule low levels of Hg is naturally present in aquatic environment. However, the concentrations in the aquatic compartments are dependent on the distance from contamination sources. Particularly, both organic and inorganic Hg species are widely distributed in aquatic ecosystems. Hg have been detected in the sediment and surface water of diverse aquatic systems around the world almost in concentration above the maximum limits established (Eagles-Smith et al., 2016a; Eagles-Smith et al., 2016b). Once it enters into water ecosystem, Hg can be absorbed by living organisms that initiate various toxic consequences. The most meaningful bioaccumulation of Hg is therefore considered in aquatic organisms in compare to other heavy metals (Orihel et al., 2007; Eagles-Smith et al., 2016a). Hg can induce multifaceted cellular damages in the fish tissues as well as mammals (Carocci et al., 2014; Chang et al., 2017). The bioaccumulation of Hg species was determined in several fish types, especially *Cyprinus carpio*, *Salmo salar*, *Pomatoschistus microps*, *Liza*

aurata in the gills, kidneys, liver, muscle and brain (Simon and Boudou, 2001; Amlund et al., 2007; Vieira et al., 2009; Brandão et al., 2015; Gómez-Oliván et al., 2017).

The fish brain was recognized to be one of target for Hg species toxicity. In aqueous environment the fish are generally exposed to both organic and inorganic Hg species either through diet or water. Totally, Hg is mainly presented in its inorganic form (Laurier et al., 2004). Neurotoxic effect of Hg confirmed to its different forms. In the most cases there was established that the organic Hg develops more neurotoxicity caused by its possibility to cross the blood-brain barrier (BBB) and accumulate in the brain tissue (Wang and Wong, 2003; Pletz et al., 2016; Cariccio et al., 2019). Numbered results have showed most high accumulation of organic Hg compared with inorganic form in the fish brain independently on the exposure source. This dependence was observed in the brain of the fish from Hg contaminated areas of the sea (Pereira et al., 2014). However, several studies have demonstrated the ability of inorganic Hg to accumulate in fish brain with different concentrations and deposition patterns (Korbas et al., 2012; Rooney, 2014; Pereira et al., 2015). Recently, Lohren and coauthors presented the results of in vitro study which demonstrate that organic and inorganic Hg can develop different capability to cross the BBB (Lohren et al., 2016). Inorganic Hg compounds possess a low capability to cross BBB as a rule. However, it can interact directly with the cells which construct this barrier and consequently to disturb the integrity of BBB (Zheng et al., 2003). The results of several study showed the presence inorganic Hg content in the fish brain (Mieiro et al., 2011; Pereira et al., 2014; Harayashiki et al., 2019). Recently, Pereira and coauthors demonstrated study that inorganic Hg can attain to brain cells several days later of the exposure to environmentally realistic doses (Pereira et al., 2015).

The mechanism of Hg transfer across BBB is undiscovered. Recently, Takahashi and colleagues

demonstrated that methyl Hg can induces BBB damage via upregulation of VEGF expression in rat chronic intoxication model (Takahashi et al., 2017). The expression of this growth factor was detected in BBB associated astrocytes which capable to accumulate inorganic Hg species (Lohren et al., 2015). Unfortunately, molecular mechanisms of inorganic Hg neurotoxicity in fish remain undiscovered.

The brain cells are high sensitive to the Hg compounds toxicity. Moreover, Hg ions consumed with the water and the food can initiate severe damage in the brain as well as other tissues. Several Hg compounds have different harmful effects on both structure and function of the brain cells. The absorption of any Hg forms from polluted environment induces the increase of this heavy metal into the blood as first step of Hg toxicity. The absorbance of Hg by individual cell types depends on the content of Hg-binding chemicals, especially thiol-containing compounds. Metallothioneines and low molecular weight thiols are important factors to mediate the transport and distribution of Hg. The mechanisms of transport and accumulation Hg species in brain cells remain discussable (Aschner and Aschner 1990; Pereira et al., 2019). Number data support the opinion that inorganic Hg compounds cannot cross BBB. However, there are several study which demonstrate undoubted neurotoxic effects of inorganic Hg. Recently Lohren and coauthors have shown have shown that organic Hg compounds exerted much higher cytotoxic effect on the barrier building cells (Lohren et al., 2016). Moreover, there was presented data that inorganic Hg appeared more toxic than methyl Hg to neurons and glial cells in immature aggregate cell cultures (Monnet-Tschudi et al., 1996).

Despite of the number of researcher data on Hg toxicity in various terrestrial and aquatic organisms, mechanism of neurotoxicity initiated by this heavy metal remains unknown. Limited number of studies presented direct evidences of molecular base of Hg-induced neurotoxicity. The absorption of Hg by glial cells can initiate neuronal degeneration (Ohgoh et al., 2000). Molecular mechanisms of neuronal surviving after Hg exposure as well as the range of cellular response to Hg cytotoxicity undisclosed too. Most known consequence which accompanied with Hg toxicity is overproduction of reactive oxygen species (ROS) and as result the generation of oxidative stress (Simmons et al., 2011). Other feature of Hg toxicity mediated through its affinity to hemoglobin that can drive the brain to hypoxic injury (Giblin and Massaro, 1975).

Various cellular damages induced by Hg are confirmed as a consequence of ROS overproduction. Fish, similarly to all other aerobic

organisms, are susceptible to ROS increment with consequently developed antioxidant defense system. The authors propose to use the monitoring of antioxidant systems response against Hg exposure in the fish tissues as valid biomarker of environmental toxicity (Van der Oost et al., 2003; Santovito et al., 2012; Tolomeo, 2016). However, antioxidant enzyme activity modulated with various factors has common features which are independent on nature of contaminant kind. The number of differ pollutants can induce the same antioxidant system response. Anyway, the measuring of both oxidative stress indexes and antioxidant system activity remain important addition to study heavy metal toxicity (Antunes Dos Santos et al., 2018).

There is extremally limited data on the mechanisms of inorganic Hg toxicity in brain tissue. Recently, Wang and coauthors have shown that inorganic Hg exposure can modulate the expression of several proteins which mediate abnormality cytoskeleton assembly and metabolic disorders in a brain (Wang et al., 2015). However, the other types of mercury-induced molecular damage remain undiscovered. In several reports Hg has recognized as a cytogenotoxic agent. Genotoxic effect of Hg associated with its prooxidant capacity. Hg exposure can modify many proteins, including cytoskeleton components and specific proteins which are involved in DNA repair. Several studies have been carried out on mammals (Schmid et al., 2007; Crespo-López et al., 2009). Some studies have been carried out with using comet assay and micronucleus test of Hg genotoxicity in fish. Gómez-Oliván and coauthors have shown genotoxic effect of Hg in blood cells of common carp (Gómez-Oliván et al. 2017). Genotoxic effect of inorganic Hg in the brain has no presented in literature.

Neural tissue cells potent to respond against cytotoxic injury. The proliferative activity of cells is regulated by various factors and depends on the expression DNA replication associated proteins. Replication protein A (RPA), the major eukaryotic single-stranded DNA binding protein. RPA family consists of three RPA1, RPA2 and RPA3 members where RPA1 plays crucial role in DNA breaks repaire. RPA1 is required for replication, repair, and recombination of DNA. Especially, RPAs are required for both initial and elongation phases of DNA replication. In course of the initiation, RPA balances single-stranded DNA region consisting of initial relaxation. The DNA-binding activity is mediated by the domains RPA1 70-kDa subunit of the RPAs complex. RPA1 interposes the proteins into the newly formed replication fork (Zou and Elledge, 2003). Defects in RPA-associated cellular activities initiates genomic imbalance. Genomic

instability is the main initiating factor in the pathogenesis of cancer and other diseases. RPA1 also serves as the coordinator of DNA metabolism, cell cycle and the response to DNA damage provoked by abnormal cellular functioning (Choi et al., 2010).

Universal and multifunctional regulatory protein that plays vital role in most cell types is p53. p53 provides cell viability through many signaling pathways. The expression of p53 is sensitive to growth of ROS content and oxidative damages that direct p53 to modulate several signalling pathways. The expression level of p53 is limited by endogenic factors in physiology normal state. Any type of cellular stress can switch cell events to critic changes in the cell cycle and/or genotoxic damages. p53 protein participates as one of key regulator of programmed cell death and anti-tumor protection in stressed cells. Especially in Zebra fish brain, activated p53 protein allows the destruction of damaged cells by stopping the cell cycle and initiating apoptosis (Hu et al., 2015). Besides, p53 protein is a transcription factor which control vital processes in a course of cell reactivity, including cell viability, DNA repair and apoptosis (Bensaad and Vousden, 2007).

Taking into account that p53 and RPA1 involved in cellular response initiated by cytotoxic injury, the expression both of them can reflect the capability of brain cells to switch compensatory mechanisms to maintain cell viability.

Rainbow trout is wide used as adequate object to study harmful effect of various environmental contaminants, including Hg species (Ciardullo et al., 2008; Kenšová et al., 2012; Liu et al., 2013).

The purpose of present study was to clarify the role of RPA1 and p53 proteins in brain cell response against inorganic Hg-induced neurotoxicity.

Materials and Methods

Fish model and treatment

The experimental model of inorganic Hg neurotoxicity was carried out in Agriculture Aquaculture Laboratory and Molecular Biology Laboratory of Bingöl University.

Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) (59.43 ± 3.73 g and 17.24 ± 1.64 cm) was purchased from fish farm in Keban district of Elazığ province and removed into transport aerated tank to the laboratory. The fish brought to the laboratory were placed in 600 liters tanks to acclimatize during 15 days. The fish were fed with a commercial product two times per day in a volume accordingly 2% of their weight. The water temperature was 14 ± 3 °C,

the dissolved oxygen level was 8.24 ± 0.5 mg/L and the pH was 7.3 ± 0.2.

In accord the rules to determine LD50 value, HgCl₂ was exposure to seven experimental groups of rainbow trout in 10, 100, 200, 500, 750, 1000 and 1500 µg/L dose per group. The fish in every group were monitored during 96 hours 6 times per day to remove the died individuals from the aquarium. LD₅₀ value was calculated as 551 µg/L relate to 96 hours Hg chloride exposure. After calculating the LD₅₀ value, 2 sublethal doses (25% LD₅₀ = 138 µg/L and 50% LD₅₀ = 276 µg/L) were determined. Four groups of fish were exposure to treated with sublethal (25% and 50% LD₅₀) doses at 2 and 7 days. Every of treated fish group as well as untreated control group was formed with 15 fish individuals.

Tissue sampling

The fish were applied to sacrificed procedures accordingly the rules of local ethic committee rules. The brain was removed and washed with 0.9% NaCl to remove blood from the tissues. Obtained brain tissues were frozen at -80 °C and kept until protein samples extraction.

Tissue homogenization

Frozen brain tissue samples individually were homogenized in a 1:10 (w/v) ratio (10 mM Tris-buffer (pH = 7.4), 0.1 mM NaCl, 1% TritonX-100, 0.2% SDS, 2.5 mM ethylenediaminetetraacetic acid, 6.5 µM aprotinin, 1.5 µM pepstatin A, 23 µM leupeptin, 1 mM phenylmethylsulfonyl fluoride, 1 µM sodium orthovanadate 5 µM soybean trypsin inhibitor glass-glass homogenizer. During the homogenization processes, all the procedures were carried out on the ice to prevent protein degradation caused by protease activity. After 1 hour protein extraction in lysis buffer at +4 °C the homogenates were centrifuged at 60.000 g for 60 minutes at + 4 °C in a cooled centrifuge. Obtained supernatants which contain total protein extract were removed in microcentrifuge tubes and stored at -80 °C before Western blotting analysis.

Determination of reactive oxygen species

The level of Reactive Oxygen Species (ROS) was determined individually in every brain tissue sample obtained by centrifugation of according homogenates. The ROS content was measured by using fluorometric method based on DCFH-DA. Every procedure was performed with according ROS assay kit producer. Each sample was tested in trice parallels.

Analysis of proteins by western blotting technique

Western blotting was performed with using SDS-PAGE electrophoresis in 10% acrylamide gel.

Separated in polyacrylamide gel proteins were transferred onto polyvinylidene fluoride (PVDF) membrane, washed with PBS and incubated in blocking buffer (3% BSA) at 60 min. After blocking, the membranes were incubated overnight at +4 °C with the respective primary antibody, anti-p53 (Santa Cruz, sc-126,1:1000 dilution), anti-RPA1 (Santa Cruz, sc-48425, 1:1000 dilution) and anti- β -actin (Abcam, ab8226, 1:3000 dilution). After the incubation with primary antibodies the membrane were trice washed with tris buffer saline contained 0.05% Tween-20 (TBS-T). Washed membranes were incubated with anti-mouse HRP-labeled secondary antibody 60 min. at room temperature. After the membranes were washed trice with the same TBS-T. The imaging of western blot results was developed with ECL kit based on chemiluminescence method with using the automatic X-ray machine (Carestream Health Inc., USA). BIO-RAD imaging system was used to scan the films with western blot results. Band densities were evaluated as densitometry using Image-j program.

Statistical analysis

Statistical analysis of the results obtained from the experiment was performed using SPSS 20 statistical program. The statistical analysis of the changes in the examined parameters of control and experimental group fish was determined by using

variance and Duncan multiple comparison test. Quantitative data of laboratory parameters are shown as mean values \pm SD. For all tests, $P < 0.05$ was considered statistically significant.

Results and Discussion

Obtained in presented study results about RPA1 content in the brain of control and treated with Hg salt rainbow trout groups presented on a Figure 1. The western blot results of RPA1 content measuring have showed the same increase of RPA1 protein in the brain samples of all fish groups which were treated with Hg chloride. Unexpected data were determined in comparative analyses of the results obtained in groups treated with 25% LC₅₀ and 50% LC₅₀ doses. The increase of RPA1 content in the brain of fish exposure to low (25% LC₅₀) was observed as more high then increment of same index in a group treated with 50% LC₅₀ dose the same while. However, Hg chloride initiated more meaningful increment of RPA1 content in all fish groups exposure 2 days to compare the groups treated during 7 days. The treatment with both 25% LC₅₀ and 50% LC₅₀ doses of Hg chloride has induced RPA1 overexpression in the brain of rainbow trout. Hg chloride exposure to these doses develops reciprocal time-dependent effect where 25% LC₅₀ inorganic Hg dose initiate more high increment of RPA1 content in compare with 50% LC₅₀ dose.

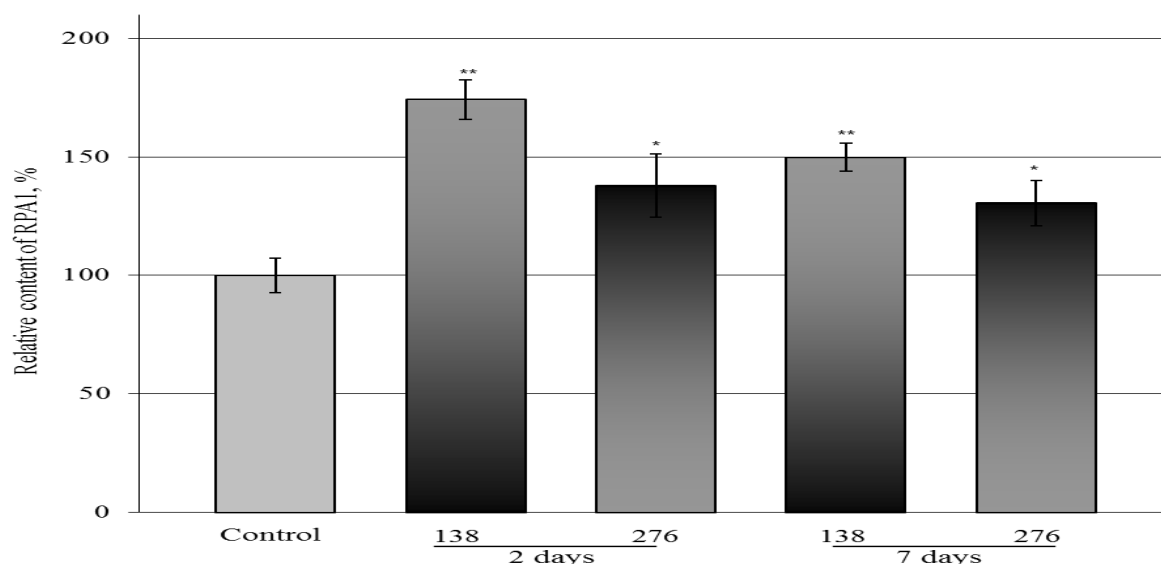


Figure 1. The effects of Hg chloride on RPA1 content in rainbow trout brain.

*The fish were treated with sublethal doses 25% LC₅₀ (138 μ g/L) and 50% LD₅₀ (276 μ g/L) during of 2 and 7 days exposure. The values correspond to the means \pm SE of 5 independent experiments. * - $P < 0.05$, ** - $P < 0.01$ compared with the control group.

The measuring of p53 content shown both up- and downregulation in depends on exposure time. The opposite directed changes of p53

expression observed in extracted from fish brain of treated with Hg chloride 2 days and fish groups treated during 7 days. The changes of p53

expression were determined in all Hg-treated groups relate to control. The induced insignificant increment of p53 content was observed in a group treated with low 25% LC₅₀ dose of inorganic Hg salt in both 2 and 7 days while of exposure. However, the treatment with the same while of exposure to 50% LC₅₀ dose induced oppositely directed changes of p53 expression compared to 25% LC₅₀.

Surprisingly that obtained data on downregulation of p53 content have a high statistically significant. The results obtained in control and all treated groups about the effect of Hg ions on p53 expression in rainbow trout brain presented on Figure 2.

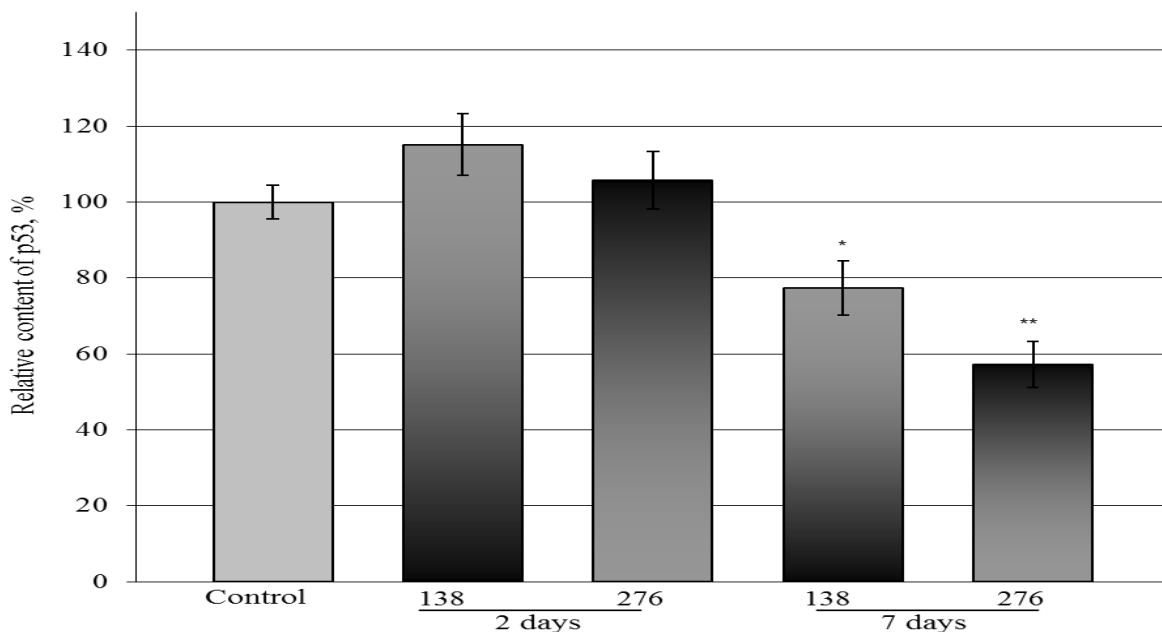


Figure 2. The effects of mercury chloride on p53 content in rainbow trout brain.

*The fish were treated with sublethal doses 25% LC₅₀ (138 µg/L) and 50% LD₅₀ (276 µg/L) in the course of 2 and 7 days exposure. The values correspond to the means ± SE of 5 independent experiments. * - P < 0.05, ** - P < 0.01 compared with the control group.

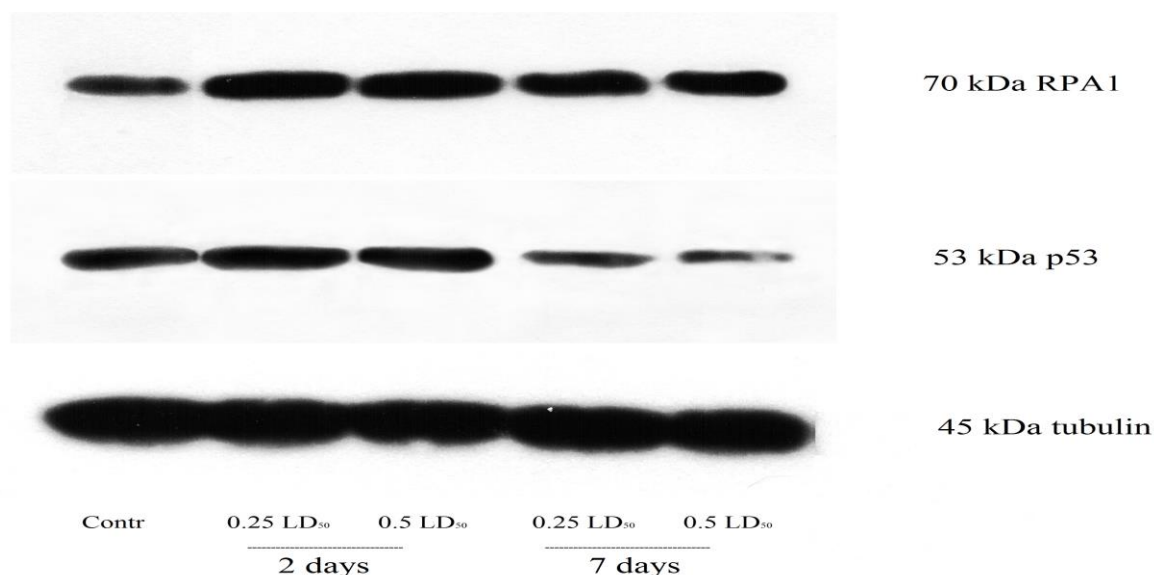


Figure 3. Representative western blot results of p53, RPA1 and tubulin content.

*The data p53 and RPA1 content presented on Fig. 1 and Fig. 2 were calculated with regard to tubulin content.

The intensity of ROS generation and oxidative stress rising are recognized as common

consequence of the exposure to various types of heavy metal ions. Taking into account this heavy

metal feature, the ROS level was determined in the brain of all studied fish groups. The data of the ROS level measuring in the brain of fish groups exposure

to inorganic Hg presented as relative content compared to untreated control on a Figure 4.

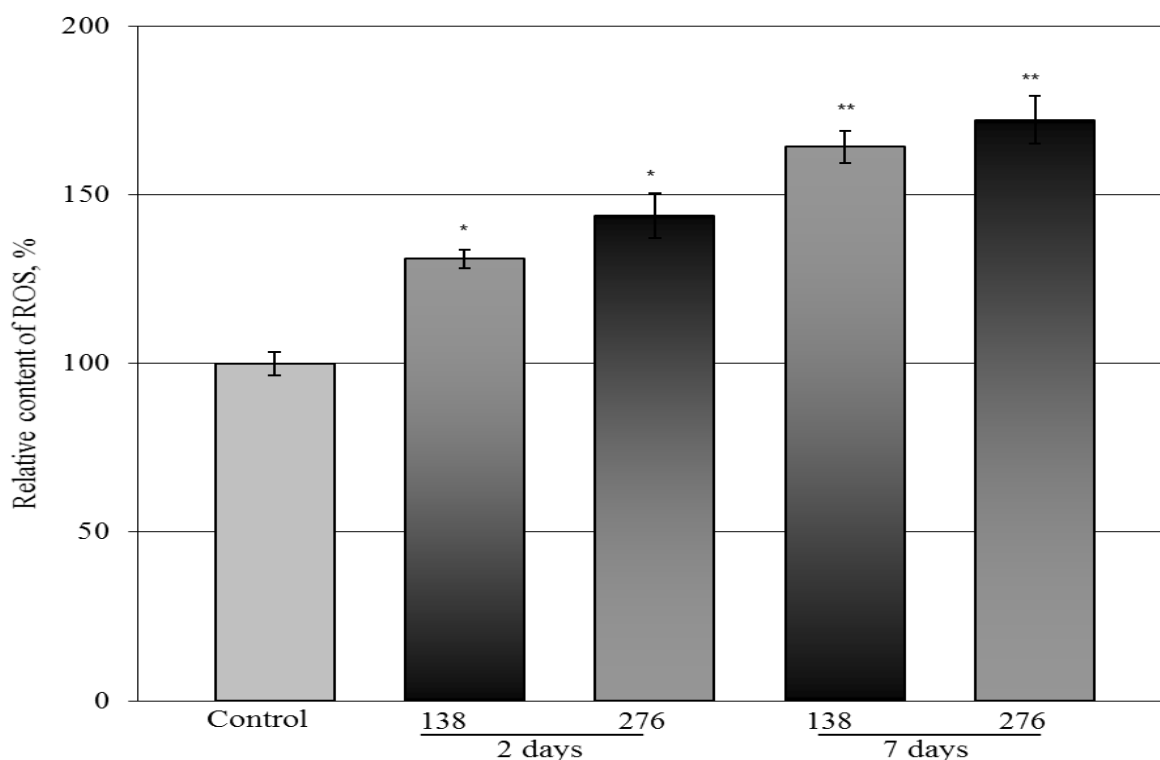


Figure 4. The effects of Hg chloride on ROS production in rainbow trout brain.

*The fish were treated with sublethal doses 25% LC₅₀ (138 µg/L) and 50% LD₅₀ (276 µg/L) in the course of 2 and 7 days exposure. The values correspond to the means ± SE of 5 independent experiments. * - P < 0.05, ** - P < 0.01 compared with the control group.

Observed content of ROS in fish brain of all studied groups presented the clear dose-dependent effect of inorganic Hg in brain cells of rainbow trout. Overall, the exposure to Hg chloride in both 25% LC₅₀ and 50% LC₅₀ doses during 2 days and 7 days developed time-dependent effect.

Taking together presented in our study results, we can assume the presence of dose-dependent increase of ROS level and the modulation of both p53 and RPA70 content in a rainbow trout brain in a course of inorganic Hg exposure in sublethal doses during 2 and 7 days.

Total heavy metal pollution of the environment initiates large number disturbances caused by plural to toxic effects of these ions in all living organisms (Leonard et al., 2004). Last decades, harmful effect of heavy metals as well as the mechanisms of action has been intensively studied. Despite of large number of researcher's data, concrete molecular mechanisms of Hg toxicity, including neural tissue cytotoxicity are still unclear.

Hg is the one of most neurotoxic pollutant which has been recognized as extraordinarily dangerous to human and animal health (Carocci et al. 2014). Two main organic and inorganic forms of Hg species are recognized as critic environmental pollutants. Methyl Hg is main organic form and its harmful effect is known significantly better than the cytotoxicity of inorganic Hg. Last decades study showed that the toxicity of various Hg species seems to be different (Simmons et al., 2011). Especially, neurotoxicity of methyl Hg which observed in several fish types could relate to its capability to initiate the BBB damages (Takahashi et al., 2017). Organic Hg species are widespread in aquatic environment and is recognized most dangerous pollutant among heavy metals compounds. The main sources Hg contamination of freshwater and sea waters are the pollution with industrial products and geologic inorganic Hg. In modern world the emissions of natural Hg not exceed average 40% of global emissions (Pirrone and Mason, 2009). Many sources of environment pollution with Hg are considered as the potential

risk for human poisoning with methyl Hg. This conclusion was based by discovering of microorganisms which capable to transform inorganic Hg to methyl Hg in aquatic medium (Jensen and Jernelöv 1969). This type of Hg transformation provokes organic Hg accumulation in the sea food chain which is finished in human consumption.

Most of fish species can accumulate Hg. Toxic effect of Hg induces specific to this contaminant injury in the cells that could be used as adequate biomarker to estimate the pollution risk in aquatic ecosystems. Recently Łuczyńska and coauthors have shown positive correlation between Hg pollution and weight of fish (Łuczyńska et al., 2018). The application of experimental fish model to study various Hg doses effect can discover molecular mechanisms of tissue-specific Hg cytotoxicity. The mechanisms of Hg toxicity in fish most studied about lipid peroxidation, activities and gene expression of antioxidant enzymes in hepatic, muscle, gill and brain (Sevcikova et al., 2015; Zeng et al. 2016; Nāija et al, 2018). Hg induces mitochondrial dysfunction, which accompanied with a lack of ATP synthesis, increase lipid peroxidation, protein and DNA oxidizing.

The participation of oxidative stress in neurotoxic action of Hg ions remains uncovered in details. One of important feature of Hg to develop harmful effect is the capability to bind thiol groups of different macromolecule types (Szunyogh et al., 2015). Besides, Hg has a high affinity to thiol groups and can bind amino acids which are substrate for the biosynthesis of powerful brain antioxidant GSH (Carocci et al., 2014). Hg species can cause the inactivation of enzymes which have SH-groups into active centre (Miller et al., 1986). Other part of harmful effect of Hg mediated with the inhibition of important antioxidant system which based on glutathione recycling that can provoke oxidative stress (Rensburg et al., 2019). Brain cells are more susceptible to oxidative damages than other cell types because they possess high rate oxygen consumption and deficiency in antioxidant power. Totally, the exposure to Hg ions can induce irreversible disturbances of vital function of the brain.

Neurons and glial cells differ in the susceptibility to Hg effects. Macro- and microglia are the key guard cell types in a brain to maintain the neuronal functions. Recently, there was demonstrated data on methyl Hg-induced dramatic gliotoxicity. Human astrocyte culture exposure to methyl Hg revealed abnormal astrocyte reactivity and the malfunction in the cytoskeleton and the rearrangement of filamentous network proteins (Malfa et al., 2014). However, there is no clear

evidence on direct neurotoxicity of inorganic Hg species. Obtained in our study dramatic decrease of p53 content in a brain of fish exposure to 50% LC₅₀ doses of Hg chloride could be estimated as index of critical regulatory pathway disturbance.

A few data have shown the effect of Hg on transcriptional regulation. There was demonstrated that both inorganic and organic Hg species can suppress transcriptional regulation and increase production of superoxide (Jebbett et al., 2013). Additionally, Hg can induce mitochondrial membrane stress through sulfhydryl group binding in astrocytes. Besides, astrocytes accumulate redox active transition metals and as a result generate free radicals. Inorganic Hg exposure initiates plural changes in the structure and the accumulation both Hg and iron in mitochondria (Brawer et al., 1998). Thus the increase of ROS generation closely relate to Hg-induced pathogenic disturbances in brain cells. Observed in presented study results develop dose-dependent ROS production in brain of rainbow trout groups treated with sublethal (25% LC₅₀ and 50% LC₅₀) doses of Hg chloride.

Oxidative stress generation is recognized as the most prevalent pathogenic initiator in cytotoxicity of heavy metal ions. ROS overproduction can play an important role in the lack of neural tissue cell functions. Harmful effect of Hg species closely relates to oxidative damages of all macromolecule types. Especially DNA damages may initiate irreversible injury in the brain cells which turn to cell death.

Metal-induced generation of ROS is well known consequence of both redox active and redox inactive metals (Jomova and Valko, 2011). Total cellular injuries which associated with metal-induced ROS production lead to malfunctions in signal transduction, cell cycle, and programmed cell death initiation. The role of Hg in these vital processes remains undiscovered. Overall, oxidative stress can induce lipid peroxidation, receptor and enzyme inactivation, DNA breaks that decrease cell viability. DNA breaks caused by oxidative stress are critical to initiate various types of cell death. Every eukaryotic cells possess effective system to repair DNA breaks initiated by toxicants exposure. Numbered environment factors can cause DNA breaks and as a result genotoxic stress in the cells. On other hand, DNA damages initiate the signals to activate cellular responses directed to repair DNA breaks.

The number of the study of inorganic Hg-induced neurotoxic effect in the fish is limited. There is data on detrimental effect of inorganic Hg in the brain of white seabream. The authors identified the decrement of the number of neuronal and glial cells in fish treated with low dose (2 µg/L) during 7

days. In addition, Hg induced changes in the brain functions, especially swimming behavior (Pereira et al., 2016). Observed a lack of cell viability in the brain may be initiated by the malfunction of regulatory pathways and functional cell decline. Hg exposure can suppress transcriptional activity, cell cycle and limit the repair of DNA breaks. The unrepaired DNAs lead to genomic instability and trigger pathways to programmed cell death.

RPA is one of the critical player to repair double stranded DNA breaks. RPA develops repairing function as a complex formed by 70, 34 and 14 kDa subunits named RPA1, RPA2 and RPA3 accordingly. RPA family is highly conserved proteins which have the homologues practically in every eukaryotic cell (Ishibashi et al., 2001; Wold, 1997). The domain structure of RPA is similar in every type of living organisms (Iftode et al., 1999; Wold, 1997). RPAs bind single stranded DNA with high affinity. RPA1 is the key player in repairing DNA initiation because it contains four DNA-binding domains. Moreover, RPAs are main participants in the elongation phases in course of DNA replication. There are known two principal pathways of DNA double-strand breaks repair in which RPA is involved as key participant (Binz et al., 2004).

Various brain tissue abnormalities accompanied with genotoxic stress and nucleotide excision repair that is extremely important to maintain neural tissue cells viability (Jensen et al., 2018). Taniguchi and coauthors have shown the role of RPAs to provide vital brain functions, especially RPA1 indirectly recovered plural cellular functions, including RNA splicing, cell cycle, and transcriptional regulation (Taniguchi et al., 2016). RPAs together with other DNA replication proteins maintain CAG/CTG trinucleotide repeats stability that safe normal brain function (Mason et al., 2014). Most harmful result of genotoxic stress is uncontrolled mutations. RPAs in a complex with cyclins can participate in cell cycle promotion in astroglia (Kanakis et al., 2011). Thus, the level of RPA expression could be useful prognostic indicator in patients with astrocytomas.

In mammalian cells there was shown that RPA mediates homologous recombination repair pathway. RPA family protects the single-stranded DNA intermediates and load into repairing complex other components of the DNA repair machinery (Ruff et al., 2016). There are no data on the expression of RPA in fish treated with heavy metal ions. There is only one report on the modulation of RPA affinity to bind cisplatin-DNA intrastrand adduct (Patrick and Turchi, 1999).

Zn ion is essential for the conformation of RPA1 tertiary structure. The structure of RPA1 has compact conformation caused by Zn-mediated

interaction with polypeptide chain. RPA contains coordinated Zn ion into zinc-binding domain that maintains the conformation of nucleoprotein complexes formed by DNA and RPAs during DNA repairing (Eckerich et al., 2001). Several metal ions especially Cd and Hg develop the competition with Zn to bind RPA1 (Jancsó et al., 2013). Besides, there was presented the results on competing binds the polypeptide specifically designed for binding of both Zn²⁺ and Hg²⁺. The authors demonstrated that HS accommodates both metal ions and metal ion exchange was observed between individual peptides (Szunyogh et al., 2015). Thus, Hg can develop competitive propriety to force out Zn ion from RPA1. Zinc replacement can provoke the changes in RPA conformation and disrupt DNA repair machinery.

Presented in our study results on overexpression RPA1 initiated by Hg sublethal doses exposure in rainbow trout brain evidence high sensitivity of this DNA replication mechanism to neurotoxic effect of inorganic Hg. However, observed dose-dependent increase of RPA1 expression could reflect the adaptive capability of brain cells against oxidative DNA damage. The results of our study on dose-dependent growth of ROS level in fish brain correspond to the increment of RPA1 content in the groups treated with inorganic Hg in 25% LC₅₀ and 50% LC₅₀ doses. Presented results have shown that brain cells possess adaptive system to repair DNA-strand breaks caused by Hg exposure. On the other hand, we have observed more high content of RPA1 in fish group treated with 25% LC₅₀ dose compared with the fish exposure to 50% LC₅₀ dose. This fact could be explained with extremely harmful effect of 50% LC₅₀ dose on cell viability. Sublethal 50% LC₅₀ Hg chloride dose can initiate irreversible damages and cell death in the fish brain. In addition, relative decrease of RPA1 content in fish group treated with 50% LC₅₀ dose in compare to 25% LC₅₀ dose group may be a result of total suppressing of protein synthesis as well as cellular response.

Protein p53 is universal regulator of cell viability. One of the first discovered functions of p53 protein was confirmed as a stress sensor. Protein p53 is involved in the regulation of many vital processes, including cell cycle, the initiation of apoptosis, transcriptional activity and DNA repair (Lieberman et al., 2017). Later, number of evidences were lighted that p53 regulates gene expression to maintain efficacy of cell adaptation to environmental context. Moreover, p53 is implicated in translational regulation, controls microRNA processing and can modulate protein activity through direct interaction (Marcel et al., 2018). One of the main p53 functions is to control cell cycle and

programmed cell death as the response to oxidative damages (Fuschi et al., 2017). Recently, there was demonstrated that p53 mediates DNA repair (Jiang and Rusling, 2019).

The role of p53 expression in the response of brain cells to heavy metal exposure remains unknown. There is extremely limited number of the reports about the p53 participation in cellular response to nickel, copper, lead and chromium exposure. Kim and coauthors have sowed that functional inactivation of p53 is accompanied with excision repair activity in the cells treated with low concentration of nickel (Kim et al., 2018). Copper exposure in extracellular trace concentration can induce a lack of p53 activity that associated oxidative stress, DNA damages and cell death activation (Du et al., 2008). Other authors demonstrated that lead and chromium can induce decline of cell viability mediated with p53-independent apoptosis (Bagchi et al., 2001; Loikkanen et al., 2003). Thus, in spite of oxidative stress as common index of heavy metal toxicity, every heavy metal can initiate individual features of cytotoxicity events.

Taking into account all abovementioned, the study of Hg neurotoxicity in aquatic organisms is actual and is extremely important to understand the hazard of modern environment contamination. There are no any research data on inorganic Hg effect on DNA repairing machinery in fish brain. In presented study we have investigate the sublethal dose exposure to inorganic Hg to clarify the primary effect of this heavy metal ion on the cellular response against the genotoxicity in fish brain. Presented in our study results have shown slight increase of p53 content in the brain of fish treated with 25% LC₅₀ dose of Hg chloride. Contrary, intense downregulation of p53 content was determined in fish group exposed to 50% LC₅₀ dose. According literature data, the increase of p53 expression occurs as result cellular response to various types of cell damage. However, several experimental results evidence that the suppression of p53 expression is the mechanism to regulate of transcriptional activity too, especially the inhibition with microRNA or hydroxyapatite nanoparticles (Hu et al., 2007; Cho et al., 2016).

The exposure to sublethal doses of inorganic Hg initiates multifaceted cellular stress. As a rule, the cells stressed with toxic factors develop a lack of metabolic activity. Stressed cells can survive if they can generate effective cellular response via stress-specific pathways. Cellular response can provide cell surviving and/or programmed cell death to prevent necrosis. Recently, there was reported that cellular response to DNA breaks accompanied with an increase of p53 level by oscillatory manner (Porter

et al., 2017). This mechanism of p53 modulation adapts cell-fate regulation during the DNA damage response. Alike, observed in our study down regulation of p53 can serve as a part of global strategy for cell viability in a course total inhibition of metabolism. In addition, presented results have shown that downregulation of p53 level accompanied with upregulation of RPA1 in the brain of fish treated with sublethal 50% LC₅₀ dose. Thus, upregulation of RPA1 expression could be one of critic factor of cell adaptation in stressed with inorganic Hg fish brain. Taking together presented in our study results, we can assume the presence of interaction between Hg-induced ROS generation and the modulation of both p53 and RPA1 content during cellular response to Hg cytotoxicity in a rainbow trout brain.

Presented results in our study are reported the first time that a lack of p53 and upregulation of RPA1 in fish brain after inorganic Hg exposure. The revealed RPA1 upregulation in fish brain may be at least a part of common principle of cellular response to DNA breaks caused by inorganic Hg. Thus, the increase of RPA expression can serve as marker of DNA disturbances which induced with Hg ions exposure. Taken together presented results, oxidative tissue damages and the complex of cellular events including cell stress sensor p53 and key component of DNA-repairing RPA1 are involved in response against inorganic Hg neurotoxicity.

Exactly based on abovementioned, future study of Hg neurotoxicity is extremely critic to clarify the potential risk of environment pollution with Hg containing compounds.

Conclusion

The modulation of stress sensor p53 and DNA breaks repair RPA1 contents is associated with the oxidative stress generation in fish brain caused inorganic Hg exposure in sublethal doses. Dramatic downregulation of p53 in rainbow trout brain induced with Hg chloride 50% LC₅₀ dose exposure could be concerned to irreversible malfunction in signaling pathways. Subsequent study of Hg neurotoxicity in various vertebrate types is important to understand the human and animals risk of the environment contamination with Hg-containing compounds.

Acknowledgments

‡ This study was produced from the doctoral thesis prepared by the first author consultation with the second author.

References

Amlund, H., Lundebye, A.K., Berntssen, M.H. 2007. Accumulation and elimination of

- methylmercury in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) following dietary exposure. *Aquat Toxicol.*, 1; 83(4): 323-30.
- Antunes Dos Santos, A., Ferrer, B., Marques Gonçalves, F., Tsatsakis, A.M., Renieri, E.A., Skalny, A.V., Farina, M., Rocha, J.B.T., Aschner, M. 2018. Oxidative Stress in Methylmercury-Induced Cell Toxicity. *Toxics.*, 9:6(3). pii: E47. doi: 10.3390/toxics6030047.
- Aschner, M., Aschner, J.L. 1990. Mercury neurotoxicity: mechanisms of blood-brain barrier transport. *Neurosci Biobehav Rev.*, 14(2): 169-76.
- Bagchi, D., Bagchi, M., Stohs, S.J. 2001. Chromium (VI)-induced oxidative stress, apoptotic cell death and modulation of p53 tumor suppressor gene. *Mol Cell Biochem.*, 222(1-2): 149-58.
- Bensaad, K., Vousden, K.H. 2007. p53: new roles in metabolism. *Trends Cell Biol.*, 2007 Jun; 17(6): 286-91.
- Binz, S.K., Sheehan, A.M., Wold, M.S. 2004. Replication protein A phosphorylation and the cellular response to DNA damage. *DNA Repair*, 3(8-9): 1015-1024. <https://doi.org/10.1016/j.dnarep.2004.03.028>.
- Brandão, F., Cappello, T., Raimundo, J., Santos, M.A., Maisano, M., Mauceri, A., Pacheco, M., Pereira, P. 2015. Unravelling the mechanisms of mercury hepatotoxicity in wild fish (*Liza aurata*) through a triad approach: bioaccumulation, metabolomic profiles and oxidative stress. *Metallomics*, 7(9):1352-63.
- Brawer, J.R., McCarthy, G.F., Gornitsky, M., Frankel, D., Mehindate, K., Schipper, H.M. 1998. Mercuric chloride induces a stress response in cultured astrocytes characterized by mitochondrial uptake of iron. *Neurotoxicology*, 19(6): 767-76.
- Cariccio, V.L., Sama, A., Bramanti, P., Mazzon, E. 2019. Mercury Involvement in neuronal damage and in neurodegenerative diseases. *Biol Trace Elem Res.*, 187(2): 341-356.
- Carocci, A., Rovito, N., Sinicropi, M.S., Genchi, G. 2014. Mercury toxicity and neurodegenerative effects. *Rev Environ Contam Toxicol.*, 229: 1-18. doi: 10.1007/978-3-319-03777-6_1.
- Chang, Y., Lee, W.Y., Lin, Y.J., Hsu, T. 2017. Mercury (II) impairs nucleotide excision repair (NER) in zebrafish (*Danio rerio*) embryos by targeting primarily at the stage of DNA incision. *Aquat Toxicol.*, 192: 97-104.
- Cho, J.G., Park, S., Lim, C.H., Kim, H.S., Song, S.Y., Roh, T.Y., Sung, J.H., Suh, W., Ham, S.J., Lim, K.H., Park, S.G. 2016. ZNF224, Krüppel like zinc finger protein, induces cell growth and apoptosis-resistance by down-regulation of p21 and p53 via miR-663a. *Oncotarget*, 24; 7(21): 31177-90.
- Choi, J.H., Lindsey-Boltz, L.A., Kemp, M., Mason, A.C., Wold, M.S., Sancar, A. 2010. Reconstitution of RPA-covered single-stranded DNA-activated ATR-Chk1 signaling. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, 3: 107(31): 13660-5.
- Ciardullo, S., Aureli, F., Coni, E., Guandalini, E., Iosi, F., Raggi, A., Rufo, G., Cubadda, F. 2008. Bioaccumulation potential of dietary arsenic, cadmium, lead, mercury, and selenium in organs and tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) as a function of fish growth. *J. Agric. Food Chem.*, 9;56(7): 2442-51. doi: 10.1021/jf703572t.
- Crespo-López ME, Macêdo GL, Pereira SI, Arrifano GP, Picanço-Diniz DL, do Nascimento JL, Herculano AM 2009. Mercury and human genotoxicity: critical considerations and possible molecular mechanisms. *Pharmacol. Res.* 60: 212-220.
- Du, T., Ciccotosto, G.D., Cranston, G.A., Kocak, G., Masters, C.L., Crouch, P.J., Cappai, R., White, A.R. 2008. Eurotoxicity from glutathione depletion is mediated by Cu-dependent p53 activation. *Free Radic Biol Med.*, 1;44(1):44-55.
- Eagles-Smith, C.A., Ackerman, J.T., Willacker, J.J., Tate, M.T., Lutz, M.A., Fleck, J.A., Stewart, A.R., Wiener, J.G., Evers, D.C., Lepak, J.M., Davis, J.A., Pritz, C.F. 2016a. Spatial and temporal patterns of mercury concentrations in freshwater fish across the Western United States and Canada. *Sci Total Environ.*, 15;568:1171-1184. doi: 10.1016/j.scitotenv.
- Eagles-Smith, C.A., Wiener, J.G., Eckley, C.S., Willacker, J.J., Evers, D.C., Marvin-DiPasquale, M., Obrist, D., Fleck, J.A., Aiken, G.R., Lepak, J.M., Jackson, A.K., Webster, J.P., Stewart, A.R., Davis, J.A., Alpers, C.N., Ackerman, J.T. 2016b. Mercury in western North America: A synthesis of environmental contamination, fluxes, bioaccumulation, and risk to fish and wildlife. *Sci Total Environ.*, 15;568:1213-1226. doi: 10.1016/j.scitotenv.
- Eckerich, C., Fackelmayer, F.O., Knippers, R. 2001. Zinc affects the conformation of nucleoprotein filaments formed by replication protein A (RPA) and long natural

- DNA molecules. *Biochim. Biophys. Acta.*, 1538(1): 67-75.
- Fuschi, P., Carrara, M., Voellenkle, C., Garcia-Manteiga, J.M., Righini, P., Maimone, B., Sangalli, E., Villa, F., Specchia, C., Picozza, M., Nano, G., Gaetano, C., Spinetti, G., Puca, A.A., Magenta, A., Martelli, F. 2017. Central role of the p53 pathway in the noncoding-RNA response to oxidative stress. *Aging* (Albany NY). 12; 9(12): 2559-2586.
- Giblin, F.J., Massaro, E.J. 1975. The erythrocyte transport and transfer of methylmercury to the tissues of the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Toxicology*, 5: 243-254.
- Gómez-Oliván, L.M., Mendoza-Zenil, Y.P., SanJuan-Reyes, N., Galar-Martínez, M., Ramírez-Durán, N., Rodríguez Martín-Doimeadios, R.D.C., Rodríguez-Fariñas, N., Islas-Flores, H., Elizalde-Velázquez, A., García-Medina, S., Pérez-Pastén Borja, R. 2017. Geno- and cytotoxicity induced on *Cyprinus carpio* by aluminum, iron, mercury and mixture thereof. *Ecotoxicol Environ. Saf.*, 135: 98-105.
- Harayashiki, C.A.Y., Reichelt-Brushett, A., Benkendorff, K. 2019. Behavioural and brain biomarker responses in yellowfin bream (*Acanthopagrus australis*) after inorganic mercury ingestion. *Mar. Environ. Res.*, 144: 62-71. doi: 10.1016/j.
- Has-Schön, E., Bogut, I., Vuković, R., Galović, D., Bogut, A., Horvatić, J. 2015. Distribution and age-related bioaccumulation of lead (Pb), mercury (Hg), cadmium (Cd), and arsenic (As) in tissues of common carp (*Cyprinus carpio*) and European catfish (*Sylurus glanis*) from the Buško Blato reservoir (Bosnia and Herzegovina). *Chemosphere*, 135: 289-296.
- Horowitz, H.M., Jacob, D.J., Amos, H.M., Streets, D.G., Sunderland, E.M. 2014. Historical Mercury releases from commercial products: global environmental implications. *Environ. Sci. Technol.*, 2: 48(17): 10242-50. doi: 10.1021/es501337j.
- Hu, J., Liu, Z.S., Tang, S.L., He, Y.M. 2007. Effect of hydroxyapatite nanoparticles on the growth and p53/c-Myc protein expression of implanted hepatic VX2 tumor in rabbits by intravenous injection. *World J. Gastroenterol.*, 28; 13(20): 2798-802.
- Hu, Z., Holzschuh, J., Driever, W. 2015. Loss of DDB1 Leads to Transcriptional p53 Pathway Activation in Proliferating Cells, Cell Cycle Deregulation, and Apoptosis in Zebrafish Embryos. *PLoS One*, 30; 10(7): e0134299. doi:10.1371/journal.pone.0134299.
- Iftode, C., Daniely, Y., Borowiec, J.A. 1999. Replication protein A (RPA): the eukaryotic SSB. *Crit. Rev. Biochem. Mol. Biol.*, 34(3): 141-80.
- Ishibashi, T., Kimura, S., Furukawa, T., Hatanaka, M., Hashimoto, J., Sakaguchi, K. 2001. Two types of replication protein A 70 kDa subunit in rice, *Oryza sativa*: molecular cloning, characterization, and cellular & tissue distribution. *Gene.*, 11: 272(1-2): 335-43.
- Jancsó A, Gyurcsik B, Mesterházy E, Berkecz R. 2013. Competition of zinc(II) with cadmium(II) or mercury(II) in binding to a 12-mer peptide. *J. Inorg. Biochem.*, 126: 96-103.
- Jebbett, N.J., Hamilton, J.W., Rand, M.D., Eckenstein, F. 2013. Low level methylmercury enhances CNTF-evoked STAT3 signaling and glial differentiation in cultured cortical progenitor cells. *Neurotoxicology*, 38: 91-100.
- Jensen, S., Jernelöv, A. 1969. Biological methylation of mercury in aquatic organisms. *Nature*, 6; 223(5207): 753-4.
- Jensen, H.L.B., Lillenes, M.S., Rabano, A., Gønther, C.C., Riaz, T., Kalayou, S.T., Ulstein, I.D., Bshmer, T., Tunjum, T. 2018. Expression of nucleotide excision repair in Alzheimer's disease is higher in brain tissue than in blood. *Neurosci Lett.*, 672:53-58.
- Jiang, D., Rusling, J.F. 2019. Oxidation Chemistry of DNA and p53 Tumor Suppressor Gene. *Chemistry Open*, 22; 8(3): 252-265.
- Jomova, K., Valko, M. 2011. Advances in metal-induced oxidative stress and human disease. *Toxicology*, 283(2-3): 65-87.
- Kanakis, D., Levidou, G., Gakiopoulou, H., Eftichiadis, C., Thymara, I., Fragkou, P., Trigka, E.A., Boviatsis, E., Patsouris, E., Korkolopoulou, P. 2011. Replication protein A: a reliable biologic marker of prognostic and therapeutic value in human astrocytic tumors. *Hum. Pathol.*, 42(10): 1545-53.
- Kenšová, R., Kružíková, K., Havránek, J., Haruštiaková, D., Svobodová, Z. 2012. Distribution of mercury in rainbow trout tissues at embryo-larval and juvenile stages. *Scientific World Journal*, 652496. doi: 10.1100/2012/652496.
- Kim, Y.J., Lee, Y.J., Kim, H.J., Kim, H.S., Kang, M.S., Lee, S.K., Park, M.K., Murata, K., Kim, H.L., Seo, Y.R. 2018. A molecular mechanism of nickel (II): reduction of nucleotide excision repair activity by structural and functional disruption of p53. *Carcinogenesis*, 21; 39(9): 1157-1164.
- Korbas, M., Macdonald, T.C., Pickering, I.J., George, G.N., Krone, P.H. 2012. Chemical form

- matters: differential accumulation of mercury following inorganic and organic mercury exposures in zebrafish larvae. *ACS Chem. Biol.*, 7(2): 411-20.
- Laurier, F.J.G., Mason, R.P., Gill, G.A., Whalin, L. 2004. Mercury distributions in the North Pacific Ocean-20 years of observations. *Marine Chemistry*, 90: 3-19. doi: 10.1016/j.marchem.2004.02.025.
- Leonard, S.S., Harris, G.K., Shi, X. 2004. Metal-induced oxidative stress and signal transduction. *Free Radic. Biol. Med.*, 37(12): 1921-42.
- Lieberman, H.B., Panigrahi, S.K., Hopkins, K.M., Wang, L., Broustas, C.G. 2017. p53 and RAD9, the DNA Damage Response, and Regulation of Transcription Networks. *Radiat Res.*, 187(4): 424-432.
- Liu, Q., Basu, N., Goetz, G., Jiang, N., Hutz, R.J., Tonellato, P.J., Carvan, M.J. 2013. Differential gene expression associated with dietary methylmercury (MeHg) exposure in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and zebrafish (*Danio rerio*). *Ecotoxicology*, 22(4):740-51. doi: 10.1007/s10646-013-1066-9.
- Lohren, H., Blagojevic, L., Fitkau, R., Ebert, F., Schildknecht, S., Leist, M., Schwerdtle, T. 2015. Toxicity of organic and inorganic mercury species in differentiated human neurons and human astrocytes. *J. Trace Elem. Med. Biol.*, 32: 200-8. doi: 10.1016/j.jtemb.2015.06.008.
- Lohren, H., Bornhorst, J., Fitkau, R., Pohl, G., Galla, H.J., Schwerdtle, T. 2016. Effects on and transfer across the blood-brain barrier in vitro-Comparison of organic and inorganic mercury species. *BMC Pharmacol Toxicol.*, 17(1): 63.
- Loikkanen, J., Chvalova, K., Naarala, J., Vähäkangas, K.H., Savolainen, K.M. 2003. Pb²⁺-induced toxicity is associated with p53-independent apoptosis and enhanced by glutamate in GT1-7 neurons. *Toxicol Lett.*, 30; 144(2): 235-46.
- Łuczyńska J, Paszczyk B, Łuczyński MJ. 2018. Fish as a bioindicator of heavy metals pollution in aquatic ecosystem of Pluszne Lake, Poland, and risk assessment for consumer's health. *Ecotoxicol Environ. Saf.*, 153: 60-67.
- Malfa, G.A., Tomasello, B., Sinatra, F., Villaggio, G., Amenta, F., Avola, R., Renis, M. 2014. "Reactive" response evaluation of primary human astrocytes after methylmercury exposure. *J. Neurosci Res.*, 92(1): 95-103.
- Marcel, V., Nguyen Van Long, F., Diaz, J.J. 2018. 40 Years of Research Put p53 in Translation. *Cancers (Basel)*, 21: 10(5). pii: E152.
- Mason, A.G., Tomé, S., Simard, J.P., Libby, R.T., Bammler, T.K., Beyer, R.P., Morton, A.J., Pearson, C.E., La Spada, A.R. 2014. Expression levels of DNA replication and repair genes predict regional somatic repeat instability in the brain but are not altered by polyglutamine disease protein expression or age. *Hum. Mol. Genet.*, 23(6): 1606-18.
- Meena, R.A.A., Sathishkumar, P., Ameen, F., Yusoff, A.R.M., Gu, F.L. 2017. Heavy metal pollution in immobile and mobile components of lentic ecosystems-a review. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.*, 25(5): 4134-4148. doi: 10.1007/s11356-017-0966-2.
- Mieiro, C.L., Pacheco, M., Pereira, M.E., Duarte, A.C. 2011. Mercury organotropism in feral European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 61(1): 135-43. doi: 10.1007/s00244-010-9591-5.
- Miller, S.M., Ballou, D.P., Massey, V., Williams, C.H., Walsh, C.T. 1986. Two-electron reduced mercuric reductase binds Hg(II) to the active site dithiol but does not catalyze Hg(II) reduction. *J. Biol. Chem.*, 261(18): 8081-4.
- Monnet-Tschudi, F., Zurich, M.G., Honegger, P. 1996. Comparison of the developmental effects of two mercury compounds on glial cells and neurons in aggregate cultures of rat telencephalon. *Brain Res.*, 25; 741(1-2): 52-9.
- Naija A, Kestemont P, Chénais B, Haouas Z, Blust R, Helal AN, Marchand J.2018. Effects of Hg sublethal exposure in the brain of peacock blennies *Salaria pavo*: Molecular, physiological and histopathological analysis. *Chemosphere*, 193: 1094-1104. doi: 10.1016/j.chemosphere.2017.11.118
- Obrist, D., Kirk, J.L., Zhang, L. Sunderland EM, Jiskra M, Selin NE. 2018. A review of global environmental mercury processes in response to human and natural perturbations: Changes of emissions, climate, and land use. *Ambio.*, 47(2): 116-140. doi: 10.1007/s13280-017-1004-9.
- Ohgoh, M., Shimizu, H., Ogura, H., Nishizawa, Y. 2000. Astroglial trophic support and neuronal cell death: influence of cellular energy level on type of cell death induced by mitochondrial toxin in cultured rat cortical neurons. *Journal of Neurochemistry*, 75: 925-933.
- Orihel, D.M., Paterson, M.J., Blanchfield, P.J., Bodaly, R.A. 2007. Hintelmann H. Experimental evidence of a linear

- relationship between inorganic mercury loading and methylmercury accumulation by aquatic biota. *Environ. Sci. Technol.*, 15; 41(14): 4952-8.
- Patrick, S.M., Turchi, J.J. 1999. Replication protein A (RPA) binding to duplex cisplatin-damaged DNA is mediated through the generation of single-stranded DNA. *J. Biol. Chem.*, 274(21): 14972-8.
- Pereira P, Raimundo J, Araújo O, Canário J, Almeida A, Pacheco M. 2014. Fish eyes and brain as primary targets for mercury accumulation - a new insight on environmental risk assessment. *Sci. Total Environ.*, 8: 494-495.
- Pereira P, Raimundo J, Barata M, Araújo O, Pousão-Ferreira P, Canário J, Almeida A, Pacheco M. 2015. A new page on the road book of inorganic mercury in fish body - tissue distribution and elimination following waterborne exposure and post-exposure periods. *Metalomics*, 7(3): 525-35.
- Pereira, P., Puga, S., Cardoso, V., Pinto-Ribeiro, F., Raimundo, J., Barata, M., Pousro-Ferreira, P., Pacheco, M., Almeida, A. 2016. Inorganic mercury accumulation in brain following waterborne exposure elicits a deficit on the number of brain cells and impairs swimming behavior in fish (white seabream-*Diplodus sargus*). *Aquat. Toxicol.*, 170: 400-412.
- Pereira, P., Korbas, M., Pereira, V., Cappello, T., Maisano, M., Canário, J., Almeida, A., and Pacheco, M. 2019. A multidimensional concept for mercury neuronal and sensory toxicity in fish - From toxicokinetics and biochemistry to morphometry and behavior. *Biochimica et Biophysica Acta*. DOI: 10.1016/j.bbagen.2019.01.020
- Pirrone, N., Mason, R. 2009. Mercury Fate and Transport in the Global Atmosphere. Emission, Measurements and Models. *Elsevier*, 637 p
- Pletz, J., Sanchez-Bayo, F., Tennekens, HA. 2016. Dose-response analysis indicating time-dependent neurotoxicity caused by organic and inorganic mercury-Implications for toxic effects in the developing brain. *Toxicology*, 10; 347-349: 1-5.
- Porter, J.R., Fisher, B.E., Baranello, L., Liu, J.C., Kambach, D.M., Nie, Z., Koh, W.S., Luo, J., Stommel, J.M., Levens, D., Batchelor, E. 2017. Global Inhibition with Specific Activation: How p53 and MYC Redistribute the Transcriptome in the DNA Double-Strand Break Response. *Mol. Cell.*, 21; 67(6): 1013-1025. e9.
- Rensburg, M.J., Rooy, M., Bester, M.J., Serem, J.C., Venter, C., Oberholzer, H.M. 2019. Oxidative and haemostatic effects of copper, manganese and mercury, alone and in combination at physiologically relevant levels: An ex vivo study. *Hum. Exp. Toxicol.*, 38(4): 419-433.
- Rooney, J.P. 2014. The retention time of inorganic mercury in the brain--a systematic review of the evidence. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 274(3): 425-35.
- Ruff, P., Donnianni, R.A., Glancy, E., Oh, J., Symington, L.S. 2016. RPA Stabilization of Single-Stranded DNA Is Critical for Break-Induced Replication. *Cell. Rep.*, 17(12): 3359-3368.
- Santovito, G., Piccinni, E., Boldrin, F., Irato, P. 2012. Comparative study on metal homeostasis and detoxification in two Antarctic teleosts. *Comp. Biochem. Physiol.*, 155: 580-586.
- Schmid, K., Sassen, A., Staudenmaier, R., Kroemer, S., Reichl, F.X., Harréus, U., Hagen, R., Kleinsasser, N. 2007. Mercuric dichloride induces DNA damage in human salivary gland tissue cells and lymphocytes. *Arch. Toxicol.*, 81: 759-767.
- Sevcikova, M., Modra, H., Blahova, J., Dobsikova, R., Kalina, J., Zitka, O., Kizek, R., Svobodova, Z. 2015. Factors affecting antioxidant response in fish from a long-term mercury-contaminated reservoir. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 69(4): 431-9. doi: 10.1007/s00244-015-0213-0.
- Simmons, S.O., Fan, C.Y., Yeoman, K., Wakefield, J., Ramabhadran, R. 2011. NRF2 Oxidative Stress Induced by Heavy Metals is Cell Type Dependent. *Curr. Chem. Genomics*, 5: 1-12. doi: 10.2174/1875397301105010001.
- Simon, O., Boudou, A. 2001. Direct and trophic contamination of the herbivorous carp *Ctenopharyngodon idella* by inorganic mercury and methylmercury. *Ecotoxicol Environ. Saf.*, 50(1): 48-59.
- Szunyogh, D., Gyurcsik, B., Larsen, F.H., Stachura, M., Thulstrup, P.W., Hemmingsen, L., Jancsy, A. 2015. Zn(II) and Hg(II) binding to a designed peptide that accommodates different coordination geometries. *Dalton Trans.*, 44(28): 12576-88.
- Takahashi, T., Fujimura, M., Koyama, M., Kanazawa, M., Usuki, F., Nishizawa, M., Shimohata, T. 2017. Methylmercury Causes Blood-Brain Barrier Damage in Rats via Upregulation of Vascular Endothelial Growth Factor Expression. *PLoS ONE* 12(1): e0170623.
- Taniguchi, J.B., Kondo, K., Fujita, K., Chen, X., Homma, H., Sudo, T., Mao, Y., Watase, K., Tanaka, T., Tagawa, K., Tamura, T., Muramatsu, S.I., Okazawa, H. 2016. 3RpA1

- ameliorates symptoms of mutant ataxin-1 knock-in mice and enhances DNA damage repair. *Hum Mol Genet.* 20:4432-4447.
- Tolomeo, K. 2016. Joint Commission on hospital accreditation. more on managing hazardous materials and waste. A further examination into EC.02.02.01. *Jt. Comm. Perspect.*, 36(1): 13-4.
- UNEP, Mercury - Time to Act, United Nations Environment Programme, 2013.
- Van der Oost, R., Beyer, J., Vermeulen, N. 2003. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, 13: 57-149.
- Vieira, L.R., Gravato, C., Soares, A.M., Morgado, F., Guilhermino, L. 2009. Acute effects of copper and mercury on the estuarine fish *Pomatoschistus microps*: linking biomarkers to behaviour. *Chemosphere*, 76(10): 1416-27. doi: 10.1016/j.
- Wang, W-X., Wong, R. S. K. 2003. Bioaccumulation kinetics and exposure pathways of inorganic mercury and methylmercury in a marine fish, the sweetlips *Plectorhinchus gibbosus*. *Marine Ecology Progress Series*, 261: 257-268.
- Wang, Y., Wang, D., Lin, L., Wang, M. 2015. Quantitative proteomic analysis reveals proteins involved in the neurotoxicity of marine medaka *Oryzias melastigma* chronically exposed to inorganic mercury. *Chemosphere*, 119: 1126-1133.
- Wold, M.S. 1997. Replication protein A: a heterotrimeric, single-stranded DNA-binding protein required for eukaryotic DNA metabolism. *Annu Rev Biochem.*, 66: 61-92.
- Zeng, L., Zheng, J.L., Wang, Y.H., Xu, M.Y., Zhu, A.Y., Wu, C.W. 2016. The role of Nrf2/Keap1 signaling in inorganic mercury induced oxidative stress in the liver of large yellow croaker *Pseudosciaena crocea*. *Ecotoxicol Environ Saf.*, 132: 345-52. doi: 10.1016/j.ecoenv.2016.05.002.
- Zheng, W., Aschner, M., Ghersi-Egea, J.F. 2003. Brain barrier systems: a new frontier in metal neurotoxicological research. *Toxicol Appl Pharmacol.*, 1; 192(1): 1-11.
- Zou, L., Elledge, S.J. 2003. Sensing DNA damage through ATRIP recognition of RPA-ssDNA complexes. *Science*, 6; 300(5625): 1542-8.

Araştırma Makalesi

Dilkanatanın (*Galium aparine* L.) Çimlenme Biyolojisi ve Bazı Herbisitlere Tepkisi*

Nurcan BÜYÜKKURT^{1*}, Ahmet ULUDAĞ²

¹Düzce Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Düzce, Türkiye

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Çanakkale, Türkiye

*Sorumlu yazar: nurcan.buyukkurt@yahoo.com

Geliş Tarihi: 18.06.2019 Düzeltme Geliş Tarihi: 30.06.2019 Kabul Tarihi: 14.07.2019

Özet

Çok sayıda türü olan *Galium* cinsinden dilkanatan (*Galium aparine*) birçok ülkede ve kültür bitkisinde yabancıot olarak önem arz etmektedir. Özellikle ülkemizde son yirmi yılda herbisitlere dayanıklılık vakalarının kaydedilmeye başlaması, bu rekabetçi yabancıotu daha fazla gündeme getirmektedir. Sakarya ilinde de çiftçiler herbisitlerin bu yabancıotu kontrol etmede yetersiz kalmaya başladığını bildirmektedirler. Bu bağlamda dilkanatanın çimlenme biyolojisini ve herbisitlere tepkisini belirlemek amacıyla bu çalışma yapılmıştır. Sakarya ilinden dayanıklılık şüphesiyle alınan tohumlarla yapılan çimlendirme denemesinde 20°C’de hiç çimlenme olmazken, 10°C’de %93,5 çimlenme kaydedilmiştir. Yavaş seyretmesine ve geç çimlenmeye başlamasına rağmen 4°C’de çimlenme 21nci günde %71,5’e ulaşmıştır ve bu değer 15°C’deki çimlenme oranının iki katından fazladır. Sakarya popülasyonu ile tarla dışından toplanan Düzce popülasyonu petri denemelerinde herbisit formülasyonlarına (tribenuron+tifensülfüron, mezosülfüron+iyodosülfüron+mefenpir, propoksikarbazon+mezosülfüron+mefenpir, klorsülfüron ve 2,4-D amin) karşı denenmiş ve Sakarya popülasyonunda özellikle düşük dozlarda daha fazla kök uzaması tespit edilmiştir, bu durum Sakarya popülasyonunda etki düşüklüğü şüphesini doğrulayan bir veridir. Mezosülfüron+iyodosülfüron+mefenpir ile saksıda yapılan dozatepki denemesi sonucunda Sakarya tarla popülasyonu, Düzce tarla dışı alan popülasyonuna göre ED₅₀ seviyesinde 1,36 kat ve ED₉₀ seviyesinde 2,53 kat daha dayanıklı bulunmuştur. Bu sonuç tam bir dayanıklılık olduğunu göstermese de herbisitlerin etkisindeki azalmanın bir ifadesidir. Çimlenme özellikleri ve herbisitlerin etkilerindeki azalma itibarıyla dilkanatanın daha fazla mesele olabileceği bu sebeple daha fazla ve ayrıntılı araştırmalara ihtiyaç olduğu kanaatine varılmıştır.

Anahtar kelimeler: 2,4-D amin, herbisitlere dayanıklılık, klorsülfüron, mezosülfüron+iyodo- sülfüron+mefenpir, propoksikarbazon+mezosülfüron+mefenpir, tribenuron+tifensülfüron.

Germination Biology of Catchweed Bedstraw (*Galium aparine* L.) and Its Response to Some Herbicides

Abstract

Catchweed bedstraw (*Galium aparine* L.) that is one of the many species which belong to genus *Galium* is among important weeds of many crops in many countries. It became more prominent especially in the last decade due to herbicide resistance cases as well as its competitive ability. Farmers from the Sakarya Province of Turkey have already complained about herbicides that has become inefficient in catchweed bedstraw control. The study on germination biology of catchweed bedstraw and its response to herbicides has been carried out under this context. There was no germination at 20°C while 93.5% was recorded at 10°C for the seeds of Sakarya population which was suspected herbicide resistant. Although it was started late and occurred slowly, the germination reached 71.5% at 4°C, which is more than twice of germination at 15°C at 21st day. Both populations from Sakarya and Düzce Provinces,

of which seeds of latter were collected from non-agricultural areas were undergone dose-response experiments in petri dishes for five different herbicide formulations namely; mesosulfuron+iodosulfuron, propoxycarbazone+mesosulfuron, chlorsulfuron, tribenuron+thifensulfuron and 2,4-D amine in petri dishes, which is resulted in less radicle elongation especially in lower rates of herbicides in Sakarya population as compared to Düzce population that implies loss of effectiveness of herbicides in Sakarya population. Sakarya population from wheat field was found 1.36 times more resistant at ED₅₀ and 2.53 times at ED₉₀ to mesosulfuron+iodosulfuron+ mefenpir as compared to Düzce population from non-agricultural areas in a pot experiment. The result was interpreted as loss in efficiency of herbicide although it shows a partial resistance. It is concluded that the problem of catchweed bedstraw could increase due to its germination features and loss of herbicide efficiencies, which requires more and detailed researches.

Key words: 2,4-D amine, chlorsulfuron, herbicide resistance, mesosulfuron+iodosulfuron+methyl, propoxycarbazone+mezosulfuron+methyl, tribenuron+thifensulfuron.

Giriş

Galium (Rubiaceae familyasından) 667 tür ile Rubiae oymağının en çok türe sahip cinsidir (Yang ve ark., 2018). Bu cinsin Türkiye’de de 111 türü (tür altı birimlerle beraber 139) bulunmaktadır (Ehrendorfer ve Schonbeck-Temesy, 1982; Davis ve ark., 1988; Özhatay, 2000; Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi, 2019). Bu türlerden dilkanatan (*Galium aparine* L.) birçok ülkede çok sayıda kültür bitkisinde mesele olarak rapor edilmiştir (Wilson ve Wright, 1990; Taylor, 1999; Bond ve ark., 2007; Milanova ve ark., 2007; Novak ve ark., 2009; Cirujeda ve ark., 2011; Saric ve ark., 2011; Leeson ve ark., 2012; Kolářová ve ark., 2014; Burton ve ark., 2017; Beckie ve ark., 2018; Deroo ve ark., 2018; CABI, 2019). Hatta beynelmil ticaret ile ülkeden ülkeye de taşınabilmesinin yanında (Shimono ve Konuma, 2007) organik tarımda da önemli yabancıotlar arasında yer aldığı ifade edilmiştir (Lundkvist ve Verwijst, 2011). Dilkanatan, tohumluk italyan çimi (*Lolium italicum* L. cv. *tetraflorum*) yetiştiriciliğinde verimi %30’dan daha fazla düşürmüştür (Vrbnicanin ve ark., 2012). Tahıl esaslı ekim sistemlerinde düşük yoğunluklarda bile önemli oranda verim ve kalite kayıplarına sebep olmakta ve hasadı geciktirmektedir (van der Weide, 1993; Ulber ve ark., 2010). Nitekim metrekarede 0,3-5 adet yoğunluklarda şeker pancarı, kışık buğday ve mısırdaki önemli miktarda verim kaybı olduğu bildirilmiştir (van der Weide, 1993). Buğdayda dilkanatan yoğunluğuna göre (18-72 bitki/m²) verim kaybı %4-32 arasında değişmiştir (Aziz ve ark., 2009). Başka bir çalışmada ise daha düşük yoğunluklarda (1-9 bitki/m²) da önemli kayıplar olduğu (%3,17-14,60) ve dilkanatan için ekonomik zarar eşiğinin herbisite (terbutrin+triasülfüron, tifensülfüron+tribenuron veya klorsülfüron) ve yıla (1994-1997) bağlı olarak 0,4-2,1 bitki/m² arasında değiştiği ve buğdayın bin dane ağırlığını da yani kaliteyi de etkilediği bildirilmiştir (Mennan, 1998). Son yıllarda Kanada’da kısmen

herbisitlere dayanıklılık sebebiyle olsa da henüz tam olarak bilinmeyen sebeplerle *Galium* türlerinden dilkanatan ve yalancı yoğurtotunun (*G. spurium*) artış gösterdiği belirtilmektedir (Deroo ve ark., 2018). Türkiye’de de 2,4-D kullanımından dolayı diğer türlerin kontrol edilmesi sonucu dilkanatanın baskın tür hâline geldiği bildirilmiştir (Mennan, 1998).

Türkiye’de *Galium* türlerinden dilkanatan ve boynuzlu yoğurtotunun (*G. tricornutum*) bütün bölgelerde ve birçok kültür bitkisinde hem tarlada hem hasat edilmiş üründe bulunduğu tespit edilmiştir (Uludağ, 1993; Uludağ ve Katkat, 1993; Zel, 1994; Sırma ve ark., 1997; Mennan ve Işık, 2003; Yıldırım ve Ekim, 2003; Üremiş, 2005; Üremiş ve ark., 2013; Gökalp ve Üremiş, 2015; Şin ve ark., 2016; Soylu ve ark. 2017; Arslan, 2018; Bozkurt ve Tursun, 2018). Bunun sebebi belki de bazı yerlerde dilkanatanın hem yaz hem kış popülasyonlarının bulunmasıdır (Mennan ve Ngouajio, 2006), bu popülasyonların çimlenme oranları da yıldan yıla değişiklik göstermektedir (van den Brand, 1984). Dilkanatanın en iyi %75 tarla kapasitesindeki nemde çimlendiği (Solak, 2007), dilkanatan, yalancı yoğurtotu ve boynuzlu yoğurtotunun en iyi çimlenme oranının kış popülasyonunda görüldüğü ve ilkbahar popülasyonunun yağış olmazsa çimlenmediği rapor edilmiştir (Royo-Esnal ve ark., 2010). Bu iki tür dışında yabancıot olarak Türkiye’de kaydedilen başka *Galium* türleri de vardır: *G. incanum*, *G. rotundifolium*, *G. samuelssonii*, *G. aucheri*, *G. floribundum* subsp. *floribundum*, *G. spurium* L. subsp. *spurium*, *G. verticillatum*, *G. verum* subsp. *glabrescens*, *G. verum* subsp. *verum* (Uluğ ve ark., 1993; Yıldırım ve Ekim, 2003).

Çok düşük yoğunluklarda bile verimi etkileyen ve son yıllarda daha fazla mesele olduğu ifade edilen dilkanatandan Sakarya ilinde de buğday üreticileri şikâyet etmektedir. Meselenin ne olduğunu anlayabilmek için dilkanatan mücadelesinin bu

aşamada ne durumda olduğunun bilmek ve biyolojisi üzerinde bilgi sahibi olmak icap etmektedir. Çimlenme ve erken gelişim biyolojisi bu bağlamda önem arz etmektedir. Çalışmalarda yöntemler arasındaki ve tohum kaynaklarındaki farklılıklar sonuçları da etkileyebilmektedir. Nitekim popülasyonlar arasındaki ve farklı ana bitkilerin ürettiği tohumlardaki farklılıklar çimlenme zamanı, sıcaklığı vb konuları etkilemiştir (Christal, 2000).

Dilkanatan mücadelesinde ALS enzimini etkileyen herbisitlerden sülfonilürelili herbisitler bilhassa buğday tarlalarında yoğun olarak kullanılmaktadır. Türkiye’de ruhsatlı olan ve etiketlerinde dilkanatan bulunan etkili maddeler şunlardır: 2,4-D etil heksilester, 2,4-D dimetil amonyum tuzu, aklonifen, amidosülfüron, aminopiridid, bentazon, bromoksinil oktanoat, desmedifam, dikamba, diklorprop, diflufenikan, etamsülfüron-metil, etofumesat, florasulam, flufenaset, fluroksipir, glifosat, glifosat asit, glifosat potasyum tuzu, glifosat amonyum tuzu, haloksifen-metil, imazamoks, iyodosülfüron-metil sodyum, karfentrazon etil, kloridazon, klorsülfüron, klomazon, klopuralid (dikloropikolinik asit), MCPA, mekoprop, metribuzin, metsülfüron-metil, mezosülfüron-metil, oksiflorfen, pendimetalin, fenmedifam, pikloram, piroksasülfon, pirokssulam, sülfosülfüron, tienkarbazon-metil, tifensülfüron-metil, triasülfüron, tribenuron-metil yer almaktadır (BKÜDB, 2019). Ancak bu etkili maddelerin bazıları, dilkanatana yeterli etkiyi tek başına gösteremese de karışımların içerisinde daha fazla sayıda türü daha etkili kontrol edebilmek amacıyla bulunmaktadır. Bazı etkili maddelerle beraber deklouintaset-asit, klokuintaset-meksil ve mafenpir-dietil gibi koruyucular (safener) da kullanılmıştır.

Ancak herbisitlerin kullanılmaya başlanması ile beraber, bazı herbisitlerin başta etkili oldukları bazı yabancıotlara karşı etkilerinde azalma olduğuna dair ilk yayınlar 1950’lerde başlamasına rağmen, ilk herbisitlere dayanıklı yabancıot vakası 1960’ların sonunda ortaya konulmuştur (Ryan, 1970; LeBaron, 1982) Herbisitlere dayanıklılık vakaları Türkiye’de de ilk tespit edilen yabancı yulafın herbisitlere dayanıklılık kazanmasından bu yana artış göstermektedir (Uludağ ve ark., 2007; Heap, 2019; İnci ve ark., 2019). Buğday tarlalarında önemli bir mesele haline gelen türler arasında dilkanatan, boynuzlu yoğurtotu ve yalancı yoğurtotu yer almaktadır ve bu üç türün değişik herbisitlere oluşturduğu dayanıklılık vakası sayısı ondur (Beckie ve ark., 2013; Heap, 2019). Güney Avustralya’da boynuzlu yoğurtotu imazamoks, imazapir, iyodosülfüron ve pirokssulam etkili

maddelerine çapraz dayanıklılık oluşturmuştur. Kanada’da yalancı yoğurtotu imazethapir, metsülfüron, kuinklorak, sülfometuron, tifensülfüron, triasülfüron ve tribenurona çoklu dayanıklılık geliştirmiştir. Dilkanatanın da herbisitlere hem çoklu dayanıklı hem de çapraz dayanıklı popülasyonları bildirilmiştir. Türkiye’de de dilkanatanın herbisitlere karşı oluşturduğu dayanıklılık konusunda çalışmalar yapılmıştır. İç Anadolu ve Karadeniz Bölgelerinden toplanan 1359 popülasyonla yapılan çalışmada piroksisulam+klokuintaset ve dikamba+triasülfüron’da etki kaybı, tribenurona dayanıklı popülasyonlar (0,5-8,8 kat arasında dayanıklı 17 popülasyon) başta olmak üzere 23 dayanıklı popülasyon tespit edildiği bunların bazılarında çapraz bazılarında da çoklu dayanıklılık olduğu fakat etki yerinde bir mutasyon olmadığı bildirilmiştir (Kaya Altop ve ark., 2017).

Dünya çapında yaklaşık 220 milyon hektar alanda buğday yetiştiriciliği yapılmaktadır (Uludağ, 2017). Türkler için buğday temel gıda maddesi olarak asırlardır önem arz etmektedir. Sakarya ili buğday yetiştiriciliğinin yapıldığı önemli merkezlerden biri olup, buğdayda kullanılan herbisitlerin etkinliğinin azaldığına dair şikayetler giderek artmaktadır. Bu sorulara cevap bulabilmek amacıyla dilkanatanın çimlenme biyolojisi ve bazı herbisitlere tepkisi üzerinde çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Dayanıklılık şüphesi olan biyotipe ait tohumlar Sakarya Tarım Araştırma Enstitüsü tarlalarından 2016 yılında hasat edilen buğday ürününün selektörden geçirilmesi sırasında selektör artıklarından elde edilmiştir (Sakarya popülasyonu). Şahit popülasyonun tohumları Düzce ilinden herbisit uygulanmamış tarım dışı alandan 2017 yılı Haziran ayında toplanmıştır (Düzce popülasyonu). Denemelerde Çizelge 1’de özellikleri verilen herbisitler kullanılmıştır.

Dilkanatanın çimlenme sıcaklıklarının belirlenmesi

Sakarya popülasyonunun tohumları ile yürütülen çimlendirme denemeleri, her petri bir tekerrür olacak şekilde dört tekerrürlü olarak 4°C ve 10°C için 17 Ocak 2017 tarihinde, 15°C ve 20°C için 15 Mayıs 2017 tarihinde; ikinci tekrarları ise, sırasıyla 21 Ocak 2017 ve 19 Mayıs 2017 tarihinde başlatılmıştır. Tabanına iki kat filtre kağıdı yerleştirilmiş 9 cm çaplı petrilere 25 adet tohum konulmuş ve 5 ml su verilerek inkubatorlere (4°C için laboratuvar buzdolabı) yerleştirilmiştir. İstenilen sıcaklıklara ayarlanmış inkubatorlerde denemeler, tesadüf blokları deneme deseninde bloklaşma faktörü tekerrürün kuruluş günü

olacak şekilde zaman içinde bloklandırılarak kurulmuştur. Petri içerisinde yer alan tohumların nemli kalmasını sağlamak amacıyla sayım yapılırken gerekenlere saf su ilave edilmiştir. Çimlenen tohumlar

dördüncü günden itibaren her gün sayılarak ortamdaki uzaklaştırılmış ve her bloktaki sayımlar 21nci günde sona erdirilmiştir.

Çizelge 1. Tarla ve laboratuvar denemelerinde kullanılan herbisitler

Etkili madde	Tavsiye dozu (prep.)	Ticari adı	Firması
Iyodosülfüron-metil-sodyum+mezosülfüron-metil+mefenpir-dietil	250 g ha ⁻¹	Atlantis WG	Bayer
Propoksikarbazon-sodyum+ mezosülfüron-metil+mefenpir-dietil	250 g ha ⁻¹	Attribute Super WG	Bayer
Klorsülfüron	7,5 g ha ⁻¹	Glean 75 DF	Dupont
2,4-D dimethyl amin tuzu	2000 ml ha ⁻¹	Di-Amin 500 SL	Safa Tarım
Tribenuron-metil+tifensülfüron-metil	20 g ha ⁻¹	Harmony Platinum	Dupont

Farklı herbisitlerin iki farklı dilkanatan populasyonuna etkisi

Bu amaçla biri petrielerde beş farklı herbisit ile diğeri saksıda bir herbisit ile iki populasyonu karşılaştırmak amacıyla iki farklı deneme kurulmuştur. Petri denemeleri herbisitlere karşı oluşan dayanıklılığın hızla belirlenmesinde kullanılan yöntemlerdendir (Uludag ve ark., 2005; Uludag ve ark., 2006; Tursun, 2012). Dozatepki denemeleri ise ayrıntılı sonuçlar elde edebilmek için yürütülen denemelerdir (Seefeldt ve ark.,1995).

İlk deneme olan petri denemesi, her petri bir tekerrür olacak şekilde dört tekerrürlü ve iki tekrarlı olarak 23 Ekim 2017 ve 24 Mart 2018 tarihlerinde sıcaklığı 10°C olarak ayarlanmış bir inkübatörde kurulmuştur. Petrilere iki kat filtre kâğıdı üzerine 25'er tohum yerleştirilmiştir. Çalışmada daha önceki dayanıklılık ve mücadele çalışmalarında kullanılmış herbisitlerin incelenmesi sonucu seçilen beş herbisit formülasyonu kullanılmıştır (Çizelge 1). Herbisitler uygulama dozunun 1/2, 1, 2 ve 4 katı dozlarında olacak şekilde petri içerisine 5 ml mahlül olarak uygulanmıştır. Şahitte sadece saf su kullanılmıştır. Çalışmanın 30uncu gününde her petrideki çimlenen tohum sayısı kaydedilmiş ve bunların kök uzunlukları ölçülmüştür. Toplam kök uzunluğu petrideki toplam tohum sayısına bölünerek herbisitlerin kök uzunluğuna etkisi hesaplanmıştır. Veriler varyans analizine tabi tutulmuştur.

Her iki popülasyonla sadece iyodosülfüron+mezosülfüron+mefenpir kullanılarak ikinci bir deneme yürütülmüştür. Tohumdan üretilen fideler her saksıya bir bitki olacak şekilde 9 cm çaplı saksılara şaşırtılarak gündüz 15°C, %65 nem; gece 12°C, %60 neme ayarlanmış iklim dolabına alınmıştır. Saksıların doldurulması için kullanılan harç 1:1:1 oranında; torf, toprak ve perlit karışımı yapılarak elde edilmiştir. Deneme tesadüf blokları deneme desenine

göre (bitki gelişmesine göre bloklanmış) kurulup, dört tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Saksılar ilaçlamadan sonra 20±2°C' sıcaklığa ve %75 nisbi neme ayarlanmış iklim dolabına konmuştur. Herbisit uygulama dozunun 0, 1/2, 1, 2 ve 4 katı dozlarda 3 Atm sabit basınçla yelpaze hüzmeli meme (teejet XR10002) kullanılarak Honda WRJ2225 pülverizatör ile bitkiler 2-6 yapraklı dönemdeyken uygulanmıştır. Uygulamadan sonraki 14üncü gün sonunda toprak seviyesinden kesilerek hasat edilen bitkiler kağıt torbalara konularak etüvde 65°C'de 48 saat kurutularak ve kuru biyokütle ağırlıkları dozatepki çalışmalarına esas olacak verileri oluşturmuştur. Verilere R istatistik programında regresyon analizi uygulanmıştır. Veriler üç sabitli log-logistik denkleme uymuştur:

$$Y=(d/(1+EXP(b*(LOG(D)-LOG(e))))))$$

Burada: D uygulanan herbisit miktarını, d, b ve e sabit değerleri ifade etmektedir (Seefeldt ve ark., 1995). Daha sonra bitkilerde %50 azalmaya sebep olan doz hesaplanarak dayanıklılık indeksi elde edilmiştir.

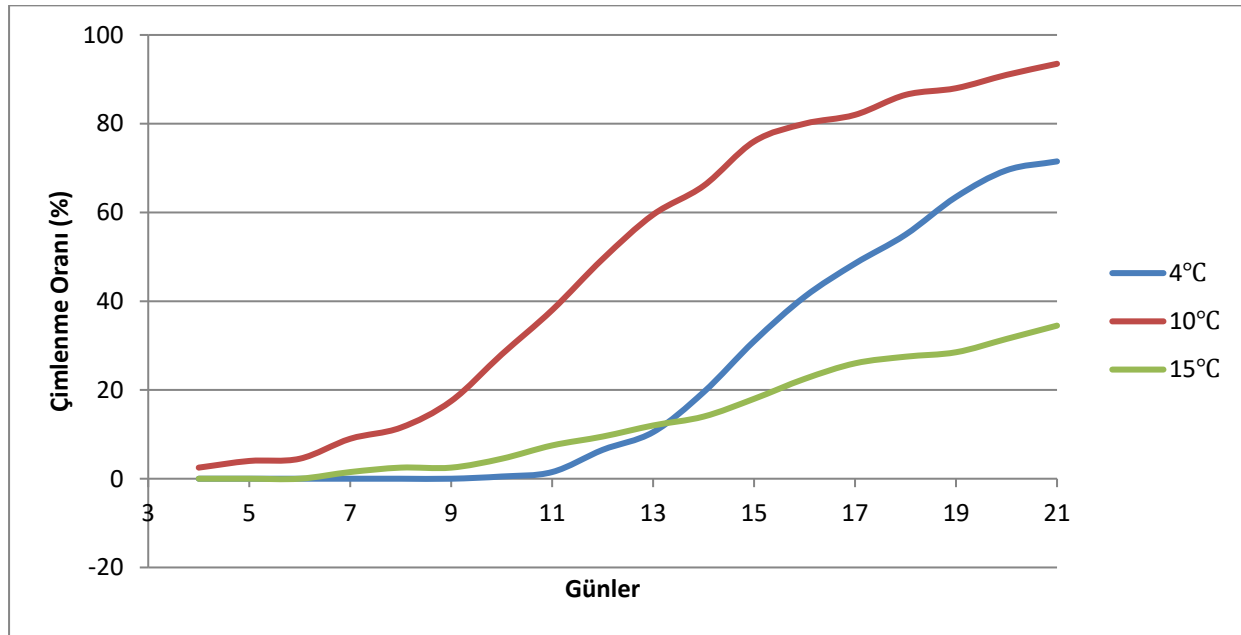
Bulgular ve Tartışma

Dilkanatanın çimlenme sıcaklığının belirlenmesi

Dilkanatanın çimlenme özelliklerini belirlemek amacıyla dört farklı sıcaklıkta yapılan denemede 20°C'de herhangi bir çimlenme olmamıştır. En yüksek çimlenme %93,5 ile 10°C'de elde edilmiştir, bunu %71,5 ile 4°C ve 34,5 ile 15°C tâkip etmiştir (Şekil 1). Nitekim, dilkanatanın 1-25°C arasında, sabit sıcaklıklar da dâhil, çimlenebilmesine rağmen, genç tohumlarının 2-10°C, yaşlı tohumlarının 10-20°C aralığında daha fazla çimlendiği belirtilmiştir (van den Brand, 1984). Bu çalışmada düşük sıcaklık denemeleri (4-10°C) altı aylık, yüksek sıcaklık denemeleri (15-20°C) 11 aylık tohumlarla yapılmış olmasına rağmen, daha yüksek çimlenme oranları düşük sıcaklıklarda

belirlenmiştir. Yani bir yaşa kadar tohumların genç tohum addedilmesi gerektiği (üst sınırı bu bulgularla söylenemez) tarafımızdan ortaya konulmuştur. Tam aksine başka çalışmada ise çimlenme dizgesi daha geniş bir aralıkta, 5-30°C arası olarak bildirilmiş ve en uygun (optimum) çimlenme sıcaklığı 10°C olarak belirlenmiştir (Christal, 2000). Konya'da yapılan bir çalışmada ise en düşük çimlenme aralığı 0-2°C ve en yüksek çimlenme aralığı 25-30°C (30°C'de çimlenme olmamıştır) ve en uygun çimlenme aralığı da 5-25°C olarak bildirilmiştir (Solak, 2007). Samsun'da yapılan bir çalışmada dilkanatanın dört aylık tohumları hiç çimlenmezken, altı aylık tohumları 5°C'nin altında ve 25°C'nin üzerinde çimlenememiş, 12 aylık tohumlar

2°C'de, altı aylık tohumlar en yüksek oranda 15°C'de (%29) ve 12 aylık tohumlar 10°C'de (%68,5) çimlenmiştir (Mennan, 1998). Boynuzlu yoğurtotu en iyi çimlenmiş ancak çeşitli uygulamalara rağmen çimlenme oranı %50'yi geçmemiştir ve 20°C'de çok düşük çimlenme olmuştur (Uludağ ve Özer, 1999). Boynuzlu yoğurtotu ile yapılan başka bir çalışmada bir, altı ve 12 aylık tohumlarda neredeyse hiç çimlenme olmamıştır; ancak sülfürik asit ve giberalik asit kullanılarak dormansi kırıldıktan sonra 10°C'de çimlenme oranı % 60'ı geçmesine rağmen, 20°C'de hemen hemen hiç çimlenme olmamıştır (Taştan ve ark., 1993).



Şekil 1. Farklı sıcaklıkların dilkanatanın çimlenmesine etkisi.

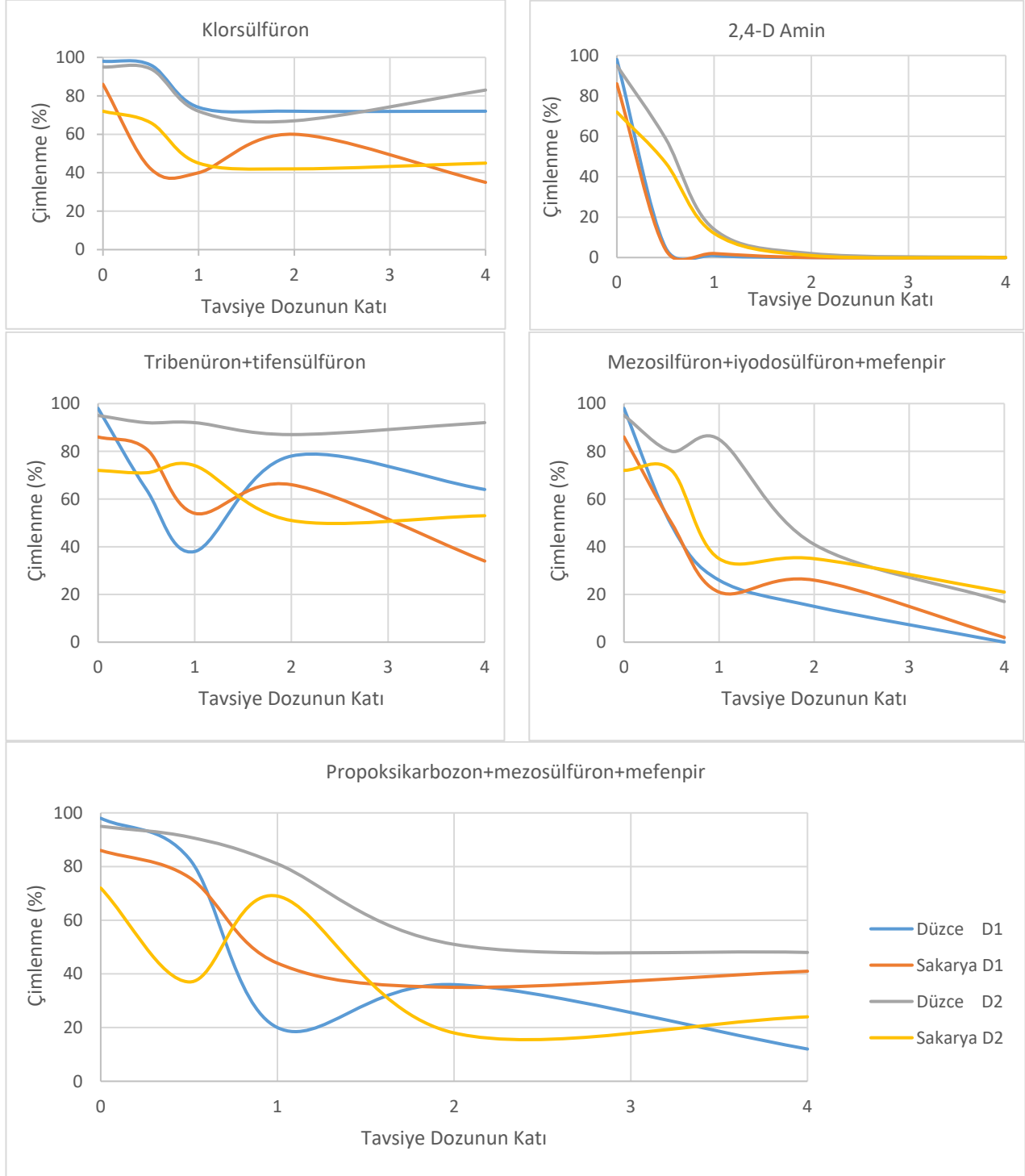
Çimlenme 10°C'de, dördüncü günde, 15°C'de yedinci ve 4°C'de ise 11nci günde başlamıştır. En yüksek çimlenme oranının gerçekleştiği 10°C'de çimlenme hızı da en yüksek bulunmuştur. Çimlenme oranının aksine, çimlenme hızı 15°C'de 4°C'ye göre daha yüksek olmuştur. Başka bir çalışmada çimlenme 15 ve 20°C'de yedinci günde, 2 ve 5°C'de 21nci günde başlamıştır (Mennan, 1998). Tohumların tamamen çimlenmemesinin de durgunluktan (dormansi) kaynaklandığı belirtilmiştir (Taştan ve ark., 1993; van der Weide, 1993; Mennan, 1998; Christal, 2000; Bond ve ark., 2007). Birincil durgunluğu üç ayda kırılan dilkanatan, kışın düşük sıcaklıklardan dolayı mecburî durgunluğa ve yüksek sıcaklıklarda teşvik edilmiş durgunluğa girmekte ve mecburî durgunluğu yine yüksek sıcaklıklar tarafından kırılmaktadır (van der

Weide, 1993). Arazide yapılan çalışmalarda ise birincil durgunluğun sonbaharda sona erdiğini, teşvik edilmiş durgunluğun ise erken yazda başladığını, ancak teşvik edilmiş durgunluğa rağmen dar bir sıcaklık aralığında çok az çimlenmenin gerçekleşebildiği ortaya konulmuştur (Christal, 2000). Dilkanatan topraktaki tohum rezervindeki geçici türlerdendir, popülasyonu yıllık olarak %80 civarında azalmaktadır (Barralis ve ark., 1988; Christoffoleti ve Caetano, 1998).

Dilkanatanın, hatta aynı cinsten olan boynuzlu yoğurtotunun farklı popülasyonlarının çimlenme ve çıkışı özelliklerinde durgunluk (dormansi) gibi birçok unsurun rol oynadığı ve çok kesin sonuçlara da ulaşmanın mümkün olmadığı daha önceki çalışmalarda ifade edilmiştir (van den Brand, 1984; Uludağ ve Özer, 1999). Ancak, üzerinde çalışılan

populasyon itibari ile dilkanatanın en uygun çimlenme sıcaklığının çimlenme oranı ve çimlenme hızı açısından 10°C civarında olduğu ve daha düşük sıcaklıklarda çimlenme hızı düşük olsa da çimlenmenin kış sonrası

hemen başlayacağı ve rekabetin de buna bağlı olarak daha erken başlayabileceği kanısına varılmıştır.

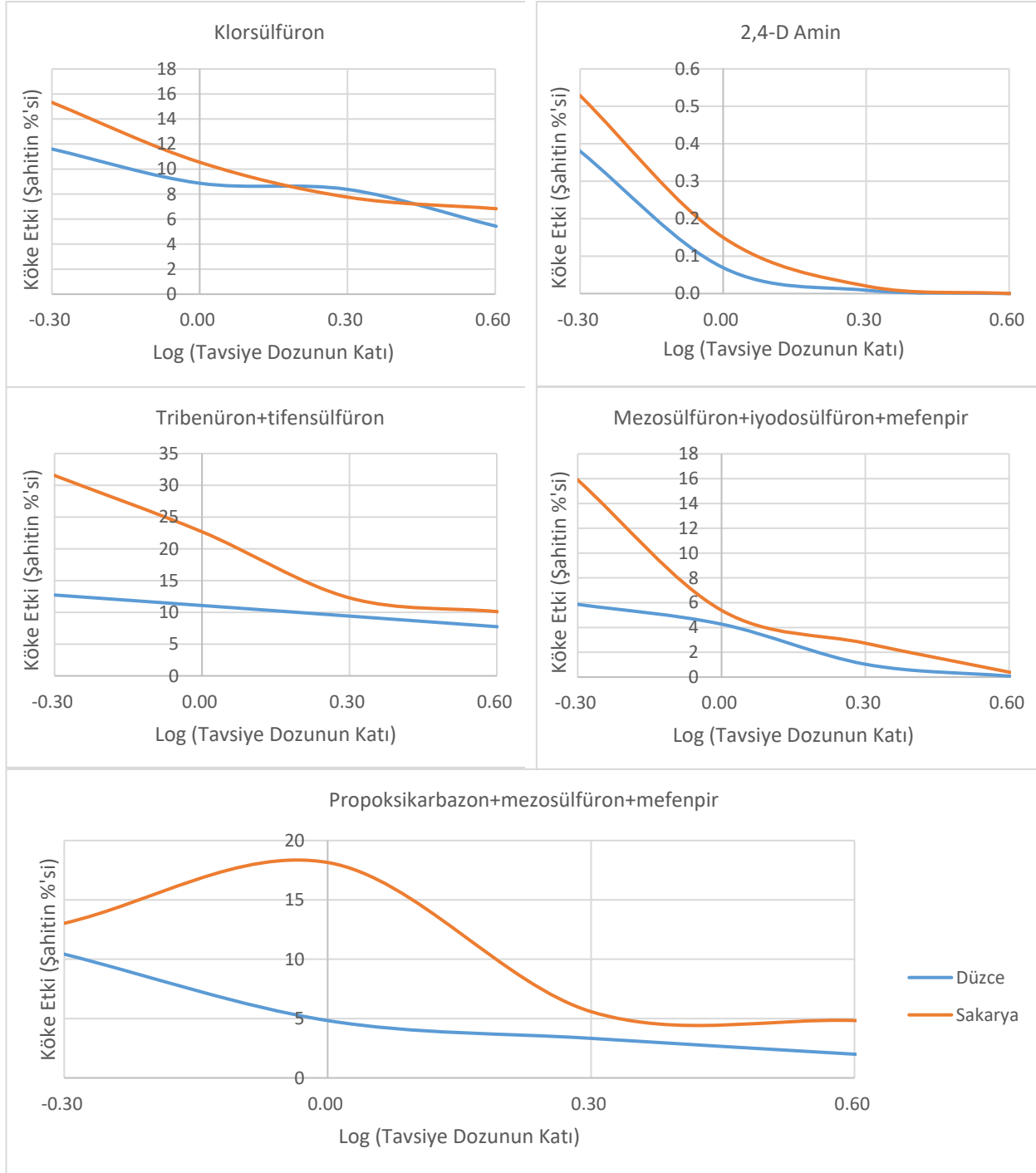


Şekil 2. Herbisitlerin dilkanatanın iki farklı populasyonunun çimlenmesine etkisi (D: deneme).

Farklı herbisitlerin iki farklı dilkanatan popülasyonuna etkisi

Herbisit uygulamalarının Düzce popülasyonu ve muhtemel dayanıklı Sakarya Popülasyonuna etkilerini belirlemek amacıyla yapılan petri denemesinde ilâsız şahitte ilk denemede, sırasıyla

%98 ve %86, ikinci denemede %95 ve %72 oranında çimlenme elde edilmiştir. Uygulamalarda elde edilen çimlenme değerleri her iki deneme için ayrı ayrı verilmiştir (Şekil 2).



Şekil 3. Herbisitlerin dilkanatanın iki farklı popülasyonunun kökçük uzunluğuna etkisi

Bütün herbisitlerin yüksek dozlarında her iki populasyonun da çimlenme oranı düşmüştür. Bilhassa 2,4-D aminin iki ve dört kat dozlarında ve mezosülfüron+iyodosülfüron karışımının dört kat dozunda hemen hemen hiç çimlenme olmamıştır. Aksine diğer üç herbisitte artan dozlarla birlikte düşme olmasına rağmen çimlenme oranı bu nispete düşmemiştir. Bu deneme bu herbisitlerin etki mekanizmasına yönelik olmadığı için bu yönleriyle tartışılmamıştır. Ancak bütün herbisitler genel olarak Sakarya populasyonunun çimlenmesini daha fazla azaltmıştır. Bu durum herbisitlere dayanıklılıkla ilgili olmayıp populasyonların toplandıkları yerler ve şartlarla ilişkili olabilir. Nitekim, daha önce de belirtildiği gibi çimlenme üzerinde ana bitkiden, yetiştirme alanından ve coğrafyasından kaynaklanan farklılıkların olması normal bir durumdur.

Herbisitlerin hepsi uygulamaz şahite göre kök uzunluklarını çok belirgin bir şekilde azaltmıştır (Şekil 3). Ancak 2,4-D'nin düşük dozunda daha az bir etki görülmüştür. Bütün herbisitler her iki populasyonun kök uzunluğunu doz arttıkça daha fazla etkilemiştir. Sakarya populasyonunun kök uzunlukları Düzce populasyonuna göre daha az etkilenmiştir. Hem ALS hem de oksin grubu herbisitlerde bitkilerin köklerinde

de zarar belirtileri görülmektedir. Burada muhtemel dayanıklı Sakarya populasyonunun daha az etkilenmesi herbisitlerin daha az etkili olmasından kaynaklanmış olabilir. ALS grubu herbisitlerden tribenuron+tifensülfürona ve klorsülfürona dayanıklı dilkanatan populasyonları Türkiye'de daha önce tespit edilmiştir (Kaya Altop ve ark., 2017; Heap, 2019). İran'da 2,4-D dahil oksin grubu herbisitlere, Çin'de de diğer oksin grubu herbisitlere dayanıklı dilkanatan kayıtları mevcuttur (Heap, 2019). Türkiye'de 2,4-D başka etkili maddelerle karışım olarak ruhsatlıdır, ancak 2,4-D dilkanatanı tek başına yeterince kontrol edememektedir (Mennan, 1998; Yavuz, 2013; BKÜDB, 2019). İran'la ilgili dayanıklılık vakasını da bu bilgiler bağlamında değerlendirmek gerekmektedir. Bu çalışmada ele alınan diğer bütün etkili maddeler ALS grubu herbisitlerdir ve bunlarla ilgili dilkanatana karşı etki azalması ve dayanıklılık vakaları bilinmektedir.

Mezosülfüron+iyodosülfüron karışımının farklı dozlarının dilkanatanın iki farklı populasyonunun kuru ağırlıklarına etkisi Çizelge 2'de verilmiştir. Veriler üç sabitli log-logistic modele uyum sağlamıştır ve hesaplanan sabit değerler her iki populasyon için de istatistik açıdan manidar bulunmuştur.

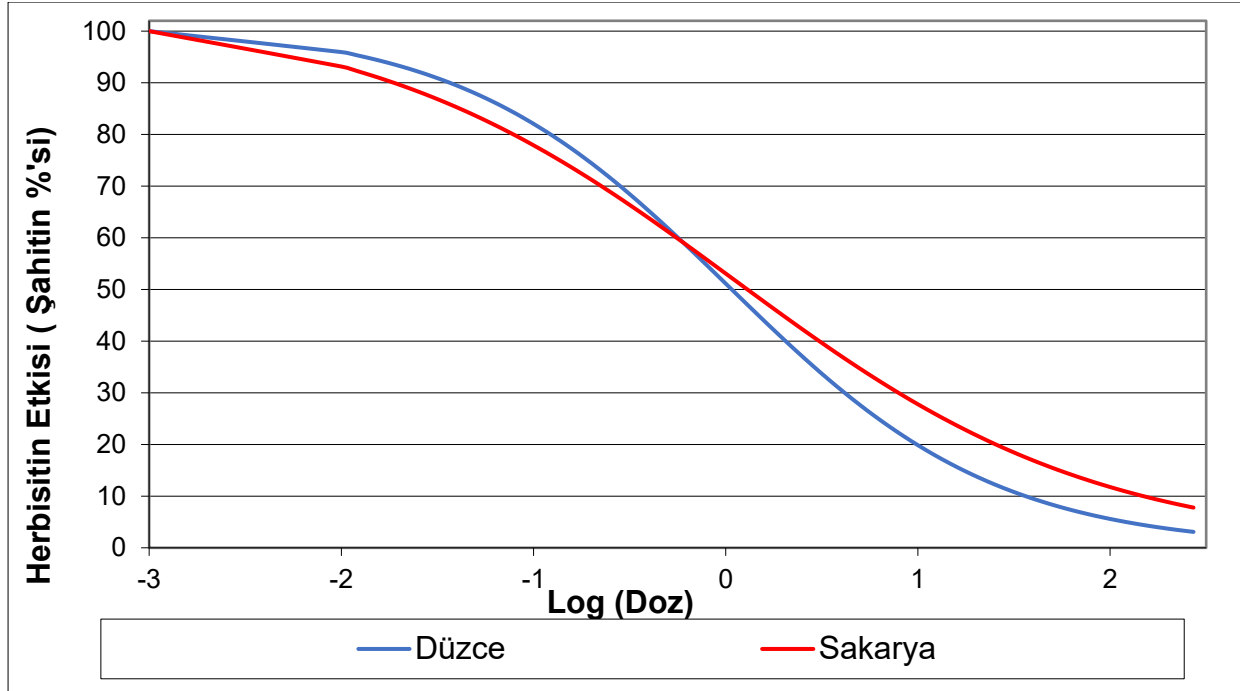
Çizelge 2. Dilkanatanın iki farklı populasyonun regresyon analizi sonuçları

Sabitler	Düzce populasyonu			Sakarya populasyonu		
	Hesaplanan değer	Standart hata	P değeri	Hesaplanan değer	Standart hata	P değeri
b	1.4290963	0.2874887	1.16e-04***	1.018379	0.356420	0.010906*
d	0.1233151	0.0078866	1.60e-11***	0.115709	0.012224	3.44e-08***
e	1.0284965	0.1620548	7.30e-06***	1.398476	0.470835	0.008583**

Elde edilen verilere göre log logistic eğrileri Şekil 4'te verilmiştir. Hesaplanan ED₅₀ değeri Düzce populasyonu için 1.02850±0.16205 ve Sakarya populasyonu için 1.39848±0.47084 bulunmuştur. ED₉₀ değerleri ise 4.78550±1.42262 (Düzce) ve 12.09695±8.89988 (Sakarya) olarak hesaplanmıştır. Dayanıklılık indeksi ED₅₀'ye göre 1,36 kat, ED₉₀'a göre 2.53 olarak belirlenmiştir. Bu bulgu bize tam bir dayanıklılık oluştuğunu göstermese de bir etki kaybının oluştuğu aşikârdır. Türkiye'de yapılan bir çalışmada mezosülfüron+iyodosülfüron+mefenpir, tribenuron+tifensülfüron, dicamba+triasülfüron ve klorsülfüron dilkanatanı yeteri kadar kontrol edememiştir (Mennan ve ark., 2011). Diğer bir çalışmada ise 23 dilkanatan populasyonunda herbisitlere dayanıklılık 278'inde ise dayanıklılık şüphesi tespit edilmiştir (Kaya Altop ve ark., 2017). Dayanıklı populasyonlardan 16 tanesi mezosülfüron+iyodosülfüron karışımına dayanıklılık

göstermiştir ve diğer bazı ALS herbisitlere de çapraz dayanıklılık göstermiştir.

Bu çalışma ile dilkanatanın en uygun çimlenme sıcaklığının 10°C civarında olmasından ve daha düşük sıcaklıklarda çimlenme hızı düşük olsa da kış sonrası hemen çimleneceğinden dolayı rekabetin de buna bağlı olarak daha erken başlayabileceği kanısına varılmıştır. Ayrıca, denenen herbisitlerde tarla populasyonunun boş alan populasyonuna göre herbisitlerden daha az etkilenmesi ve mezosülfüron+iyodo- sülfüron+mefenpir herbisitinde tarla populasyonunda boş alan populasyonuna nispeten etki düşüklüğü görülmesi dilkanatanın daha önemli hâle gelebileceğini ve üzerinde daha ayrıntılı ve fazla araştırma ihtiyacı olduğunu göstermiştir.



Şekil 4. Dilkanatanın iki farklı popülasyonunun Mezosülfüron+iyodosülfüron+mefenpir uygulanmasına dozatepki eğrisi.

Teşekkür

Denemelerin yürütülmesi esnasındaki yardımlarından dolayı Dr. Z. Filiz Arslan, Dr. Khawar Jabran ve Ziraat Yüksek Mühendisi Şadiye Zambak'a, makalenin yazılmasındaki kritik desteklerinden dolayı Dr. A. Tansel Serim ve Ziraat Yüksek Mühendisi Deniz İnci'ye teşekkür ederiz.

*Bu makale Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yürütülen yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

Kaynaklar

- Arslan, Z.F. 2018. Decrease in biodiversity in wheat fields due to changing agricultural practices in five decades. *Biodiversity and Conservation*, 27: 3267-3286.
- Aziz, A., Tanveer, A., Ali, A., Yaseen, M. 2009. Density dependent interactions between cleavers (*Galium aparine*) and wheat (*Triticum aestivum*) planted at different times. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 46(4): 258-265.
- Barralis, G., Chadoeuf, R.E.T., Lonchamp, J.P. 1988. Longevité des semences de mauvaises herbes annuelles dans un sol cultivé. *Weed Research*, 28: 407-418.

- Beckie, H.J., Lozinski, C., Shirriff, S., Clark, A.B. 2013. Herbicide-Resistant Weeds in the Canadian Prairies: 2007 to 2011. *Weed Technology*, 27(1): 171-183.
- Beckie, H.J., Shirriff, S.W., Leeson, J.Y. 2018. *Manitoba Weed Survey of Herbicide Resistant Weeds in 2016*. Agriculture and Agri-Food Canada, Saskatoon Research & Development Centre, Saskatoon, Saskatchewan, Canada 39 s.
- BKÜDB, 2019. Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı. *T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü*, <https://bku.tarim.gov.tr> (Erişim tarihi: 01.06.2019).
- Bond, W., Davies, G., Turner, R. 2007. The biology and non-chemical control of Cleavers (*Galium aparine* L.). *Henry Doubleday Research Association*, Ryton Organic Gardens, Coventry, UK, <https://www.gardenorganic.org.uk/sites/www.gardenorganic.org.uk/files/organic-weeds/galium%20aparine.pdf>, (Erişim tarihi: 29.06.2019).
- Bozkurt, M., Tursun, N. 2018. Muş ilinde buğday ürününe karışan yabancı ot tohumları. *Turkish Journal of Weed Science*, 21(2): 1-15.
- Burton, N.R., Beckie, H.J., Willenborg, C.J., Shirtliffe, S.J., Schoenau, J.J., Johnson, E.N. 2017. Seed shatter of six economically important weed

- species in producer fields in Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*, 97(2): 266-276.
- CABI, 2019. Datasheet *Galium aparine* (cleavers). Invasive Species Compendium, <https://www.cabi.org/isc/datasheet/24772>, (Erişim tarihi: 06.03.2019).
- Christal, A. 2000. Intraspecific variation in seed dormancy and germination among populations of *Stellaria media* and *Galium aparine*. Doktora Tezi, University of Edinburgh, 358 p.
- Christoffoleti, P.J., Caetano, R.S.X. 1998. Soil seed banks. *Scientia Agricola*, 55: 74-78.
- Cirujeda, A., Aibar, J., Zaragoza, C. 2011. Remarkable changes of weed species in Spanish cereal fields from 1976 to 2007. *Agronomy for Sustainable Development*, 31: 675-688.
- Davis, P.H., Mill, R.R., Tan, K. 1988. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Edinburgh University Press Vol: 10. Edinburgh, 590 p.
- Deroo, A.C., Eckstein, P., Benaragama, D., Beattie, A.D., Willenborg, C.J. 2018. Evaluation of *Galium* species and populations using morphological characters and molecular markers. *Weed Research*, 59(1): 28-38.
- Ehrendorfer, F., Schonbeck-Temesy, E. 1982. *Galium* L. "Alınmıştır: *The Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Volume 7*. (ed) Davis, P.H., University of Edinburgh, Edinburgh, UK, 767-849 pp.
- Gökalp, Ö., Üremiş, İ. 2015. Mardin buğday ekim alanlarında bulunan yabancı ot türlerinin, yaygınlıklarının ve yoğunluklarının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1): 13-22.
- Heap, I. 2019. *International Survey of Herbicide Resistant Weeds*. <http://www.weedscience.org>, (Erişim tarihi: 12.04.2019).
- İnci, D., Galvin, L., Al-Khatib, K., Uludağ, A. 2019. Sumatran fleabane (*Conyza sumatrensis*) Resistance to glyphosate in peach orchards in Turkey. *HortScience*, 54(5): 873-879.
- Kaya Altop, E.K., Mennan, H., Işık, D., Haghnama, K. 2017. Resistance to acetolactate synthase (ALS) inhibitors herbicides of *Galium aparine* L. (Catchweed bedstraw). *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(3): 91-99.
- Kolářová, M., Tyšer, L., Soukup, J. 2014. Weed vegetation of arable land in the Czech Republic: environmental a management factors determining weed species composition. *Biologia*, 69(4): 443-448.
- LeBaron, H.M. 1982. Introduction. "Alınmıştır: *Herbicide Resistance in Plants*. (ed) LeBaron, H.M. and Gressel, J., John Wiley and Sons, 1-8.
- Leeson, J.Y., Neeser, C., Kimmel, N., Vadnais, M. 2012. Alberta Weed Survey of Dryland Crops in 2010. Agriculture and Agri-Food Canada, Saskatoon Research Center, Saskatoon, Saskatchewan, 375 p.
- Lundkvist, A., Verwijst, T. 2011. Weed Biology and Weed Management in Organic Farming. "Alınmıştır: *Research in Organic Farming*. (ed) Nokkoul, R., ISBN: 978-953-307-381-1, InTech, 157-186 pp, <http://www.intechopen.com/books/research-in-organic-farming/weed-biology-and-weed-management-inorganic-farming>.
- Mennan, H. 1998. Samsun İli Buğday Ekim Alanlarında Önemli Zararlara Neden Olan Kokarot (*Bifora radians* Bieb.) ve Yapışkanotu (*Galium aparine* L.)'nun Ekonomik Zarar Eşiklerinin ve Bazı Biyolojik Özelliklerinin Araştırılması. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, 137 s.
- Mennan, H., Işık, D. 2003. Invasive weed species in onion production systems during the last 25 years in Amasya, Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, 35(2): 155-160.
- Mennan, H., Ngouajio, M. 2006. Seasonal cycles in germination and seedling emergence of summer and winter populations of catchweed bedstraw (*Galium aparine*) and wild mustard (*Brassica kaber*). *Weed Science*, 54: 114-120.
- Mennan, H., Streibig, J.C., Ngouajio, M., Cankaya, S. 2011. Response of two catchweed bedstraw (*Galium aparine*) populations to post-emergence herbicides in winter wheat. *International Journal of Pest Management*, 57(4): 347-356.
- Milanova, S., Baeva, G., Nakova, R., Maneva, S., Chavdarov, L., Stoimenova, G., Velichkova, T. 2007. Some changes and trends in the weed communities in last years in Sofia region. 9th Symposium on Flora of Southeastern Serbia and Neighbouring Regions, 1-3 September, Serbia, 55-61 pp.
- Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi, 2019. *Galium* (Hızlı arama). *Türkiye Bitkileri Listesi*, <https://www.bizimbitkiler.org.tr/>, (Erişim tarihi: 27.06.2019).

- Novak, R., Dancza, I., Szentey, L., Karaman, J. 2009. *Arable Weeds of Hungary*. The fifth National Weed Survey (2007-2008). Ministry of Agriculture and Rural development, Budapest, Hungary.
- Özhatay, N. 2000. *Galium* L. "Alınmıştır: *The Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Volume 11 (Suppl.)*. (ed) Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. and, Baser, K.H.C., University of Edinburgh, Edinburgh, UK, 218-219 pp.
- Royo-Esnal, A., Torra, J., Conesa, J.A., Recasens, J. 2010. Characterisation of emergence of autumn and spring cohorts of *Galium* spp. in winter cereals. *Weed Research*, 50: 572-585.
- Ryan, G.F. 1970. Resistance of common groundsel to simazine and atrazine. *Weed Science*, 18: 614-616.
- Saric, T., Ostojic, Z., Stefanovic, L., Milanova, S.D., Kazinczi, G., Tyser, L. 2011. The changes of the composition of weed flora in Southeastern and Central Europe as affected by cropping practices. *Herbologia*, 12(1): 5-27.
- Seefeldt, S.S., Jensen, J.E., Fuerst, E.P. 1995. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. *Weed Technology*, 9: 218-227.
- Shimono, Y., Konuma, A. 2007. Effects of human-mediated processes on weed species composition in internationally traded grain commodities. *Weed Research*, 48(1): 10-18.
- Sırma, M., Kadioğlu, İ., Güncan, A. 1997. Tokat ve yöresinde tohumluk buğdayda selektörden önce ve sonra ürüne karışan yabancı ot tohumlarının ve yoğunluklarının belirlenmesi. Türkiye II. Herboloji Kongresi, İzmir, s. 1-4.
- Solak, H. 2007. Konya Yöresinde Yaygın Bazı Yabancı Ot Tohumlarının Çimlenme Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, 124 s.
- Soylu, S., Sertkaya, E., Üremiş, İ., Bozkurt, İ.A., Kurt, Ş. 2017. Hatay ili marul (*Lactuca sativa* L.) ekim alanlarında görülen önemli hastalık etmenleri, zararlı ve yabancı ot türleri ve yaygınlık durumları. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1): 23-33.
- Şin, B., Kadioğlu, İ., Kamışlı, B. 2016. Tokat ilinde buğday ürünü içerisine karışan yabancı ot tohumlarının belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 19(2): 28-37.
- Taştan, B., Erçiş, A., Yıldırım, A. 1993. Yapışkanotu (*Galium tricornutum* Dandy)'nun biyolojik ve çıkış özellikleri üzerine araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 33(1-2): 8-14.
- Taylor, K. 1999. *Galium aparine* L. *Journal of Ecology*, 87: 713-730.
- Tursun, N. 2012. Buğday ekim alanlarında görülen kısır yabancı yulaf (*Avena sterilis* L.)'ın fenoxaprop-ethyl etkili maddeli herbisitlere karşı dayanıklılığının hızlı test yöntemi ile belirlenmesine yönelik araştırmalar. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(2): 161-166.
- Ulber, L., Henning, S.H., Klimek, S. 2010. Using selective herbicides to manage beneficial and rare weed species in winter wheat. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 117(5): 233-239.
- Uludağ, A. 1993. Diyarbakır ve Yöresinde Buğday, Mercimek Kültürlerindeki Önemli Yabancı Otların Dağılışı ve Bunların Biyolojik Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, 50 s.
- Uludağ, A., Katkat, M. 1993. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde meyve fidanlıklarında bulunan yabancı otlar ve yoğunluklarının belirlenmesi üzerine çalışmalar. Türkiye I. Herboloji Kongresi, 3-5 Şubat, Adana, s. 175-184.
- Uludağ, A., Özer, Z. 1999. Farklı sıcaklıklarda bazı mekanik işlem ve kimyasal madde uygulamalarının boynuzotu (*Cerastium dichotomum* L.), boynuzlu yoğurtotu (*Galium tricornutum* Dandy.), Çobantarağı (*Scandix pecten-veneris* L.) ve yapışkanotu (*Asperula arvensis* L.)'nun çimlenmeye etkisi. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 2(1): 6-16.
- Uludağ, A., Park, K., Mallory-Smith, C.A. 2005. Herbicide droplet test for detection of fenoxaprop resistance in wild oat. WSSA Abstract Book, 45: 19-20.
- Uludağ, A., Nemli, Y., Rubin, B. 2006. Seed and seedlings assays for rapid detection of fenoxaprop resistance in sterile wild oat (*Avena sterilis*). *Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 2: 149-153.
- Uludağ, A., Nemli, Y., Tal, A., Rubin, B. 2007. Fenoxaprop resistance in sterile wild oat (*Avena sterilis*) in wheat fields in Turkey. *Crop Protection*, 26(7): 930-935.
- Uludağ, A. 2017. Konuralp Çeltiği Bağlamında Tarım, Çevre, Kültür, Medeniyet. 3üncü Uluslararası Düzce Tarih, Kültür ve Sanat Sempozyumu, 05-07 Mayıs, Düzce, s. 476-487.

- Uluğ, E., Kadioğlu, İ., Üremiş, İ. 1993. Türkiye'nin Yabancıotları ve Bazı Özellikleri. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No: 78, Adana.
- Üremiş, İ. 2005. Determination of weed species and their frequency and density in olive groves in Hatay Province of Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8(1): 164-167.
- Üremiş, İ., Sertkaya, E., Sertkaya, G., Yıldırım, A.E. 2013. Hatay ili kayısı bahçelerinde bulunan yabancı ot türlerinin, yaygınlıklarının ve yoğunluklarının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2): 47-54.
- Van den Brand, W.G.M. 1984. *Biologie en ecologie van kleeftkruid (Galium aparine)*. Agricultural University in Wageningen, The Netherlands, 31 p.
- Van der Weide, R.Y. 1993. *Population dynamics and population control of Galium aparine L.* Agricultural University in Wageningen, The Netherlands, 141 p.
- Vrbnicanin, S., Kresovic, M., Bozic, D., Simic, A., Maletic, R., Uludağ, A. 2012. The effect of ryegrass (*Lolium italicum* L.) stand densities on its competitive interaction with cleavers (*Galium aparine* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36: 121-131.
- Wilson, B.J., Wright, K.J. 1990. Predicting the growth and competitive effects of annual weeds in wheat. *Weed Research*, 30(3): 201-211.
- Yang, Li-E., Meng, Y., Peng, De-L., Nie, Ze-L., Sun, H. 2018. Molecular phylogeny of *Galium* L. of the tribe Rubieae (Rubiaceae) - Emphasis on Chinese species and recognition of a new genus *Pseudogalium*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 126: 221-232.
- Yavuz, D.Ö. 2013. Buğday Ekim Alanlarında Sorun Olan Bazı Geniş Yapraklı Yabancı Otların Kimyasal Mücadelesinin Optimizasyonu. Doktora Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adnan Menderes Üniversitesi, 156 s.
- Yıldırım, A., Ekim, T. 2003. Orta Anadolu Bölgesi yabancı ot florası. *Bitki Koruma Bülteni*, 43(1-4): 1-98.
- Zel, M. 1994. Güneydoğu ve Doğu Anadolu Bölgeleri hububat Tarlalarında Bulunan Yabancı Otların Dağılımı ve Ortalama Yoğunlukları. Araştırma Projesi Nihai Raporu, Türkiye Fitopatoloji Derneği Yayınları, Yayın No:8, İzmir, 137 s.

Araştırma Makalesi

Olgunlaşma Dönemlerinin Sirken (*Chenopodium album*) Otunun Kimyasal Kompozisyonuna, Besleme Değerine ve Metan Üretimine Etkisi

Ali İhsan ATALAY^{1*}, Adem KAMALAK²

¹Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü

*Sorumlu yazar: alihanatalay66@hotmail.com

Geliş Tarihi: 28.03.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 28.06.2019

Kabul Tarihi: 01.07.2019

Özet

Bu çalışmanın üç farklı zamanda hasat edilen sirken otunun (*Chenopodium album*) besleme değerini kimyasal kompozisyon ve gaz üretim tekniği kullanarak belirlemektir. Hasat zamanı Sirken otunun kimyasal kompozisyonunu önemli derecede etkilemiştir. Sirken otunun olgunlaşmasıyla beraber asit deterjan fiber (ADF) ve nötral deterjan fiber (NDF) içerikleri artarken, ham protein (HP), ham kül (HK) ve ham yağ (HY) içerikleri azalmıştır. Sirken otunun ADF ve NDF içerikleri sırasıyla % 23.56 ile 36.82 ve % 40.27 ile 52.64 arasında değişmiştir. Diğer taraftan Sirken otunun HP içeriği ise % 8.44 ile 19.32 arasında değişmiştir. Sirken otunun *in vitro* gaz üretim değerleri 28.93 ile 39.53 ml arasında değişmiştir. Olgunlaşma dönemlerinin ilerlemesiyle Sirken otunun besleme değeri düşmüştür. Olgunlaşma dönemlerinden ilk iki dönemde Sirken otunun ham protein ve metabolik enerji bakımından çok iyi derecede olduğu tespit edilmiştir. Bu yüzden ilk iki dönemde hasat edilen Sirken otu ruminant hayvanların protein ve metabolik enerji ihtiyacını karşılamak için rasyonlara katılabilir.

Anahtar kelimeler: Sirken otu, kimyasal kompozisyon, sindirilebilirlik, metabolik enerji, besleme değeri, metan.

Effect of Maturity Stages on Chemical Composition, Nutritive Value and Methane Production of *Chenopodium album* Hay

Abstract

The aim of current experiment was to determine nutritive value of *Chenopodium album* hay harvested at three harvest stages using chemical composition and in vitro gas production technique. Harvest stage significantly affected the chemical composition of *Chenopodium album* hay. ADF and NDF contents of *Chenopodium album* hay increased with advancing maturity while crude protein, crude ash and ether extract were decreased. ADF and NDF contents of *Chenopodium album* hay ranged from 23.56 to 36.82 and 40.27 to 52.64 % respectively. On the other hand, crude protein contents of *Chenopodium album* hay ranged from 8.44 to 19.32%. *In vitro* gas production of *Chenopodium album* hay ranged from 28.93 to 39.53ml. Potential nutritive value of *Chenopodium album* hay decreased with advancing maturity. Crude protein and metabolisable energy of *Chenopodium album* hay at first two stages were considerable well. Therefore *Chenopodium album* hay at first two stages can be included into ruminant diets to meet protein and metabolisable energy.

Key words: *Chenopodium album* hay, chemical composition, digestibility, metabolisable energy, nutritive value, methane.

Giriş

Dünya'nın birçok yerinde olduğu gibi Türkiye'de de meradaki otların ruminant hayvanların beslenmesinde enerji, protein ve mineral sağlama açısından önemli bir rolü vardır. Bu yemler ayrıca çiğneme ve ruminasyon için ruminant hayvanlara lif sağlarlar. İğdir ve çevresinde salmanca olarak isimlendirilen, Sirken bitkisi (*Chenopodium album L.*) *Chenopodiaceae* (*İspanakgiller*) familyasından genellikle 150 ila 200 cm kadar boylanan Türkiye'de farklı yörelerde Ak Kazayağı, Ak Pazı ve Sirken olarak isimlendirilen ve yabancı ıspanak olarak adlandırılan tek yıllık otsu bir bitkidir. (Davis, 1965; Uygur ve ark., 1986; Guerrero ve ark., 1997; Baytop, 1999; Özer ve ark., 1999; Anwar, 2006). Tarımsal ya da tarımsal olmayan alanlarda yetişen, insanlar ve hayvanlar tarafından tüketilen yabancı ottur (Bhargava ve ark., 2003a,b). Son zamanlarda bazı araştırmacılar tarafından merada otlayan hayvanların spesifik ihtiyaçlarının karşılanması konusunda meradaki bazı ot türlerinin büyüme evresindeki besin değerlerinin belirlenmesiyle ilgili çalışmalar yapılmasına rağmen (Kamalak ve Canbolat, 2010; Kamalak ve ark., 2011; Kaplan ve ark., 2014a, b) doğal meralarda yetişen Sirken otunun besleme değeri hakkındaki yapılan çalışmalar sınırlıdır. Kimyasal kompozisyon, *in vitro* gaz üretimi, Organik Madde Sindirim Derecesi (OMSD) ve Metabolik Enerji (ME) içerikleri daha önce kısıtlı araştırılmış veya araştırılmamış olan yemlerin potansiyel besin değerini belirlemek için yaygın olarak birlikte kullanılmış yöntemlerdir. (Kamalak ve Canbolat, 2010; Kamalak ve ark., 2011; Canbolat 2012; Guven 2012; Kaya ve Kamalak, 2012). Bu çalışmanın amacı, üç farklı zamanda hasat edilen sirken otunun (*Chenopodium album*) kimyasal kompozisyon, *in vitro* gaz üretimi, metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesi ile metan üretim kapasitesini belirleyerek bu bitkinin potansiyel besleme değerini ortaya çıkarmaktır.

Materyal ve Yöntem

Sirken otunun kurutulması, öğütülmesi ve kompozisyonunun belirlenmesi

Yapılan çalışmada Sirken bitkisi (*Chenopodium album*) 2018 yılında Mayıs-Haziran aylarında İğdir Üniversitesi Suveren kampüsü içerisinde doğal olarak yetişmektedir. Kampüs içerisinde üç farklı olgunlaşma döneminde (ilk dönem çiçeklenme öncesi, ikinci olarak çiçeklenme dönemi ve son olarak tohum bağlama dönemi) zeminden 3-5 cm yukarıdan makas vasıtasıyla elle hasat edilmiştir. Hasat edilen örnekler beklenmeden laboratuvara getirilerek kuru maddeleri (KM) belirlenmiş kalan örnekler diğer analizlerde

kullanılmak üzere gölgede kurutulduktan sonra 1 mm elekten geçecek şekilde çekiçli değirmen yardımı ile öğütülerek sonraki analizler için hazır hale getirilmiştir. Sirken otunun KM içerikleri 105 °C'lik etüvde bir gece tutularak, ham kül içerikleri ise kül fırınında 550 °C'de 8 saat yakılarak belirlenmiştir. Azot (N) içerikleri Kjeldahl metoduna göre belirlenmiştir (AOAC, 1990). Sirken otunun ham protein içerikleri ise analiz sonucu elde edilen azot değerinin 6.25 kat sayısı ile çarpılması sonucunda elde edilmiştir. Sirken otunun hücre duvarı içerikleri (ADF ve NDF) Van Soest ve ark., (1991) tarafından yapılan metoda göre belirlenmiştir.

Sirken otunun gaz ve metan içeriklerinin belirlenmesi

Yaklaşık 0.200 g örnek 24 saat boyunca 39 °C sıcaklıktaki su banyosunda Menke ve ark. (1979) metodu kullanılarak 3'er tekerrürlü olacak şekilde tamponlanmış rumen sıvısı ile inkübasyona bırakılmıştır. Rumen sıvısı günde iki kez (%60) yonca samanı ve (% 40) kesif yem karışımı içeren rasyon ile beslenen fistüllü üç koyundan alınmıştır. Örneklerin net gaz üretimi 24 saatlik inkübasyon sonucunda belirlenmiş, kontrol ve standart örneğe (University of Hohenheim, Germany) göre düzeltilerek hesaplanmıştır. İnkübasyon sonucu elde edilen gazlar metan yüzdelerini belirlemek için plastik şırıngalar ile Infrared Metan Analiz cihazına (Sensor Europe GmbH, Erkrath, Germany) aktararak belirlenmiştir (Goel ve ark. 2008). Örneklerin metan gazı üretim miktarları aşağıda verilen formül kullanılarak hesaplanmıştır.

Metan gazı üretim miktarı (ml)= Toplam üretilen gaz (mL) x Metan üretim (%)

Sirken otunun metabolik enerji içeriği (MJ/kg KM) ve organik madde sindirim dereceleri (OMSD) Menke ve Steingass (1988) tarafından bildirilen eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır:

$$ME \text{ (MJ/kg KM)} = 1.68 + 0.1418 \text{ GÜ} + 0.073 \text{ HP} + 0.217\text{HY} - 0.028\text{HK}$$

$$\text{OMSD (\%)} = 14.88 + 0.8893 \text{ GÜ} + 0.448 \text{ HP} + 0.651\text{HK}$$

Bu eşitliğe göre;

GÜ = (ml/200 mg) 24 saat sonundaki net gaz üretimi

KM = (%) Kuru Madde

HP = (%) Ham protein

HY = (%) Ham yağ

HK = (%) Ham kül

ME= (MJ) Metabolik Enerji

OMSD: (%) Organik madde sindirim derecesi

İstatistiksel analiz

Olgunlaşma dönemlerinin Sirken otunun besin madde kompozisyonuna, *in vitro* gaz üretimine, metan üretimine, metabolik enerji içeriğine ve organik madde sindirim derecesine olan etkisini araştırmak için varyans analizi (One-way ANOVA), ortalamaların karşılaştırılması ise çoklu karşılaştırma testlerinden Tukey testi kullanılarak yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma**Olgunlaşma dönemlerinin sirken (*Chenopodium album*) otunun kimyasal kompozisyonuna etkisi**

Olgunlaşma dönemlerinin Sirken otunun kimyasal kompozisyonuna olan etkisi Çizelge 1’de görülmektedir. Olgunlaşma Sirken otunun kimyasal kompozisyonunu önemli derecede etkilemiştir.

Çizelge 1. Olgunlaşma dönemlerinin Sirken otunun (*Chenopodium album*) kimyasal kompozisyonuna olan etkisi

Parametreler	Hasat zamanı					Ö S
	Çiçeklenme öncesi	Çiçeklenme dönemi	Tohum bağlama	SHO		
KM	19.27 ^c	25.67 ^b	32.87 ^a	0.662	**	
HK	18.26 ^a	18.91 ^a	9.58 ^b	0.426	**	
HP	19.32 ^a	16.48 ^b	8.44 ^c	0.478	**	
HY	2.32 ^{ab}	2.51 ^a	2.03 ^b	0.076	*	
NDF	40.27 ^c	45.91 ^b	52.64 ^a	0.622	**	
ADF	23.56 ^c	29.31 ^b	36.82 ^a	0.944	**	

^{abc} Aynı satırda bulunan farklı simgelere sahip ortalama değerler birbirinden farklıdır (P<0.05); SHO: Standard hata ortalaması; ÖS: Önem seviyesi.

Sirken otunun olgunlaşmasıyla beraber NDF ve ADF içerikleri artarken HK, HP ve HY içerikleri azalmıştır. Sirken otunda en düşük NDF oranı (%40.27) çiçeklenme öncesi dönemde bulunurken en yüksek (%52.64) tohum bağlama döneminde, ADF oranında da en düşük değer (%23.56) çiçeklenme öncesi dönemde en yüksek ise (%36.82) tohum bağlama döneminde bulunmuştur. Sirken otunda hasat döneminin gecikmesiyle HP oranı %19.32’den %8.44’e düşüş olduğu tespit edilmiştir. Ham kül oranları %18.26-9.58, ham yağ oranı ise %2.32-2.03 arasında değişim göstermiştir. Olgunlaşma döneminin ilerlemesiyle bitki bünyesindeki yaprak dal oranının değişmesi ile KM içeriği 19.27’den 32.87 ‘ye kadar yükselmiştir. Bu sonuç Kamalak ve ark., (2011), Kaplan ve ark., (2014a) tarafından bildirilen değerlerde olduğu gibi HP içeriğindeki azalma bitkinin olgunlaşması ile hücre duvarı içeriği KM, NDF ve ADF değerlerindeki artış ile uyum içerisindedir. Sirken otunun ham protein içeriğinin azalmasına ters orantılı olarak hücre duvar içeriğindeki artışın büyük olasılıkla bitkinin olgunlaşması, sap oranının artmasıyla beraber yapraklardaki azalmayla ilişkilidir. Yapraklar; yonca otunun olgunlaşmasıyla sap oranını önemli derecede etkilemiş ve 0.59 dan 0.27’ye düşürmüştür (Stavarache ve ark., 2015). Diğer bir ifadeyle protein bakımından zengin yaprak miktarının azalmasıyla, protein oranının düşük olduğu sap miktarının artması bitkideki toplam protein miktarını azalttığı düşünülmektedir (Buxton, 1996). Yapraklar sap ile karşılaştırıldığında proteince zengin hücre duvarı içeriği bakımından fakirdir. Bu nedenle bitkinin

olgunlaşmasıyla beraber ham protein yerine hücre duvarı içeriğindeki artış kaçınılmazdır.

Olgunlaşma dönemlerinin sirken otunun *in vitro* gaz üretim değerlerine, metabolik enerji (ME) içeriğine ve organik madde sindirim derecesi (OMSD) üzerine etkisi

Olgunlaşma dönemlerinin Sirken otunun *in vitro* gaz üretimi (ml), metan (CH₄ %, ml), ME ve OMSD’ne olan etkisi Çizelge 2’de verilmiştir. Sirken otunun *in vitro* gaz üretimi 28.93-39.53 ml, ME içerikleri 6.63-8.69 MJ/kg KM, OMSD ise %50.63-70.57 arasında değişim göstermiş olup, çiçeklenme öncesinden tohum bağlama dönemine geçince azalış meydana gelmiştir. Sirken otunun fermantasyonu sonucunda çıkan metan içeriği % 15.61 ile 19.35 arasında değişmiş, üretilen metan miktarı 5.52 ile 6.35 ml olarak bulunmuştur. Olgunlaşmanın artmasıyla beraber *in vitro* gaz üretimi, ME ve OMSD azalırken, metan (CH₄) üretim miktarları her ne kadar % olarak arttığı görülse de toplam gaza oranlandığında metan üretimi (ml) azaldığı görülmektedir.

Bazı araştırmacılar farklı olgunlaşma dönemlerinde hasat edilen *Astragalus* türleri, *Trifolium angustifolium*, *Trigonella kotschi*, *Sanguisorba minor* ve *Onobrychis caput-galli* otlarında da benzer şekilde trend gösteren ME ve OMSD değerlerine ulaşımlardır (Cacan ve ark., 2017; Kamalak ve Canbolat, 2010; Kamalak ve ark., 2011; Kaplan ve ark., 2014a,b). Gaz üretimi, ME ve OMSD değerleri fermente olabilen substrat miktarı ile pozitif ilişkilidir. Daha önce de bahsedildiği gibi,

Chenopodium album otunun olgunlaşmasıyla beraber ham proteinin yerine hücre duvarı içeriği artmıştır.

Çizelge 2. Olgunlaşma dönemlerinin Sirken otunun *in vitro* gaz üretim değeri, metabolik enerji içeriği ve organik madde sindirim derecesi üzerine etkisi

Parametreler	Hasat zamanı				
	Çiçeklenme öncesi	Çiçeklenme dönemi	Tohum bağlama	SHO	Ö S
Gaz Üretimi (ml)	39.53 ^a	35.39 ^b	28.93 ^c	0.567	**
CH ₄ (ml)	6.35 ^a	5.52 ^b	5.59 ^b	0.113	**
CH ₄ (%)	16.05 ^b	15.61 ^b	19.35 ^a	0.354	**
ME	8.69 ^a	7.97 ^b	6.63 ^c	0.075	**
OMSD	70.57 ^a	66.05 ^b	50.63 ^c	0.576	**

^{abc} Aynı satırda bulunan farklı simgelere sahip ortalama değerler birbirinden farklıdır (P<0.05); SHO: Standart hata ortalaması; ÖS: Önem seviyesi.

Hücre duvarı içeriklerinin otlarda sindirilemeyen unsurlar olduğu bilinmektedir. *In vitro* gaz üretiminde gaz üretim miktarı yemin içerisinde bulunan fermente olabilen besin maddeleri ile doğrudan ilişkilidir. İnkübasyonda üretilen gazın fazla olabilmesi için rumende fermentasyona giren karbonhidrat miktarının da fazla olması gereklidir (Blümmel ve Orskov, 1993). Bitki gelişiminin ilerlemesiyle ilişkili olarak bitki bünyesinde bulunan karbonhidrat miktarı azalmakta buna bağlı olarak gaz üretim miktarı da azalmaktadır. ME ve OMSD hesaplanırken gaz üretim miktarı, ham protein değeri, ham kül ile ham yağ içeriği parametreleri kullanılmaktadır (Menke ve Steingass, 1988). Sirken otunun ME ve OMSD'nin azalmasının sebeplerine bakıldığında da ham protein ve gaz üretim miktarının azalması, hücre duvarı unsurları olan ADF ve NDF içeriklerinin artmasından kaynaklanmaktadır. Sirken otunun olgunlaşmasıyla beraber metan (ml) üretiminin azaldığı görülmektedir. Toplam üretilen gaza metan oranlandığı zaman metan üretimi bitkinin olgunlaşmasıyla birlikte arttığı görülmektedir. İnkübasyon sonucunda üretilen gazın içeriğinde bulunan metan gazı oranı baz alınarak o yemin anti-metanojenik kapasitelerini, düşük seviye (>%11 ve ≤%14), orta seviye (>%6 ve ≤%11) ve yüksek seviyede (>%0 ve ≤%6) potansiyele sahip olarak nitelendirilebileceği bildirmiştir (Lopez ve ark., 2010). Bu yapılan sınıflamaya göre Sirken otunun metan üretim değeri % 15.61 ile 19.35 arasında değişmekte olup antimetanojenik bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Sonuç ve Öneriler

Araştırmadan elde edilen sonuca göre; olgunlaşma dönemleri Sirken otunun kimyasal kompozisyonunu ve besleme değerini önemli derecede etkilemiştir. Olgunlaşma döneminin

ilerlemesiyle Sirken otunun mevcut besleme değeri düşmüştür. Olgunlaşma dönemlerinden ilk iki dönemde ham protein ve metabolik enerji bakımından bakıldığında çok iyi derecede olduğu görülmektedir. Bu bitkinin içermiş olduğu oksalatlar sebebi ile zehirli olabileceği bu yönüyle de araştırılması gerekmektedir. Eğer oksalatlar toksik sınırın altında ise bu dönemlerde ya hayvanlara otlatılarak veyahut biçilerek verilmesi tavsiye edilmektedir. Bundan sonra yapılacak olan çalışmalarda olgunlaşma dönemlerinin, Sirken otunun ruminant hayvanlarda yem tüketim alışkanlıklarına olan etkilerini belirlemek için *in vivo* sindirim denemelerinin yapılması tavsiye edilmektedir.

Kaynaklar

- Anwar, M., 2006. The Pharmacognostic and Pharmacological Studies on Medicinal Valued Herbal Drugs *Erythrina variegata* var. *orientalis*, *Matricaria chamomilla*, *Psoralea corylifolia* and *Chenopodium album*. PhD Thesis. Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, University of Karachi Pakistan, 43-49 pp.
- AOAC, 1990. Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, 15th Edition, Washington, DC. USA.
- Baytop, T. 1999. Turkiyede Bitkilerle Tedavi. Nobel Tıp Kitapevi.
- Blümmel, M., Orskov, E.R, 1993. Comparison of an *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. *Animal Feed Science Technology*, 40: 109-119.
- Bhargava, A., Shukla, S., Ohri, D. 2003a. Genetic variability and heritability of selected traits during different cuttings of vegetable

- Chenopodium*. The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, 63(4): 359-360.
- Bhargava, A., Shukla, S., Ohri, D. 2003b. Relative selection efficiency for foliage yield and quality characters in vegetable *Chenopodium* over different cuttings. Journal of Applied Horticulture, 5(2): 85-86.
- Buxton, D.R. 1996. Quality related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. Animal Feed Science Technology, 59(1-3): 37-49.
- Cacan, E., Ulger, I., Kilic, O., Yilmaz, M.F., Kokten, K., Kaplan, M. 2017. Potential Nutritive Value of *Astragalus* Species Harvested at Three Different Maturity Stages. Applied Acology and Environmental Research, 15(4): 2071-2080.
- Canbolat, O. 2012. Potential nutritive value of field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) hay harvested at three different maturity stages. Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University, 18 (2): 331-335.
- Davis, P.H. 1965. Flora of Turkey and East Aegean Islands. Vol: 1-10, Edinburg.
- Goel, G, Makkar, H.P.S., Becker, K. 2008. Effect of *Sesbania sesban* and *Carduus pycnocephalus* leaves and Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seeds and their extract on partitioning of nutrients from roughage-and concentrate-based feeds to methane. Animal Feed Science Technology, 147(1-3): 72-89.
- Guerrero, J.L.G., Torija Isasa, M.E. 1997. Nutritional composition of leaves of *Chenopodium* species (*C. album* L., *C. murale* L. and *C. opulifolium* Shraeder). International journal of food sciences and nutrition, 48(5): 321-327.
- Güven, I. 2012. Effect of species on nutritive value of mulberry leaves. Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University, 18 (5): 865-869.
- Kamalak, A., Canbolat, O. 2010. Determination of nutritive value of wild narrow-leaved clover (*Trifolium angustifolium*) harvested at three maturity stages using chemical composition and in vitro gas production. Tropical Grassland, 44(2): 128-133.
- Kamalak, A., Atalay, A. I., Ozkan, C.O., Kaya, E., Tatliyer, A. 2011. Determination of potential nutritive value of *Trigonella kotschi* Fenzl hay harvested at three different maturity stages. Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University, 17(4): 635-640.
- Kaplan, M., Kamalak, A., Kasra, A.A., Guven, I. 2014a. Effect of maturity stages on potential nutritive value, methane production and condensed tannin content of *Sanguisorba minor* hay. Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University, 20(3): 445-449.
- Kaplan, M., Kamalak, A., Ozkan, C.O., Atalay, A.I. 2014b. Effect of vegetative stages on the potential nutritive value, methane production and condensed tannin content of *Onobrychis caput-galli* hay. Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Harran University. 3(1): 1-5.
- Kaya, E., Kamalak, A. 2012. Potential nutritive value and condensed tannin contents of acorns from different oak species. Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University, 18(6): 1061-1066.
- Lopez, S., Makkar, H.P.S., Soliva, C.R. 2010. Screening plants and plant products for methane inhibitors. In "In vitro screening of plant resources for extra nutritional attributes in ruminants: Nuclear and related methodologies", Ed; Vercoe PE, Makkar HPS, Schlink A, London, New York, USA.
- Menke, H.H., Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Animal Research and Development, 28: 7-55.
- Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., Schneider, W. 1979. The estimation of digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they incubated with rumen liquor in vitro. Journal of Agricultural Science (Cambridge), 92: 217-222.
- Özer, Z., Önen, H., Tursun, N., Uygur, F.N. 1999. Türkiye'nin Bazı Önemli Yabancı Otları. GOP Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 38, 434 s., Tokat.
- Stavarache, M., Samuil, C., Popovici, C.I., Tarcau, D., Vint, V. 2015. The productivity and quality of alfalfa (*Medicago sativa* L.) in Romanian forest steppe. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici, 43(1): 179-185.
- Uygur, F.N., Koch, W., Walter, H. 1986. Çukurova Bölgesi Buğday-pamuk ekim sistemindeki önemli yabancı otların tanımı. PLITS, 1986/4 (1): 169.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74(10): 3583-3597.

Araştırma Makalesi

Toprakтан İzole Edilen *Bacillus* Türlerinden α -Amilazın İzolasyonu ve Karakterizasyonu

Sedat KAYA¹, Barış ENEZ^{2*}

¹Muş Alparslan Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Organik Tarım Bölümü

²Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Veteriner Sağlığı Bölümü, Bingöl/Türkiye

*Sorumlu yazar: benez@bingol.edu.tr

Geliş Tarihi: 23.05.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 26.06.2019

Kabul Tarihi: 01.07.2019

Özet

Toprak mikroflorasının önemli bir kısmı *Bacillus* cinsi bakterilerden oluşur. Bu bakterilerden elde edilen amilazların daha fazla stabilite, yüksek verimlilik ve düşük üretim maliyetine sahip olma gibi özellikleri vardı. Bundan dolayı topraktan izole edilen *Bacillus cereus* WYS01, *Bacillus thuringiensis* VITLW1, *Bacillus thuringiensis* ES2I3P, *Bacillus cereus* TG16 mikroorganizmalardan α -amilazın izolasyonu ve karakterizasyonunu gerçekleştirilmiştir. Yapılan araştırmada bütün bakterilerin maksimum enzim üretiminin 36. saatte, pH 7.0 ve 40 °C'de olduğu tespit edildi. Mikroorganizmalar arasında spesifik aktivitesi en yüksek olan *Bacillus cereus* WYS01'tur. Enzim aktivitesine sıcaklık ve pH gibi önemli etkisi olan parametrelere bakıldı. *Bacillus thuringiensis* VITLW1, *Bacillus thuringiensis* ES2I3P ve *Bacillus cereus* TG16 bakterilerinin 40 °C de, *Bacillus cereus* WYS01'in ise 60 °C de maksimum aktiviteyi gösterdiği tespit edildi. Bütün mikroorganizmalar en fazla pH7.0 da α -amilaz aktivitesini gerçekleştirdi. Bu çalışmada endüstriyel ve biyoteknolojik yönden önemi olan amilazın bakteriler tarafından elde edildiği belirlendi.

Anahtar kelimeler: α -Amilaz, *Bacillus*, karakterizasyon, toprak.

Isolation and Characterization of α -Amylase from *Bacillus* Species Isolated from Soil

Abstract

An important part of the soil microflora is made up of *Bacillus* bacteria. Amylases obtained from these bacteria are known to have greater stability, higher productivity and lower production costs. Therefore, isolation and characterization of α -amylase from *Bacillus cereus* WYS01, *Bacillus thuringiensis* VITLW1, *Bacillus thuringiensis* ES2I3P, *Bacillus cereus* TG16 microorganisms isolated from soil was carried out. In the study, the maximum enzyme production of all bacteria was determined to be at pH7.0 and 40 °C at the 36th hour. *Bacillus cereus* WYS01 had the highest specific activity among microorganisms. The parameters which have important effects on the enzyme activity such as temperature and pH were investigated. It was seen that *Bacillus thuringiensis* VITLW1, *Bacillus thuringiensis* ES2I3P and *Bacillus cereus* TG16 bacteria showed maximum activity at 40 °C while this was 60 °C for *Bacillus cereus* WYS01. All microorganisms carried out α -amylase activity at pH7.0. In this study, it was determined that amylase, which is important for industrial and biotechnological aspects, was obtained by bacteria.

Key Words: α -Amylase, *Bacillus*, characterization, soil.

Giriş

α -Amilazlar (EC 3.2.1.1) ekstraselüler endoenzimler olup, farklı ürünler vermek için nişasta moleküllerini hidrolize ederek onların gıda, tekstil,

kağıt ve katı atıkların biyolojik olarak çevrilmesi gibi çok farklı endüstriyel alanlarda kullanılmaktadır. Amilazlar bitki, hayvansal ve mikrobiyal kaynaklar tarafından üretilir, ancak endüstride genel olarak

mikrobiyal amilazlara ihtiyaç duyulur. Bunun nedeni mikrobiyal amilazların toplu üretim ve kolay genetik manipülasyon gibi özelliklerinden kaynaklanır (Souza ve Magalhaes, 2010). Mikroorganizmalardan elde edilen α -amilazların ticari üretimi, dünya enzim pazarının %25-33'ünü temsil eder (Gupta ve ark., 2003; Pandey ve ark., 2000).

Bakterilerden elde edilen amilazların daha fazla stabilize, yüksek verimlilik ve düşük üretim maliyeti olduğu bilinmektedir. Toprak mikroflorasının önemli bir kısmı *Bacillus* cinsi bakterilerdir. *Bacillaceae* familyası içerisinde yer alan *Bacillus* türleri, aerop ve fakültatif anaerop, gram pozitif endosporlu bakterilerdir (Topçal ve ark., 2014). *Bacillus* genusuna ait türlerin çoğu güvenli mikroorganizmalardır. Bu bakteri türleri tarım ve endüstriyel amaçlarda başarılı şekilde kullanılmakta olan pek çok maddeyi sentezleyebilme kabiliyetine sahiptirler. *Bacillus* cinsi mikroorganizmalar birçok hücre dışı amilazlar dahil enzimlerin ana üreticisidirler. *Bacillus* bakterileri kısa fermentasyon döngüsü, güvenli kullanım, kolay manipülasyon, tutarlılık, stres koşullarında etkili enzim aktivitesi ve çevre dostu özelliklerinden dolayı endüstriyel mikrobiyal enzimlerin en fazla tercih edilenleridir (John ve Elangovan, 2013). *Bacillus* türlerinin amilaz üretimi orta ve diğer fiziksel parametrelerin bileşimine bağlı olarak değiştiği için çok fazla çeşitlilik göstermektedirler. Genel üretim maliyetini etki etmeden amilaz üretimini artırmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Pranay ve ark., 2019).

Bu çalışmada, topraktan izole edilen *Bacillus* türleri kullanılmıştır. Kullanılan bakterilerden endüstriyel ve ekonomik değeri yüksek olan α -amilazın üretim karakterizasyonu gerçekleştirildi.

Materyal ve Yöntem

Biyolojik Materyal

Biyolojik materyal olarak daha önce izole edilerek tanımlanan *Bacillus cereus* WYS01, *Bacillus thuringiensis* VITLW1, *Bacillus thuringiensis* ES213P, *Bacillus cereus* TG16 mikroorganizmaları kullanıldı.

Protein Miktar Tayini

Protein miktar tayini Lowry metoduna göre yapıldı. (Lowry ve ark., 1951).

Enzim Aktivitesi

α -Amilaz aktivite tayini modifiye DNS metoduna göre gerçekleştirildi (Miller, 1959). Aktivite tayini için optimum şartlarda üretilen bakteri süpernatantları kullanıldı. Süpernatantlar ile %0,5'lik nişasta çözeltisi 40 °C de 30 dakika inkübe edildi.

Daha sonra örneklere 3,5 DNS ilave edilerek 5 dakika kaynar su banyosunda bekletildi. Süre sonunda gerekli işlemler gerçekleştirilerek 489nm'de spektrofotometrik ölçüm yapıldı.

İnkübasyon süresinin α -Amilaz Üretimine Etkisi

İnkübasyon süresinin α -amilaz üretimine etkisini belirlemek için 12-72 saat aralığında her 12 saatte bir örnek alındı. Alınan örnekler 10.000 rpm de 10 dk santrifüj edilerek süpernatantlar elde edildi. İşlem sonunda analiz işlemi gerçekleştirildi.

Sıcaklığın α -Amilaz Üretimine Etkisi

100 ml'lik erlen mayerler de 25 ml NB besi yerleri hazırlanarak her örnekten 1 ml ekim yapıldı. 20-70 °C sıcaklık aralıklarında amilaz üretiminin optimum değerlerin belirlemek için 120 rpm'de çalkalamalı su banyosunda bekletildi ve spektrofotometre de absorbans ölçümleri yapıldı.

pH'nın α -Amilaz Üretimine Etkisi

Hazırlanan NB (Nutrient Broth) ortamında pH 3.0'ten başlayarak pH 10.0'a kadar farklı pH'lar da enzim üretimi gerçekleştirildi. Belirlenen süre sonunda pH'nın amilaz üretimine etkisini belirlemek için aktivite tayini yapılarak spektrofotometre de absorbans ölçümleri yapıldı.

Enzim Aktivitesine Sıcaklığın Etkisi

Sıcaklığın aktivite üzerine etkisini belirlemek için uygun optimum şartlarda üretilen bakteri kültürleri santrifüj edilerek elde edilen süpernatantlar kullanıldı. Bunun için 20°C'den 10 °C artan sıcaklık aralıklarıyla 70°C'ye kadar α -amilaz aktivite tayini yapıldı. Yapılan analiz sonucunda rölatif enzim aktivitesi belirlendi.

Enzim Aktivitesine pH'nın Etkisi

pH etkisi için; substrat olarak kullandığımız nişasta %0.5'lik olacak şekilde farklı tamponlar içerisinde ayrı ayrı hazırlandı. Daha sonra amilaz aktivite tayini yapılarak rölatif enzim aktivitesi saptandı.

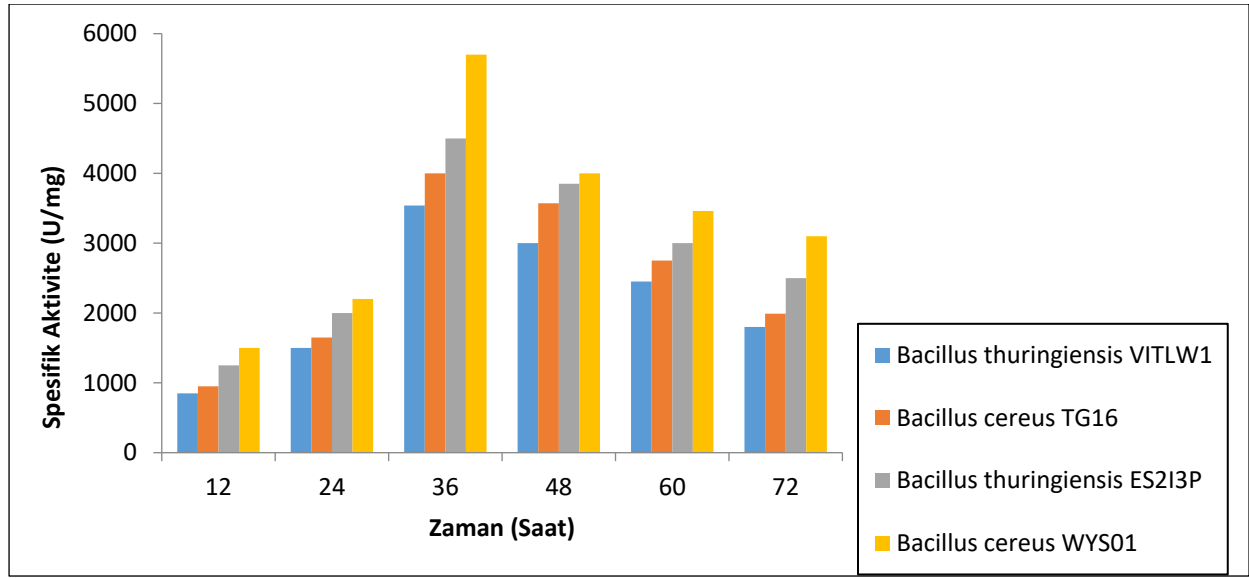
Bulgular ve Tartışma

İnkübasyon süresinin α -Amilaz Üretimine Etkisi

İnkübasyon süresinin bakterilerin enzim üretimine etkisini araştırmak için NB besi yerinde 12-72. saatler arasında üretilen bakterilerden her 12. saate bir örnekler alındı. Şekil 1'de görüldüğü gibi bütün bakterilerde 12. saatten itibaren bütün mikroorganizmalar da enzim üretimi arttığı, maksimum α -amilaz üretilen zamanın ise 36. saat

olduğu belirlendi. Mikroorganizmaların 36. saatte maksimum α -amilaz üretim sırasına bakıldığında sırasıyla; *Bacillus cereus* WYS01, *Bacillus thuringiensis* ES2I3P, *Bacillus cereus* TG16 ve *Bacillus thuringiensis* VITLW1 olduğu tespit edildi. Asgher ve ark. (2007) *Bacillus subtilis* JS-2004 bakterisinin maksimum enzim üretim zamanını 48. saat olarak belirlediler. Hmidet ve ark. (2008) *Bacillus licheniformis* NH1'i 48

saatte optimum enzim üretimi gerçekleştirmişlerdir. Liu ve Xu (2008) *Bacillus* sp. YX-1 bakterisinde maksimum α -amilaz üretiminin 44. saatte gerçekleştiğini belirlediler. Saxena ve ark. (2007) *Bacillus* sp. PN5de amilaz üretimini 60. saatte tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada ekstraselüler enzim üretim süresinin kısa olması ekonomik ve zaman kazanım açısından önemli bir avantaj olduğu görüldü.



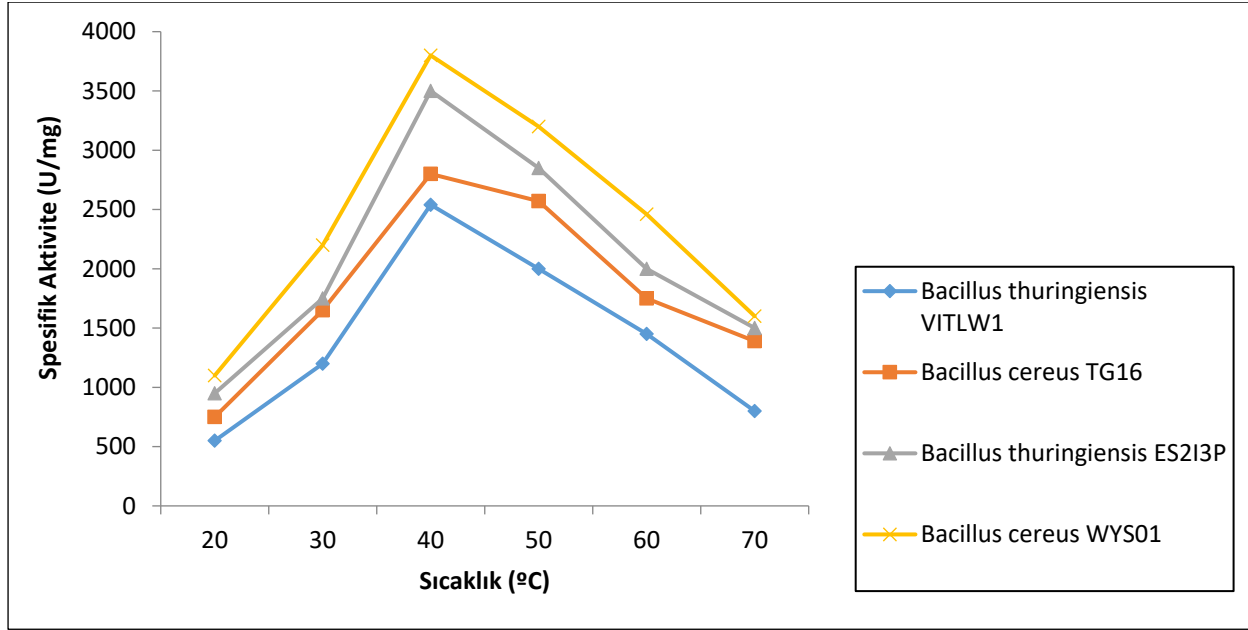
Şekil 1. İnkübasyon süresinin α -amilaz üretimine etkisi.

Sıcaklığın α -Amilaz Üretimine Etkisi

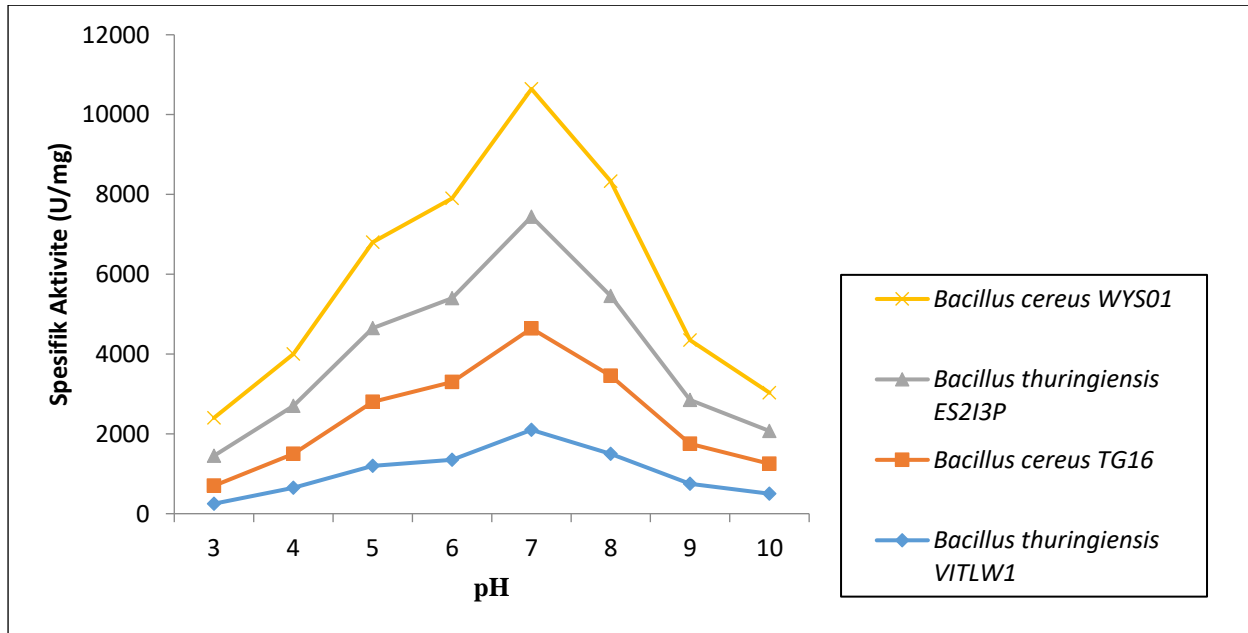
Enzim üretiminde sıcaklığın etkisini araştırmak için NB besi ortamında mikroorganizmalar 20°C'den 70°C'ye kadar inkübe edildi. Yapılan çalışmada mikroorganizmaların 30-60°C arasında enzim ürettikleri belirlendi. Şekil 2 de görüldüğü gibi bakteriler arasında en fazla amilaz ürettiği tespit edilen mikroorganizma *Bacillus cereus* WYS01 olduğu belirlendi. Bütün bakterilerin optimum 40 °C de maksimum üretim gösterdiği ancak artan sıcaklıklarda bakteri üretiminin azaldığı görüldü. Benzer sonuçları *Bacillus* türlerinde diğer araştırmacılar da gözlemler. Ozdemir ve ark. (2018) yaptıkları araştırmada *Bacillus mojavensis* SO-10 bakterisinin en fazla amilaz ürettiği sıcaklığın 35°C olduğunu belirlediler. Hamilton ve ark. (1999) *Bacillus* sp. IMD 435 bakterisinden optimum amilaz üretiminin 40 °C olduğunu tespit etti. Ortakaya ve ark. (2017) topraktan izole ettikleri *Bacillus simplex* bakterisinden maksimum 37 °C de amilaz üretimi gerçekleştirdiler.

pH'nin α -Amilaz Üretimine Etkisi

Fiziksel parametreler arasında pH, morfolojik olarak enzim artışını etkileyen önemli bir faktördür. Bundan dolayı α -amilaz üretimine pH'nın etkisini belirlemek için pH 3-10 arasında uygun ortamda mikroorganizmalar üretilerek örnekler alındı. Analiz sonucunda spesifik aktivitesi en fazla olan bakteri türü *Bacillus cereus* WYS01 (3200 U/mg) tespit edildi. Bütün mikroorganizmalar da artan pH'lara bağlı olarak enzim üretiminin arttığı belirlendi. Şekil 3'te görüldüğü üzere mikroorganizmalar pH6.0-8.0 arasında enzim ürettikleri gözlemlendi. Bütün bakterilerin maksimum amilaz üretimini nötral pHda gerçekleştiği tespit edildi. pH'nın nötral olması gerek nişastanın sıvılaştırılması gerekse gıda endüstrisi gibi önemli alanlarda kullanımı yönünden önem arz etmektedir. Bazı araştırmacılar da yapılan çalışmamıza yakın sonuçlar elde etmişlerdir. Shafiei ve ark. (2010) izole ettikleri mikroorganizmadan maksimum amilaz üretimini pH7.5 olduğunu belirlemişlerdir. Kikani ve Singh (2012) *Anoxybacillus beppuensis* TSSC-1'den elde ettikleri α -amilaz üretimini en fazla pH7.0 da olduğunu tespit etmişlerdir.



Şekil 2. Sıcaklığın α-amilaz üretimine etkisi.

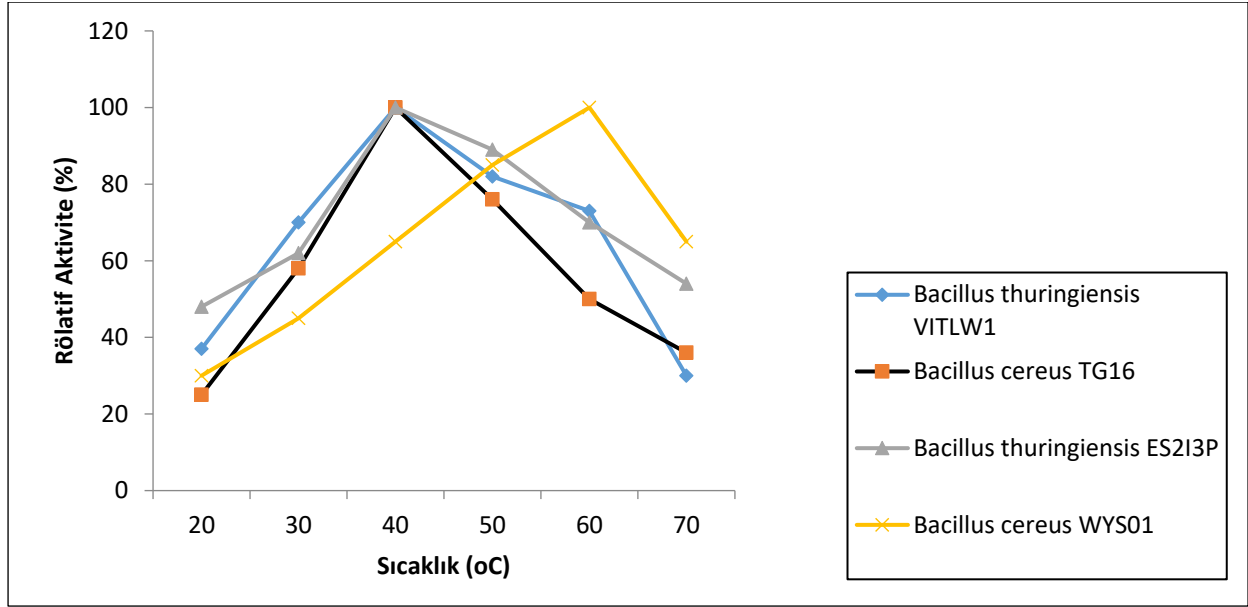


Şekil 3. pH'nın α-amilaz üretimine etkisi.

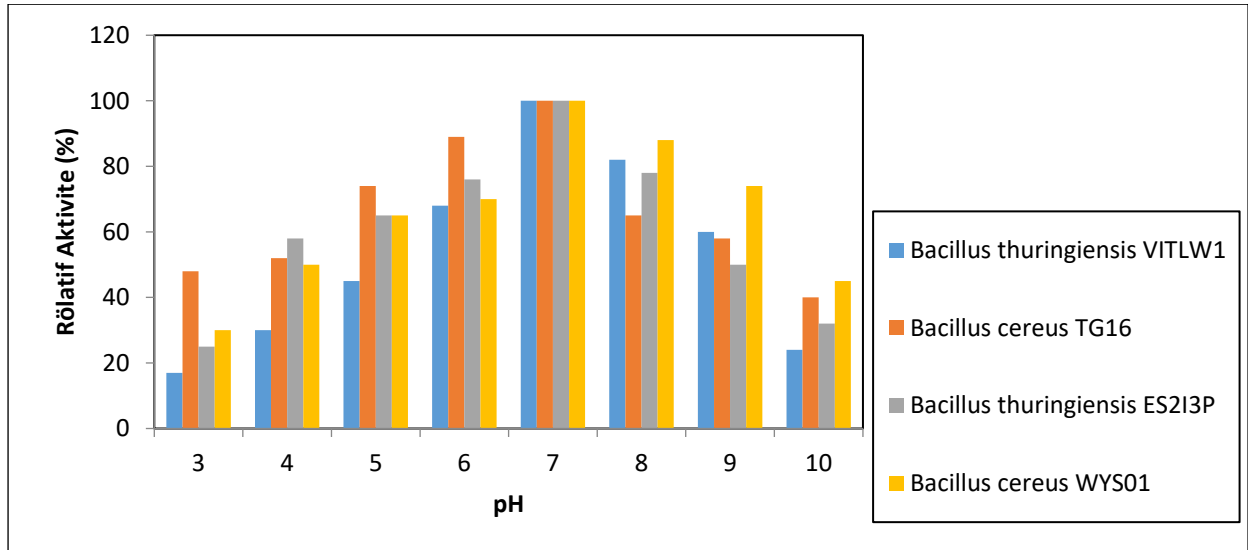
Enzim Aktivitesi Üzerine Sıcaklığın Etkisi

Mikroorganizmalar optimum koşullarda üretilerek, üst sıvıları alındı. Alınan örnekler 20-70 °C sıcaklık aralıklarında substrat ile muamele edilerek inkübe edildi. Şekil 4'te görüldüğü gibi *Bacillus thuringiensis* VITLW1, *Bacillus thuringiensis* ES213P, *Bacillus cereus* TG16 mikroorganizmaların maksimum aktivite gösterdiği sıcaklık 40°C olduğu belirlendi. Bu mikroorganizmalardan elde edilen amilazların 30-60

°C sıcaklık aralıklarında aktivitelerin olduğu belirlendi. *Bacillus cereus* WYS01 bakterisinin maksimum amilaz aktivite gösterdiği sıcaklık 60°C de olduğu tespit edildi. Bu bakterinin özellikle 40-70 arasında enzim aktivitesinin olduğu görüldü. Najafi ve ark. (2005) izolasyonunu gerçekleştirdikleri *Bacillus subtilis* AX20'nin α-amilazın maksimum sıcaklığının 55°C olduğunu belirlediler.



Şekil 4. Enzim aktivitesine sıcaklığın etkisi.



Şekil 5. Enzim aktivitesine pH'nın etkisi.

Enzim Aktivitesi Üzerine pH'nın Etkisi

α -Amilaz aktivitesi üzerine etkili olan diğer bir parametre pH'dır. pH 3.0-10 aralığında enzim aktivitesine etkisi araştırıldı. Araştırma sonucunda tüm mikroorganizmaların nötral pH'da (pH7.0) maksimum aktivite gösterdiği tespit edildi. Şekil 5 'te görüldüğü üzere bütün bakteriler, pH 6.0-8.0 aralığında aktivite gösterdiği tespit edildi. Bakteriler arasında *Bacillus cereus* WYS01'un en fazla rölatif aktiviteye sahip olduğu tespit edildi. Benzer sonuçları diğer araştırmacılar da bulmuşlardır. Ağuloğlu Fincan ve Enez (2014) çalışmalarında kullandıkları *Geobacillus stearothermophilus* bakterisinin

maksimum amilaz aktivitesi pH7.0 da olduğunu belirtmişlerdir. Ortakaya ve ark. (2017) araştırmalarında kullandıkları *Bacillus simplex* bakterisinin maksimum amilaz aktivitesinin pH7.0 gerçekleştiğini bulmuşlardır.

Kaynaklar

Ağuloğlu Fincan, S., Enez, B. 2014. Production, purification, and characterization of thermostable α -amylase from thermophilic *Geobacillus stearothermophilus*. *Starch/Stärke*, 66: 182-189.

- Asgher, M., Asad, M.J., Rahman, S.U., Legge, R.L. 2007. A thermostable α -amylase from a moderately thermophilic *Bacillus subtilis* strain for starch processing. *Journal Food Engineering*, 79: 950-955.
- Gupta, R., Gigras, P., Mohapatra, H., Goswami, V.K., Chauhan, B. 2003. Microbial - amylases: a biotechnological perspective. *Process Biochemistry*, 38: 1599-616.
- Hamilton, L.M., Kelly, C.T., Fogarty, W.M. 1999. Production and properties of the raw starch digesting -amylase of *Bacillus* sp. IMD 435. *Process Biochemistry*, 35: 27-31.
- Hmidet, N., Bayouhd, A., Berrin, J.G., Kanoun, S., Juge, N., Nasri, M. 2008. Purification and biochemical characterization of a novel α -amylase from *Bacillus licheniformis* NH1 Cloning, nucleotide sequence and expression of amyN gene in *Escherichia coli*. *Process Biochemistry*, 43: 499-510.
- John, R.J.D., Elangovan, N. 2013. Molecular identification of amylase producing *Bacillus subtilis* and detection of optimal conditions. *Journal of Pharmacy Research*, 6: 426-30.
- Kikani, B.A., Singh, S.P. 2012. The stability and thermo dynamic parameters of a very thermostable and calcium-independent α -amylase from a newly isolated bacterium, *Anoxybacillus beppuensis* TSSC-1. *Process Biochemistry*, 47: 1791-1798.
- Liu, X. D., Xu, Y. 2008. A novel raw starch digesting α -amylase from a newly isolated *Bacillus* sp. YX-1: Purification and characterization. *Bioresource Technology*, 99: 4315-4320.
- Lowry, O. H., Roserbrough, N.J., Farr, A.L., Randall, R. 1951. Protein measure ment with folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193: 265-275.
- Miller, G.L. 1959. Use of dinitro salicylic acid reagent for determination of reducing sugars. *Analytical Chemistry*, 31: 426-428.
- Najafi, M. F., Deobagkar. D., Deobagkar, D. 2005. Purification and characterization of an extracellular α -amylase from *Bacillus subtilis* AX20. *Protein Expression and Purification*, 41: 349-354.
- Ortakaya, V., Aguloglu Fincan, S., Enez, B. 2017. α -Amylase from *Bacillus simplex* production, characterization and partial purification. *Fresenius Environmental Bulletin*. 26(7): 4446-4455.
- Ozdemir, S, Aguloglu Fincan, S., Karakaya, A., Enez, B. 2018. A novel raw starch hydrolyzing thermostable α -amylase produced by newly isolated *Bacillus mojavensis* SO-10: Purification, characterization and usage in starch industries. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 61: e18160399.
- Pandey, A., Nigam, P., Soccol, C.R., Soccol, V.T., Singh, D., Mohan, R. 2000. Advances in microbial amylases. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, 31: 135-52.
- Pranay, K., Padmadeo, S. R., Jha, V., Prasad, B. 2019. Screening and identification of amylase producing strains of *Bacillus*. *Journal of Applied Biology Biotechnology*, 1-6 DOI: 10.7324/JABB.2019.70103.
- Saxena, R.K., Dutt, K., Agarwal, L., Nayyar, P. 2007. A highly thermostable and alkaline amylase from a *Bacillus* sp. PN5. *Bioresource Technology*, 98: 260-265.
- Shafiei, M., Ziaee, A.A., Amoozegar, M.A. 2010. Purification and biochemical characterization of a novel SDS and surfactant stable, raw starch digesting and halophilic α - amylase from a moderately halophilic bacterium *Nesterenkonia* sp strain F. *Process Biochemistry*, 45: 694-699.
- Souza, P.M., Magalhaes, P.O. 2010. Applications of microbial α -amylase in industry-a review. *Brazilian Journal of Microbiology*, 41: 850-61.
- Topçal, F., Diğrak, M., Gündoğan, R. 2014. Identification of *Bacillus* Species Isolated from Soil and Determination of Bacteriocin Production. *Adiyaman University Journal of Science*, 4(2): 57-67.

Araştırma Makalesi

Sulama Kuyularında Filtre Uzunluğunun Bazı Pompaj Parametrelerine Etkisi

Nuri ORHAN^{1*}, Ali Yavuz ŞEFLEK¹, Osman ÖZBEK¹, Sedat ÇALIŞIR¹

¹Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü

*Sorumlu yazar: nuriorhan@selcuk.edu.tr

Geliş Tarihi: 05.03.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 01.07.2019

Kabul Tarihi: 03.07.2019

Özet

Bu çalışma tipik bir sulama amaçlı derin kuyu modeli üzerinde yürütülmüştür. Derin kuyu donanımlarından filtre uzunluğunun üç farklı durumu için, kuyu su seviyesi düşümü, pompa gürültü seviyesi, pompa çıkış ve giriş basıncı ve pompanın şebekeden çektiği güç arasındaki değişim sonuçları incelenmiştir. Çalışmada hidrolik yük, teçhiz borusu çapı, filtre tipi, çakıl zonu genişliği ve pompa tipi sabit tutulmuştur. Pompa denemeleri 2 m (FU₁), 4 m (FU₂) ve 6 m (FU₃) filtre uzunluklarında yapılmıştır. Deneme sonuçlarında göre; farklı debi değerlerinde FU₁ ve FU₂ kombinasyonlarının kuyu düşüm seviyeleri arasında farkın olmadığı ancak FU₃ kombinasyonunda farkın olduğu belirlenmiştir. Ayrıca uygulanan LSD testi sonucunda da farkın olduğu görülmüştür. FU₁ ve FU₃ kombinasyonlarının tüm debi değerlerinde elde edilen birim uzunluk başına düşüm azalması ortalama 2.22 cm m⁻¹ olarak belirlenmiştir. Filtre uzunluğu arttıkça filtreye su giriş hızının azaldığı hesaplanmıştır. Genellikle filtre uzunluğu arttıkça pompanın gürültü seviyesi azalmıştır. Tüm debi değerlerinde FU₁, FU₂ ve FU₃ kombinasyonlarında ölçülen ortalama gürültü seviyesi sırası ile 75.3-72.2 ve 71.3 dBA olarak belirlenmiştir. Bazı debiler de pompanın şebekeden çektiği güç değeri filtre uzunluğunun artması ile yükselmiştir. Sabit debi değerlerinde filtre uzunluğunun toplam dinamik yükseklik (TDY) üzerine bir etkisi olmamıştır. Sonuç olarak; kuyu filtre uzunluğunun pompaj parametreleri üzerine etki ettiği belirlenmiştir.

Anhtar kelimeler: Kuyu filtre uzunluğu, filtre, düşüm, sulama derin kuyusu, pompaj.

The Effect on Some Pump Parameters of Screen Length in Irrigation Wells

Abstract

This study was carried out on a deep well model for typical irrigation purposes. For the three different conditions of the screen length from the deep well equipment, the results of the change between the well water level drop, the pump noise level, the pump outlet and inlet pressure and power drawn from the mains were investigated. In this study, hydraulic load, screen type, gravel zone thickness and pump type are kept constant. Pump tests are performed at screen lengths of 2 m (FU₁), 4 m (FU₂) and 6 m (FU₃). According to the trial results; It was determined that there was no difference between drawdowns FU₁ and FU₂ combinations in different flow rates but there was a difference in FU₃ combination. In addition, it was seen that there was a difference in LSD test. The decrease drawdown of the per unit length obtained in all flow rates of FU₁ and FU₃ combinations was determined as 2.22 cm m⁻¹ on average. As the screen length increases, the flow water input to screen was calculated to decrease. Generally, the noise level of the pump is reduced as the screen length increases. In all flow rates, the average noise level measured in combinations of FU₁, FU₂ and FU₃ was determined as 75.3-72.2 and 71.3 dBA respectively. In some flow rates, power drawn from the mains pump is increased with increasing the screen length. As a result, the well screen length was determined to affect in the pumping parameters.

Key words: Well screen length, screen, drawdown, irrigation wells, pumping.

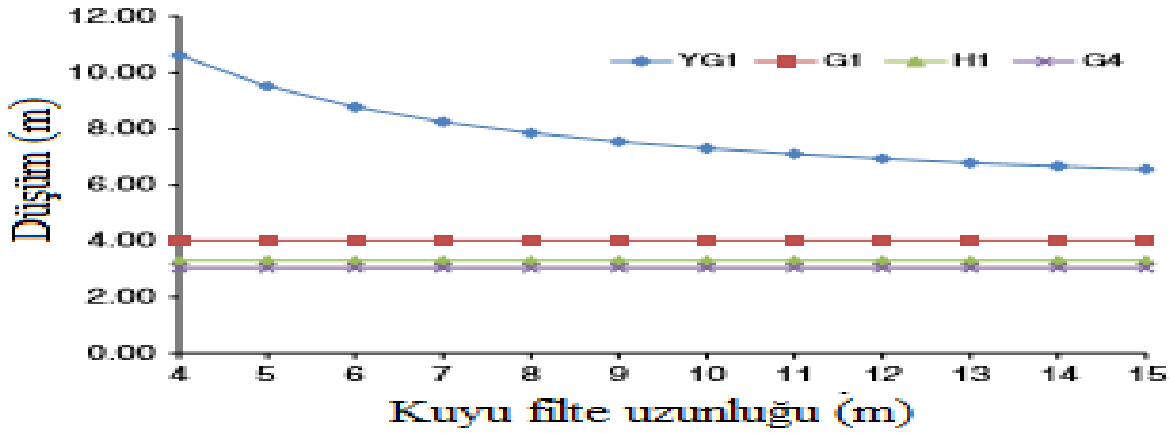
Giriş

Ülkemizde tarıma açılmış sulanan 6 milyon hektarlık alanın sulama ihtiyacının %31'i derin kuyulardan sağlanmaktadır. Tarımsal amaçlı kullanılan 587.169 adet pompanın %21'ini derin kuyu pompaları oluşturmaktadır (Anonim 2016). Derin kuyu pompalarının da en çok kullanılan tipi dalgıç pompalarıdır (Anonim, 2016). Tarımsal sulamada önemli bir yere sahip olan derin kuyuları değişik çaplarda sondaj yolu ile açılarak, kuyu kapalı veya filtreli teçhiz boruları ile donatılır. Filtre akiferden suyun kuyu içerisine girmesini sağlarken, sedimanların kuyuya girmesini engeller. Uygun filtreli boru seçimi kuyunun verimliliğini artırdığı gibi, uzun dönem maliyeti açısından da önem taşır (Akpınar, 1999). Kuyu tasarımında etkili parametrelerden biride filtre uzunluğudur (Bloomquist ve ark., 1989). Kuyu filtresinin en uygun uzunluğu, akiferin kalınlığına, elde

edilen düşüme ve akiferin tabakalanmasına bağlı olarak değişmektedir (Çebi, 1994).

Genel bir kural olarak kuyu içinden, akifer kalınlığının en az %80'nin filtreli teçhiz boru ile donatılması gerektiği, bu durumda tüm akiferin filtrelendiği maksimum verimin yaklaşık olarak %90 ya da daha fazlasını elde etmeyi mümkün kılacağı belirtilmiştir (Strickland ve Korleski, 2006).

Homojen bir akiferde kuyudan %65'lik maksimum düşüm ile %88'lik verim sağlanabilmektedir (Çebi, 1994). Wang ve ark. (2013) açılan gözlem kuyusunda filtre uzunluğu, debi ve düşüm araştırmasında pompa debisi ve derinliği sabit olduğunda kuyularda filtre uzunluğunu artması ile düşümün azaldığını belirtmişlerdir (Şekil 1). Aynı çalışmalarında gözlem kuyusunda pompaj debisi ve filtre uzunluğunun artması ile düşümün arttığını bildirmişlerdir.



Şekil 1. Düşüm filtre uzunluğu ilişkisi (Wang ve ark., 2013).

Delleur (2010), filtre uzunluğunun; filtre giriş hızı ve birim uzunluktaki etkili açıklık alanı dikkate alarak süreklilik denkleminde hesaplanabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca yazar filtre uzunluğunun metre başına etkin açıklık alanının belirlenmesinde, genellikle açıklık alanının %50'sinin çakıl parçacıkları tarafından tıkandığının varsayılabilirliğini açıklamıştır. Farklı filtre tipleri için minimum filtre uzunluğunun pompa debisine bağlı olarak bazı değerleri Çizelge 1'de vermiştir.

Bu çalışma sabit filtre tipinde ve çakıl genişliğinde; 2 m, 4 m ve 6 m filtre uzunluklarının, farklı pompa debilerinde kuyu su seviyesindeki düşüme (Δ), pompa gürültü seviyesine (G), pompa çıkış (P_b) ve giriş basıncına (P_e) ve pompanın şebekeden çektiği güce (N) etkisi incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, S.Ü Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümünde Derin Kuyu Test Kulesinde yapılmıştır (Şekil 2). Denemelerde kullanılan ölçme aletlerinin bazı teknik özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Denemelerde oblong delikli filtreli tip teçhiz boruları kullanılmıştır (Şekil 3.) Filtreli tip teçhiz borusunun genel özellikleri Çizelge 3'de, delik ölçüleri ise Şekil 3'de verilmiştir. Denemeler de yaklaşık 2 m³ civarında temiz ve yıkanmış çakıl kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan çakılın %76'sının tane boyutunun 7-15 mm aralığında olduğu belirlenmiştir. Pompanın negatif basıncı (P_e) emiş ağız alt adaptörüne yerleştirilen cıvalı bir U diferansiyel basınçölçer ile ölçülmüştür. U diferansiyel basınçölçer için 6 mm çapında, 2 m uzunluğunda şeffaf hortum ve 200 g cıva kullanılmıştır.

Çizelge 1. Farklı tip filtreler için minimum filtre uzunluğu ve pompa debisi

Çap (m)	Açık alan		Minimum screen uzunluğu (m)		
	(%)	(m ² m ⁻¹)	100 m ³ h ⁻¹	200 m ³ h ⁻¹	300 m ³ h ⁻¹
0.15	10	0.024	77	154	231
0.15	20	0.047	39	79	118
0.15	40	0.094	20	39	59
0.20	10	0.031	60	119	179
0.20	20	0.063	29	59	88
0.20	40	0.126	15	29	44
0.25	10	0.039	47	95	142
0.25	20	0.079	23	47	70
0.25	40	0.157	12	24	35

Çizelge 2. Kullanılan ölçme aletlerinin bazı teknik özellikleri

Ekipman cinsi	Bazı teknik özellikleri
Pompa	Anma çapı 6", 2 kademeli, mil çapı 25 mm, Radyal çark, 4.5 mm klerens açıklığı
Elektrik motoru	Suver, 380 V, 8.2 A, 50 Hz, 2869 1/min, 4.5 kW, mil çapı: 25 mm, Su soğutmalı, 3x2.5mm ² kablo kesiti
Debimetre	S MAG 100 TİP, DN 80/HR/316 flanş bağlantılı elektromanyetik debimetre, 220 V beslemeli dijital göstergeli, anlık debi, yüzde akış ve toplam gösterimli. Ayarlanabilir 4-20 m ³ /A plus ve frekans çıkışlı. Çalışma debisi 1 – 280 m ³ /h, çalışma basıncı 16 bar.
Manometre	WİKA, 0-10 bar, Alltan Bağlantılı, 4-20 mA çıkışlı.
Seviye ölçer	Hydrotechnik marka, 010 tip/1.5 V, 150 m'lik ölçeklendirilmiş kablolu, ses ve ışık ikazlı tip.
Sıcaklık sensörleri	Turck marka, 10-24 VDC, -50...100 °C, 4-20 mA çıkış.
Gürültü sensörü	CT-2012 model, giriş 4 mA, DC 24V güç kaynağı çıkış göstergesi. Dönüştürücü model : TR-SLT1A4, ölçüm aralığı:30-80 dB, 50-100 dB, 80-130 dB, çıkış 4-20 mA, 90-260 ACV 50Hz/60Hz, çalışma sıcaklığı 0-50 °C.
Bilgisayar	Asus intel core i7.

Çizelge 3. Filtreli tip teçhiz borusuna ait bazı boyut ve teknik özellikler

İç çap (mm)	Et kalınlığı (mm)	Malzeme	Uzunluğu (mm)	Birim ağırlık (kg/m)	Filtre tipi	Sayısı (adet)	Delik toplam alanı/Boru yüzey alanı oranı (%)
302	5.0	Sac	2003	30.0	Dikey Oblong	3	9.3

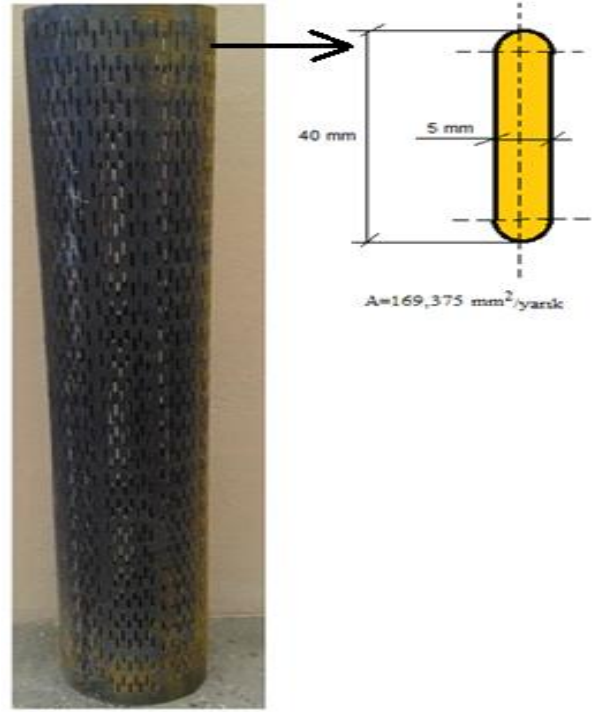
Filtre uzunluğu FU₁, FU₂ ve FU₃ olmak üzere üç seviyede oluşturulmuştur. FU₁, FU₂ ve FU₃ filtre uzunlukları sırasıyla 2 m, 4 m ve 6 m değerindedir. Bu çalışmada kuyu donanımı parametrelerinden çakıl zonu genişliği 10 cm olarak sabit tutulmuştur (Şekil 4).

Deneylerin yürütülmesinde ise 2 m uzunluğunda bir kolon borusu ve 10 m uzunluğunda enerji kablosuna sahip 6" anma çapın da dalgıç tip derin kuyu pompası kullanılmıştır. Kuyu 6" ve 3"lik borular ile üst kısmında bulunan depodan birleşik kaplar yöntemine göre beslenmiştir. Deneme deseni, beş değişik debi değeri için Şekil 5'de verilmiştir. Pompa işletme karakteristiklerinin ölçülmesinde ve yapılan hesaplamalarda TS EN ISO 9906 standardı,

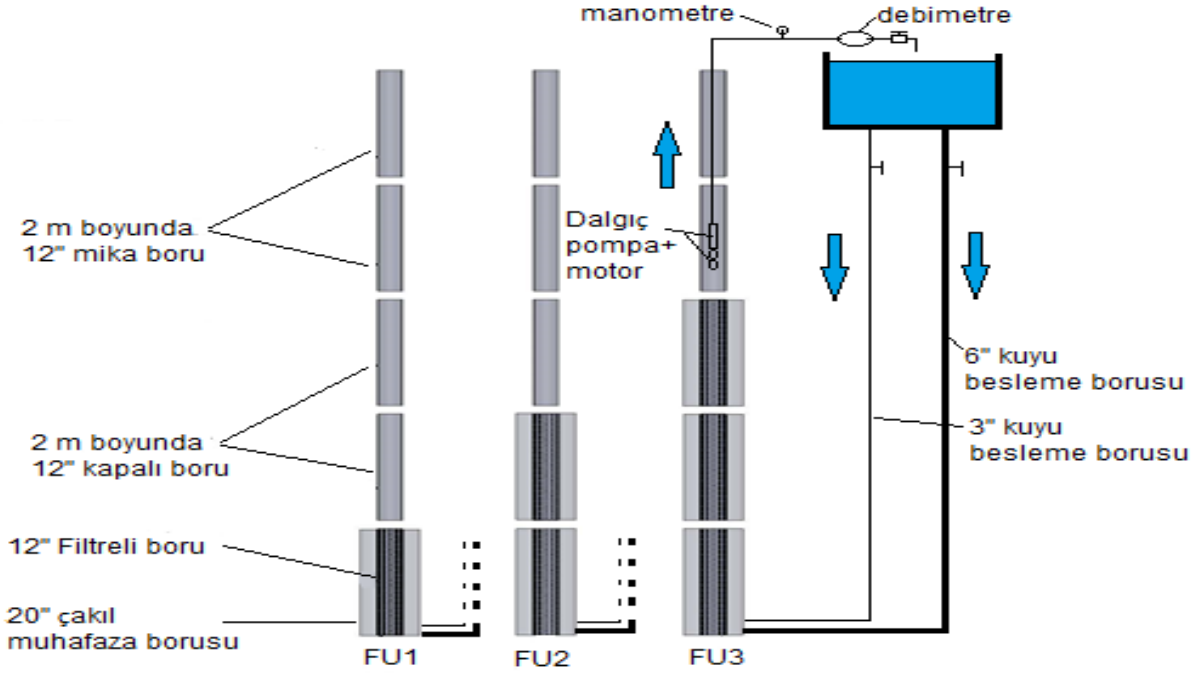
gürültü ölçümlerinde ise EN ISO 3740 standardı esas alınmıştır (Anonim, 2002; 2014). Gürültü seviyesi, gürültü ölçme cihazı ile kule kumanda merkezi platformundan pompa kolon ile mika kapalı teçhiz borusu arasındaki boşluğa yaklaşık 1 m kadar aşağısında, cihaz mikrofonu pet huni ile çevrelenmiş bir şekilde ölçülmüştür (Čdina, 2003; Čdina ve Prezelj, 2009; Binama ve ark., 2016). Cihaz mikrofonu ile suyun teması olmamıştır. Suyun filtreye giriş hızı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır. Filtre deliklerinin tıkanma oranı %50 olarak alınmıştır (Blair, 1970; Moss, 1982; Clark ve Turner, 1983; Boman ve ark., 2003; Fulton ve ark., 2004; Strickland ve Korleski, 2006; Delleur, 2010; Mahasneh, 2015).



Şekil 2. Derin kuyu test kulesi.



Şekil 3. Deneylerde kullanılan oblong delikli filtreli tip teçhizat borusu ve delik ölçüleri.



Şekil 4. Filtre uzunluğu için kuyu donanımı ve kuyu çalışma prensibi.

$$v_1 \text{ (cm s}^{-1}\text{)} = [(Q/3600)/A]*100$$

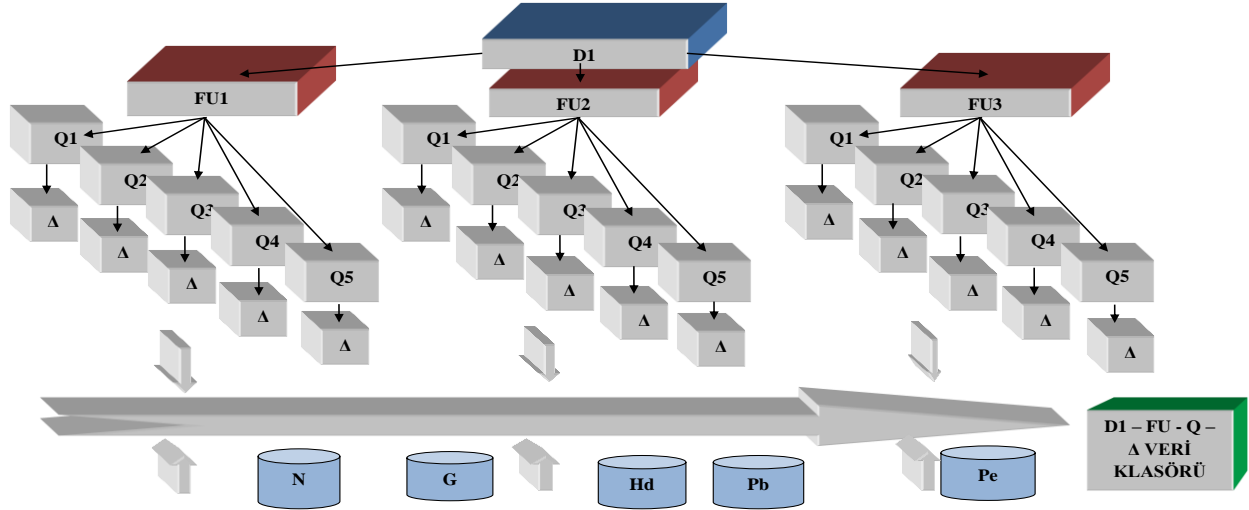
$$A = \pi * D * L * DO * TO$$

Burada; Q debi ($\text{m}^3 \text{ h}^{-1}$), A filtrenin toplam delik alanı (m^2), D filtre çapı (m), L filtre uzunluğu (m), DO desimal olarak filtrenin delik alanı, TO delik tıkanma

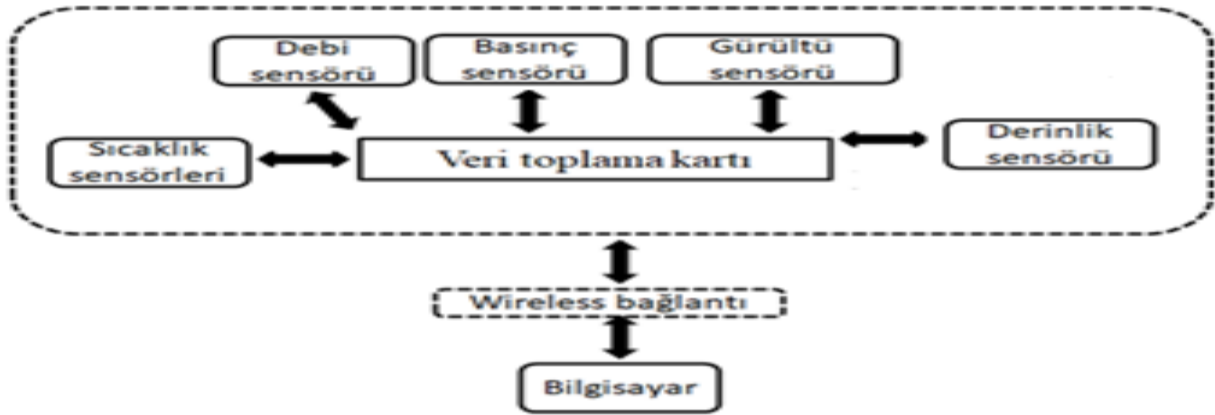
oranlarını ifade etmektedir. Filtre uzunluğunun her birinde dalgıç pompa (D) optimum çalışma devrinde, 5 değişik debi aralığında ($40\text{-}45\text{-}50\text{-}55\text{-}60 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$) düşüm (Δ), pompa gürültü seviyesi (G), pompa çıkış basıncı (P_b), pompa giriş basıncı (P_e), ortam sıcaklığı

(T_1) ve su sıcaklığı (T_2) değerleri ölçülmüş, filtreye su giriş hızı (v_1) ise hesaplanmıştır. Pompa belirlenen herhangi bir debi değerinde çalıştırılarak ilk değerler kayıt altına alındıktan sonra diğer debi değerlerine geçilmiştir. Çalışmada ölçülen büyüklüklerin kaydedilmesi için yazılım ve otomasyon sistemi gerçekleştirilmiştir. Otomasyon sistemi saniyede bir adet veri alabilecek tarzda hazırlanmıştır. Pompa rejime girdikten sonra kayıt işlemine başlanılmış ve bir

senör den 50 adet veri alınmıştır. Alınan veriler Excel paket programına aktarılarak ortalama değerleri alınmıştır. Pompa giriş basıncı otomasyon sistemine manuel olarak girilmiştir. Otomasyon sistemi blok diyagramı Şekil 6'de verilmiştir. Pompa 188 cm dalma derinliğinde (sabit hidrolik yük) denemeler yürütülmüştür. Seviye ölçer ile düşüm (Δ) ölçümü yapılmıştır.



Şekil 5. Deneme planı.



Şekil 6. Otomasyon sisteminin blok diyagramı.

Bulgular ve Tartışma

Denemeler süresince ortalama ortam sıcaklığı 13°C ve suyun ortalama sıcaklığı ise 10°C ölçülmüştür. Denemelere 188 cm sabit hidrolik yük altında ve 89 cm statik su seviyesinde başlanmıştır. 40, 45, 50, 55 ve $60 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ debi değerlerinde yapılan ölçümler sonucunda üç ayrı filtre uzunluğu için bazı pompaj parametreleri ölçülmüştür.

Filtre uzunluğunun düşüme etkisi

Kuyu besleme borularının tam açık iken filtre uzunluğuna bağlı düşüm seviyelerinin ortalamaları ve LSD testi sonuçları Çizelge 4'te, düşüm seviyelerine uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 4. Filtre uzunluğu ve debiler arasındaki farklara göre elde edilen düşüm (cm) değerleri ve LSD testi sonuçları

Q	FU ₁	FU ₂	FU ₃	Q
40	65.67 ^j	66.01 ^j	56.88 ^k	62.85 ^e
45	82.57 ^h	82.42 ^h	74.52 ⁱ	79.83 ^d
50	100.03 ^f	98.95 ^f	89.70 ^g	96.23 ^c
55	119.13 ^d	118.87 ^d	110.16 ^e	116.05 ^b
60	138.83 ^a	135.04 ^b	129.15 ^c	134.34 ^a
LSD=1.588		LSD=0.9167		
FU	101.25 ^a	100.26 ^b	92.08 ^c	
LSD=0.71				

Çizelge 5. Filtre uzunluğu ve debinin düşüm seviyesi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

	SD	KT	KO	F	P
Q	4	28933.3	7233.4	14688.66	0.000**
FU	2	758.9	379.4	770.51	0.000**
Q x FU	8	21.6	2.7	5.48	0.000**
Hata	30	14.8	0.5	---	---
Genel	44	29728.7	---	---	---

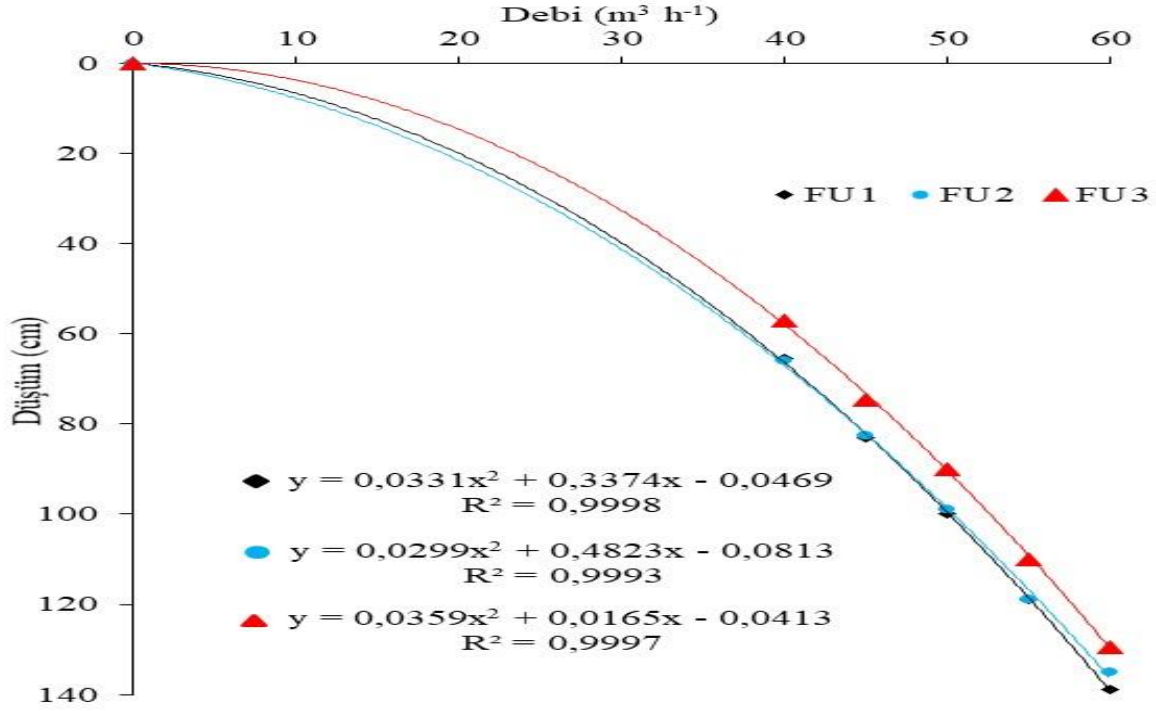
* p<0.05 ** p<0.01

Filtre uzunluğuna bağlı düşüm seviyesi ve debi ilişkisi ayrıca grafiksel olarak Şekil 7'de verilmiştir. Her bir filtre uzunluğunda debi arttıkça, kuyuda meydana gelen düşüm seviyesi de artmıştır. Sabit debide filtre uzunluğu arttıkça düşüm seviyesinin azaldığı söylenebilir. Bu ilişki özellikle FU₁ ile FU₃ filtre uzunluğu seviyelerinde FU₁ ile FU₂ seviyelerine göre daha belirgin olduğu görülmektedir. Ayrıca 60 m³h⁻¹ debide filtre uzunluğu arttıkça düşümün azaldığı daha belirgin olmuştur. Bunun nedeni filtre uzunluğu arttıkça filtrelerdeki toplam delik alanı çoğalmakta ve daha az direnç oluşumuna neden olması ile açıklanabilir. Benzer şekilde Wang ve ark. (2013)'da filtre uzunluğunun artması ile düşümün azaldığını bildirmişlerdir. FU₁ ve FU₃ seviyelerindeki filtre uzunluğu ve düşüm seviyesi incelendiğinde, 40-45-50-55-60 m³ h⁻¹ debi değerlerinde bir metre uzunluk başına sırası ile 2.13-2.13-2.25-2.25 ve 2.37 cm m⁻¹ düzeyinde bir düşüm azalması hesaplanmıştır. Bu ilişki Şekil 8'de gösterilmiştir. Filtre uzunlukları içerisinde en fazla düşüm 101.25 cm ile FU₁ kombinasyonunun da en az düşüm ise 92.08 cm ile FU₃ kombinasyonunun da olmuştur. Sabit debi değerlerinde ölçülen düşüm

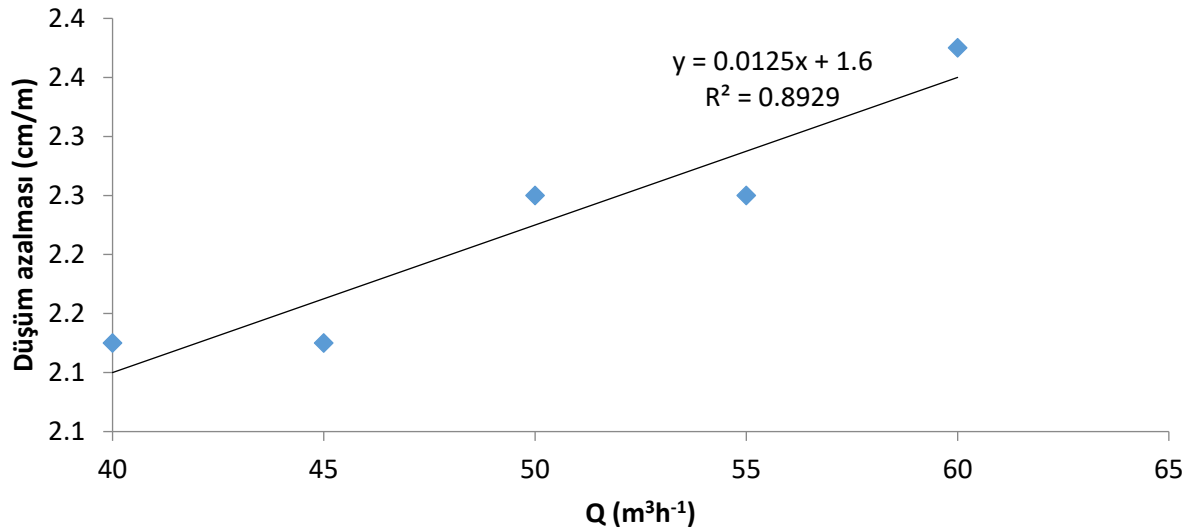
değerleri 40 m³ h⁻¹ debi değerinde 62.85 cm, 45 m³ h⁻¹ debi değerinde 79.83 cm, 50 m³ h⁻¹ debi değerinde 96.23 cm, 55 m³ h⁻¹ debi değerinde ise 116.05 cm ve 60 m³ h⁻¹ debi değerinde ise 134.34 cm olarak saptanmıştır. Çizelge 3 incelendiğinde değerler arasında istatistiksel olarak da farkın olduğu görülmektedir. Düşüm seviyelerine uygulanan varyans analizi sonucuna göre debi, filtre uzunluğu ve bu iki parametrenin interaksiyonunun, istatistiksel olarak farklı olduğu görülmüştür (Çizelge 4).

Filtre uzunluğunun filtre su giriş hızına etkisi

Kuyu besleme borusu vanalarının tam açık olduğu konumda farklı debi ve filtre uzunluklarında suyun filtreden kuyuya giriş hızı (v₁) üzerine etkisi Çizelge 6'de verilmiştir. Çizelge 6 incelendiğinde her üç filtre uzunluğu seviyesinde, debi arttıkça v₁ hız değerleri artış göstermiştir. Sabit debilerde filtre uzunluğu artarken v₁ hız değerlerinde azalma görülmüştür. Bunun nedeni artan filtre delik alanları toplamına bağlanabilir. Bu yöndeki yaklaşımımız bir çok literatür tarafından da desteklenmektedir (Clark ve Turner, 1983; Barrash ve ark., 2006).



Şekil 7. Filtre uzunluğu düşüm ilişkisi.



Şekil 8. Filtre uzunluğuna bağlı farklı debilerdeki düşüm azalması.

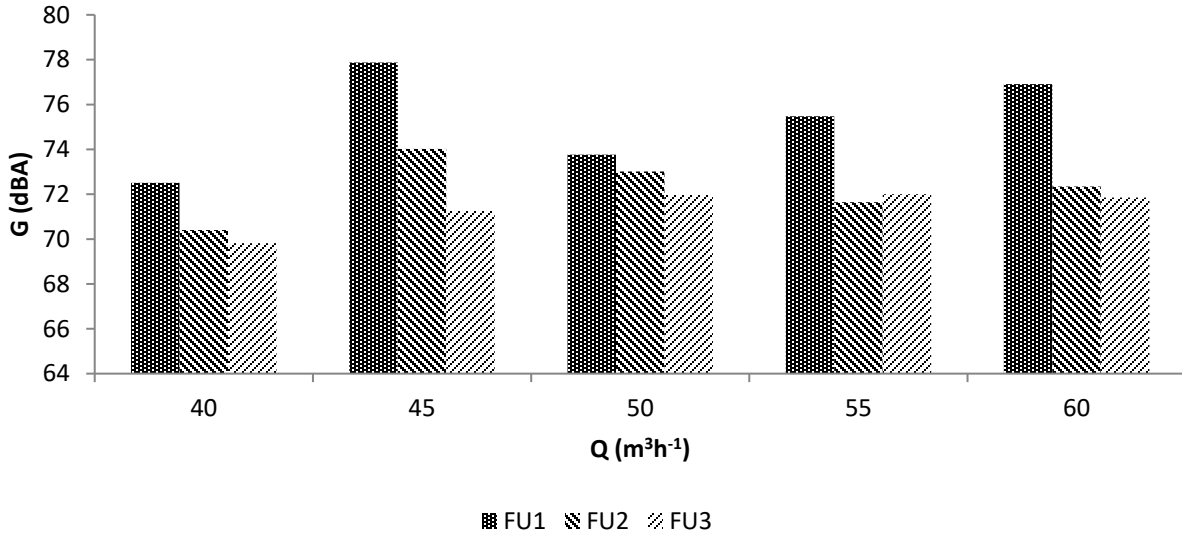
Filtre uzunluğunun gürültü seviyesi üzerine etkisi

Kuyu besleme borusu vanalarının tam açık olduğu konumda ve değişik debilerdeki, filtre uzunluğunun gürültü seviyesi üzerine olan etkisi Şekil 9'da verilmiştir. Şekil 9 incelendiğinde her üç filtre uzunluğunda debi arttıkça genel olarak gürültü seviyeleri değerlerinin arttığı söylenebilir. Bunun yanında sabit debide filtre uzunluğu arttıkça gürültü

seviyesi değerlerinin genel olarak azaldığı görülmektedir. Bunun nedeni de filtre delik alanının artmasına bağlanabilir. FU_1 - FU_2 ve FU_3 kombinasyonlarının tüm debi değerlerinde elde edilen gürültü seviyelerinin ortalamaları sırası ile 75.3-72.2 ve 71.3 dBA olarak ölçülmüştür. Filtre uzunluğunun artması debi değerlerindeki ortalama gürültü seviyelerini düşürmüştür.

Çizelge 6. Filtre uzunluğu, debi ve düşüm ile v_1 hızı arasındaki ilişkiler

	Q ($m^3 h^{-1}$)	Δ (cm)	V_1 ($cm s^{-1}$)
FU₁	40.2	65.5	12.65
	45.1	83	14.19
	50.2	100	15.78
	54.9	119	17.28
	60	139	18.88
FU₂	40	66	6.32
	45.2	82.5	7.09
	50.1	99	7.89
	55.5	119	8.64
	59.8	135	9.44
FU₃	40	57	4.22
	45.2	74.5	4.73
	50.2	90	5.26
	54.9	110	5.76
	60	129.5	6.29

**Şekil 9.** Filtre uzunlukları, debi ve gürültü seviyeleri arasındaki değişim.

Filtre uzunluğunun şebekeden çekilen güç (N) üzerine etkisi

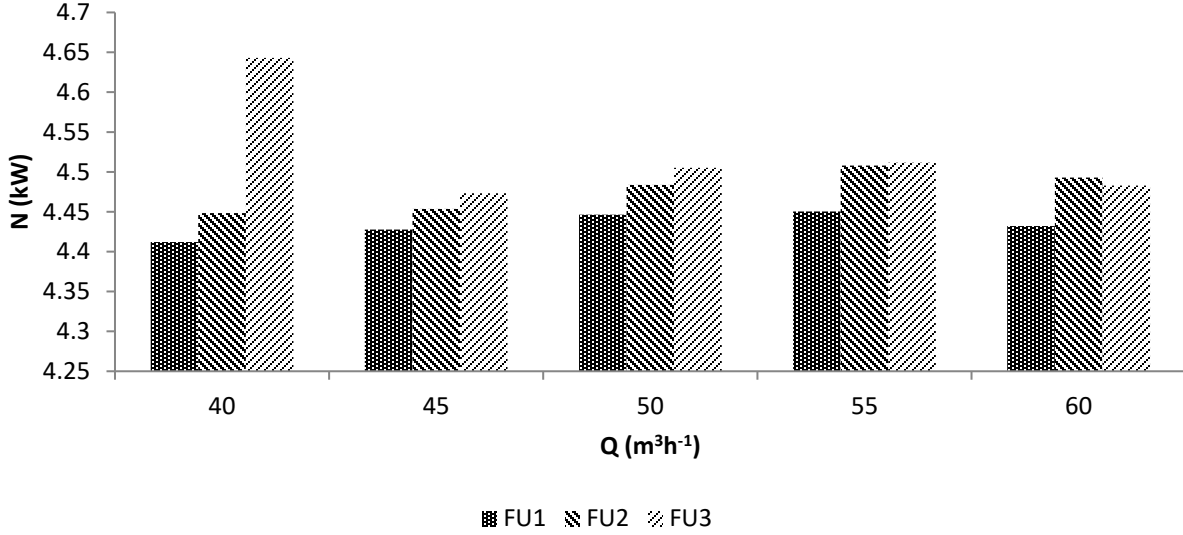
Kuyu besleme borusu vanalarının tam açık olduğu konumda ve değişik debilerde, filtre uzunluğunun şebekeden çekilen güç üzerine olan etkisi Şekil 10'da verilmiştir. Şekil 10 incelendiğinde sabit 40, 45 ve 60 $m^3 h^{-1}$ debilerde filtre uzunluğunun artması güç değerlerini artırmıştır. Filtre kombinasyonlarının tüm debi değerlerinde elde edilen şebekeden çekilen güç değerlerinin ortalamaları FU₁, FU₂ ve FU₃'de sırası ile 4.43-4.47 ve 4.52 kW olarak ölçülmüştür. Filtre uzunluğunun artması şebekeden çekilen güç değerlerinin tüm debi değerlerindeki ortalamasını yükseltmiştir.

Filtre uzunluğunun pompa TDY üzerine etkisi

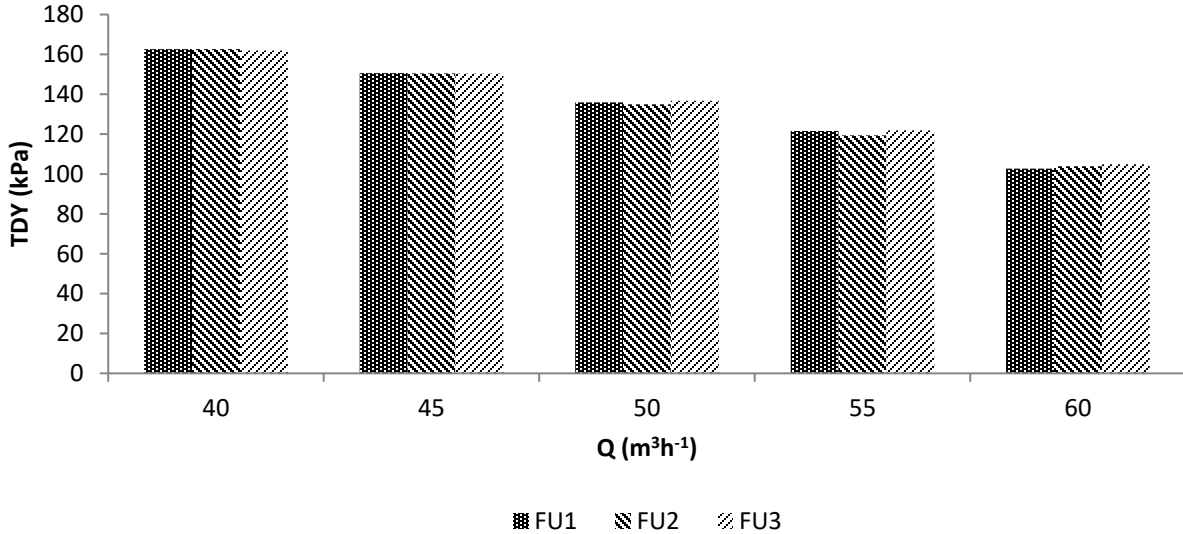
Kuyu besleme borusu vanalarının tam açık olduğu konumda, filtre uzunluğunun TDY ve TDY bileşenleri üzerine etkisi Şekil 11'de gösterilmiştir. Şekil 11 incelendiğinde her üç filtre uzunluğunda debi arttıkça TDY değerlerinin azaldığı söylenebilir. Sabit debilerde ise filtre uzunluğunun artması TDY üzerinde etkili olmadığı görülmektedir. Çizelge 7'de farklı filtre uzunluklarında debi, TDY ve TDY bileşenleri toplu olarak verilmiştir. Çizelge 7 incelendiğinde filtre uzunluğunun TDY ve bileşenlere çok fazla etkisinin olmadığı görülmektedir. TDY değerinin en önemli bileşeni olan P_b pompa çıkış basıncının filtre uzunluğu

ile değişmediği söylenebilir. Artan debiye bağlı olarak P_b değerlerinin azaldığı, P_e değerinin de arttığı görülmektedir (Şekil 12). Diğer taraftan farklı filtre uzunluklarında debinin pompa giriş basıncı (P_e)

üzerine etkisine bakıldığında (Şekil 12), FU_3 seviyesindeki P_e değerlerinin daha küçük değerlerde seyrettiği görülmektedir. Bunun sebebini düşümdeki fark ile açıklayabiliriz.



Şekil 10. Filtre uzunlukları, debi ve şebekeden çekilen güç seviyeleri arasındaki değişim.



Şekil 11. Filtre uzunlukları, debi ve TDY değerleri arasındaki değişim.

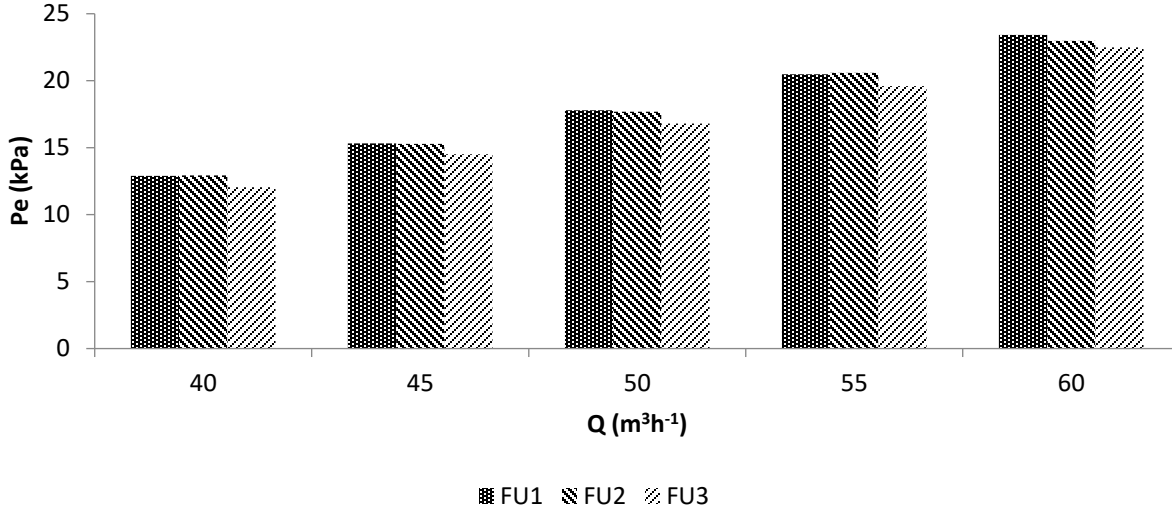
Sonuç ve Öneriler

Kuyu tasarımının önemli parametrelerinden biri olan filtre uzunluğunun pompaj sırasında farklı etkilerinin olduğu görülmüştür. Özellikle kuyu düşüm seviyesine 2m ve 4m filtre uzunluklarının belirgin bir etkisi olmamasına karşın 6m filtre uzunluğunun belirgin etkisi görülmüştür. FU_3 seviyesinin 40-45-50-55-60 $m^3 h^{-1}$ debi değerlerinde oluşan düşüm, FU_1 ve

FU_2 seviyelerinin aynı debi değerlerinde oluşan düşüm değerlerinden sırası ile %4.2-%3.2-%3.8-%2.6 ve %3.2 daha az düşüm elde edilmiştir. Her bir filtre uzunluklarında debi arttıkça düşüm değeri artmıştır (Şekil 6). Düşüm-debi ilişkilerinden elde edilen polinomların R^2 değerlerinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca Şekil 6'dan da FU_3 seviyesinin ayrıştığı anlaşılmaktadır. FU_1 ve FU_3 seviyeleri

arasında tüm debi değerlerinde elde edilen bir metre uzunluk başına düşen ortalama düşüm azalması 2.22 cm m^{-1} olarak tespit edilmiştir. Bir başka ifade ile filtre uzunluğunun 4 m artması tüm debilerde oluşan düşüm ortalamasını 8.9 cm azaltmıştır. Filtre uzunluğunun artması ile filtreye su giriş hızı azalmıştır. Filtrenin uzaması açıklık oranını değiştirmemiştir. Ancak su giriş hızının azalmasına sebep aynı debinin daha fazla filtre açık alanından geçmesidir. Genellikle tüm debi değerlerinde filtre uzunluğunun artması ile

pompanın gürültü seviyeleri azalmıştır. Pompanın şebekeden çektiği güç değeri ise filtre uzunluğu ile artmıştır. Pompanın toplam dinamik yükseklik değeri üzerine filtre uzunluğunun herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Filtre uzunluklarının pompanın kuyuda oluşturduğu düşüm seviyesine doğrudan etkisinin olduğu saptanmıştır. Kuyu tasarımlarında filtrelemenin kuyunun verimine, ömrüne pozitif etkisinin yanında filtre uzunluğunun da etki ettiği ortaya çıkmıştır.



Şekil 12. Farklı filtre uzunluk ve debi değerlerinde pompa giriş basıncı (P_e) değişimi.

Çizelge 7. Farklı filtre uzunluğu ve debilerde TDY ve TDY bileşenleri

	Q m^3h^{-1}	P_b (kPa)	H_d (m)	$V_z^2/2g$ (m)	TDY (kPa)
FU ₁	40.2	144.8	1.55	0.27	162.7
	45.1	130.3	1.72	0.35	150.6
	50.2	113.2	1.89	0.43	135.9
	54.9	96.1	2.08	0.52	121.6
	60.0	74.3	2.28	0.62	102.7
FU ₂	40.0	144.7	1.55	0.27	162.6
	45.2	130.2	1.72	0.35	150.4
	50.1	112.3	1.88	0.43	135.0
	55.5	93.8	2.08	0.52	119.4
	59.8	75.9	2.24	0.62	103.9
FU ₃	40.0	145.0	1.46	0.27	162.0
	45.2	130.9	1.64	0.35	150.4
	50.2	115.0	1.79	0.43	136.8
	54.9	97.3	1.99	0.52	121.8
	60.0	77.4	2.19	0.62	104.9

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK 213O140 numaralı projelerin sağladığı destekle tamamlanmış olup yazarlar TÜBİTAK'a teşekkürü bir borç bilirler.

Kaynaklar

- Akpınar, K. 1999. *Su Sondaj Kuyularının Açılması ve İşletilmesi Sırasında Çıkan Sorunlar ve Çözümleri*, ISBN 975-94033-0-7. ANKARA.
- Anonim, 2002. Rotodinamik Pompalar–Hidrolik Performans Kabul Deneyleri, Sınıf 1 ve Sınıf 2. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara. TS EN ISO 9906.
- Anonim, 2014. For pumps-Submersible-Clean Water. Turkish Standards Institute, Ankara. TS 11146.
- Anonim, 2016. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2016 Yılı Faliyet Raporu, Ankara.
- Barrash, W., Clemo, T., Fox, J.J., Johnson, T.C. 2006. Field, laboratory, and modeling investigation of the skin effect at wells with slotted casing, Boise Hydrogeophysical Research Site. *Journal of Hydrology*, 326(1-4): 181-198.
- Binama, M., Muhirwa, A., Bisengimana, E. 2016. Cavitation effects in centrifugal pumps-A review, Binama Maxime. *Int. Journal of Engineering Research and Applications*, 6(5): 52-63.
- Blair, A.H., 1970. Well Screens and gravel packs. *Groundwater*, 8(1): 10-21.
- Bloomquist, R.G., Geyer, J.D., Sifford III, B.A. 1989. Innovative design of New Geothermal Generating Plants. Washington State Energy Office; Bonneville Power Administration; Oregon.
- Boman, B., Shukla, S., Hardin, J. 2003. Design and Construction of Screened Wells for Agricultural Irrigation Systems, EDIS University of Florida.
- Čdina, M. 2003. Detection of cavitation phenomenon in a centrifugal pump using audible sound.

Mechanical Systems and Signal Processing, 17(6): 1335-1347.

- Clark, L., Turner, P. 1983. Experiments to assess the hydraulic efficiency of well screens. *Groundwater*, 21(3): 270-281.
- Čudina, M., Prezelj, J. 2009. Detection of cavitation in operation of kinetic pumps. Use of discrete frequency tone in audible spectra. *Applied Acoustics*, 70(4), 540-546.
- Çebi, T. 1994. Yeraltı Suyunda içme ve kullanma suyu temin amaçlı kuyularda tasarım teknikleri. *Jeoloji Mühensiliği Dergisi*, 44-45, 70-87.
- Delleur, J.W. 2010. The Handbook of Groundwater Engineering, CRC Press, p.
- Fulton, A., Dudley, T., McManus, D., Staton, K. 2004. Water well design, construction, and development: Important considerations before making the investment, Published online at <http://ceteama.ucdavis.edu/files/37334.pdf>. (Access date: June, 1, 2010).
- Mahasneh, M.A. 2015. Well Screens and Gravel Packs. *Global Journal of Researches in Engineering: General Engineering*, 15 (5).
- Moss, R. 1982. A Guide to Water Well Casing and Screen Selection. National Water Well Association, Dublin, OH, 43017, 76.
- Strickland, T., Korleski, C. 2006. Pumping and Slug Tests, Technical Guidance Manual For Ground Water Investigations. Ohio Environmental Protection Agency Division of Drinking and Ground Waters, pp. 45.
- Wang, J., Feng, B., Guo, T., Wu, L., Lou, R., Zhou, Z. 2013. Using partial penetrating wells and curtains to lower the water level of confined aquifer of gravel. *Engineering Geology*, 161: 16-25.

Araştırma Makalesi

Uludere İlçesi Arıcılık İşletmelerinin Genel Yapısı ve Arıcılık Faaliyetleri Üzerine Bir Çalışma

Mehmet Ali KUTLU*

Bingöl Üniversitesi Arıcılık Araştırma, Geliştirme ve Uygulama Müdürlüğü

*Sorumlu yazar: kutlular@hotmail.com

Geliş Tarihi: 06.02.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 31.05.2019

Kabul Tarihi: 04.07.2019

Özet

Şırnak iline bağlı Uludere ilçesi coğrafik yapısı, bitki örtüsü ve çeşitliliği, yöreye uyum göstermiş arı eko tipleri ve geleneksel arıcılığı ile önemli bir konumda bulunmaktadır. Bu çalışma Uludere ilçesinde arıcılığın ve arıcıların genel durumunu belirlemek amacıyla 2018 yılı sonlarında arı yetiştiricileri birliğine üye 100 arıcı ile yüz yüze görüşülerek gerçekleştirilmiştir. Çalışma, ilçenin arıcılık yapısı ve sektörün mevcut durumu belirlenmeye yönelik olup toplamda 29 soru ile koloni sayısı ile arıcı yaş durumunun bal verimine etkisi, ana arı üretimi, besleme zamanı, hastalık ve zararlıları tanıma ve mücadele yöntemleri, ekonomik bir kazanç için koloni sayısının belirlenmesi, arıcılığın ilçe ekonomisine katkısı, damızlık materyal ve malzeme teminindeki sıkıntılar, üretilen ürünlerin pazarlanmasında karşılaşılan sorunlar irdelenerek arıcılığın sürdürülebilirliği sağlanacak şekilde bilgi ve teknolojinin kullanımına ilişkin öneriler sunulmuştur. Çalışma sonucunda yaşamını arıcılıkla sağlayanların oransal miktarının %79 olduğu, ilçede 20 yaş altı arıcının olmadığı, çalışmaya katılan arıcıların öğrenim durumunun genelde ortaokul ve lise olduğu, arıcıların büyük bir kısmının arı hastalıkları ve zararlılarını tanıdığı, koloni ortalaması ve bal veriminin Türkiye ortalamasının altında olduğu, ilçede ticari anlamda ana arı üreticisinin bulunmadığı belirlenmiştir. Bu çalışmaya dayanarak ilçede arıcılık ile ilgili bilimsel ve teknolojik bilgiler ışığında üreticilerin eğitilmesi ve ana arı üretiminin yaygınlaştırılması tavsiye edilmektedir.

Anahtar kelimeler: Arıcılık, Uludere, anket.

A Study on the General Structure of Beekeeping Buildings of Uludere District

Abstract

The town of Uludere in the province of Şırnak has an important position with its geographic structure, vegetation and diversity, bee ecotypes and traditional beekeeping. This study was carried out by face-to-face interviews with 100 beekeepers at the end of 2018 to determine the general status of beekeeping and beekeepers in Uludere district. The study was carried out to determine the beekeeping structure of the district and the current situation of the sector and to determine the number of colonies with the number of colony and the effect of the age of the beekeeper on the honey yield. Suggestions on the use of information and technology were presented in order to contribute to the economy of the district, the difficulties in supplying breeding material and materials, the problems encountered in the marketing of the products produced and the sustainability of the beekeeping. In this study 79% that of the proportional amount of providing apiculture his life, 20 years in the district where being six beekeepers in the education of beekeepers who participated in the work situation usually is secondary and high schools, bee diseases and pests recognized by the majority of beekeepers, colonies of average and honey yield is below the average in Turkey, in this province it was determined that there was no commercially available queen bee producer. Based on this study, it is recommended to educate producers and to expand the production of queen bees in the light of scientific and technological knowledge about beekeeping in the district.

Key words: Beekeeping, Uludere, survey.

Giriş

Günümüzde ülkelerin büyük bir kısmında ortaya çıkan en önemli problemlerinden birisi sağlıklı ve dengeli beslenme olup, hızlı büyüyen dünya nüfusu paralel olarak sorunun boyutlarını da genişletmektedir. Bilim insanları bu sorunun çözümüne yönelik olarak mevcut kaynaklardan hayvansal üretimin bir dalı olan arıcılık sektörünün daha verimli yapılabilirliği çalışmalarına yönelmektedirler. Arıcılık, kendi işgücünü, kıt kaynaklarını ve bilgisini kullanmaktan başka alternatifini olmayan, insanların toprağa bağımlı olmaksızın küçük bir sermaye ile her yaşta kişilerin daha az iş gücü kullanımı ile yapabildikleri tarımsal bir iş koludur. Arılardan bal başta olmak üzere üretim kolaylığına göre polen, propolis, ana arı, oğul, arı sütü ve arı zehiri gibi ürünleri elde edilmektedir. Gerek doğadaki bitkilerin, gerekse ekonomik öneme sahip kültür bitkilerinin pollinasyonundaki önemine bakıldığında arıcılığın ülke için ne denli önemli olduğu görülmektedir. Kırsal alanın vazgeçilmezi olan arıcılık, dünyanın çoğu ülkesinde olduğu gibi ülkemizde yaygın olarak yapılmaktadır (Fıratlı ve ark. 2000). Arıcılıkta işletme maliyetinin düşüklüğü, diğer üretim dallarına kıyasla daha az iş gücü kullanılması, özellikle kırsal alanda yaşamını sürdüren dar gelirli ailelerin arıcılığa yönelmesi, diğer alanlarda ise kişilerin ek gelir kaynağı amaçlı arıcılığa yönelmesi arıcılığın önemini artırması ve yaygınlaşmasını sağlamıştır (Kaftanoğlu, 1987; Kaftanoğlu ve ark., 1995; Kutlu, 1998; Kızılaslan ve Kızılaslan, 2007).

Arıcılık Türkiye’de son yıllarda hızlı bir gelişme göstermiş olup özellikle kırsal kalkınma çalışmalarında orman içi kenarı yaşam alanlarında faaliyet olarak önerilmesi, az topraklı veya topraksız çiftçilerin istihdamı açısından önemli bir tarımsal faaliyet alanlarımızdandır. Ülkemiz arı kovanı miktarı ve total bal üretimi açısından söz sahibi ülkeler arasında bulunmasına rağmen kovan ortalaması bal verimi, diğer arıcılık ürünleri (polen, propolis, arızehiri, arı sütü) ve dış ticaret açısından maalesef gerilerde yer almaktadır.

Türkiye’de 2017 yılı verilerine göre 7.796.666’sı modern 194.406’sı yöresel kovan olmak üzere toplamda 7.991.072 arı kovanı ile arıcılık yapılmaktadır. Türkiye’de 114.471 ton bal elde edilmekte (TUIK 2017), birim kovandan alınan bal verimi ise 14,32 kg olarak hesaplanmıştır. Türkiye kovan varlığı ve üretmiş olduğu bal açısından dünya arıcılık piyasasında ön sıralarda bulunmakta ise de birim koloniden elde edilen bal miktarı ve bal ihracatı bakımından alt sıralarda yer almaktadır. Birim

kovandan elde edilen bal miktarı ülkemizde yıllara göre 13-17 kg arasında şekillenirken dünya koloni ortalaması 24 kg civarındadır (Kekeçoğlu, 2012).

Uludere ilçesinde arı yetiştiricileri birliğine kayıtlı 134 kişi, bir o kadar da kayıt dışı üretici arıcılık faaliyetinde bulunmaktadır. Uludere ilçesinde 13011 bin arı kolonisi ile 82,5 ton bal üretimi olup, birim kovan bal verimi ortalaması 6,35 kg’dır (Tuik, 2017). Birim kovan bal verimine bakıldığında Uludere ilçesi (6.35kg/kovan) Türkiye koloni ortalamasının (14,32 kg/kovan) % 44,34 altında bulunmaktadır.

Uludere’de arıcılık yapılabilir alanların fazlalığı ve Uludere’de arıcılıkta kullanılan yöreye özgü geleneksel arı kolonilerinin yapısı birlikte değerlendirildiğinde, arıcılığın Uludere ilçesi ile bütünleştiği dolayısı ile vazgeçilemez bir tarımsal faaliyet olduğu görülmektedir. Ancak Uludere’deki arıcılık profili incelendiğinde esas gelir kaynağının yanı sıra verimi olumsuz etkileyecek oranda yan uğraş olarak da yaptığı, teknik düzeyde arıcılık yapanların sayısının çok az olduğu, bal dışında arıcılık ürünleri ve ana arı üretimi yapılmadığı görülmektedir. Türkiye’de arıcılığın yapısı konusunda farklı bölgelerde çeşitli araştırmacılar tarafından birçok çalışma yapılmıştır (Settar, 1966; Şekerden ve Aydın, 1986; Çelik, 1994; Erkan, 1998; Savaş ve Sıralı, 2002, Yaşar ve ark., 2002; Çakmak ve ark., 2003; Ceylan, 2004; Soysal ve Gürçan, 2005; Yerlikaya ve Şahinler, 2007; Kekeçoğlu ve ark., 2007; Karakaya ve Kızıloğlu, 2015; Söğüt ve ark., 2019a,b). Yapılan bu araştırmada, teknik düzeyde eğitim ve uygulama eksikliği başta olmak üzere hem kamu kurum ve kuruluşlarının konuyu yeterince sahiplenmemesi hem de arıcıların yeterince örgütlü olmamaları nedeniyle arıcılıktaki olması gereken potansiyelin elde edilemediği görülmektedir.

Bu araştırmanın temel amacı, ilçe istihdamında önemli bir yere sahip olan arıcılık faaliyetlerinin ilk defa bilimsel olarak detaylı bir şekilde ele alınmış olup sorunları, karlılığı, sürdürülebilirliği irdelenmiş, çözüm ve öneriler sunulmuştur.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırmada, Uludere ilçesindeki arıcılık sektörünün mevcut yapısının tespitine yönelik olarak Uludere’de yaşayıp Şırnak Arı Yetiştiricileri birliğine kayıtlı faaliyet gösteren tesadüfî seçim yöntemi ile belirlenmiş 134 üyenin 100’ü üzerinde ki üyelerin %75’i ne ulaşılarak anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın materyalini bu anketler oluşturmuştur.

Anket formunda; arıcıların birliklerle olan ilişkileri, yaşları, ailedeki nüfus sayısı, sektörde kaç yıldan beri faaliyette buldukları, arılı kovan sayıları, koloni ortalama bal verimleri, bal dışı arıcılık ürünleri üretimleri, arıcılık dışı faaliyetleri, eğitim düzeyleri, sabit ve gezgin arıcılık durumlarının, 2018 yılı konaklama alanlarını, ana arı kullanım süreleri ile temininde ve kabullendirmedeki sorunlar, bilgi ihtiyaçlarında ve sorunlarının çözümünde karşılaşılan sorunlar ve çözümünde yönelindikleri kurum ve kuruluşlar, ilkbahar ve sonbahar beslemelerinde kullanılan besin maddeleri ve süreleri, koloni kayıpları ve nedenleri, hangi hastalık ve zararlıları tanıdıkları, varroa hastalık mücadele zamanı, şekli ve kültürel mücadele durumları, ürünlerini nasıl pazarladıkları, karşılaştıkları önemli sorunların neler olduğunu belirlemeye yönelik 29 soru yer almaktadır.

Hazırlanan anketler, Uludere ilçesinin Arı Yetiştiricileri Birliği üyelerine 2019 yılı Ocak ayı içerisinde Uludere Tarım Orman İlçe Müdürlüğü elemanlarının desteği ile yapılmış ve veriler ayrıntılı olarak irdelenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

1- İlçede yeğane faaliyeti arıcılık olup yaşamını arıcılıkla sağlayanların oransal miktarının, arıcılığı ek gelir olarak yapanların % 17 ve beklentinin dışında ek bir faaliyet olarak yapanların dağılımı ise %8 olarak belirlenmiştir.

2- Çalışmada görüldüğü gibi Uludere ilçesinde 20 yaş altı arıcının olmadığı, arıcılık yapanların sırası ile % 20 oranında 21-30 yaş arası, % 32 oranında 31-40 yaş arası, % 37 oranında 41-50 yaş arası, % 11'inin 51 ve üzeri yaş aralığında olduğu görülmüştür.

3- Arıcılığı ek bir gelir elde etmek amacı ile yapan kişilerin mesleklerinin sırası ile % 64 oranında memur, % 36 oranının ise farklı meslek gruplarından olduğu tespit edilmiştir.

4- Uludere ilçesi arıcılarının sahip oldukları aile birey dağılımına bakıldığında %11 oranında 2 ve altında aile ferdinin olduğu, %25 oranında 3-4 kişilik aile, %37 oranında 5-6 kişilik aile, %13 oranında 7-8 kişilik aile %8 oranında 9-10 kişilik aile ve %7 oranında 10 ve üzeri aile ferdinin bulunduğu tespit edilmiştir.

5- Çalışmaya katılan arıcıların %26'sı ilkokul, %31'i ortaokul, %35'i lise, %8'inin Yüksekokul mezunu olduğu görülmüştür.

6- Üreticilerin arıcılığa meslek olarak yönelmeleri ve seçmelerinde %33 oranında aileleri, %28 oranında açılan arıcılık kurslarından, %27 oranında başka arıcılardan ve %4 oranında arıcılık

yayınlarından %8 oranında ise ilgi duymalarının etkili olduğu görülmüştür.

7- Uludere arıcıları karşılaştıkları sorunların tafafisinde genellikle meslekte uzun yıllarını vermiş bilgi birikimine güvendikleri arıcılara yönelmektedirler ki bunun oransal dağılım içindeki payı %64 gibi büyük bir rakamdır. Bu dağılımda tarım kuruluşlarının payı %21 ve üyesi oldukları birliklerin payı ise %15 oranındadır.

8- Çalışmada görüldüğü gibi 2017 koloni ölüm miktarının %18 oranında olduğu bu rakam 2018 yılında ise artış göstermiş ve %24 olarak tespit edilmiştir.

9- Söz konusu yıllardaki koloni kayıplarına bakıldığında; hastalık ve zararlıların neden oldukları kayıp miktarının %63,38, uygulanabilir arıcılıktaki bilgi eksiklikleri nedeniyle kayıp miktarının %46.62 oranında etkili olduğu görülmüştür.

10- Çalışmada arıcıların arı zararlıları ve hastalıklarını tanıma ve teşhis noktasında; *Varroa jacobsoni* zararlısını %100 oranında, Nosema'yı %63 oranında, Avrupa ve Amerikan yavru çürüklüğün spesifik olarak tanımaktan ziyade genel yavru çürüklüğü adı altında %72 oranında, Mum güvesini %91 oranında, Kireç kaynaklı sorunu ise %53 miktarında tanımaktadırlar. Arıcıların %88.45'inin hastalık ve zararlılar konusunda biyolojik ve kültürel işlemleri bilmedikleri, küçük bir grubun (%11.55) varroaya karşı ilkbahar aylarında erkek arı gözü imha ettikleri tespit edilmiştir.

11- Üreticileri arıcılık kapasiteleri ve elde etmiş oldukları bal miktarı karşılaştırıldığında; Uludere ilçesinde teknik düzeyde arıcılıkla uğraşanların %12'si 50 ve altında, %29'u 51-100 adet, %38'i 101-150 adet, %13'ü 151-200 adet, %8'i 200 ve üzeri arı kovanlarının olduğu görülmüştür.

12- İşletme büyüklüğü koloni ortalaması bal verimi incelendiğinde 50 ve altında arı kolonisine sahip işletmelerde 9,5 kg olarak şekillenirken, bu miktar, 51-100'lük kolonilerde 11,8 kg, 101-150'lik kolonilerde 10,2 kg, 151-200'lik kolonilerde 11,8 kg, 200 ve üzeri arı sayısına sahip arılıklarda ise 9,2 kg olarak tespit edilmiştir. Çalışmaya söz konusu olan arılıklarda koloni ortalama bal verimi 10,40 kg/koloni'dir.

13- Arıcıların yaşların bal verimi üzerindeki etkileri incelendiğinde, birim kovandan 25 yaş ve öncesinin 8 kg, 25-35 yaş grubunun 10-12 kg, 35-45 yaş grubunun 11-13 kg ve 45 ve üzeri yaştaki arıcıların 13-15 kg ürün aldıkları tespit edilmiştir.

14- İlçede ticari anlamda ana arı üreticisinin bulunmadığı, yöre üreticileri ana arı ihtiyaçlarının %14'ünü ana arı üretimi yapan Çukurova yöresinden

temin etmektedirler. Ana arı kullanan bu üreticiler ana arılarını en fazla iki yıl kullanmaktadır. Ana arı kullanmayan ve üretimini bilmeyen üretici oranı %77 olup kolonilerini ikiye bölme ve doğal oğulla arttırmaktadırlar. Uludere arıcılarında ana arı üretimi %9 olarak ihtiyaç dahilinde yapılmaktadır. Ana arı kullanıcılarının ana arılarla ilgili memnuniyetsizliği %67 olup genellikle ana arılardan verim alamadıkları, ana arı kabullenme oranlarının düşük ve verimsiz oldukları belirtilmiştir.

15- Arıcıların ilkbahar ve Sonbahar aylarında kolonilere şurup verdikleri, ilkbahar ayında kolonilerin gelişmesi amacıyla 1 birim şeker/1 birim su karışımı olarak besleyenlerin oranı %78, Sonbaharda 2 birim şeker/1 birim su karışımı olarak besleyenlerin oranı %81 civarındadır.

16- Uludere arıcılarının arıcılık bilgi birikimleri incelendiğinde %28 oranında yeterli bilgi birikimlerinin oldukları, %72 oranında ise eksiklikleri bulunduğu ifade edilmiştir. Bunun sonucu olarak ta bal dışı ürünler (polen, propolis, ana arı, arı sütü) üretiminde eksikler görülmektedir.

17- Üretim normal petekli, yöresel kovanlarda üretilen karakovan ve süzme bal olarak şekillenmekte olup üreticilerin %77'si petekli ve süzmeyi beraber olarak üretilmektedir. Bu üreticiler ana nektar akımı dönemimde petek üretimine öncelik verip döneme yetişmeyen çerçeveleri süzme bal olarak değerlendirmektedirler. Üreticilerin %23' ü yöresel (sepet) karakovan, %28' i arıcılık sektöründe kasnak diye tabir edilen karakovan balının üretimini yapmaktadırlar. İlave olarak %13 oranında polen, talebe bağlı olarak ta %9 miktarında arı sütü üretmişlerdir. Az sayıda kovanla arıcılık yapan üreticiler ürünlerini kendileri pazarlamaktadır. Fakat çok miktarda arı kovani ile üretim yapan üreticiler ise pazarlama konusunda toptan satıcıları tercih etmektedirler.

18- İlçe arıcıları yüksek miktarda İran menşeli kaçak ve kalitesiz balın pazarda bulunduğu bunun denetlenemediğini, var olan mevcut yaylalara yabancı arıcıların gelmesi ve kontrolsüzce konaklamaları nedeniyle birim kovandan yeterli bal alamadıklarını belirtmişlerdir. Arı için önemli yaylalarının yasaklı olması, bölgeye uygun bir ırkın olmaması, ana arı yetiştiricilerinin bulunmayışı ve satın alınan ana arıların kalitesiz ve verimsiz çıktığı, hastalık ve zararlılar konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıkları tespit edilmiştir.

Hızla artan dünya nüfusunun beslenmesi konusunda yetersizliğe sürüklenen tarımsal üretimdeki artış; kimyasal kullanımı ile kirlenen, azalan tarım arazileri ve değişen iklim koşulları gibi

nedenlerin de etkisiyle giderek büyümektedir. Dolayısıyla artan dünya nüfusuyla birlikte insanlığın gıda ihtiyacı ve gıdaya ulaşmada güçlükler yaşanmaktadır. Bu oluşum tarım otoritelerini çeşitli kaynak arayışlarına yöneltmektedir. Bunlardan biride hayvansal üretimim önemli bir kolu olan arı yetiştiriciliğidir. Arıcılık tarla tarımının arazi yetersizliği nedeniyle az yapıldığı, çayır mera ve orman alanlarının bol olduğu, fazla sermeye ve arazi gerektirmemesi açısından Uludere ilçesinde de önemli bir tarımsal faaliyet kolu haline gelmiş bulunmaktadır.

Çalışmada, arıcılığı tek gelir kaynağı olarak gören ve yaşamını arıcılıktan elde ettikleri ürünlerle karşılayanların miktarı %76 olup 50 kovan ve üzeri ile faaliyetini sürdürmektedirler. Kırşehir ilinde yapılan bir çalışmada üreticilerin %17'sinin arıcılığı tek gelir kaynağı, % 57'sinin ise ek gelir sağlamak amacıyla yaptığı saptanmıştır (Tunca ve Çimrin, 2012). Burdur'da arıcılık yan gelir elde etmek için, Isparta'da ise meslekten ziyade hobi olarak yapılmaktadır (Özcan, 2011). Tunceli İli Pülümür ilçesinde yapılan bir çalışmada arıcıların %70'inin arıcılığı esas geçim kaynağı, %30'unun ise arıcılığı ek gelir kaynağı olarak yaptıkları belirlenmiştir (Yerlikaya ve Şahinler, 2007).

Üreticilerin arıcılığa meslek olarak yönelmeleri ve seçmelerinde büyük oranında ailelerinin etkili olduğu, açılan arıcılık kurslardan da önemli oranda etkilendikleri görülmektedir. Arıcılık kursu sürelerinin yetersiz oluşu, uygulamalı yapılmayışı sadece arıcılık yapabilir belgesini almaktan ibaret olduğunu görülmektedir. Arıcıların bilgi eksiklikleri had safhada olup, bilimsellikten uzak atadan babadan duydukları ile arıcılık yaptıkları, bu amaçla özellikle arıcılık faaliyetlerinin yoğun olduğu dönemlerde uygulamalı eğitim talepleri gözlenmiştir. Bilgiye ihtiyaçlarının olması veya sorunlarının çözüm aşamalarında, %64 miktarında bilgi birikimine güvendikleri arıcılara, %21 miktarında tarım teşkilatlarına, %15 miktarında ise arıcı birliklerine yönelmektedirler. Koloni bal verimini azaltan en önemli faktörlerden birisi işletmelerin sahip oldukları arı varlıklarıdır. Koloni sayısı arttıkça birim kovandan elde edilen verimde azalmaktadır. İşletmelerde en fazla balı 51-100 koloniye sahip arıcıların aldığı bunun da yeterli iş gücü ile ilgili olduğu görülmektedir.

Çalışmaya katılan arıcıların %26' sı ilkokul, %31'i ortaokul, %35'i lise, %8'inin Yüksekokul mezunu olduğu görülmüştür. Kırşehir ilindeki arıcılık faaliyetleri üzerine yapılan bir anket çalışmasında Tunca ve ark. (2012), Kırşehir ilinde ikamet eden 47 arıcının %37'sinin ilkokul, %17'sinin ortaokul, %31'inin lise ve %15'inin üniversite mezunu olduğu

belirlenmiştir. Tunceli ili Pülümür ilçesinde yapılan anket çalışması sonuçlarına göre, arıcıların %49'unun ilkokul, %24'ünün ortaokul, %24'ünün lise ve %3'ünün ise yüksekokul mezunu olduğu kaydedilmiştir (Yerlikaya ve ark., 2007). Yapılan çalışmada benzer rakamlar elde edilmiş olup Uludere'de arıcılık daha çok ilkokul ve ortaokul mezunu kişiler tarafından yapılmaktadır.

Sezgin ve Kara. (2011) tarafından Ağrı, Kars, Ardahan, Iğdır bölgelerini kapsayan bir anket çalışması sonuçlarına göre işletmelerin %58,8'inde kovan başına ortalama bal veriminin 15 kg'ın altında olduğu belirlenmiştir. Özcan (2011) tarafından Göller Bölgesinde yapılan çalışmada, Burdur ilinde koloni başına bal veriminin 17,5 kg, Isparta ilinde 11,7 kg olduğu tespit edilmiştir. Gösterit ve ark., (2012) tarafından yapılan "Yığılca Yerel Balarasının Bazı Performans Özellikleri Bakımından Kafkas ve Anadolu Balarası Irkı Melezleri ile Karşılaştırılması" isimli araştırma sonuçlarında Yığılca bal arısı genotipinin kovan başına 10,83 kg bal verimi ile Anadolu ve Kafkas arısından daha üstün performans gösterdiği bildirilmiştir. Bingöl ilinde Söğüt ve ark. (2019a,b) tarafından yapılan çalışmalarda koloni başına bal verimi ortalama 11 kg olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda Uludere ilçesi arıcıların koloni ortalama bal verimi (11.94 kg/koloni) olduğu görülmüştür. Bu rakamımız ülkemiz ortalamasının altında olduğu gibi yapılan birçok benzer araştırmaların da altında veya yakınında seyrettiği görülmektedir. Verim düşüklüğü nedenlerine bakıldığında büyük oranda kara kovan diye tabir edilen geleneksel arıcılığın yapıyor olması, teknik arıcılık metotlarındaki yetersizlikler, bilinçsiz hastalık ve zararlı mücadelesi, ana arı üretememeleri, mevcut ana arıları uzun süre kullanmaları olarak şekillenmektedir.

Mevcut işletmelerin %14'ü ana arılarını iki yılda bir değiştirmekte geriye kalanları koloni çoğaltma ve ana arı ihtiyacını kovanlarını ikiye bölerek yapmaktadırlar. Bu üretim yöntemi ana arıya endeksli olarak sağlıklı, verimsiz ve kısır arıcılığa neden olmaktadır. Dolayısı ile arıcılıktan elde edilen tüm ürünlerde ana arıya bağlı olarak azalmaktadır. Genç ana arı ile çalışmak güçlü arı varlığı oluşturmak demektir. Güçlü arı varlığı koloninin ana nektar akımından maksimum düzeyde ürünle çıkılmasını sağlamaktadır. Bu nedenle verimli bir arıcılık için ana arı kullanımına özen gösterilmeli ve ana arı en fazla bir kovanda iki yıl tutulmalıdır. Yapılan çalışmada, bir yaşındaki ana arılı kovanların ortalama bal verimleri 23 kg olurken iki yaşındaki ana arılı kovanlarında 19 kg bal elde edilmiştir. 1 yaşına sahip ana arılı kovanların 2 yaşına sahip ana arılı kovanlardan %21

daha fazla bal verildiği oraya konmuştur (Kutlu ve ark., 2005). İlçe arıcıları ana arılarını %14 oranında iki yılda bir ana arı üretimi yapan işletmelerden satın alarak değiştirdiği, %9 oranında kendileri üreterek karşıladıkları, %77'sinin ise ana arı üretimini bilmedikleri kovanlarını ikiye bölerek veya oğul döneminde oğul alarak arttırdıkları tespit edilmiştir. Ayrıca İzmir ve Muğla bölgesindeki arıcıların %51.67'si 2 yaşındaki ana arıyı, %25'i, ise 1 yaşındaki ana arıyı tercih etmektedir (Saner ve ark., 2005). Tunceli'de Kutlu ve Gül (2015) tarafından yapılan bir çalışmada ana arı ihtiyaçlarını kendilerinin üreterek karşılayanların oranı %19, Van Bahçesaray'da yapılan bir araştırmada, gezginci arıcıların %73,33'ünün, sabit arıcıların ise %76,09'unun ana arıları kendi arılıklarından sağladıkları ortaya konmuştur (Erkan ve Aşkın, 2001). Uludere ilçesi arıcılarının iki yılda bir ana arı arı (%14) kullanımı oranı Tunceli ve Van İli Bahçesaray ilçesinin gerisinde kalmaktadır. Ana arı kalıtsal yapının kaynağı olması nedeniyle kendine özgü karakterlerin işçi arılara aktarılması da en yetkili bireydir. Koloninin performansı, kovanda sahip olduğu ana arının genetik yapısına, üretim şekline, ekolojik şartlarına ve ana arının yaşı ile ilgilidir. Ortalama 4-5 yıllık ömür uzunluğuna sahip olan ana arı, yaşamının ancak ilk iki yılında genetik yapısının izin verdiği ölçülerde performansı göstermektedir. Bu nedenle, başarılı ve kazançlı bir arıcılık için ana arıların her yıl ya da 2 yılda bir değiştirilmeleri gereklidir (Güler, 2006).

Çukurova bölgesindeki bir araştırmada kış aylarında koloni kayıplarını en aza indirmek ve bahara güçlü kolonilerle çıkmayı sağlamak amacıyla arıcıların %80'inin sonbahar beslemesi yaptıkları belirlenmiştir (Kumova ve Öztürk 1988). Sonbaharda oluşan genç işçi arılar, kışı yıpranmadan geçirecek ilkbahara çıkar. Bu işçi arılar ilkbahar aylarında koloni içi ve dışı faaliyetleri güçlü bir şekilde gerçekleştirirler. Bunun için genç kadroların oluşmasını ve yeterli kış yiyeceği stokunu sağlayacak olan sonbahar teşvik yemlemesinin mutlaka yapılması gerektiği belirtilmektedir (Kutlu, 1998). Araştırmada belirtildiği gibi Uludere de arıcıların %78'i ilkbahar aylarında kolonilerini güçlendirmek amacıyla 1 birim şeker/1 birim su karışımı, %81'i kış öncesi kolonilerin kışa daha güçlü genç işçi arı varlığı ile girmelerini amacıyla 2 birim şeker/1 birim şurupla beslemektedirler.

Varroa bal arılarının vücut sıvısı ile beslenen bir dış parazit olup arıcılıkta karlılığı direk etkilemektedir. İlçe arıcılığına en çok zarar veren ve arıcıların tümü tarafından %100 oranında tespiti yapılan etmendur. İlçe arı üreticilerinin varroa

zararlısını tanıdıkları ancak etkin ve zamanlı bir mücadele yapamadıkları görülmüştür. Kimyasal mücadelenin yanında uygulanabilir arıcılık teknikleri ve biyolojik mücadeleden yoksun oldukları görülmektedir. Ülkemizde en yüksek oranda görülen zararlının varroa olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Özbilgin ve ark., 1999; Yaşar ve ark., 2002; Yerlikaya ve Şahinler, 2007; Gül ve Kutlu, 2010; Tunca ve ark., 2012). Araştırmacıların çeşitli bölgelerde yapmış oldukları çalışmaların sonuçları mevcut araştırma sonuçları ile karşılaştırıldığında, birçok sorunun benzer ve ortak olduğu fakat oranlarının farklılık gösterdiği görülmektedir. Bu araştırmada ise arıcıların Varroa' yı %100 oranında, Nosema'yı %63 oranında, Avrupa ve Amerikan yavru çürüklüğün ayırt edemedikleri yavru çürüklüğü adı altında %72, Mum güvesini %91, Kireç hastalığını ise %53 oranında tanıdıkları tespit edilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Sonuçlar değerlendirildiğinde sektörde faaliyet gösterenlerim %76 sının esas gelir kaynağının arıcılık olması arıcılığın önemini Uludere için daha iyi ifade etmektedir. İlçede arıcılığın geliştirilmesi adına çeşitli projeler yapılmakta olup geneli arı ve kovan dağıtımına yönelik sadece biri eğitim çalışmasıdır. Var olan mevcut kaynakların kullanımına yönelik atılan adımların arttırılması özellikle genel arıcılık eğitimi yanı sıra ana arı yetiştirmesine yönelik uygulamalı eğitimler gerekmektedir. Verim düşüklüğünün önemli nedenlerinden biri kovanlarda genç ana arı kullanılmamasıdır. Sürdürülebilir bir arıcılık için arı sağlığı ve hastalıkları konusunda karşılaşılan sorunların çözümünde, ilçe müdürlüğü ivedilikle konu uzmanlarının bulunduğu kurum ve kuruluşlarla temasa geçmeli yerinde ve zamanında müdahaleler yapılmalıdır. Özellikle ruhsatsız ve zamansız ilaç kullanımının önüne geçmeli zaman zaman üreticilerin konu ile ilgili dikkati çekilmelidir. Uludere için arıcılığın köklü, geleneksel ve vazgeçilmez bir istihdam kaynağı olduğu unutulmamalı, mevcut arıcılık yapısının, sahip olunan yaylalar ve floranın iyi değerlendirilmesi durumunda Uludere arıcılığının çok ileri seviyede olması beklenebilir.

Teşekkür

Çalışmaya katkı sunan Tarım Orman İlçe Müdürü Veteriner Hekim Murat İNAN'a teşekkür ederim.

Kaynaklar

Ceylan, D.A. 2004. Konya İli ve İlçelerinde Arı Yetiştiriciliğinin Teknik ve Yapısal Özelliklerinin

Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bil. Enst., Zootekni Bölümü, Antakya.

Çakmak, İ., Aydın, L., Seven, S., Korkut, M. 2003. Beekeeping survey in Southern Marmara Region of Turkey. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 3(1): 31-36.

Çelik, H. 1994. Kalecik İlçesinde Gezgin Arıcıların Sorunları ve Arıcılıkta Yararlanılan Bilgi Kaynakları Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Erkan, C., Aşkın, Y. 2001. Van ili Bahçesaray ilçesinde arıcılığın yapısı ve arıcılık faaliyetleri. *Y.Y.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(1): 19-28.

Erkan, C. 1998. Van İli Bahçesaray İlçesi Arıcılık Faaliyetleri. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

Fıratlı, Ç., Genç, F., Karacaoğlu, M., Gencer, H.V. 2000. Türkiye arıcılığının karşılaştırmalı analizi sorunlar-öneriler. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, V. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, Cilt 2, Ankara.

Gösterit, A., Kekeçoğlu, M., Çıkkılı, Y. 2012. Yığılca yerel bal arısının bazı performans özellikleri bakımından Kafkas ve Anadolu bal arısı ırkı melezleri ile karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1): 107-114.

Güler, A. 2006. Bal arısı (*Apis mellifera*). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fak. Ders Kitabı, Samsun.

Gül, A., Kutlu, M.A. 2010. Bingöl ili ve ilçelerinde görülen bal arısı hastalık ve zararlılarının belirlenmesi üzerine bir çalışma. 3. Bingöl Sempozyumu, Bingöl Üniversitesi, 17-19 Eylül 2010, Bingöl.

Kaftanoğlu, O., Kumova, U., Yeninar, H., Özkök, D. 1995. Türkiye'de Balarısı (*Apis mellifera* L.) Hastalıklarının Dağılımı, Koloniler Üzerine Etkileri ve Entegre Kontrol Yöntemlerinin Uygulanması. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Veterinerlik ve Hayvancılık Araştırma Grubu Proje No: VHAG-925, Kesin Sonuç Raporu, Ankara.

Kaftanoğlu, O. 1987. Arıcılığın Temel Prensipleri. T.K.V. Teknik Arıcılık, Sayı:10, Kazan/Ankara, s. 7-11.

Karakaya, E., Kızıloğlu, S. 2015. Bingöl ili bal üretimi. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.* 5(2): 25-31.

- Kekeçoğlu, M. 2012. Türkiye'de Arıcılık, Sorunları ve Çözüm Önerileri.Zeytinburnu Tıbbi Bitkiler Bahçesi Geleneksel Tıp Festivali.İstanbul.
- Kekeçoğlu, M., Gürcan, E.K., Soysal, M.İ. 2007. Türkiye arı yetiştiriciliğinin bal üretimi bakımından durumu. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(2): 227-236.
- Kumova, U., Öztürk K. 1988. Çukurova Bölgesinde arı yetiştiriciliğinin yapısı. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi. 3(1): 26-40.
- Kutlu, M.A., Sezen, İ.Y. 1999. Bingöl ve Yöresi arıcılık düzeyinin saptanması, sorunları, çözüm ve öneriler. Türkiye Arıcılığın Sorunları ve 1. Ulusal Arıcılık Sempozyumu Kemalije/Erzincan.
- Kutlu, M.A., Bakoğlu, A., Batmaz, B. 2005. Fırat Üniversitesi Bingöl Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu Arıcılık Programında yetiştirilen farklı yaşlardaki ana arıların (*Apis mellifera* L.) koloni performansları. Fırat Üniversitesi Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları. 4(1): 19-22.
- Kutlu, M.A. 1998. Bingöl Yöresi bal arıları (*Apis mellifera* L.) Nosema hastalığının varlığı ve enfeksiyon oranı. Teknik Arıcılık, 79: 24-26.
- Kutlu, M.A., Gül, A. 2015. Bingöl ilinde arıcılık faaliyetleri üzerine bir kesit çalışması 3. Bölgesel Kalkınma Konferansı, Bingöl.
- Kızılaslan, H., Kızılaslan, N. 2007. Factors affecting honey production in apiculture in Turkey. Journal of Applied Sciences Research, 3(10): 983-987.
- Özcan, F. 2011. Göller Bölgesinde Arı Ürünlerinin Pazar ve Pazarlama Sorunları, Uygulanabilecek Pazarlama Stratejileri. Bitirme Ödevi, Süleyman Demirel Üniversitesi, İşletme Bölümü, Isparta.
- Özbilgin, N., Alataş, İ., Balkan, C., Öztürk, A.İ., Karaca, Ü. 1999. Ege bölgesi arıcılık işletmelerinin teknik ve ekonomik başlıca karakteristiklerinin belirlenmesi. Anadolu, 9(1): 149-170.
- Saner, G., Engindeniz, S., Çukur, F., Yücel, B. 2005. İzmir ve Muğla İllerinde Faaliyet Gösteren Arıcılık İşletmelerinin Teknik ve Ekonomik Yapısı ile Sorunları Üzerine Bir Araştırma. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 126, ISBN: 975-407-169-1, Ankara, Mart, 126 s.
- Savaş, T., Sıralı, R. 2002. Muratlı ve köylerinde arıcılığın yapısının belirlenmesi üzerine bir araştırma. Teknik Arıcılık, 76: 15-21.
- Settar, A. 1966. Muğla vilayeti Arıcılığı ve Problemleri Üzerine İncelemeler. Ege Bölgesi Zirai Araştırma Enstitüsü, Menemen, İzmir.
- Sezgin, A., Kara, M. 2011. Arıcılıkta verim artışı üzerinde etkili olan faktörlerin belirlenmesine yönelik bir araştırma: TRA2 bölgesi örneği. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(4): 31-38.
- Soysal, M.İ., Gürcan, E.K. 2005. Tekirdağ ili arı yetiştiriciliği üzerine bir araştırma. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2: 161-165.
- Söğüt, B., Şeviş, H.E., Karakaya, E., İnci, H., Yılmaz, H.Ş. 2019a. Bingöl ilinde arıcılık faaliyetinin mevcut yapısı üzerine bir araştırma. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 6(2): 168-177.
- Söğüt, B., Şeviş, H.E., Karakaya, E., İnci, H. 2019b. Arıcılık İşletmelerinde mevcut durum temel sorunlar ve çözüm önerileri üzerine bir araştırma (Bingöl ili örneği). Uludağ Arıcılık Dergisi, 19(1): 50-60.
- Şekerden, Ö., Aydın, N. 1986. Amasya'da arı ve ipekböcekçiliğinin durumu, sorunları ve bazı öneriler. Amasya Tarım Sempozyumu, Yayın No: 3, s. 362-376.
- Tunca, R.İ., Çimrin, T. 2012. Kırşehir ilinde bal arısı yetiştiricilik aktiviteleri üzerine anket çalışması. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(2): 99-108.
- TÜİK, 2017. <http://www.tuik.gov.tr>
- Yaşar, N., Güler, A., Yeşiltaş, H.B., Bulut, G., Gökçe, M. 2002. Karadeniz Bölgesi arıcılığının genel yapısının belirlenmesi. Mellifera, 2(3): 15-24.
- Yerlikaya, H.R., Şahinler, N. 2007. Tunceli ili Pülümür ilçesinde arıcılığın yapısı, problemleri ve çözüm yolları üzerine bir araştırma. 5. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, YYÜ Ziraat Fak, Van.

Araştırma Makalesi

Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinin Farklı Yağış Koşullarında Verim ve Yağ Oranı Bakımından Değerlendirilmesi

Hasan KOÇ*

Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Konya, Türkiye

*Sorumlu yazar: koc175@hotmail.com

Geliş Tarihi: 13.05.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 03.07.2019

Kabul Tarihi: 04.07.2019

Özet

Bu çalışma tescilli 5 aspir çeşidi (Balcı, Dinçer, Linas, Göktürk ve Koç) ile 5 yıl süreyle (2014-2018) Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme arazisinde yürütülmüştür. Araştırma tesadüf Blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırmanın yürütüldüğü yıllardaki yağış miktarı değişimlerinin aspir çeşitlerinin tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. İncelenen tüm özellikler bakımından, beş yıla ait değerler üzerinden yapılan varyans analiz sonuçlarına göre çeşitler arasındaki fark %1'e göre önemli çıkmıştır. Yıl x Çeşit interaksyonu da tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi özellikleri için %1'e göre önemli olmuştur. Yıllık yağış ve vejetasyon devresindeki yağışlardan aspir çeşitlerinin verimlerinin önemli ölçüde etkilendiği tespit edilmiştir. Yağış miktarları benzer yıllarda çeşitlerin tohum verimi de benzerlik göstermiştir. Tohum verimi yüksekliği yönünden en stabil çeşit Göktürk çeşidi olmuştur. Özellikle vejetasyon devresindeki yeterli yağış koşullarında aspir çeşitlerinin verimleri artmış, bu artış en fazla Koç ve Göktürk çeşitlerinde gerçekleşmiştir. Koç çeşidi bütün yıllar ortalaması olarak tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi bakımından birinci sırada olup, yüksek yağ oranı bakımından sanayici tarafından tercih edilebilecek bir çeşit olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Aspir, GGE-biplot, tohum verimi, yağ oranı.

Evaluation of Safflower Cultivars in Terms of Yield and Oil Ratio under Different Precipitation

Abstract

This study was carried out in five registered varieties of safflower (Balcı, Dinçer, Linas, Göktürk and Koç) and Bahri Dağdaş International Agricultural Research Institute experimental fields for 5 years (2014-2018). The experimental design was randomized complete block design with four replications. The aim of this study was to determine the effects of rainfall amount changes on seed yield, oil rate and oil yield of safflower cultivars in the years of research. In terms of all the properties studied, the difference between varieties according to the results of the analysis of variance over the values of five years was significant compared to 1%. Year x cultivar interaction, seed yield, oil ratio and oil yield were found significant differences compared to 1%. It has been determined that safflower varieties of precipitation in the annual rainfall and vegetation period significantly affect the yields. Precipitation amounts showed similar performance in seed yield in different years. The most stable varieties in terms of seed yield was the Göktürk. In particular, the yield of safflower varieties increased in sufficient rainfall conditions in vegetation period, and this increase was mostly in Koç and Göktürk varieties. In terms of seed yield, oil ratio and oil yield, Koç variety is the first of all years, and it is concluded that there is a variety that can be preferred by industrialists especially in terms of high oil content.

Key words: Safflower, GGE-biplot, seed yield, oil rate.

Giriş

Aspir değerli bir yağ bitkisi olmakla birlikte, tohum veriminin ve yağ oranının diğer yağ bitkilerine göre nispeten düşük kalması aspir tarımının dünyada ve Türkiye'de gelişmesini engellemektedir. Bu nedenle, aspirde tohum verimini ve yağ oranını artırmaya yönelik ıslah çalışmaları büyük önem kazanmıştır. Hem tarımsal ürün desteklerinin artarak devam etmesi hem de yeni çeşitlerin geliştirilmesi sayesinde Türkiye'de aspir tarımı özellikle son 10 yılda büyük bir gelişme göstermiş, uzun yıllardır geleneksel olarak yetiştirilmeye çalışılan aspir tarımı ilk defa endüstriyel bir boyut kazanmıştır. Aspirde en önemli ıslah amaçları arasında; yüksek tohum verimi, yüksek yağ verimi, erkencilik, düşük kabuk oranı ve yüksek yağ içeriği, yüksek linoleik veya yüksek oleik asit oranı, makineli hasada uygunluk ve hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık sayılabilir (Knowles, 1982; Robbelen ve ark., 1989; Weiss, 2000). Yukarıda sayılan ıslah amaçları doğrultusunda, geliştirilen aspir çeşit ve hatlarının en başta farklı çevre koşullarında stabil bir üretime izin verecek şekilde adaptasyon yeteneğinin ve verim performansının yüksek olması gerekir.

Yarı kurak bölgelerde yağışların önemli bir kısmı kış ve ilkbahar aylarında gerçekleşir. Kış kuraklığı ve ilkbahar kuraklığı, zirai üretim ve yeraltı su miktarını olumsuz etkiler. Kuraklık, yetiştirilen tarım ürünlerinde çeşitliliğin ve kalitenin düşmesine sebep olur bu da ekonomik ve sosyal sorunlara neden olur (Türkeş ve ark., 2009). Konya'nın uzun yıllar (1929-2018) yağış ortalaması 322 mm dir. Bu yağış ortalaması Türkiye'nin uzun yıllar yıllık yağış ortalamasının (643 mm) yaklaşık yarısı civarındadır. (Pınarkara, 2007). Bu da Konya'da yarı kurak bir iklimin hakim olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte Konya yöresinin farklı yerlerinde farklı yıllık yağış miktarı gerçekleşebilmektedir. Yıllık yağış miktarı bazı yerlerde ortalama 280 mm olurken, bazı yerlerde de 500 mm hatta 700 mm ye kadar çıkabilmektedir (Topak, 2008). Yıllık yağış miktarının düşüklüğü yanında, yağışların yıl içindeki dağılımında önemli değişimler olmaktadır (Öztürk ve ark., 2009).

Konya yöresinde özellikle ilkbahar yağışının yetersiz oluşu ve yağış miktarının yıldan yıla değişmesi aspir verimini etkileyen önemli bir unsurdur. Çeşitlerin değişen yağış miktarına tepkisi de farklı olmaktadır. Bu bakımdan farklı yıllarda gerçekleşen yağış miktarına göre çeşitlerin özel ve genel performansının belirlenmesi önemlidir.

Genotipler yağışa dayalı koşullarda yetiştirildiğinde bazı yıllarda yeterli miktarda yağış gerçekleşmemesi nedeniyle verim ve kalite

performansını tam olarak gösterememektedir (Aktaş, 2014). Biplot analizi Çevre- Genotip interaksiyonunun grafik üzerinde gösterilebilmesi sebebiyle yaygın olarak kullanılmaktadır (Gabriel, 1971). Alizadeh ve ark. (2011), çevre koşullarına özellikle soğuk kuru alanlara uygun aspir genotiplerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, iki yıl süreyle 4 araştırma istasyonunda 5 ileri aşamada hattı incelemişlerdir. GGE biplot grafiği üç mega çevre oluşturduğunu tespit etmişler ve herhangi bir yeni çeşidin piyasaya sürülmeden önce mega ortamların aspir verimleri temelinde belirlenmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Moghaddam ve Pourdad (2013), Mahasi ve ark. (2006) Aspirde farklı çevre koşullarının etkilerinin bitki büyüme ve gelişimine etkilerini yani Genotip-Çevre etkileşimini ölçmek ve bütün çevre koşullarında en stabil çeşidi belirlemek için GGE-biplot analizinden faydalanmışlardır. Genotip- Çevre ilişkilerini şekil olarak göstermek ve yorumlamak için biplot analizine son yıllarda sıklıkla başvurulmaktadır (Yan ve Kang, 2003; Akçura ve Topal, 2008; Kılıç ve ark., 2012).

Son yıllarda ıslah çalışmalarıyla çok sayıda aspir çeşidi tescil edilmekle birlikte, bu çalışma çeşitlerin hangi yağış koşullarında daha ön plana çıktığı ve farklı iklim koşullarında en stabil olan çeşidin tespiti konusunda yapılan ilk çalışmadır. Biplot analiz yöntemi çok farklı amaçlar için kullanılmakla birlikte (Genotip-Çevre, Genotip Özellik), bu çalışmada 5 yıl süreyle aynı yerde farklı yağış koşullarında öne çıkan çeşitler ve en stabil olan çeşitler tespit edilerek, hangi iklim koşullarında (özellikle yağış) hangi çeşitlerin yetiştirilmesinin uygun olacağı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, 5 çeşit ile 5 yıl süreyle (2014-2018) Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme arazisinde yürütülmüştür. Tesadüf Blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Deneme parselleri 1.2 metre eninde, 5 metre uzunluğunda ve hasatta parsel alını 6 metrekare olacak şekilde deneme mibzeri ile ekim yapılmıştır. Ekim bütün yıllarda Mart ayının son haftası metrekareye 125 adet tohum gelecek şekilde yapılmıştır. Hasat Ağustos ayının ikinci haftasında parsel biçerdöveriyle yapılmıştır.

Deneme yeri beş yıl aynı parselin farklı yerlerinde kurulmuş olup, Çizelge 2.de görüldüğü gibi killi bir bünyeye sahiptir. Organik madde içeriği % 2.28 ile orta seviyededir. Toprağın kireç miktarı % 29.26 olup yüksek sınıfa girmektedir. Asitlik derecesi (PH

7.82) hafif alkali sınıfa girmektedir. Fosfor ve Potasyum miktarı bakımından zengin olmakla birlikte

çinko miktarı yetersizdir. Tuzluluk sorunu bulunmamaktadır.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan çeşitler ve özellikleri

Çeşit adı	Bitki tipi	Çiçek rengi	Tescil yılı	Tescil ettiren kuruluş
Dinçer	Dikensiz	Turuncu	1983	Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Balcı	Dikenli	Sarı	2011	Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Linan	Dikenli	Turuncu	2013	Edirne Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Göktürk(BDYAS-4)*	Dikenli	Turuncu	2016	Konya Bahri Dağdaş UTAE
Koç (BDYAS-9)*	Dikenli	Açık sarı	2019	Konya Bahri Dağdaş UTAE

*BDYAS-4 hattı 2016 yılında Göktürk, BDYAS-9 hattı 2019 yılında Koç olarak tescil edilmiştir.

Çizelge 2. Araştırma yeri topraklarının analiz değerleri*

Derinlik (cm)	Bünye			Sınıf	pH	Organik madde (%)	Kireç (%)	Tuz (μ S/cm)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ₂ O (mg/kg)	Zn (mg/kg)
	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)								
0-30	30.83	41.62	27.55	Killi	7.82	2.28	29.26	272	4.64	92.31	0.262

*Analizler Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünde yaptırılmıştır.

Araştırmanın yürütüldüğü yıllardaki yağış miktarına bakıldığında 2014 ve 2018 yıllarında yıllık yağış (366 mm-361 mm) uzun yıllar ortalamasının üzerinde gerçekleşirken, 2016 yılında (201 mm) uzun yıllar ortalamasının altında gerçekleşmiştir. 2015 ve 2017 yıllarında ise sırasıyla 309 ve 320 mm yıllık yağış

ortalamasıyla uzun yıllar ortalamasına yakın gerçekleşmiştir. Vejetasyon devresindeki toplam yağış miktarı (VDTY) ise 2014 ve 2016 yıllarında uzun yıllar ortalamasının altında; 2015, 2017, 2018 yıllarında ise üzerinde gerçekleşmiştir.

Çizelge 3. Denemenin yürütüldüğü yıllara ve uzun yıllara (1929-2018) ait aylık yağış miktarı (mm)**

Aylar	2014	2015	2016	2017	2018	Uzun yıllar ort.
Ocak	58.8	24.6	42.4	18	34.8	37.5
Şubat	17.4	23.5	2.8	3	3.3	29
Mart	20.4	55.9	37.8	98	36	28.4
Nisan	19.2	7.6	9.4	21	14.4	32.1
Mayıs	26.0	53.2	35.2	41	72.2	43.5
Haziran	31.4	39.6	18.4	18.4	38.8	24.7
Temmuz	3.0	8.6	0.2	0	20.4	6.4
Ağustos	4.6	17.2	0.0	19	0.8	4.7
Eylül	31.4	31.4	23.0	0	8	12.5
Ekim	89.6	39.0	0.0	13	41.6	29.9
Kasım	32.2	5.8	16.0	70	27.4	31.7
Aralık	32.1	2.6	16.4	18.6	63.4	42
TOPLAM	366	309	201	320	361	322
VDTY	100	165	101	178	181	135

*2014-2018 değerler enstitü deneme arazisinde bulunan meteoroloji istasyonundan alınmıştır.

VDT: Vejetasyon devresindeki yağış miktarı.

Elde edilen verilerin varyans analizleri JMP 5.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar ise LSD testi ile incelenmiştir. Genotip-Yıl arasındaki ilişkileri görsel olarak değerlendirmek için GGE- biplot analizi Genstat paket programı kullanılmıştır. Burada araştırmanın yürütüldüğü yılların yağış değerleri aspirin verimini

önemli oranda etkilediği için, yıllar ayrı çevreler gibi değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada beş yıla ait değerler üzerinden yapılan varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4) bütün özellikler için çeşitler arasındaki fark %1' e göre önemli çıkmıştır. Yine Yıl x Çeşit interaksyonu da

tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi özellikleri için %1'e göre önemli çıkmıştır.

Çizelge 4. Araştırmada incelenen tarımsal ve teknolojik özelliklere ilişkin birleştirilmiş varyans analizi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Tohum verimi KO	Yağ oranı KO	Yağ verimi KO
Tekerrür	3	70909.6*	0.46	964*
Yıllar	4	50911.2**	5.82**	5776*
Çeşitler	4	14494.7**	182.5**	2772**
Yıl x Çeşit	16	5024.8**	7.9**	77.5**
Hata	72	2154.9	0.2	259.6
Genel	99	5261.6**	9.1**	685**

*P<0.05, **P<0.01, KO: Kareler ortalaması.

Tohum verimine ait ortalama değerler incelendiğinde 2014 yılında en yüksek tohum verimi 270 kg/da tohum verimi ile Göktürk çeşidinden elde edilirken bunu 269 kg/da verim ile Dinçer çeşidi takip etmiştir. En düşük tohum verimi 228 kg/da verim ile Balcı ve Linas çeşitlerinden elde edilmiştir. 2014 yılı yağış değerleri incelendiğinde yıllık toplam yağış 366 mm ile uzun yıllar ortalamasının(322 mm) oldukça üzerinde gerçekleşmiş, aspirin vejetasyon devresindeki yağış miktarı (100 mm), uzun yıllar ortalamasının (135 mm) oldukça altında kalmıştır. Göktürk ve Dinçer çeşitleri özellikle depo suyu kullanma bakımından öne çıktığı ve vejetasyon devresindeki yağış noksanlığına daha toleranslı olduğu tespit edilmiştir. Bitkiler kaçış, kaçınma ve tolerans gibi su açığı koşullarıyla başa çıkmak için çeşitli stratejik taktikler benimsemektedir (Rasool ve ark., 2013). Bitkiler, metabolik aktivitedeki artış ve hızlı büyüme nedeniyle kurak ayların başlamasından önce büyüme döngüsünü tamamlayabilir veya kuraklık koşullarında kaçış özelliklerini artırarak fenotiplerini değiştirebilirler (Sherrard ve Maheral, 2006). Aspirin bitkisinin optimum büyümesi yeterli su miktarına bağlı olmasına rağmen, 2-3 metreye ulaşabilen derin kök sistemi sayesinde aspirin, kuraklık stresi karşısında hayat döngüsünü devam ettirebilmektedir (Lowelli ve ark., 2007). Bu çalışmada aspirin çeşitlerinin vejetasyon devresindeki yağış noksanlığına tepkileri de farklı olmuştur. Bu da çeşitlerin farklı genetik yapılarından kaynaklanmaktadır.

2015 yılında en yüksek tohum verimi 435 kg/da ile Koç çeşidinden elde edilmiş, bunu Göktürk (378 kg/da)ve Dinçer çeşitleri takip etmiştir(364 kg/da). Aynı yılda en düşük tohum verimi 297 kg/da ile Balcı çeşidinden elde edilmiştir. 2015 yılında yıllık toplam yağış miktarı (309 mm) uzun yıllar ortalamasının (322 mm) altında kalmakla birlikte, aspirin vejetasyon devresindeki yağış (165 mm), uzun

yıllar ortalamasının (135 mm) üzerinde gerçekleşmiştir. 2015 yılında özellikle aspirin su isteğinin fazla olduğu Mayıs ve Haziran ayında sırasıyla 53.2 ve 39.6 mm yağış ve iki aylık toplam 92.8 yağışla, uzun yıllar ortalamasının oldukça üzerinde gerçekleşmiştir. Burada dikkati, çeken husus yıllık toplam yağış miktarının düşük olmasına rağmen vejetasyon devresinde özellikle aspirin ilk gelişme devresindeki (Mayıs-Haziran) yağışların yüksek olması bütün çeşitlerde tohum verimini yükseltmekle birlikte bu yükseliş Koç çeşidinde daha belirgin ortaya çıkmıştır. Bu çeşit özellikle vejetasyon devresindeki yüksek yağış miktarını iyi değerlendirmektedir. Aspirin verimi en fazla vejetatif dönemdeki su kısıtlılığından etkilenmektedir (Esental ve ark., 2007). Aspirin vejetatif devresi çıkıştan tomurcuklanmaya kadar olan devresi olup buda nisan, mayıs ve haziran ayını kapsamaktadır. Bu dönemdeki yağışlar tohum verimini doğrudan etkilemektedir. Bu dönemdeki yağışları değerlendirme bakımından çeşitlerin tümünde tohum verimi artarken, bu artış bazı çeşitlerde daha fazla kendini göstermiştir.

2016 yılı tohum verimi değerlerinde ise 257 kg/da ile Linas çeşidi 1. sırada yer almış, bunu Koç ve Balcı çeşitleri takip etmiştir. Bu yılda en düşük tohum verimini 217 kg/da ile Göktürk çeşidi vermiştir. 2016 yılında toplam yağış 201 mm ile 322 mm olan uzun yıllar ortalamasının oldukça altında kalmıştır. Yine vejetasyon devresinde 101 mm yağış gerçekleşmiş buda 135 mm olan uzun yıllar ortalamasının oldukça altındadır. LSD değeri (29) dikkate alındığında Linas, Koç, Balcı aynı grupta yer almış, Dinçer ve Göktürk bir alt grupta yer almıştır. Hem yıllık hem de vejetasyon süresince yağış miktarının az olduğu durumlarda bütün çeşitlerde tohum veriminde düşme yaşanmış, Dinçer ve Göktürk çeşitlerinde tohum veriminde azalma daha bariz hissedilmiştir.

Çizelge 5. Aspir çeşitlerinin beş yıllık ortalama tohum, yağ verimi ve yağ oranı değerleri

Yıllar	Çeşitler	TV (kg/da)	YO (%)	YV (kg/da)
2014	Koç	240	32.8	79
	Göktürk	270	35.6	96
	Dinçer	269	30.7	82
	Balcı	228	35.8	81
	Linas	228	34.9	79
2015	Koç	435	36.3	158
	Göktürk	378	33.0	125
	Dinçer	364	29.2	106
	Balcı	297	34.6	102
	Linas	303	34.9	106
2016	Koç	248	37.2	92
	Göktürk	217	33.9	74
	Dinçer	209	27.9	57
	Balcı	238	34.5	82
	Linas	257	35.2	90
2017	Koç	237	37.2	88
	Göktürk	247	35.3	87
	Dinçer	299	27.4	83
	Balcı	237	35.5	84
	Linas	181	36.7	67
2018	Koç	338	39.2	133
	Göktürk	338	34.8	117
	Dinçer	284	29.2	83
	Balcı	236	34.8	82
	Linas	231	36.0	83
Ortalama	Koç	300	36.5	110
	Göktürk	290	34.5	100
	Dinçer	285	28.8	82
	Balcı	247	35.0	86
	Linas	240	35.5	85
C.V(%)		16.9	1.5	17.4
LSD		29	0.33	10.1

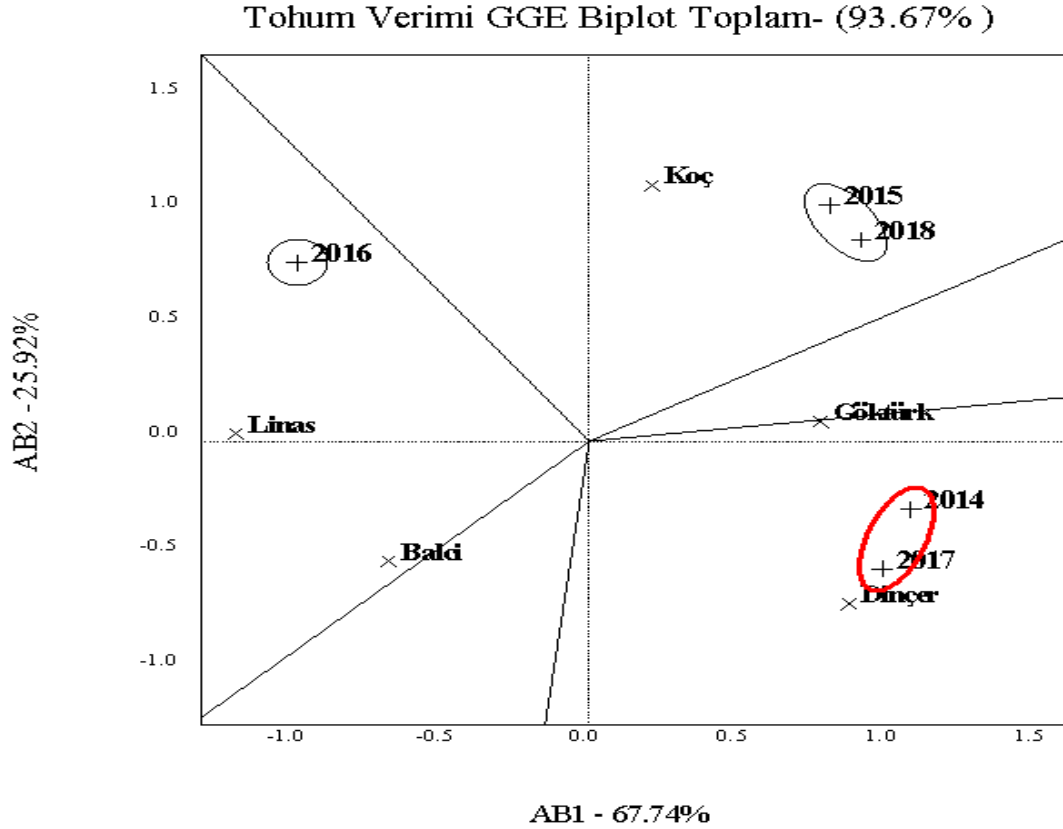
2017 yılında ise Dinçer çeşidi 299 kg/da tohum verimi ile 1. sırada yer almış, bunu Göktürk ve Koç, Balcı çeşitleri takip etmiştir. En düşük verim Linas çeşidinden elde edilmiştir. 2017 yılı yağış değerlerine baktığımızda ise yıllık yağış (320 mm) uzun yıllar ortalamasına yakın gerçekleşmiş, vejetasyon devresindeki yağış ise (178 mm) uzun yıllar ortalamasının üzerinde gerçekleşmiştir. Dinçer ve Balcı çeşitleri Eskişehir de geliştirilen bir çeşit olması, yine Göktürk ve Koç çeşitlerinin Konya da geliştirilmesi ve seleksiyonun yapıldığı lokasyonların yıllık ortalama yağışlarının 2017 yılı değerlerine yakın olması sebebiyle bu çeşitler öne çıkmıştır.

2018 yılında ise Koç çeşidi ve Göktürk çeşidi 338 kg/da ile 1. sırada yer almışlardır. Bunu Dinçer ve Balcı çeşitleri takip etmiştir. En düşük tohum verimi ise

Linas çeşidinden elde edilmiştir. 2018 yılı toplam yıllık yağış 361 mm ile uzun yıllar ortalamasının (322 mm) üzerinde, yine vejetasyon devresindeki yağış ise 181 mm ile uzun yıllar ortalamasının (135 mm) üzerinde gerçekleşmiştir. Bu yağış miktarları 2015 yılı değerlerine yakın değerler olup çeşitlerin tohum verimi değerleri de benzerlik göstermektedir. Hem 2015 hem de 2018 de Koç çeşidi birinci sırada yer almış, bunu Göktürk, Dinçer ve Balcı çeşitleri takip etmiş ve Linas çeşidi en düşük verimi vermiştir. Özellikle yeterli yağış koşullarında aspir çeşitlerinin verimleri artmış, bu artış en fazla Koç ve Göktürk çeşitlerinde gerçekleşmiştir. Farklı araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda vejetasyon devresindeki su özellikle aspirin tohum verimini önemli ölçüde artırmıştır. Nacar ve ark., (2016) Şanlıurfa

koşullarında sapa kalkma, tomurcuklanma ve tohum bağlama devresindeki verilen suyun aspirin verimini oldukça artırdığını tespit etmişlerdir. Şanlıurfa koşullarında aspirin en fazla suyu çiçeklenme ve tohum bağlama döneminde tükettiğini tespit etmişlerdir. Bu devrede ortamda bulunan su yağış veya sulama yolu

ile aspirin verimini oldukça artırmıştır. Öztürk ve ark., (2009) Aspirin çeşitleriyle Konya'da yürüttükleri çalışma neticesinde, sapa kalkma ve çiçeklenme öncesi iki kez sulama ile tohum verimi ve yağ veriminde önemli artışlar tespit etmişlerdir. Bütün yılları görsel olarak incelemek için Şekil.1 de biplot grafiği verilmiştir.



Şekil 1. Tohum verimine ait GGE- biplot grafiği.

Tohum verimi bakımından genotiplerin stabilitesi ve yıllara göre verim durumları Şekil 1'de verilmiştir. Koordinatların ortalama merkezine göre ortalama tohum verimini temsil eden ve eksenleri ortadan kesen çizginin sağında yer alan çeşitler ortalamadan daha yüksek verim verirken, solunda kalan çeşitler de ortalamadan daha düşük verim vermişlerdir. Orijini yatay olarak kesen çizgiye yakın genotipler de en stabil genotipler olarak değerlendirilmektedir (Karaman, 2019). Buna göre biplot grafiği incelendiğinde en sağda yer alan, Koç çeşidinin en yüksek tohum verimine sahip olduğu, bunu Göktürk ve Dinçer çeşitlerinin takip ettiği görülmektedir. Balcı ve Linas çeşitleri ise ortalamadan daha düşük tohum verimi vermişlerdir. Göktürk ve Linas çeşitleri stabilite çizgisine en yakın çeşitler

olduklarından en stabil çeşitler olarak görülmektedir. Göktürk çeşidi ortalamadan yüksek verim de stabil iken Linas çeşidi düşük verimde stabil görülmektedir. Koç çeşidi 2015 ve 2018 deki iklim değerlerinde en yüksek tohum verimi verirken, Dinçer çeşidi 2014-2017, Linas çeşidi 2016 ve Göktürk çeşidi bütün yıllardaki çevre faktörlerine iyi uyum göstermiştir. Balcı çeşidinin ise tohum verimi olarak ön planda yer aldığı herhengi bir yıl olmamıştır. Bu analizde aynı zamanda Mega Çevre de koyu çizgiyle belirtilmiştir. Mega çevre, çeşitlerin diğerlerine göre bariz farklılığın olduğu çevre olarak nitelendirilmektedir. Burada 2014 ve 2017 yılları mega çevre olarak belirlenmiş, bu yıllarda özellikle Dinçer çeşidi ön plana çıkmıştır. Bu sonuçlardan mega çevre ve stabilite dikkate alındığında Konya'da en uygun çeşitlerin Dinçer ve

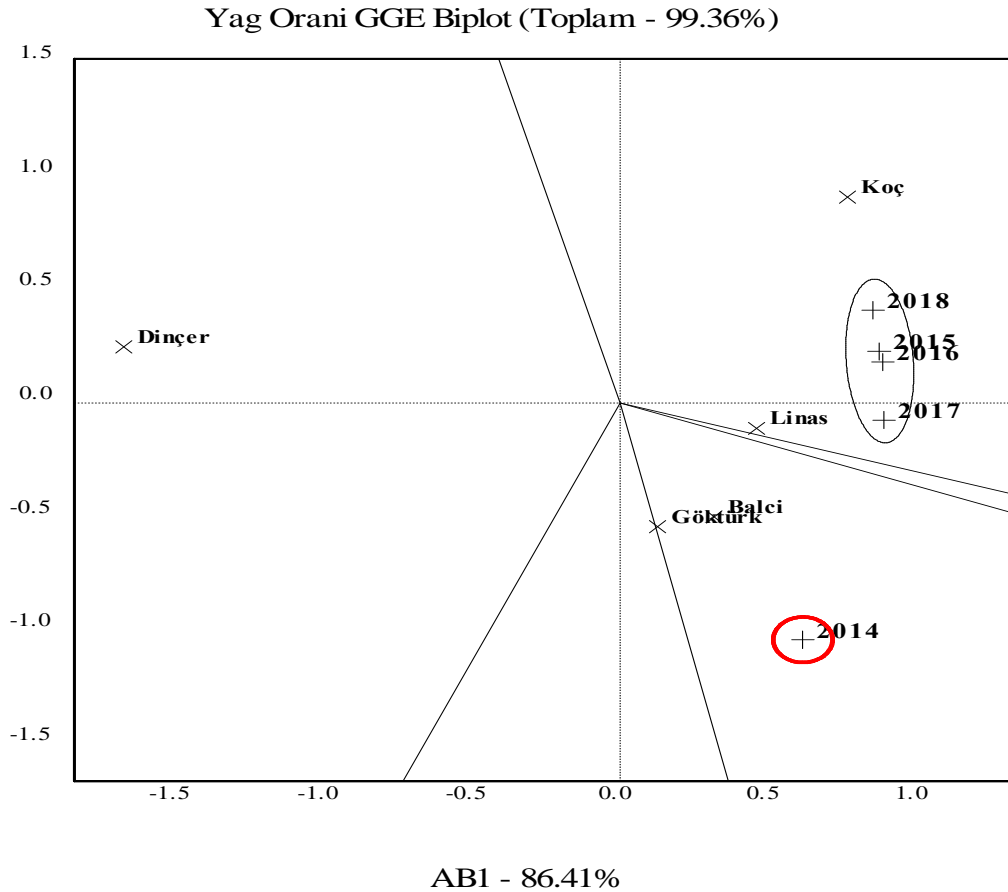
Göktürk olduğu tespit edilmiştir. Yıllık yağışın veya vejetasyon devresindeki yağışın yüksek olduğu yerler de Koç çeşidinin en uygun çeşit olduğu, Linas ve Balcı çeşitlerinin Konya şartlarına tohum verimi yönünden uygun olmadığı belirlenmiştir. Bunun sebebinin Linas çeşidinin geliştiği yer olan Edirne ilinin yıllık yağış ortalamasının Konya'nın hemen hemen iki katı olması, seleksiyonun yüksek yağış ortalamasına göre yapılmasıdır. Balcı çeşidinde ise genetik potansiyelinin tohum verimi yönünden düşük kalmasıdır.

Tohum verimi çevre faktörlerinden çok etkilenirken yağ oranında ise daha çok genetik faktör etkilidir. Yağ verimi ise tohum verimi ve yağ oranından hesaplanmaktadır (Kaya ve ark., 2009). Yağ oranı çevre faktörlerinden az etkilenmekle birlikte yağ oranının yıllara göre çeşitler bazında durumu ve çeşitlerin stabilitesini gösteren biplot grafiği Şekil 2. de verilmiştir.

Yağ oranı bakımından yıllar ve çeşitler arasındaki fark ve interaksiyon % 1'e göre önemli bulunmuştur

(Çizelge 4). Öztürk ve ark. (2008) yıllık yağışı yüksek olan yılda, çeşitlerin ham yağ oranlarının daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada benzer şekilde 2017 ve 2018 yıllarında aspirin vejetasyon devresinde düşen yağışın uzun yıllar ortalamasından (135 mm) oldukça fazla olması (178- 181 mm) bu yıllardaki çeşitlerin ortalama yağ oranını önemli ölçüde artırmıştır.

Biplot grafiğinde yağ oranı bakımından en yüksek ortalama yağ oranına sahip çeşidin Koç çeşidi olduğu görülmektedir (%36.5). Bunu Linas, Balcı ve Göktürk çeşitleri izlemektedir. Dinçer çeşidi ise en düşük ortalama yağ oranına sahip çeşittir. Genel olarak yağ oranı bakımından en stabil çeşit Linas çeşididir. Yine düşük yağ oranına sahip olmasına rağmen stabilite bakımından bunu Dinçer çeşidi takip etmektedir. 2014 yılı çeşitler arasındaki farkın en belirgin olduğu yıl olup mega çevre olarak belirlenmiştir. Bu yılda en yüksek yağ oranına sahip çeşitler Göktürk ve Balcı çeşitleridir.



Şekil 2. Yağ Oranına ait GGE- biplot grafiği.

Yağ verimi ise yağ oranı ve tohum verimi çarpılarak hesaplanma yolu ile elde edildiği için tohum verimi ve yağ oranını artıran tüm etmenler yağ verimini de artırmaktadır. Baljani ve ark. (2015), yağ verimindeki genetik ilerlemenin aspir ıslahında önemli olduğunu ve yağ veriminin genetik gelişimi için, tohum verimi ve hasat indekslerinin özellikleri dikkate alınması gerektiğini bildirmişlerdir.

Yağ verimi açısından genel ortalamalara bakıldığında (Çizelge 5) Koç çeşidi 110 kg/da yağ verimi ile birinci sırada yer alırken bunu 100 kg ile Göktürk çeşidi takip etmiştir. Balcı ve Linas çeşitlerinden benzer yağ verimleri (86-85 kg/da) elde edilmiştir. En düşük yağ verimine ise Dinçer çeşidinden elde edilmiştir. Bunun sebebi Dinçer çeşidinin ortalama yağ oranının bariz bir şekilde düşük olmasıdır (%28.8).

Sonuç ve Öneriler

Yıllık yağış ve vejetasyon devresindeki yağışlardan aspir çeşitlerinin verimleri önemli ölçüde etkilenmiştir. Çeşitlerin farklı yağış miktarına tepkilerinin de farklı olduğu tespit edilmiştir. Yağış miktarları benzer yıllarda çeşitlerde tohum verimi yönünden benzer performans göstermiştir. Tohum verimi yüksekliği yönünden en stabil çeşit Göktürk çeşidi olmuştur.

Tohum verimi yönünden Göktürk ve Dinçer çeşitleri özellikle vejetasyon devresindeki yağış noksanlığına daha toleranslı olduğu tespit edilmiştir. Dinçer çeşidinin yağ oranının düşük olması sanayici tarafından tercih edilme yönünden önemli bir dezavantajdır.

Özellikle vejetasyon devresindeki yeterli yağış koşullarında aspir çeşitlerinin verimleri artmış, bu artış en fazla Koç ve Göktürk çeşitlerinde gerçekleşmiştir. Koç çeşidi bütün yıllar ortalaması olarak tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi bakımından birinci sırada olup, özellikle yüksek yağ oranı bakımından sanayici tarafından tercih edilebilecek bir çeşittir.

Kaynaklar

Akçura., M., Topal, A. 2008. İç Anadolu Bölgesi yerel ekmeklik buğday populasyonlarından seçilen saf hatların tane verimi ve kalite özellikleri yönünden bazı tescilli çeşitlerle karşılaştırılması. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran Konya, s. 59-69.

Aktaş, H. 2014. Investigation of quality stability and micro elements content of some bread wheat varieties in Southeast Anatolia Region conditions. (Unpublished Doctoral

Dissertation). Mustafa Kemal University, Hatay.

- Alizadeh, K., Pouryousef, M., Sharifi, S. 2011. Freezing tolerance in Iranian safflower accessions under controlled and field conditions. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 9: 542-544.
- Baljani, R., Shekari, F., Sabaghnia, N. 2015. Biplot analysis of trait relations of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes in Iran. *Crop Research (0970-4884)*, 50.
- Esental, A., Istanbuluoglu, B., Arslan, B., Paşa, C. 2007. Effect of water stress on growth components of winter safflower (*Carthamus tinctorins*). Paper presented at the 7th International Safflower Conference, Wagga.
- Gabriel, K.R. 1971. The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. *Biometrika*, 58(3):453-467.
- Karaman, M. 2019. Sulu koşullarda bazı ekmeklik buğday genotiplerinin tarımsal özellikler bakımından değerlendirilmesi, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(2): 296-304.
- Kaya, Y., Evcı, G., Pekcan, V., Gücer, T., Yılmaz, M. İ. 2009. Ayrıççeğinde yağ verimi ve bazı verim öğeleri arasında ilişkilerin belirlenmesi, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15(4): 310-318.
- Kılıç H., Aktaş H., Kendal E., Tekdal S. 2012. İleri kademe ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmesi, *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 1(2): 132-139.
- Knowles, P.F. 1982. Safflower genetics and breeding, in: Improvement of oil-seed and industrial crops by induced mutations. International Atomic Energy Agency, Vienna, pp. 91-101.
- Lowelli, S., Perniola, M., Ferrara, A., Di Tommaso, T. 2007. Yield response factor to water (Ky) and water use efficiency of *Carthamus tinctorius* L. and *Solanum melongena* L. *Agricultural Water Management*, 92(1):73-80.
- Mahasi, M.J., Pathak, R.S., Wachira, F.N., Riungu, T.C., Kinyua M.G., Waweru, J.K. 2006. Genotype by Environment (GxE) interaction and stability in safflower (*Carthamus tinctorius* L.), *Asian Journal of Plant Sciences*, 5: 1017-1021.
- Moghaddam, M.J., Pourdad, S.S. 2013. Genotype x environment interactions and simultaneous selection for high oil yield and stability in rainfed warm areas rapeseed (*Brassica napus* L.) from Iran. *Euphytica*, 180(3): 321-335.

- Nacar, A.S., Değirmenci, V., Hatipoğlu, H., Taş, M., Arslan, H., Çıkman A., Şakak, A. 2016. Harran ovası koşullarında yazlık aspir bitkisinde sulamanın verim ve yağ kalitesi üzerine etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(Özel Sayı 2): 149-154.
- Öztürk, E., Özer, H., Polat, T., 2008. Growth and yield of safflower genotypes grown under irrigated and non-irrigated conditions in a highland environment. *Plant Soil Environ.*, 54(10): 453–460.
- Öztürk, Ö., Ada, R., Akınerdem, F. 2009. Bazı aspir çeşitlerinin sulu ve kuru koşullarda verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(50): 16-27.
- Pınarkara, M., 2007. Bölgemizde yaşanan kuraklık ve buna bağlı oluşan su sorunu ve öneriler. *Konya Ticaret Borsası*, 11(25): 10-13.
- Rasool, S., Ahmad, A., Siddiqi, TO., Ahmad, P. 2013. Changes in growth, lipid peroxidation and some key antioxidant enzymes in chickpea genotypes under salt stress. *Acta Physiol Plant*, 35(4):1039-1050.
- Robbelen, G., Downey, R.K., Ashri, A. 1989. *Oil Crops of the World*, McGraw Hill Books, USA.
- Sherrard, M.E., Maherali, H. 2006. The adaptive significance of drought escape in *Avena barbata*, an annual grass. *Evolution*, 60(12):2478-2489.
- Topak, R. 2008. Konya kapalı havzasında tarım-çevre etkileşimi ve sürdürülebilir su kullanımı. *Konya Ticaret Borsası*, 11(30): 6-12.
- Türkeş, M., Akgündüz, A.S., Demirörs, Z. 2009. Palmer Kuraklık İndisi'ne göre İç Anadolu Bölgesi'nin Konya bölümündeki kurak dönemler ve kuraklık şiddeti. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7(2): 129-144.
- Weiss, E. A., 2000. Safflower. In: *Oilseed Crops*. Blackwell Sci. Ltd., Victoria, Australia, pp. 93-129.
- Yan, W., Kang, M. S. 2003. *GGE Biplot Analysis: A Graphical Tool for Breeders, Geneticists, and Agronomists*. CRC Press. Boca Raton, USA, pp. 63-98.

Araştırma Makalesi

Biyokömür ve Kükürt Uygulamasının Alkali Killi-Tınlı Topraklarda Fosfor Alınabilirliği ve Toprak Enzim Aktivitesi Üzerine Etkileri

Veysel TURAN*

Bingöl University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Bingöl, 12000, Turkey

*Corresponding author: vturan@bingol.edu.tr

Geliş Tarihi: 19.05.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 25.06.2019

Kabul Tarihi: 04.07.2019

Özet

Biyokömür adı verilen “biochar (BC)” zengin besin elementi içeriğine ve toprak ıslah edici özelliklere sahiptir. BC son zamanlarda gübre veya toprak düzenleyici materyal olarak kullanılmaktadır. Ancak BC'nin kükürt (S) ile birlikte uygulandığı çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışma ile zeytin posasından elde edilmiş BC ve S'in ayrı ayrı ve birlikte uygulanmasının killi-tınlı ve pH si yüksek olan topraklarda fosfor (P) elverişliliği ile toprak sağlığı açısından önemli olan enzim aktiviteleri (asit fosfataz, alkalın fosfataz, β -Glukozidaz ve dehidrogenaz) üzerine etkileri araştırılmıştır. Topraklara farklı BC (0, % 0.75, % 1.5) ve S (0, 800 mg kg⁻¹) dozları uygulanarak kontrollü şartlarda faktöriyel deneme planına göre 45 gün süre ile inkübasyona bırakılmıştır. Bu çalışma sonuçlarına göre; elektriksel iletkenlik (EC), Toplam P ve β -glukozidaz enzim aktivitesi üzerine BC ve S interaksyonu önemli bulunmuştur. BC'nin, S ile birlikte uygulanması toplam fosfor miktarını artırırken, hem BC hem de S uygulamaları elverişli P miktarını artırmıştır. Bununla birlikte, BC ve S toprak EC değerinde artışa neden olurken S uygulaması toprak pH değerini düşürmüştür. Ek olarak, toprak organik madde miktarı BC dozunun artmasıyla yükselmiştir. Dikkat çekici bir şekilde BC ve S uygulamaları; asit fosfataz, alkalın fosfataz ve dehidrogenaz enzim aktivitesi üzerine etki yapmazken, BC uygulaması yapılmayan S uygulamasında β -glukozidaz enzim aktivitesi azalmıştır. Bu ön çalışma BC ve S uygulamalarının arazi koşullarında ve uygun dozlarda çalışılmasının zorunlu olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Toprak Enzim aktivitesi, fosfor elverişliliği, zeytin posası biyokömürü.

Effects of Biochar and Sulfur amendment on Soil Phosphorus and Soil Enzyme Activity in Alkaline Clay-Loam Soil

Abstract

Biochar (BC) has rich nutrient content and soil-improving properties. BC has recently been used as a fertilizer or soil amendment material. However, studies in which BC is applied with sulfur (S) are limited. In this study, effects of BC obtained from olive pulp and S separately and in combination with phosphorus (P) in soil with clay loam and high pH effects on enzyme activities -important for soil health- (acid phosphatase, alkaline phosphatase, β -Glucosidase and Dehydrogenase) have been examined. Different BC (0, 0.75%, 1.5%) and S (0, 800 mg kg⁻¹) doses have been applied to the soil and incubated under controlled conditions for 45 days according to the factorial trial plan. According to the results of this study, BC and S interaction on electrical conductivity (EC), Total P and β -Glucosidase enzyme activity were found to be significant. BC and S application increased the total phosphorus amount, while both BC and S applications increased the available amount of P. However, BC and S resulted in an increase in soil EC value and S application decreased soil pH value. In addition, the amount of soil organic matter increased with the increase in the dose of BC. Strikingly while BC and S applications did not affect enzyme activity acid phosphatase, alkaline phosphatase and dehydrogenase, β -glucosidase enzyme activity was decreased in S

application without BC application. This preliminary study shows that BC and S applications are required to be studied at appropriate field conditions and at appropriate doses.

Key words: Soil enzyme activity, phosphorus availability, olive pulp biochar.

Giriş

Dünyadaki fosfor (P) kaynakları en fazla gübre olarak kullanılmaktadır. Bu rezervlerin gelecekte de tarımsal verimin artırılmasında etkili bir şekilde kullanılması anahtar rol oynayacağından ve aynı zamanda dünyada P kaynaklarının sınırlı olmasından dolayı gelecekte P kaynaklarının tükenmesi beklenmektedir (Cordell ve ark., 2009; Sun ve ark., 2018). 2100 yılına kadar ekstrakte edilebilir fosfat kayalarının %20-60 oranında azalacağı tahmin edilmektedir (Van Vuuren ve ark., 2010). Ancak, tarımsal alanlarda kaya fosfatların kullanılması ötrofikasyon gibi çevresel kaygılara yol açabilir (Carpenter, 2008). Bu nedenle, tarımsal P girdilerinin daha sürdürülebilir ve çevre dostu bir şekilde yönetimi acilen gereklidir (Cordell ve ark., 2009; Sonmez ve ark., 2016).

Biochar (BC) kontrollü şartlar altında ve oksijene sınırlı ortamda organik materyallerin proliz sonucu ayrışması sonucu oluşmaktadır (Lehmann ve Joseph, 2015). Değerli bir ürün olan BC; alkaline, yüksek seviyede karbon, geniş yüzey alanı, içerdiği zengin N, P, K ve birçok besin içeriğine sahiptir (Khadem ve Raiesi, 2019; Lehmann ve Joseph, 2015). Biochar aynı zamanda içerdiği kül bileşimleri ile toprakların kimyasal özelliklerinin iyileştirilmesinde etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Lehmann ve ark., 2011; Turan ve ark., 2018b, 2018a). BC aslında toprağın üzerindeki doğrudan değişikliklerin yanı sıra, toprağın fiziksel özelliklerini etkileyerek bitki kök bölgesi üzerindeki toprağın mikrobiyal durumunu etkilemektedir (Ding ve ark., 2016) BC ayrıca alkaline özellikte olduğundan dolayı toprak pH'sını artırmakta ve bu artış bazı mikroorganizma faaliyetlerini etkilemektedir (Rousk ve ark., 2010). Toprak enzimleri organik maddenin ayrışmasında ve besin döngüsünde kilit rol üstlenmektedir. Bailey ve ark., (2011) yapmış oldukları bir çalışmada BC uygulamasıyla β -glukozidaz enzim aktivitesinin toprak tipine göre farklılık gösterdiğini ifade etmişlerdir. Bununla birlikte alkaline fosfataz (AlkP) ve asit fosfataz (AcdP) enzim aktivitesi toprakta fosforik asidin anhidre olmasında katalizör görevi görmektedir. Bu nedenle bitki P besin alımı ve organik P mineralizasyonunda önemli rol oynamaktadır (Dick ve ark., 2000). BC uygulamasının AlkP aktivitesi üzerine yapılan çalışmalarda; (Akça ve Namlı, 2015) AlkP ve AcdP aktivitesini arttığını (Noyce

ve ark., 2017), AlkP aktivitesini azalttığını, (Zhang ve ark., 2017) ise AlkP aktivitesini etkilemediğini belirtmişlerdir. Wu ve ark. (2013) yapmış oldukları çalışmada BC uygulamasının dehidrogenaz (DH) enzim aktivitesini etkilemediğini ifade ederken, Khadem ve Raiesi (2019) uygulanan BC üretim şekline bağlı olarak DH enzim aktivitesini arttırdığını ifade etmişlerdir.

Elementel kükürt (S) toprak pH oranının düşürülmesinde rol oynamakta ve bu da bitki besin elementlerinin alınımı için uygun koşullar oluşturmaktadır (Jaggi ve ark., 2005). Bustamante ve ark. (2016) yapmış oldukları bir çalışmada S ve yeşil atık kompost uygulamalarının toprağın alınabilir P miktarını artırdığı ifade etmişlerdir. Islam, (2012) yapmış olduğu bir çalışmada farklı dozlarda S formu ve dozu uygulamasının nohutta tohum verimini %17 oranında arttırdığı ve bitkiler aracılığıyla mikro element alınımının yükseldiğini ancak pH oranını etkilemediğini ifade etmiştir. Literatüre göre BC ve S uygulamalarının yalnız bir şekilde uygulandığı birçok çalışma olmasına rağmen alkali ve killi-tınlı topraklarda zeytin posasından üretilen BC ve S ile birlikte uygulanması ile ilgili olarak çalışmalar sınırlıdır.

Bu çalışmanın amacı zeytin posasından elde edilmiş BC ve S'nin ayrı ayrı ve birlikte uygulanmasının killi-tınlı ve pH sı yüksek olan topraklarda fosfor biyoelverliliği ile toprak sağlığı açısından önemli olan enzim aktiviteleri üzerine etkilerini belirlemektir. Bu amaçları yerine getirmek için; toprakların pH, EC, organik madde, elverişli ve toplam fosfor, C, N, P ile ilgili 4 önemli enzim aktivitesindeki (asit fosfataz, alkaline fosfataz, β -Glukozidaz ve dehidrogenaz enzim aktivitesi) değişimler incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Toprak örnekleme ve deneme kurulumu

Bu çalışmada kullanılan toprak Tokat ili Erbaa ilçesinden 0-15 cm derinliğinden 2018 yılı kaşım ayında toplanmıştır (Türkiye: 40°41'41.4"N 36°33'45.6"E). Denemeye başlamadan önce topraklar 2 mm lik elekten geçirilerek içerisindeki tas ve bitkisel atıklar uzaklaştırılmıştır. Topraklar alkali özellik göstermekte olup kumlu bir tekstüre sahiptir. Denemede kullanılan biochar, zeytin posasından elde edilmiştir. Ayrıca denemede kullanılan toprak ve biochar fizikokimyasal özellikleri Tablo 1 de gösterilmiştir.

Tablo 1. Denemede kullanılan toprağının ve zeytin posasından elde edilen Biochar materyalinin bazı fizikokimyasal özellikleri

Özellik	Değer	Biochar	Değer
Kum	%	pH	-
Silt	%	EC	dS m ⁻¹
Kil	%	C	%
Tekstür	-	N	%
pH	-	H	%
EC ^a	dS m ⁻¹	P	%
Organik madde	%		
CaCO ₃ ^b	%		
P ^c	mg kg ⁻¹		
K ^d	mg kg ⁻¹		
Toplam P	mg kg ⁻¹		

^a EC Elektriksel iletkenlik, ^b CaCO₃ Kireç, ^c P Elverişli Fosfor, ^d K Alınabilir Potasyum.

Kumlu-tınlı ve pH değeri yüksek olan topraklarda zeytin posasından elde edilmiş biocharın farklı dozlarının ayrı ayrı ve kükürt ile birlikte uygulanmasının; toprak enzim aktivitesi ve fosfor biyoelverişliliği üzerine etkisinin belirlenmesi için Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi İklimlendirme odasında deneme kurulmuştur. Yaş ağırlık hesabına göre her bir saksı için toplam 500 g olacak şekilde toprak kullanılmıştır. Denemeye başlamadan önce Zeytin posasından elde edilmiş BC materyali 100 g toprak için 0 g, 0.75 g ve 1.5 g olarak homojenize edilmiştir. Ayrıca, kükürt uygulaması için 0 mg kg⁻¹ ve 800 mg kg⁻¹ olarak kombinasyonlar oluşturulmuştur. Kontrol uygulamasında herhangi bir BC ve kükürt uygulaması olmamıştır. Bu denemede İtalyan (*Lolium P.*) çimi bitki materyali olarak kullanılmıştır. Bu amaçla her saksıya 3 kg da⁻¹ tohum olacak şekilde ekim yapıldıktan itibaren 45 gün sonra bitkiler hasat edilmiş ve toprak örnekleri gerekli analizler için +4 °C'de muhafaza edilmiştir.

Faktöriyel deneme planına göre; farklı kükürt dozları (S₀ (0 mg/kg), S₁ (800 mg /kg) ve farklı BC dozlarının BC₀ (0 %), BC_{0.75} (0.75 %), BC_{1.5} (1.5 %) uygulamalarının ikili kombinasyonları ile birlikte, 18 adet saksıda 3 tekerrürlü olarak yapıldı.

- S₀ BC₀ Kükürt (-) / Biochar (-)
- S₀ BC_{0.75} Kükürt (-) / Biochar (0.75 %)
- S₀ BC_{1.5} Kükürt (-) / Biochar (1.5 %)
- S₁ BC₀ Kükürt (800 mg kg⁻¹) / Biochar (-)
- S₁ BC_{0.75} Kükürt (800 mg kg⁻¹) / Biochar (0.75 %)
- S₁ BC_{1.5} Kükürt (800 mg kg⁻¹) / Biochar (1.5 %)

Toprak fizikokimyasal ve enzim analizleri

10 g yaş toprak örneği 105 °C de 24 h etüvide kurutulduktan sonra yeniden tartılarak toprak kuru

madde içeriği (Schlichting ve Blume, 1966)'e, pH ve elektriksel iletkenliği Richards, (1954)'e, organik madde miktarı Sherman ve ark., (2019)'e, elverişli P içeriği (Olsen ve ark., 1954), Toplam P içeriği Olsen ve Sommers, (1982)' e göre, benzer bir şekilde ekstrakte edilebilir K oranı (Richards, 1954) e göre belirlenmiştir. Toprak tekstürü (Bouyoucos, 1951)'e göre yapılmıştır. Toprakta CaCO₃ oranının belirlenmesinde (Allison ve Moodie, 1965) tarafından belirtilen protokol kullanılmıştır.

Bu çalışmada 4 önemli toprak enzim aktivitesi ölçülmüştür; Toprak asit ve alkaline fosfataz enzim aktivitesi PNNP substratı kullanılarak µg pNP g toprak h⁻¹ olarak belirlenmiştir.. Benzer şekilde, toprak β-Glukozidaz aktivitesi , µg PNP g toprak h⁻¹ olarak belirlenmiştir.. Toprak dehidrogenaz enzim aktivitesi; µg TPF g toprak 24 h⁻¹ olarak Tabatabai, (1994) tarafından belirtilen protokol kullanılmıştır.

Data analizleri

İstatistiksel analizler için SPSS 24 yazılım programı kullanılmıştır. Veriler, Faktöriyel varyans testleri kullanılarak analiz edildi. İncelenen gruplar arasında önemli farklar elde edildiğinde, Tukey HSD çoklu karşılaştırma testleri yapıldı (p<0.05). Analizden önce veriler normallik ve homojenlik açısından test edildi ve bu koşulu yerine getirmek için gerektiğinde transformasyon yapılarak dönüştürüldü. Veriler normallik ve homojenlik varsayımına uymadığında, birkaç bağımsız örnek için parametrik olmayan testlerden Friedman testi uygulanarak faktöriyel varyans testleri yapılmıştır (p<0.05).

Bulgular ve Tartışma

Biochar ve kükürt uygulamalarının toprakların pH, EC ve organik madde üzerine etkileri

Bu çalışmada; BC ve kükürt interaksyonu pH üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemsizdir (Tablo 2). Ancak; hem BC hem de S uygulamalarının ana etkisi $p<0.001$ düzeyinde istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. S uygulaması pH oranını düşürmüştür. Aynı zamanda BC dozunun artmasıyla toprak pH oranı artmıştır. Artan BC dozu pH oranını artmasına rağmen, S ile birlikte uygulanan kombinasyonlar BC_{0.75} ve BC_{1.5} dozunda S uygulanmayan topraklara göre % 4.50 ile % 5 arasında pH değerini düşürmüştür. En düşük pH oranı (7.92 ± 0.04) ile BC₀ ve S₁ uygulamalarında görünürken en yüksek pH oranı (8.41 ± 0.02) ile BC_{1.5} ve S₀ uygulamasında gözlemlenmiştir (Tablo 3). BC uygulamasıyla birlikte beklenildiği gibi toprak pH sı gibi artmıştır ve S uygulamasıyla bu pH oranı ortalama 0.4 birim düşmüştür. pH toprakta en önemli parametrelerden biri olup bitkilerin besin elementi alım sürecinde çok önemli rol oynamaktadır (Jaggi ve ark., 2005). Bitkiler besin elementleri en iyi (6.5-7.5) pH aralığında aldığından dolayı BC uygulanan topraklarda S uygulaması etkili olabilir. Daha önce yapılan çalışmalarda elementel S uygulamasının pH değerini düşürdüğü (Jaggi ve ark., 2005) ve BC alkalın karakterli olduğundan dolayı toprakların pH oranını artırdığı ifade edilmiştir (Rousk ve ark., 2010).

BC ve S interaksyonu EC üzerine etkisi $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 2). Bununla birlikte EC miktarı BC dozlarının artmasına bağlı olarak pozitif yönde art mistir. Buna paralel olarak, S uygulaması ile birlikte; EC miktarı BC₀ a göre; BC_{0.75} dozunda %2 oranında, BC_{1.5} dozunda %8'lik bir artışa neden olmuştur. Ayrıca, en yüksek artış ($284.6 \pm 4.33 \mu\text{Scm}^{-1}$) ile BC_{1.5} ve S₁ uygulamasında görünürken, en düşük EC oranı ($56.46 \pm 2.6 \mu\text{Scm}^{-1}$) ile BC₀ ve S₁ kombinasyonunda bulunmuştur (Tablo3). EC, Bitki gelişimi ve tuzluluk oranındaki değişimi yansıttığından dolayı, toprakların sağlığı açısından değerlendirilmesinde önemli bir parametredir (Schönegger ve ark., 2018). Bu çalışmaya paralel olarak Hashemimajd (2012) yapmış olduğu bir çalışmada kompost ve elementel S uygulaması sonucunda kompost ve S interaksyonu EC miktarını artırdığını ifade etmiştir.

BC ve S interaksyonu organik madde üzerine etkisi önemli olmamasına rağmen, BC uygulamasının ana etkisi önemli ($p<0.001$) bulunmuştur (Tablo 2). En düşük organik madde oranı %1.47 ile BC₀ ve S₀ kombinasyonunda görünürken, en yüksek organik madde miktarı %1.79 ile BC_{1.5} ve S₀ uygulamasında bulunmuştur. BC dozunun artmasıyla organik madde miktarında ortalama % 21 oranında artış meydana gelmiştir (Tablo3). Topraklara BC eklenmesi toprakta C tutulmasını artırabilir ancak doğal olarak organik C

ayrışması sırasında BC eklemesinden kaynaklı C miktarının dikkate alınması gerekir (Jiang ve ark., 2016). Benzer şekilde yapılan bir çalışmada, BC toprak organik madde konsantrasyonunu artırmakta ve özellikle bu artış çok suda çözülebilir organik karbonun artışında görünmektedir (Lin ve ark., 2012). Buna karşın, Bruun ve EL-Zehery, (2012) yapmış oldukları bir çalışmada BC dozunun artmasıyla toprak organik karbonun mineralizasyonun yavaşladığını ifade etmişlerdir. Bu farklı etkiler, BC üretim şekli ve BC ham maddesinden kaynaklanabilir (Stewart ve ark., 2013).

Biochar ve kükürt uygulamalarının toprakların elverişli P ve toplam P üzerine etkileri

BC ve S interaksyonu elverişli P (EP) oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bununla birlikte hem BC hem de S uygulamalarının ana etkisi $p<0.001$ düzeyinde istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (Tablo 2). S uygulamasıyla birlikte toprakta EP % 59.2 oranında bir artış gözlemlenmiştir (Tablo 3). BC dozları arasında ise BC uygulaması yapılmayana göre: BC_{0.75} dozu uygulanmasıyla % 10'luk ve BC_{1.5} dozu uygulanmasıyla bu artış % 19.1'e kadar yükselmektedir. Uygulamalar arasında en düşük elverişli P oranı ($12.82 \pm 0.2 \text{ mg kg}^{-1}$) ile BC₀ ve S₀ kombinasyonunda bulunurken, en yüksek P oranı ($24.36 \pm 0.1 \text{ mg kg}^{-1}$) ile BC_{1.5} ve S₁ kombinasyonunda gözlemlenmiştir (Tablo 3). Bu çalışmada S uygulamasına bağlı olarak toprak pH değerindeki azalmanın etkisiyle P biyo elverişliliğinin arttığı gözlenmektedir. Toprak pH oranındaki değişimin P'nin toprakta hareketliğinde ve mineralizasyonunda önemli rol oynadığı çeşitli araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir (Bustamante ve ark., 2016). Buna karşılık toprak P oranındaki değişim BC ve topraktaki P bazı dinamiklere göre (topraktaki EP oranı, toprağın başlangıç sorpsiyon kapasitesi ve BC içeriğinin sorpsiyon kapasitesine göre) farklılık gösterebilir (Bornø ve ark., 2018).

BC ve S interaksyonun toprakların toplam P (TP) üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.001$) (Tablo 2). En düşük toplam P içeriği ($727.24 \pm 3.4 \text{ mg kg}^{-1}$) ile BC₀ve S₀ kombinasyonunda bulunurken, en yüksek TP içeriği ($807.78 \pm 3.7 \text{ mg kg}^{-1}$) ile S1- BC_{1.5} kombinasyonunda bulunmuştur. Bu sonuçlara paralel olarak, S uygulanan topraklar S uygulanması yapılmayan topraklara göre toplam P miktarını % 2.73 oranında arttırmıştır. Benzer şekilde, artan dozda açan BC uygulamasında toplam P miktarında artışa neden olmuştur. BC_{0.75} uygulaması BC uygulanmayan topraklara göre toplam P içeriğini % 2 oranında artırıırken, BC_{0.75} uygulaması % 7.78 oranında art

irmıştır. (Tablo 3). TP oranındaki artış BC doz miktarındaki artışa bağlı olarak artmıştır. Bu artış BC materyalinin sahip olduğu P den kaynaklı olabilir.

Benzer şekilde (Mahmoud ve ark., 2019) yapmış oldukları bir çalışmada BC ve P gübrelemesinin TP miktarını artırdığını ifade etmişlerdir.

Tablo 2. Farklı kükürt ve biochar uygulamaların toprakların kimyasal ve enzim aktiviteleri üzerine ana ve interaksiyon testleri

Parametre	Biochar		Kükürt		Biochar X Kükürt	
	F	p	F	p	F	p
pH	11.54	p <0.001	878.45	p <0.001	n.s	n.s
EC	n.s	n.s	3435.09	p <0.001	5.33	p < 0.05
Organik madde	12.02	p <0.001	n.s	n.s	n.s	n.s
Elverişli P	49.76	p <0.001	1027.00	p <0.001	n.s	n.s
Total P	166.26	p <0.001	58.62	p <0.001	14.89	p <0.001
Asit Fosfataz	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Alkalin Fosfataz	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Beta Glukozidaz	n.s	n.s	9.04	p <0.05	4.80	p <0.05
Dehidrogenaz	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

n.s: Önemli değil, EC: Elektriksel İletkenlik.

Tablo 3. Farklı kükürt dozu (S₀; 0 mg kg⁻¹, S₁; 800 mg kg⁻¹) ve farklı biochar dozlarının BC₀ (0 %), BC_{0.75} (0.75 %), BC_{1.5} (1.5 %) toprakların pH, EC, Organik madde, Elverişli fosfor ve Toplam fosfor üzerine etkileri.

Uygulamalar		Parametreler				
Kükürt	Biochar	pH	EC (µS/cm)	Organik madde (%)	Elverişli P (mg kg ⁻¹)	Toplam P (mg kg ⁻¹)
S ₀	BC ₀	8.31±0.01b	56.4 ±2.6a	1.47±0.07a	12.82±0.2a	734.4±3.4a
	BC _{0.75}	8.33 ± 0.01bc	59.8 ± 3.3a	1.61 ± 0.07ab	14.23 ± 0.5ab	738.7 ± 0.7ab
	BC _{1.5}	8.41 ± 0.02c	61.0 ± 2.7a	1.79 ± 0.03b	15.61 ± 0.2b	767.0 ± 3.9c
S ₁	BC ₀	7.92 ± 0.01a	262.9 ± 7.7b	1.47 ± 0.03a	20.73 ± 0.4c	727.2 ± 2.8a
	BC _{0.75}	7.95 ± 0.01a	264.4 ± 3.5bc	1.54 ± 0.03ab	22.88 ± 0.1d	750.3 ± 3.0b
	BC _{1.5}	7.97 ± 0.01a	284.5 ± 4.3c	1.69 ± 0.04ab	24.36 ± 0.1d	807.7 ± 3.7d

Farklı harfler, her kükürt ve biochar uygulama işleminin interaksiyonu veya ana faktörün etkisine göre: Tukey post-hoc testinin sonuçlarını göstermektedir. Değerler kuru ağırlık (FKA) bazında n=3 (ortalama ± standart hata) olarak verilmiştir.

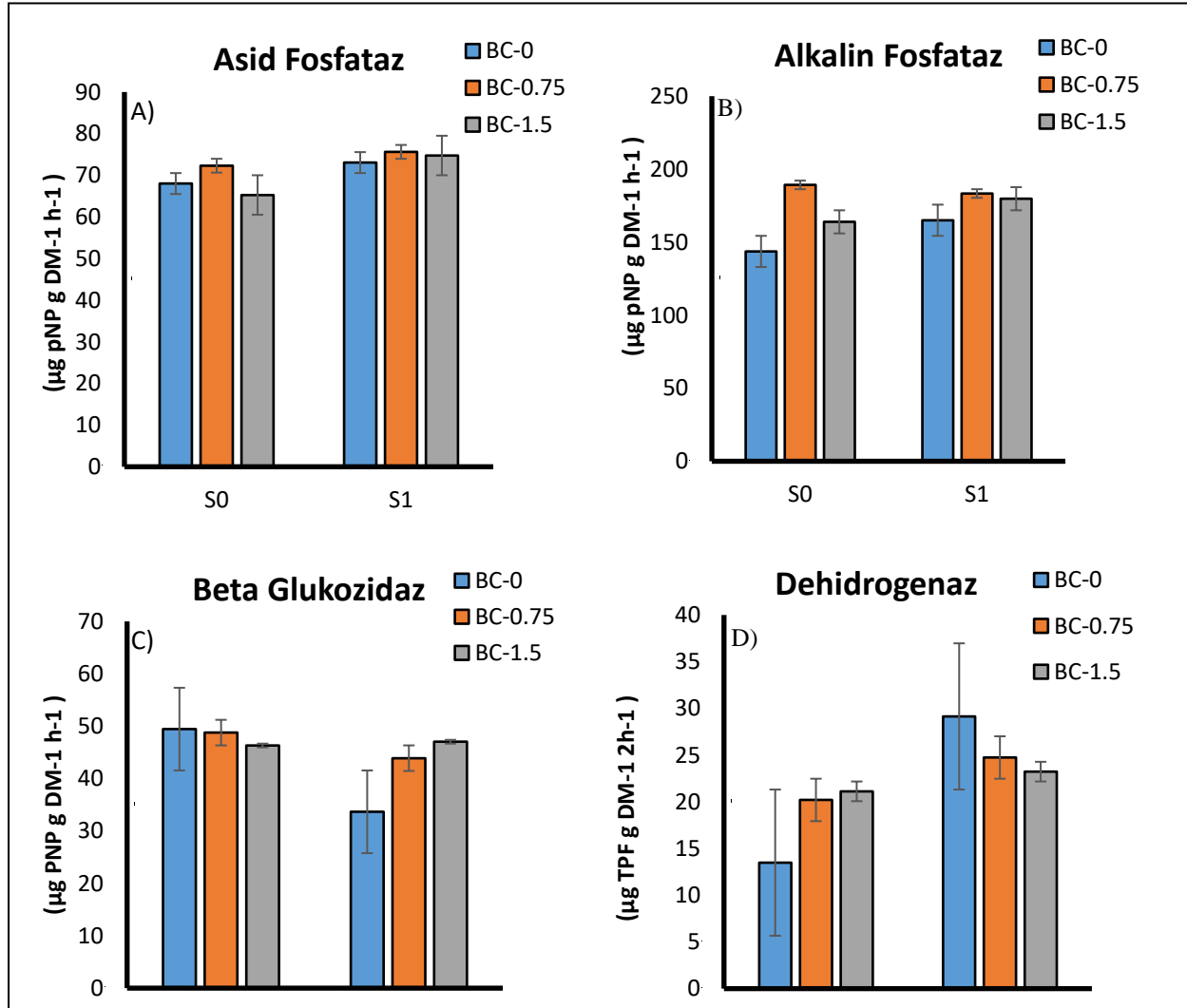
Biochar ve kükürt uygulamalarının asit fosfataz, alkalin fosfataz, dehidrogenaz ve β-glukozidaz enzim aktiviteleri üzerine etkileri

Bu çalışmada S ve BC uygulamalarının farklı toprak enzim aktivitesi üzerindeki etkileriyle ilgili olarak, S ve S uygulamaları olmadığı durumlarda β-glukozidaz enzim aktivitesi dışında (p<0.05) istatistiksel açıdan önemli hiçbir etki gözlenmedi (Tablo 2). İncelenen enzimlerden 3 tanesi, yani asit fosfataz (AcdP), alkalin fosfataz (AlkP) ve dehidrogenaz (DH) üzerine BC dozları ve S uygulamaları farklı aktiviteler göstermiştir (Şekil 1). Bununla birlikte, en yüksek AcdP aktivitesi (75.6 ± 4.3 µg pNP g FKA⁻¹ saat⁻¹) ile BC_{0.75} ve S₁ kombinasyonunda gözlemlenirken en düşük AcdP aktivitesi (65.2 ± 0.2 µg pNP g FKA⁻¹ saat⁻¹) ile BC_{1.5} ve S₀ kombinasyonunda bulunmuştur. Bu sonuca paralel olarak, en yüksek AlkP aktivitesi (189.2 ± 0.2 µg pNP g FKA⁻¹ saat⁻¹) ile

BC_{1.5} ve S₀ kombinasyonunda gözlemlenirken, en düşük AlkP konsantrasyonu (143 ± 27.1 µg pNP g FKA⁻¹ saat⁻¹) ile BC₀ ve S₀ kombinasyonunda bulunmuştur. Dehidrogenaz enzim aktivitesi en yüksek (29.13 ± 1.1 µg TPF g FKA⁻¹ 24⁻¹) ile BC₀ ve S₁ kombinasyonunda gözlemlenirken, en düşük DH enzim aktivitesi (13.48±1.2 µg TPF g FKA⁻¹ 24⁻¹) ile BC₀ ve S₀ kombinasyonunda gözlemlenmiştir (Şekil 1). Bu 3 enzim aktivitesi dışında, β-glukozidaz enzim aktivitesi üzerine BC ve S interaksiyonu önemli çıkmıştır (P<0.05). S uygulaması ile β- Glu aktivitesi S uygulaması yapılmayan topraklara göre enzim aktivitesini %16.01 oranında azaltmıştır. Bununla birlikte en yüksek β-glukozidaz aktivitesi (49.44 ± 1.78 µg pNP g FKA⁻¹ saat⁻¹) ile BC₀ ve S₀ kombinasyonunda bulunurken, en düşük β- Glu enzim aktivitesi (33.65 ± 1.23 µg pNP g FKA⁻¹ saat⁻¹) ile BC₀ ve S₁ kombinasyonlarında bulunmuştur. Enzim aktiviteleri

sürdürülebilir toprak yönetimi uygulamalarında hızlı bir tepki gösterdiğinden dolayı toprak sağlığı açısından önemli bir parametredir. Bununla birlikte AcdP ve AlkP fosfataz enzim aktivitesi Organik fosforun mineraliz olup fosfata dönüşme sürecinde anahtar bir rol oynamaktadır (Nannipieri ve ark., 2011). BC uygulamasının AlkP aktivitesi üzerine yapılan çalışmalarda; (Akça ve Namlı, 2015) AlkP ve AcdP aktivitesini artırdığını, (Noyce ve ark., 2017). AlkP aktivitesini azalttığını, bununla birlikte bizim çalışmamızda olduğu gibi (Zhang ve ark., 2017) tarafından yapılan bir çalışmada AlkP aktivitesini etkilemediğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde DH aktivitesi üzerine BC ve S uygulamasının etkisi görünmemiştir. (Khadem ve Raiesi, 2019) yapmış oldukları çalışmada iki farklı tekstüre sahip kireçli

topraklarda BC uygulanmasıyla potansiyel dehidrogenaz enzim aktivitesinin değiştiğini ancak bu artışın kumlu topraklara göre killi topraklarda daha az olduğunu ifade etmişlerdir. Bu sonuçlar gösteriyor ki C formunda eklenen BC zor ayrışabilir olması sonucu DH aktivitesinde farklılık olmayabilir (Wu ve ark., 2013), toprak tipine göre DH enzim aktivitesi farklılık gösterebilir (Khadem ve Raiesi, 2019). Diğer 3 enzimin dışında β -Glu enzim aktivitesi üzerine BC ve S interaksyonu önemli çıkmıştır. İnteraksiyonun nedeni topraklara uygulanan BC ve S uygulamalarının toprağın kimyasal özelliklerini etkilemesiyle olabilir. Buna karşılık Bailey ve ark., 2011 yapmış olduğu çalışmada, toprak tipinin β -Glu enzim aktivitesini etkilediğini ifade etmiştir.



Şekil 1. Farklı kükürt dozu (S0: mg kg⁻¹. S1: 800 mg kg⁻¹) ve farklı biochar dozlarının; BC₀ (0 %). BC_{0.75} (0.75 %). BC_{1.5} (1.5 %) toprakların A) Asit fosfataz B) Alkalin fosfataz C) β -glukozidaz ve D) Dehidrogenaz enzim aktivitesi üzerine etkileri. Değerler kuru ağırlık (FKA) bazında n=3 (ortalama \pm standart hata) olarak verilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Bu araştırma açıkça zeytin posasından elde edilen BC'nin S ile birlikte uygulanmasının toplam fosfor değerini arttırdığını göstermektedir. Ayrıca, hem BC hem de S uygulamaları elverişli P miktarını artırmıştır. Bununla birlikte, BC ve S kombinasyonu toprak EC değerinde artışa neden olurken S uygulanan topraklarda pH değeri düşmüştür. Topraktaki organik madde miktarı BC dozunun artmasıyla yükselmiştir. Dikkat çekici bir şekilde BC ve S uygulamaları; asit fosfataz, alkalın fosfataz ve dehidrogenaz enzim aktivitesi üzerine etki yapmazken, BC uygulaması yapılmayan S uygulamasında β -glukozidaz enzim aktivitesi azalmıştır. Bu ön çalışmanın sonuçlarına dayanarak BC ve S uygulamalarının farklı toprak tiplerinde ve arazi koşullarında da araştırılması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Akça, M.O., Namlı, A. 2015. Effects of poultry litter biochar on soil enzyme activities and tomato, pepper and lettuce plants growth. EURASIAN J. SOIL Sci. EJSS, 4: 161-168. <https://doi.org/10.18393/ejss.2015.3.161-168>
- Allison, L.E., Moodie, C.D. 1965. Carbonate, in: In Methods of Soil Analysis. Agronomy No. 9, Part 2. Ed. C A Black American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, pp. 1379-1396.
- Bailey, V.L., Fansler, S.J., Smith, J.L., Bolton, H. 2011. Reconciling apparent variability in effects of biochar amendment on soil enzyme activities by assay optimization. Soil Biol. Biochem., 43: 296-301.
- Bornø, M.L., Müller-Stöver, D.S., Liu, F. 2018. Contrasting effects of biochar on phosphorus dynamics and bioavailability in different soil types. Sci. Total Environ., 627: 963-974. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.283>.
- Bouyoucos, G.J. 1951. A Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils 1. Agron. J., 43: 434. <https://doi.org/10.2134/agronj1951.00021962004300090005x>.
- Bruun, S., El-Zehery, T. 2012. Biochar effect on the mineralization of soil organic matter. Pesqui. Agropecuária Bras., 47: 665-671.
- Bustamante, M.A., Ceglie, F.G., Aly, A., Mihreteab, H.T., Ciaccia, C., Tittarelli, F. 2016. Phosphorus availability from rock phosphate: Combined effect of green waste composting and sulfur addition. J. Environ. Manage., 182: 557-563.
- Carpenter, S.R. 2008. Phosphorus control is critical to mitigating eutrophication. Proc. Natl. Acad. Sci., 105: 11039-11040.
- Cordell, D., Drangert, J.O., White, S. 2009. The story of phosphorus: Global food security and food for thought. Glob. Environ. Change, 19: 292-305.
- Dick, W.A., Cheng, L., Wang, P. 2000. Soil acid and alkaline phosphatase activity as pH adjustment indicators. Soil Biol. Biochem. 32: 1915-1919.
- Ding, Y., Liu, Y., Liu, S., Li, Z., Tan, X., Huang, X., Zeng, G., Zhou, L., Zheng, B. 2016. Biochar to improve soil fertility. A review. Agron. Sustain. Dev., 36: 36.
- Islam, M. 2012. The effect of different rates and forms of sulfur on seed yield and micronutrient uptake by chickpea. Plant Soil Environ., 58: 399-404.
- Jaggi, R.C., Aulakh, M.S., Sharma, R. 2005. Impacts of elemental S applied under various temperature and moisture regimes on pH and available P in acidic, neutral and alkaline soils. Biol. Fertil. Soils, 41: 52-58.
- Jiang, X., Haddix, M.L., Cotrufo, M.F. 2016. Interactions between biochar and soil organic carbon decomposition: Effects of nitrogen and low molecular weight carbon compound addition. Soil Biol. Biochem., 100: 92-101.
- Hashemimajd, K. 2012. Effect of elemental sulphur and compost on pH, electrical conductivity and phosphorus availability of one clay soil. Afr. J. Biotechnol., 11: <https://doi.org/10.5897/AJB11.2800>.
- Khadem, A., Raiesi, F. 2019. Response of soil alkaline phosphatase to biochar amendments: Changes in kinetic and thermodynamic characteristics. Geoderma, 337: 44–54. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.09.001>.
- Lehmann, J., Rillig, M.C., Thies, J., Masiello, C.A., Hockaday, W.C., Crowley, D. 2011. Biochar effects on soil biota – A review. Soil Biol. Biochem., 43: 1812-1836. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.04.022>.
- Lehmann, J., Joseph, S. 2015. Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation. Taylor & Francis.
- Lin, Y., Munroe, P., Joseph, S., Henderson, R., Ziolkowski, A. 2012. Water extractable organic carbon in untreated and chemical treated biochars. Chemosphere, 87: 151-157.

- <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.12.007>.
- Mahmoud, E., Ibrahim, M., Abd El-Rahman, L., Khader, A. 2019. Effects of Biochar and Phosphorus Fertilizers on Phosphorus Fractions, Wheat Yield and Microbial Biomass Carbon in *Vertic torrifluvents*. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 50: 362-372. <https://doi.org/10.1080/00103624.2018.1563103>.
- Nannipieri, P., Giagnoni, L., Landi, L., Renella, G. 2011. Role of Phosphatase Enzymes in Soil, in: Bünemann, E., Oberson, A., Frossard, E. (Eds.), *Phosphorus in Action*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 215-243. https://doi.org/10.1007/978-3-642-15271-9_9.
- Noyce, G., Jones, T., Fulthorpe, R., Basiliko, N. 2017. Phosphorus uptake and availability and short-term seedling growth in three Ontario soils amended with ash and biochar. *Can. J. Soil Sci.*, <https://doi.org/10.1139/CJSS-2017-0007>.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanable, F.S., Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *Wash. DC US Dep. Agric.*, 939: 19.
- Olsen, S.R., Sommers, L.E. 1982. Phosphorus, in: Page, A.L., Ed., *Methods of Soil Analysis Part 2, Chemical and Microbiological Properties*. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, pp. 403-430.
- Richards, L.A. 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. In: *USDA Hand Book*. United States Salinity Laboratory, Washington, USA.
- Rousk, J., Brookes, P.C., Bååth, E. 2010. The microbial PLFA composition as affected by pH in an arable soil. *Soil Biol. Biochem.*, 42: 516-520. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2009.11.026>.
- Schlichting, E., Blume, H.P. 1966. *Bodenkundliches Praktikum*. In Parley, Hamburg.
- Schönegger, D., Gómez-Brandón, M., Mazzier, T., Insam, H., Hermanns, R., Leijenhörst, E., Bardelli, T., Fernández-Delgado Juárez, M. 2018. Phosphorus fertilising potential of fly ash and effects on soil microbiota and crop. *Resour. Conserv. Recycl.*, 134: 262-270. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.03.018>.
- Sherman, C., Unc, A., Doniger, T., Ehrlich, R., Steinberger, Y. 2019. The effect of human trampling activity on a soil microbial community at the Oulanka Natural Reserve, Finland. *Appl. Soil Ecol.*, 135: 104-112. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.11.013>.
- Sonmez, O., Turan, V., Kaya, C. 2016. The effects of sulfur, cattle, and poultry manure addition on soil phosphorus. *Turk. J. Agric. For.*, 40: 536-541. <https://doi.org/10.3906/tar-1601-41>.
- Stewart, C.E., Zheng, J., Botte, J., Cotrufo, M.F. 2013. Co-generated fast pyrolysis biochar mitigates green-house gas emissions and increases carbon sequestration in temperate soils. *GCB Bioenergy*, 5: 153-164. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12001>.
- Sun, D., Hale, L., Kar, G., Soolanayakanahally, R., Adl, S. 2018. Phosphorus recovery and reuse by pyrolysis: Applications for agriculture and environment. *Chemosphere*, 194: 682-691. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.12.035>.
- Tabatabai, M.A. 1994. Soil Enzymes, in: *Methods of Soil Analysis: In R. W. Weaver, J. S. Angle, & P. S. Bottomley (Eds.)*. WI: Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, pp. 775-833.
- Turan, V., Khan, S.A., Mahmood-ur-Rahman, Iqbal, M., Ramzani, P.M.A., Fatima, M. 2018a. Promoting the productivity and quality of brinjal aligned with heavy metals immobilization in a wastewater irrigated heavy metal polluted soil with biochar and chitosan. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 161: 409-419. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.05.082>.
- Turan, V., Ramzani, P.M.A., Ali, Q., Abbas, F., Iqbal, M., Irum, A., Khan, W.D. 2018b. Alleviation of nickel toxicity and an improvement in zinc bioavailability in sunflower seed with chitosan and biochar application in pH adjusted nickel contaminated soil. *Arch. Agron. SOIL Sci.*, 64: 1053-1067. <https://doi.org/10.1080/03650340.2017.1410542>.
- Van Vuuren, D.P., Bouwman, A.F., Beusen, A.H.W. 2010. Phosphorus demand for the 1970-2100 period: A scenario analysis of resource depletion. *Glob. Environ. Change*, 20: 428-439. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.04.004>.
- Wu, F., Jia, Z., Wang, S., Chang, S.X., Startsev, A. 2013. Contrasting effects of wheat straw and its biochar on greenhouse gas emissions and enzyme activities in a Chernozemic soil. *Biol. Fertil. Soils*, 49: 555-565. <https://doi.org/10.1007/s00374-012-0745-7>.

Zhang, M., Cheng, G., Feng, H., Sun, B., Zhao, Y., Chen, H., Chen, J., Dyck, M., Wang, X., Zhang, J., Zhang, A. 2017. Effects of straw and biochar amendments on aggregate stability, soil organic carbon, and enzyme activities in the Loess Plateau, China. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 24: 10108-10120. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8505-8>.

Araştırma Makalesi

Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleri ile Arazi Örtüsü/Alan Kullanım Değişimlerinin Belirlenmesi: Bingöl Kent Merkezi Örneği*

Sülem ŞENYİĞİT DOĞAN^{1*}, Sevgi YILMAZ²

¹Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ziraat Fakültesi, Bingöl Üniversitesi

²Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Atatürk Üniversitesi

*Sorumlu yazar: sulemsenyigit@hotmail.com

Geliş Tarihi: 18.04.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 04.07.2019

Kabul Tarihi: 04.07.2019

Özet

Geçmiş çok eski tarihlere dayanan kentleşme, sanayi devrimi ve gelişen teknolojik faaliyetlerle birlikte çok hızlı bir değişim sergilemiştir. En kalıcı değişim ise yanlış alan kullanımdan kaynaklı olarak arazi örtüsü üzerinde gerçekleşmektedir. Bu nedenle kentlerin sağlıklı bir şekilde büyüebilmesi için sahip oldukları arazi örtüsünün sürdürülebilir kullanımını sağlayacak şekilde yönetilmesi ve planlanması gerekmektedir. Günümüzde zamanla gerçekleşen bu hızlı ve dinamik değişimi analiz edebilmek için Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama yöntemleri etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bu amaçla çalışmada 1985-2017 yılları arasındaki yaklaşık 32 yıllık süre içerisinde Bingöl kent merkezinde arazi örtüsü/alan kullanımında meydana gelen değişim uydu görüntüleri kullanılarak incelenmiştir. 1985 ve 2000 yıllarına ait 30m konumsal çözünürlüğe sahip Landsat 4-5 TM ve 2017 yılına ait 10m konumsal çözünürlüğü olan Sentinel-2 uydu görüntüleri ile birlikte Arcgis 10.4.1 ve Erdas Imagine 2014 yazılımları kullanılarak değişim süreci değerlendirilmiştir. Uydu görüntülerine kontrollü sınıflandırma yöntemi uygulanmış ve yöntem için kentsel alan, tarım alanı, yeşil alan, su kütleleri ve boş alan olmak üzere 5 ana sınıf belirlenmiştir. Sınıflandırma sonucu elde edilen görüntüye doğruluk analizi uygulanmış ve 1985 yılına ait sınıflandırılmış görüntü için %95, 2000 yılına ait sınıflandırılmış görüntü için %96, 2017 yılına ait sınıflandırılmış görüntü için ise %92 doğruluk sonuçları elde edilmiştir. Bulgular sonucunda 1985 yılından 2017 yılına kadar Bingöl kent merkezinde kentsel alanlarda 512 ha miktarında bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Su varlığında 54 ha ve boş alanlarda 712 ha azalma, yeşil alan miktarında 231 ha ve tarım alanlarında 13 ha artış yaşandığı sonucuna ulaşılmıştır. Arazi örtüsü üzerinde hangi alan kullanımının geliştiği belirlenmiş ve gelişim yönleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda gelecekteki büyümesi beklenen kent merkezi ile ilgili sürdürülebilir alan kullanımına yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Arazi örtüsü/alan kullanım değişimi, Bingöl, coğrafi bilgi sistemleri, uzaktan algılama yöntemleri, uydu görüntüleri.

Determination of Land Cover/ Land Use Changes with Geographic Information Systems and Remote Sensing Methods: Bingöl City Center Example

Abstract

The urbanization, with its roots in ancient times, has rapidly changed with the industrial revolution and development of technological achievements. The most persistent change which happens to vegetation is due to improper land use. For a good urban growth, cities must be managed and planned to ensure the sustainable use of the vegetation. Today, Geographical Information Systems and Remote Sensing are effective methods for fast and dynamic analysis of changes, to this aim, the change in land cover / land use in city center of Bingöl was investigated

in timespan of 32 years between 1985-2017 using satellite images. The softwares used for the evaluation of the images for the years between 1985-2000 was Landsat 4-5 TM with a positional resolution of 30m, and Sentinel-2 satellite images with a spatial resolution of 10m using the ArcGIS 10.4.1 and Erdas Imagine 2014 software for 2017. Controlled classification method was applied to satellite images and 5 main classes were determined for this method: urban area, agricultural area, green area, water bodies and free space. Accuracy assesment was applied to the images obtained as a result of the classification and it was 95% for the classified image of 1985, 96% for the classified image for the year 2000 and 92% for the classified image of the year 2017. As a result of the findings, an increase of 512 ha was observed in the residential areas of Bingöl city from 1985 to 2107. In the presence of water, it was concluded that there were 54 ha and 712 ha decrease in free spaces, 231 ha in green area and 13 ha increase in agricultural areas. It was determined which land uses on land cover were developed and what the development ways were. Based on the results obtained, suggestions for sustainable land use were made about the city center which is expected to be expanded in the future.

Key words: Land cover / land use change, Bingöl, geographical information systems, remote sensing methods, satellite imagery.

Giriş

Arazi örtüsü (AÖ) dünya yüzeyinin tüm özelliklerini bulunduran alan olarak tanımlanmaktadır (Ramachandra ve Bharath, 2012). İnsan yaşamının var olmasından bu yana gerçekleştirdiği tüm faaliyetler arazi örtüsünün sunmuş olduğu kaynaklara bağlıdır. Arazi örtüsünün yetenek sınıflarına uygun kullanılmaması neticesinde, topraklar doğal özelliklerin yitirmektedirler. Orman, tarım veya mera alanlarının yerine yerleşim ve sanayi alanlarının büyümesi, toprakların verimsizleşmesine, katı atıklarla kirlenmesine neden olmaktadır (Öztürk ve ark., 2010; Gülersoy, 2014). Kentler, dünya yüzeyinin oransal olarak çok az miktarının kaplamış olmalarına rağmen arazi örtüsü üzerindeki değişimin yoğun olarak görüldüğü yerlerdir (Oğuz ve ark., 2012).

1800'lü yılların başında dünya üzerinde bulunan tüm kentlerde yaklaşık 50 milyon insan yaşamını sürdürmekteyken bu rakam 2 milyar sayıya ulaşarak önemli ölçüde artış göstermiştir. Fakat bu artışla birlikte dünya nüfusu giderek kentsel alanlarda yoğunlaşmaya başlamıştır. Türkiye'nin artan nüfusu 1950 yılları sonrasında kentlerde toplanmaya başlamış kentleşme oranı o yıllarda %29,0 iken, 2000 yılında %47,1 oranına kadar yükselmiştir (Çelebi, 2018). Kentlerde yaşanan aşırı nüfus artışına bağlı hatalı yapılaşma ve yanlış arazi kullanımları, doğal kaynakların sürdürülebilir olmayacak şekilde kullanımı gibi kentler için birçok çevre sorunlarına sebep olmakta ve bu durum gelecekteki kent yaşamını tehdit etmektedir. Bu hıza uyum sağlamak için de yeni teknolojilere gereksinim duyulmaktadır. Uzaktan Algılama teknikleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri bu gereksinimin karşılanmasında önemli bir rol oynamaktadır (Caldá, 2010).

Kentlerin de insan hayatına benzer şekilde büyüme ve gelişme evreleri vardır (Şahap, 2015). Kentsel planlama çalışmaları ile bu evrelerin entegrasyonunu sağlamak sağlıklı büyüyen kentler için büyük önem arz etmektedir. Bingöl kenti sahip olduğu doğal su kaynakları ve doğal peyzaj özellikleri ile ülkemiz için önemli değere sahiptir (Vural, 2019). Fakat son dönemlerde kent merkezi alanında yerleşim alanlarının hızlı artışı alan kullanımı (AK) değişimlerinin ne yönde değiştiği sorusunu düşündürmektedir. TÜİK verilerine göre Bingöl için 1965 yılında kentleşme oranı nüfus bazında %13,6, 2000 yılında %48,7 ve 2017 yılında ise %64,3 olarak belirtilmiştir (TÜİK 2017). Kentleşmeye yön veren bir diğer olgu kentin sahip olduğu sosyoekonomik yapıdır. Bir kentin sosyoekonomik yapısını üretim ve gelir düzeyi, demografik yapı, eğitim ve sağlık alanındaki olanaklar, işgücü isteği, fiziki ve sosyal alanlarda altyapı imkanları gibi faktörler etkilemektedir (Erdoğan ve ark., 2018).

Bingöl kenti bulunduğu bölge olan Doğu Anadolu Bölgesi ve aynı zamanda Türkiye ortalamalarına göre sosyoekonomik gelişmişlik düzeyi daha düşük seviyelerde bulunmaktadır (Erkan ve ark., 2012). Bunun nedenleri arasında en büyük etken kentin ekonomisinin tarım ve hayvancılığa dayalı olması ve bu faaliyetlerin geleneksel yöntemler ile yapılmasından kaynaklanmaktadır. Geçmişten bugüne sürekli artış gösteren kentleşme oranı gelecekte de bu değişimi göstermesi arazi örtüsü üzerindeki baskının artmasına neden olabileceğini göstermektedir. Bu doğrultuda geçmişten günümüze kentsel gelişim dönemleri doğru bir şekilde analiz edilirse, ileri dönemdeki alansal gelişim için sürdürülebilir kullanım doğrultusunda daha planlı kararlar alınabilmektedir. Bu çalışmanın temel amacı Bingöl kent merkezinin

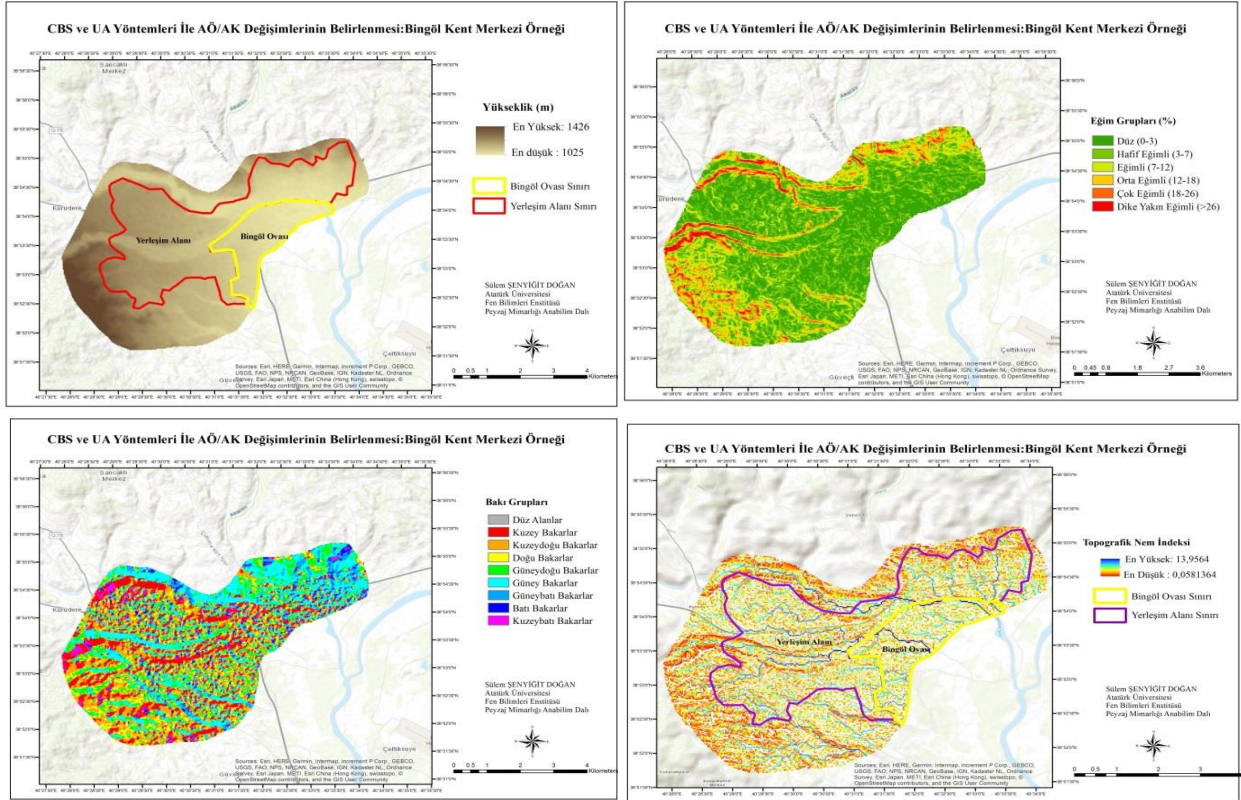
1985-2017 yılları arasındaki arazi örtüsü/alan kullanımındaki değişimini belirli periyotlarla tespit etmek, gelecek çalışmalara ışık tutması için elde edilen sonuçların kent merkezine olumlu veya olumsuz etkilerini analiz etmek ve geleceğe yönelik kentsel gelişimin ne yönde ilerlemesi gerektiği ile ilgili öneriler sunmaktır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı olarak seçilen Bingöl kent merkezi, Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Fırat Bölümünde, Çapakçur ve Gayt Derelerinin Bingöl Ovasına birleştiği arazide bulunmaktadır. Kent merkezi sınırlarını belirlemek için Bingöl Belediyesinden temin edilen 1:1000 ölçekli uygulama imar planından faydalanılmış ve bu doğrultuda belirlenen çalışma bölgesi yaklaşık olarak 3653 ha'lık bir alana sahiptir (Şekil 1.).



Şekil 1. Bingöl kent merkezi mücavir alan sınırına göre belirtilmiş çalışma alanı sınırı.



Şekil 2. Bingöl kent merkezi yükseklik, eğim, bakı ve topografik nem indeksi haritaları.

Bingöl kent merkezi düz bir yapıya sahip ve

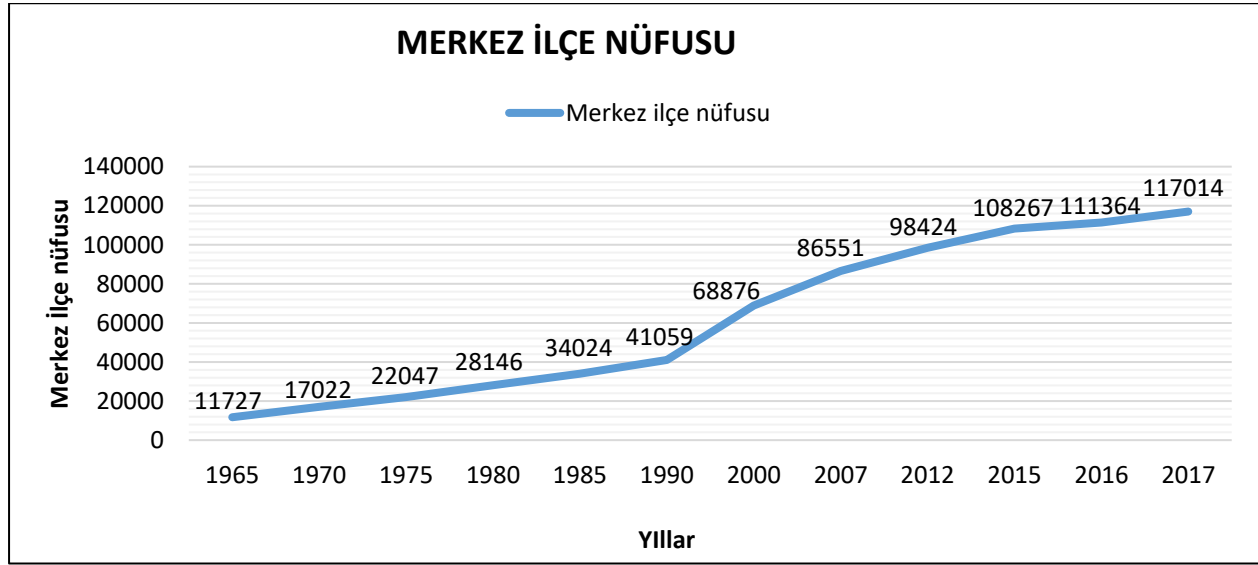
yükseltisi 1025-1426 metre arasında değişmektedir.

Kent merkezinden kuzeye ve batıya gidildikçe yükselti artış göstermekte, aynı zamanda bu bölgelerde eğimli alanlar da yoğunlaşmaktadır. Çalışma alanı sınırı içinde kalan bölge bakı grupları açısından da çeşitlilik göstermektedir. Araştırma alanına ait yükseklik, eğim, topografik nem indeksi ve bakı haritaları USGS explorer web sitesinden ücretsiz olarak indirilen DEM verisi kullanılarak elde edilmiştir (Şekil 2).

Yaklaşık 500 km²'lik bir yüzeye sahip Bingöl ovası Türkiye'nin en aktif jeolojik unsurlarından biri olan Doğu Anadolu fayı üzerinde bulunmaktadır

(Tonbul, 1990). Araştırma alanı olan Bingöl kent merkezi de ovanın kuzeyinde konumlanmış olması ve aynı zamanda ülkemizde bulunan ve dünyadaki en tehlikeli fay hattı olarak bilinen Kuzey Anadolu Fayı'nın da etkisinde de olmasından dolayı deprem tehlikesi yönünden 1. derece riskli bölge olarak bilinmektedir (Seymen ve ark., 1972).

TÜİK verilerine göre nüfus gelişimi incelendiğinde ise 1965-2017 yıllarını kapsayan 52 yıllık süreçte kent merkezi nüfusu 11,727'den 117,014'e yükselerek yaklaşık 10 kat kadar bir artış göstermiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Bingöl merkez ilçe 1965-2017 yılları arası nüfus değişimi (TÜİK, 2017).

Araştırmada uygulanacak aşamalar Oğuz ve ark., 2012, Gezici, 2012, Doygun ve ark., 2015, Rawat ve ark., 2015'in kentsel alanlarda AÖ/AK değişim analizi ile ilgili çalışmalarındaki yaklaşımlar temel alınarak hazırlanmıştır. Ayrıca uygulanacak yöntemin belirlenmesi aşamasında Çukurova Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Laboratuvarında hizmet veren Öğretim Üyelerinden destek alınmıştır. Bingöl kent merkezinin AÖ/AK değişimini analiz etmek amacıyla farklı üç tarihe ait uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bunlar 30m yer çözünürlüğüne sahip 9 Haziran 1985 ve 2 Temmuz 2000 tarihli Landsat 4-5 TM uydu görüntüleri ve 21 Ağustos 2017 tarihli 10m yer çözünürlüğü olan Sentinel-2 uydu görüntüsüdür. Kullanılan uydu görüntüleri USGS Glovis web sitesinden ücretsiz olarak indirilerek temin edilmiştir (Anonim, 2018). Uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında ve sınıflandırma sonrası verileri depolama işlemlerinde ArcGIS 10.4.1 ve ERDAS Imagine 2014 yazılımları





kullanılmıştır. Geçmiş çalışmalardan edinilen bilgiler ışığında hata oranını en aza indirmek amacıyla sınıflama yöntemlerinden kontrollü sınıflama yöntemi tercih edilmiş ve sınıflandırma ERDAS Imagine 2014 yazılımı yardımıyla uygulanmıştır. Alan kullanımlarının sınıflandırılmasında, Bingöl kentsel yapısını ve özelliklerini ayırt etmeye yardımcı olacak şekilde 5 farklı alan kullanım sınıfı belirlenmiştir (Çizelge 1).

Alan sınıfları belirlendikten sonra kontrollü sınıflandırmanın ilk aşaması olan eğitim kısmı, arazi analizi çalışması, fotoğraf alma ve uydu görüntüleri gibi diğer kaynaklardan yararlanmak kaydıyla, arazi üzerinde hangi sınıfı temsil ettiğini yaklaşık olarak bildiği piksellerden eşit dağılımla örnekler olarak uygulandığı aşama gerçekleştirilmiştir. Bu aşamadan sonra alınan örneklerin referansıyla görüntünün kontrollü sınıflandırması (supervised classification), maksimum olasılık (maximum likelihood) algoritması kullanılarak tamamlanmıştır. Kontrollü sınıflandırma

işlemi uygulanmış tematik haritaların doğruluk analizleri yapıldıktan sonra her üç yıla ait arazi örtüsü/alan kullanımları elde edilmiştir. Bulgular sonucunda dönemler bazında Bingöl kent merkezi

arazi örtüsü/alan kullanım değişimleri analiz edilmiş ve kent merkezinin sürdürülebilir planlamasına yönelik çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan alan kullanım sınıfları

Alan kullanımı	Örnek alan	Açıklama
Yerleşim alanı		Kentsel yapılar, inşaat alanları, eğitim, sağlık, ibadet ve diğer kamu alanları, sanayi tesisleri, şehir içi ve şehirlerarası kara yolları, iş merkezleri, konutlar.
Tarım alanı		Kuru ve sulu tarım alanları, ekili ve ekili olmayan tarım alanı, meyve bahçeleri.
Yeşil alan		Mahalle veya semt parkları, konut bahçeleri, refüjler, rekreasyon alanları, ormanlar, mesire alanları vb.
Su yapıları		Dere, çay vb.
Boş arazi		Boş alanlar, çıplak kayalıklar.

Bulgular ve Tartışma

1985-2000-2017 yıllarına ait kontrollü sınıflandırılmış görüntülerin doğruluk analizleri

Kontrollü sınıflandırılmış görüntü üzerine her sınıf için 20 örneklem ile uygulanan analiz sonuçları çizelgelerle belirtilmiştir. Buna göre 1985 yılına ait hata matrisi ve doğruluk analizi Çizelge 1’de, 2000 yılına ait hata matrisi ve doğruluk analizi Çizelge 2’de, 2017 yılına ait hata matrisi ve doğruluk analizi Çizelge 3’de verilmiştir.

Bu doğrultuda gerçekleştirilen doğruluk analizleri sonucunda en yüksek genel sınıflandırma doğruluk değeri %96 ile Çizelge 3.’de belirtilen 2000 tarihli kontrollü sınıflandırma uygulanmış Landsat 4-5 TM görüntüsünde gözlemlenmiştir. En düşük doğruluk değeri ise %92 ile Çizelge 4.’de belirtilen 2017 tarihli kontrollü sınıflandırma uygulanmış Sentinel-2 görüntüsünde görülmektedir.

Çizelge 2. 1985 yılı kontrollü sınıflandırma hata matrisi ve doğruluk analizi

Sınıf adı	Yerleşim alanı	Su kütleleri	Tarım alanı	Yeşil alan	Boş alan	Satır toplamı	Kullanıcı doğruluğu
Yerleşim alanı	8	0	0	1	1	10	%80
Su kütleleri	0	4	0	0	0	4	%100
Tarım alanı	0	0	13	0	0	13	%100
Yeşil alan	0	0	0	18	1	19	%94.74
Boş alan	1	1	0	0	52	54	%96.30
Üretici doğruluğu	%88.89	%80	%100	%94.74	%96.30	Genel sınıflandırma doğruluk değeri %95	
Kappa değeri	0.7802	1.0000	1.0000	0.9350	0.9195	Ortalama kappa değeri 0.9224	

Çizelge 3. 2000 yılı kontrollü sınıflandırma hata matrisi ve doğruluk analizi

Sınıf adı	Yerleşim alanı	Su kütleleri	Tarım alanı	Yeşil alan	Boş alan	Satır toplamı	Kullanıcı doğruluğu
Yerleşim alanı	15	0	0	1	1	17	%88.24
Su kütleleri	0	5	0	0	0	5	%100
Tarım alanı	0	0	13	0	0	13	%100
Yeşil alan	0	0	0	28	1	29	%93.10
Boş alan	0	0	0	1	37	38	%97.30
Üretici doğruluğu	%100	%100	%100	%93.10	%94.74	Genel sınıflandırma doğruluk değeri %96	
Kappa değeri	0.8616	1.0000	1.0000	0.9497	0.9564	Ortalama kappa değeri 0.9455	

Çizelge 4. 2017 yılı kontrollü sınıflandırma hata matrisi ve doğruluk analizi

Sınıf adı	Yerleşim alanı	Su kütleleri	Tarım alanı	Yeşil alan	Boş alan	Satır toplamı	Kullanıcı doğruluğu
Yerleşim alanı	22	0	0	2	0	24	%91.67
Su kütleleri	0	3	0	0	0	3	%100
Tarım alanı	0	0	13	0	0	13	%100
Yeşil alan	1	0	0	23	1	25	%9.00
Boş alan	1	0	0	2	32	35	%88.57
Üretici doğruluğu	%91.67	%100	%100	%82.14	%96.88	Genel sınıflandırma doğruluk değeri %92	
Kappa değeri	0.8904	1.0000	1.0000	0.8889	0.8319	Ortalama kappa değeri 0.8923	

1985-2000-2017 yılı arazi örtüsü /alan kullanımı

Bingöl kent merkezinin gelişimin daha doğru izlenebilmesi için AÖ/AK değişiminin analiz edilmesi amacıyla 1985 ve 2000 yılı Landsat TM uydu görüntüleri ve 2017 yılı Sentinel-2 uydu görüntülerinin kontrollü sınıflandırılmasına ait tematik haritalar elde edilmiştir. Şekil 4'de 1985, 2000 ve 2017 yılına ait tematik haritalar belirtilmiştir. Sınıflandırma için belirlenen 5 ana sınıfın birbirinden ayırt edilebilmesi için yerleşim alanları kırmızı, yeşil alanlar yeşil, tarım alanları sarı, su kütleleri mavi ve boş alanlar açık kahverengi ile renklendirilmiştir.

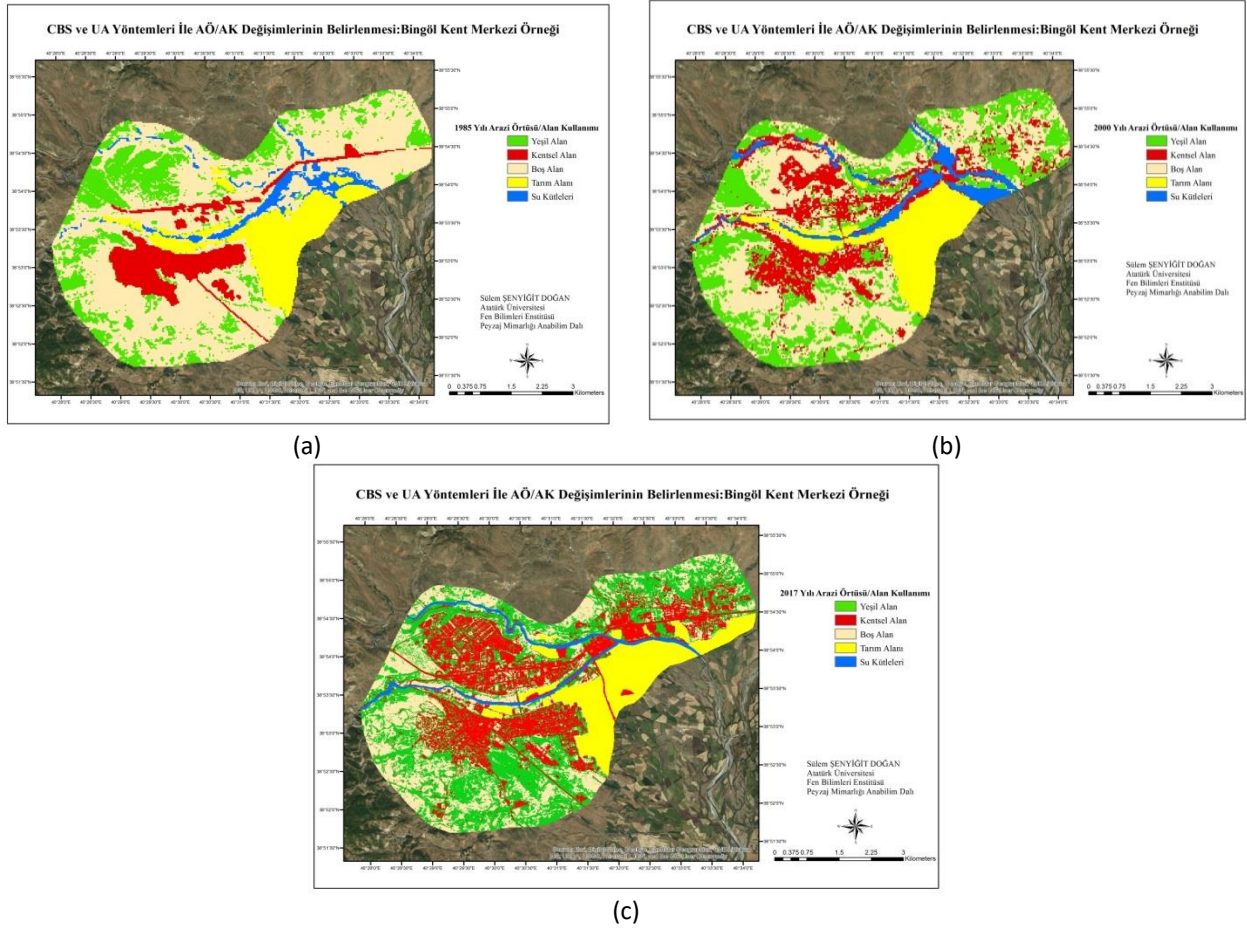
1985 yılında, kentsel alanların kent merkezinin kuruluş alanı olan Çapakçur vadisinin güney kısmında yoğunlaştığı kuzeyde ise daha az olarak yayılış gösterdiği görülmektedir. 2000 yılında ise Bingöl kent merkezinde kentsel alanlarının kuzey yönünde daha çok artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Kentin kuzeyinde bulunan ormanlık alanların imara açılması ve Elazığ-Bingöl-Muş şehirlerarası karayolunun bu alan üzerinde konumlanmış olması yerleşim alanların bu yönde gelişim göstermesine neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır. 2017 yılına gelindiğinde kent merkezindeki kentsel alanlarda kent kuzey ve güney yönlü değişimin devam ettiği fakat kuzeyinde daha yoğun yaşandığı, Elazığ-Bingöl-

Muş şehirlerarası karayolu boyunca yerleşim alanlarının gelişim gösterdiği ve böylelikle kentin doğu bölgesinde genişlemenin olduğu analiz edilmiştir.

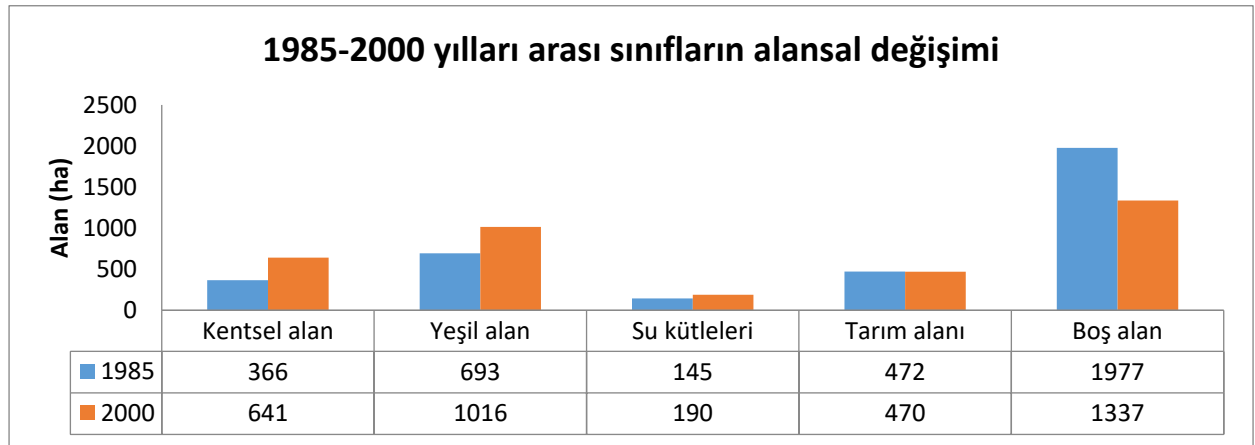
1985-2000 yılı arazi örtüsü/alan kullanımı değişimi

1985-2000 yıllarına ait kontrollü sınıflandırılmış görüntülerin vektörize edilmesi elde edilen alansal verilerin ne kadar ve ne yönde değiştiği değerlendirilmiştir. 1985-2000 yılları arası arazi örtüsü/alan kullanım değişimi şekil 5'de grafiksel olarak gösterilmiştir.

1985-2000 yılları arasında yerleşim alanlarında %75,13, yeşil alan miktarında %46,6 oranında bir artış, su kütlelerinde %31,03, tarım alanlarında %0,4, boş alanlarda %32,37 oranında bir azalma analiz edilmiştir. Yerleşim alanlarının ve yeşil alanların iki kata yakın artış göstermesi en dikkat çekici değişim olduğu gözlemlenmiştir. Köyden kente göç olaylarının yaşanması, nüfus artışına bağlı olarak yerleşim birimlerine ihtiyaç doğması, kamu kurumlarının yaygınlaşması, şehrin ortasından geçen Elazığ-Bingöl-Muş karayolunun doğrultusunda kentsel gelişimin hızlı ilerlemesi vb. diğer sebepler yerleşim alanlarının artış göstermesi nedenleri olarak verilebilmektedir.



Şekil 4. Bingöl kent merkezi (a) 1985, (b) 2000 ve (c) 2017 yılları arazi örtüsü/alan kullanım haritaları.



Şekil 5. 1985-2000 yılları arası sınıfların alansal değişimi.

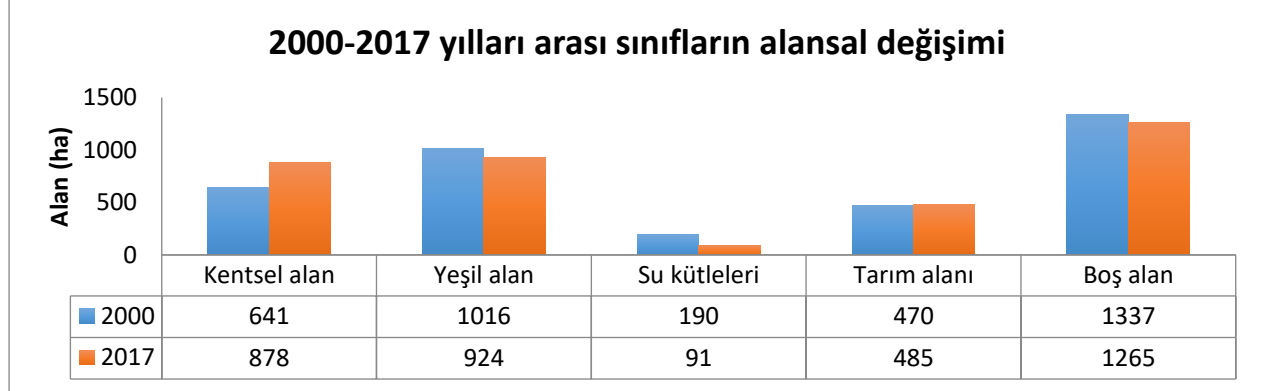
2000-2017 yılı arazi örtüsü/alan kullanımı değişimi

Yaklaşık 17 yıllık değişimi gösteren Şekil 6'dan anlaşılacağı üzere yerleşim alanlarında önemli bir artış, yeşil alan, su kütleleri ve boş alanlarda azalış, tarım alanlarında ise çok az miktarda bir azalış olduğu gözlemlenmektedir.

2000-2017 yılları arasında yerleşim alanlarında Şekil 6'ın %36,9, tarım alanlarında %3,19 oranında bir artış, yeşil alanlarda %9,05, su kütlelerinde %52,21 ve boş alanlarda %5,38 oranında bir azalma olduğu analiz edilmiştir. Kent yaşamına olan talep gibi sebeplerin yanında 1 Mayıs 2003 yılında yaşanan

deprem felaketi sonucunda kırsalda bulunan konutların tahrip olmasıyla kent merkezinde genelde iki katlı olan deprem konutlarının inşa edilmesi ve köy halkının merkezlerdeki bu konutlara yerleştirilmesi ve eğitim ve sağlık gibi kamusal

alanların artması ve bu durumlara bağlı olarak kentsel nüfus oranının artış göstermesi Bingöl kent merkezi yerleşim alanlarının hızlı artışına neden olmuştur.



Şekil 6. 2000-2017 yılları arası sınıfların alansal değişiminin grafiksel gösterimi.

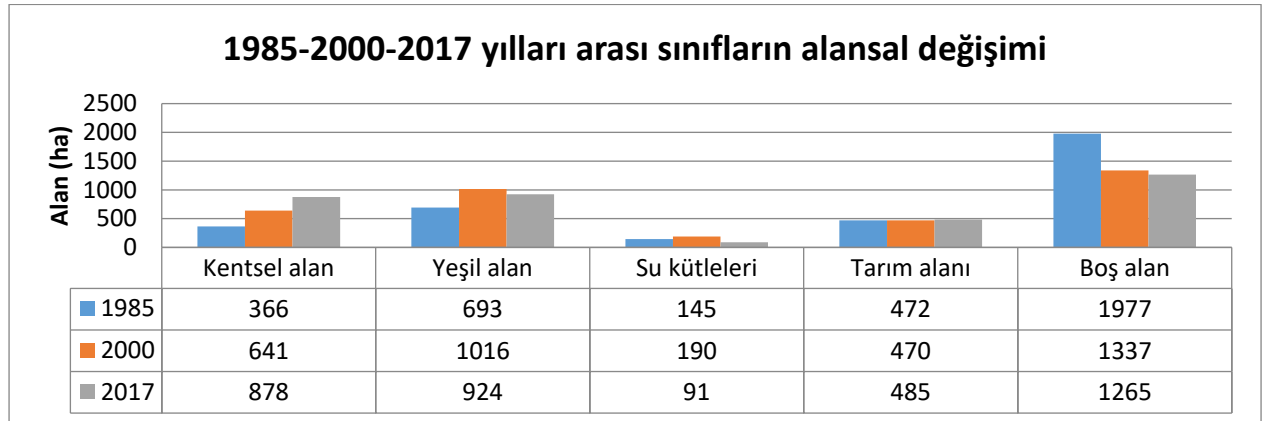
Bir diğer en büyük değişim sebebi ise 2007 yılında Bingöl Üniversitesinin kent merkezindeki ana binasıyla eğitim-öğretim faaliyetlerine başlamış olmasıdır. O tarihten itibaren kampüs alanındaki eğitim binası sayısını arttırmakla birlikte aynı zamanda kent merkezine önemli derecede bir hareketlilik getirdiği gözlemlenmektedir. Kent merkezine eğitim-öğretim getirmekle kalmayıp aynı zamanda oluşturduğu kaynakla istihdam ortamı oluşturmuş ve çektiği öğrenci sayısı ile de nüfus artışı yaşanmıştır. Artan nüfus ile birlikte yeni yerleşim ihtiyacı doğmuştur.

1985-2000-2017 yılı arazi örtüsü/alan kullanımı değişimi

Çalışmanın temel amacı olan 1985 yılından 2017 yılına kadar çalışma alanında meydana gelen

AÖ/AK değişimi grafiksel olarak gösterilmiştir (Şekil 7).

32 yıllık süreçte en büyük artışı gerçekleştiren sınıf olan yerleşim alanlarında yaklaşık olarak 512 ha'lık artış, yeşil alanlarda 231 ha artış, su varlığında 54 ha azalış, tarım alanlarında 13 ha'lık bir artış ve boş alanlarda 712 ha'lık bir azalış olduğu analiz edilmiştir. Yerleşim alanları yaklaşık olarak %139,89, yeşil alanlarda %33,33 ve tarım alanlarında %2,75 oranında bir artış, boş alanlarda %36,01 ve su kütlelerinde %37,24 oranında bir azalma olduğu görülmektedir. Yerleşim alanlarındaki artış oranı çalışmanın odak noktasını oluşturmaktadır. Hızlı yapılaşmanın son dönemlerde hızla gerçekleştiği kent merkezindeki bu artış olası bir sonuç olarak görülmektedir.



Şekil 7. 1985-2000-2017 yılları arası sınıfların alansal değişimin grafiksel gösterimi.

Sonuç ve Öneriler

Türkiye'nin genelinde yaşanan hızlı kentleşme Bingöl kent merkezinde de gözlemlenmiştir. Yapılan uygulamalar sonucu, 1985-2017 yılları arasında Bingöl kent merkezinde hızlı bir kentleşme meydana geldiği analiz edilmiştir. 1985 yılında kentsel alanlar yaklaşık 366 ha'lık bir alanı kapsarken 2017 yılına gelindiğinde ise 512 ha'lık bir alan artışı sergilemiş ve yaklaşık olarak iki katından da fazla olan 878 ha'a ulaşmıştır. Yerleşim alanları 1985 yılında çalışma alanı olan kent merkezinin %10.01'lik bir bölümünü oluşturmaktayken, 32 yıl sonrası olan 2017 yılında ise %34,62'lik bir bölümünü oluşturmaktadır. Elde edilen bu sonuç, aynı yöntemle AÖ/AK değişimini analiz ettikleri çalışmalarında Calda, (2010)'nun Kayseri kentinde 1987 yılında yerleşim alanlarının 34,1 km²'den 2009 yılında 136,4 km²'ye kadar artış gösterdiği ve Gezici, (2012)'nin Konya kentinde yerleşim alanlarının 1985 yılında 43,22 km²'den 2011 yılına kadar üç kat kadar artış göstererek 146,51 km²'ye ulaştığı sonucu ile paralellik göstermektedir.

Dünya genelinde çeşitli nedenlerle kent merkezlerinde yaşanan nüfus artışı Türkiye genelinde de gözlemlenmektedir. Bingöl kent merkezi nüfus oranı olarak TÜİK verilerine göre 32 yıllık süreçte nüfus sayısı 34024'den, 117011'e kadar yükselme göstermektedir ve oluşan bu durum yerleşim alanının genişlemesine ve arazi örtüsü değişimine neden olmuştur. Bu sonuç Yücer ve Erenler (2016)'nin Erzincan kenti için kentsel alan değişimini analiz ettikleri çalışmalarında 1987 yılından 2000 yılına kadar nüfusun 24,559 arttığı ve buna bağlı olarak şehir alanında mekânsal büyümenin gerçekleştiği ve alan kullanımlarında değişime sebebiyet verdiği sonucu ile örtüşmektedir.

Kentsel alanlardaki bu artışın önemli ölçüdeki kısmı Bingöl kent merkezinde boş alanlar üzerinde gerçekleşmiştir. Boş alan sınıfında bulunan alan kullanımları 1985 yılında 1977 ha alan kaplarken 2017 yılında 1267 ha alan kaplayarak yaklaşık 710 ha'lık bir alan, oransal olarak ise %36 oranında azalış gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Tarım alanları 1985 yılında 472 ha alan kaplarken 2017 yılına gelindiğinde ise 485 ha alan kapladığı ve %3 oranında bir artış gösterdiği analiz edilmiştir. Kentin özellikle 2000'li yıllardan sonra Elazığ-Bingöl-Muş şehirlerarası karayolu doğrultusunda doğu yönünde yerleşim alanlarının artış göstermesi ile birlikte ana geçim kaynağı olan tarımsal faaliyetleri uygulamak için bu bölgede kullanılmayan arazileri tarım arazine dönüştürmesi ile bu değişim gerçekleşmiş boş alanlarda azalma yaşanmıştır. El-Kawy ve ark. (1984)'nin Mısır'ın kuzey bölgesini UA yöntemleri ile

alansal değişimini analiz ettikleri çalışmalarında 1984 yılında 234 ha olan kullanılmayan arazilerinin yerleşim alanlarının artmasına bağlı tarım arazisine dönüştürülmesi ile 2009 yılında 73 ha kadar azaldığı sonucu ile paralellik göstermektedir. Yerleşim alanlarındaki bu değişimin önemli ölçüdeki kısmı Bingöl kent merkezinde boş alanlar üzerinde gerçekleşmiştir. Boş alan sınıfında bulunan alan kullanımları 1985 yılında 1977 ha alan kaplarken 2017 yılında 1267 ha alan kaplayarak yaklaşık 710 ha'lık bir alan, oransal olarak ise %36 oranında azalış gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç Doygun ve Erdem (2013)'ün İzmir'in Bornova ilçesi için uyguladıkları 25 yılı kapsayan çalışmalarında kentsel alanların 4440 ha büyüdüğünü ve bunun neticesinde çıplak alanların azaldığı, Calda (2010)'nun tez çalışmasında Kayseri kenti için yerleşim alanlarının artması ile kullanılmayan arazilerin 1987 yılında 869 km²'den 2009 yılında 451,2 km²'ye kadar azalış gösterdiği bulguları ile paralellik göstermektedir.

Yerleşim alanlarının artışına bağlı olarak boş alanlar ve seyrek bitki örtüsüne sahip alanlar üzerinde gerçekleşen bu artış Alphan ve ark., (2009)'un Kahramanmaraş kenti için yaptığı çalışmada 1984 ve 2004 yılları arasında kapsayan çalışmada kentsel alanların 1,443.45 ha artışla ikiye katlandığı ve buna bağlı olarak tarım alanlarının da 1.075.79 ha alan seyrek bitki örtüsü alanlarından tarım alanlarına dönüştüğü bulgularıyla benzerlik göstermektedir. 1985-2017 yılları arası olan 32 yıllık süreci kapsayan çalışmada Bingöl kent merkezinde 231 ha'lık ve %33,33 oranında bir artış yaşadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu artışın ana nedeni kent merkezi çevresinde doğal yayılış gösteren meşe (*Quercus ssp.*) türlerinin oluşturduğu orman alanlarının boş alanlar üzerine genişlemesidir. Yeşil alan varlığındaki bu değişim kent merkezinin gelişim yönünde de etkili olmuştur. Türkiye genelinde kent merkezleri batı yönlü bir genişleme sergilemekte iken Bingöl kent merkezi özellikle son dönemlerde doğu yönünde bir ilerleme göstermektedir. Kent merkezinin batısının yükseltilerle sınırlı olması, güney ve doğu bölgelerinde orman varlığının bulunması bunun nedeni olarak görülmektedir.

Sonuç olarak Bingöl kent merkezi AÖ/AK 'nın tespiti ve izlenmesi ile kentsel gelişimin hangi alan sınıfına daha çok baskı uygulandığı analiz edilmiştir. Bu baskılar daha çok yeşil alan ve boş alan üzerinde gerçekleşmiş, yanlış alan kullanımlarının da oluşması ile su varlığında azalma yaşanmıştır. Gelişen ve değişen kentsel ihtiyaçların karşılanabileceği aynı zamanda bütüncül arazi yönetimini de içeren planların yerel yönetimler tarafından kentsel

palanlara entegre edilmesi ile sürdürülebilir AÖ/AK sağlanabilir, gelecek nesillere daha sağlıklı yaşam alanları kazandırılabilir.

*: Bu makale Sülem ŞENYİĞİT DOĞAN'ın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Alphan, H., Doygun, H., Ünlükaplan, Y. 2009. Post-classification comparison of land cover using multitemporal Landsat and ASTER imagery: the case of Kahramanmaraş, Turkey. *Environ. Monit. Assess.*, 151(1-4): 327-336.
- Anonim, 2018. <https://glovis.usgs.gov/app> (Erişim tarihi: 29.09.2018).
- Calda, D. 2010. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Yöntemleriyle Arazi Örtüsü/Kullanımı Değişiminin Analizi: Kayseri İli Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul.
- Çelebi Zengin, E. 2018. Kent ve Kentleşme Sarmalında Türkiye. Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 20(1): 85-103.
- Doygun, H., Atmaca, M., Zengin, M. 2015. Kahramanmaraş'ta Kentleşme ve Yeşil Alan Varlığındaki Zamansal Değişimlerin İncelenmesi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 18(4): 55-60.
- Doygun, N., Erdem, Ü. 2013. Kentsel gelişim sürecinin alan kullanım yapısı üzerine etkilerinin incelenmesi: Bornova, İzmir örneği. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 6(1): 17-22.
- El-Kawy, O.R., Abd, Rod, J.K., Ismail, H.A., Suliman, A.S. 2011. Land use and land cover change detection in the Western Nile Delta of Egypt using remote sensing data. *Applied Geography*, 31: 483-494.
- Erdoğan, M.A. 2018. CBS'de Veri/Kaynak Analizi Dersi. Çukurova Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Adana.
- Erkan, B., Şentürk, M., Akbaş, Y.E. 2012. Bingöl ilinin Türkiye'nin ihracat ve GSYH'sına Katkısının alt sektörler itibarıyla incelenmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21: 107-126.
- Gezici, A. 2012. Uzaktan Algılama ve CBS Entegrasyonu ile Arazi Örtüsü/Kullanımı Değişiminin Analizi; Konya İli Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, Konya.
- Gülersoy, A.E. 2014. Seferihisar'da Arazi kullanımının zamansal değişimi (1984-2010) ve ideal arazi

kullanımı için öneriler. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 31: 155-180.

- Oğuz, M., Zengin M. 2012. Peyzaj patern metrikleri ve Landsat 5 TM uydu görüntüleri kullanılarak arazi örtüsü/arazi kullanımı değişimi analizi (1984-2010): Kahramanmaraş örneği. *KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi, Özel Sayı: 22-29.*
- Özturk, M., Mermut, A., Çelik, A. 2010. Land Degradation, Urbanisation, Land Use Environment. *NAM Science & Technology Centre*, 445 p.
- Ramachandra, T.V., Bharath, H.A. 2012. Land use dynamics at Padubidri, Udupi district with the implementation of large scale thermal power project. *International Journal of Earth Sciences and Engineering*, 5(3): 409-417.
- Rawat, J.S., Kumar, M. 2015. Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 18(1): 77-84.
- Seymen, İ., Aydın, A. 1972. Bingöl deprem fayı ve bunun Kuzey Anadolu fay zonu ile ilişkisi. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/111059> (11.10.2018).
- Şahap, A. 2015. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Şehirsel Gelişimin Arazi Kullanımına Etkisi: Şanlıurfa Şehri Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Tonbul, S. 1990. Bingöl Ovası ve çevresinin jeomorfolojisi ve gelişimi. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 2(2): 329-352.
- TÜİK, 2017. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları. Kaynak: file:///C:/Users/LZ/Downloads/Adrese_Dayal%C4%B1_N%C3%BCfus_Kay%C4%B1t_Sist_t_31.01.2017.pdf, (Erişim tarihi: 05.12.2018).
- Vural, H. 2019. Bingöl İlçalar beldesi ve yakın çevresinin peyzaj özellikleri ve kırsal turizm potansiyeli. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(17): 381-410.
- Yücer, E., Erenner, A. 2016. Kentsel Alan Değişiminin Uydu Görüntüleri İle Zamansal Takibi. *Uluslararası Erzincan Sempozyumu, Erzincan.*

Research Article

Biology and Laboratory Rearing of Codling Moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) on Its Natural Host “Green Immature Apple” *Malus domestica* (Borkh) (Rosales: Rosaceae)[‡]

Akın KUYULU¹, Hanife GENÇ^{2*}

¹Çanakkale Onsekiz Mart University, Graduate School of Natural and Applied Science, Çanakkale, Turkey

²Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, Çanakkale, Turkey

*Corresponding author: hgenc@comu.edu.tr

Received: 20.05.2019

Received in Revised: 18.06.2019

Accepted: 04.07.2019

Abstract

The codling moth, *Cydia pomonella* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Tortricidae) is an economically important pest of apple trees in Turkey and also in worldwide. The aim of this study was to report a continuous rearing method on green immature apples (*Malus domestica* cv. 'Gala') for *C. pomonella* and fundamental information of its biology. The experiments were conducted from 2017 to 2019 under the laboratory conditions. Eggs were laid individually or disorderly in small masses on the oviposition substrate in the adult cages. Adult food had a positive effect on the number of eggs laid per female and egg viability. Larvae developed through five instars based on head capsule measurements. Larval development was completed in 15.89±0.25 days. Survival rate of larvae ranged from 24.1% and 92.6% based on larval density per apple. The duration of pupal development was 8.90±0.10 days with 87.5% adult emergence. The life cycle was completed on average in 29.5±0.3 days. Adult longevity was 12.2±0.60 days for females and 16.7±1.90 days for males. A single female laid about 12.3 eggs/day and a total of 85-200 eggs with 83.9% viability. The codling moth has been reared continuously in the laboratory for two years with no evidence of disease in the colony.

Key words: Biology, *Cydia pomonella*, green immature apple, laboratory rearing, larvae competition.

Doğal Konukçusu “Yeşil Olgunlaşmamış Elma” *Malus domestica* (Borkh) (Rosales: Rosaceae) Üzerinde Elma İçkurdu, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)’nın Biyolojisi ve Laboratuvarda Yetiştirilmesi

Özet

Elma içkurdu, *Cydia pomonella* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Tortricidae), Türkiye’de elma ağaçlarında ekonomik olarak önemli zararlılarından biridir. Bu çalışmanın amacı *C. pomonella* için yeşil olgunlaşmamış elma (*Malus domestica* cv. 'Gala') üzerinde yetiştirme metodunun ve temel biyolojik özelliklerinin rapor edilmesidir. Deneysel laboratuvar koşullarında 2017’den 2019 yılına kadar yürütülmüştür. Yumurtalar, ergin kafesleri içerisindeki ovipozisyon substratı üzerine doğrudan veya dağınık küçük kümeler halinde bırakılmıştır. Ergin besini dişi başına yumurta bırakılan yumurta sayısı ve canlılığı üzerinde olumlu etki göstermiştir. Larvalar baş kapsül ölçümlerine göre beş dönem yoluyla geliştiler. Larva dönemi yaklaşık 15.89±0.25 günde tamamlanmıştır. Larva döneminde canlı kalma oranı, elma başına larva yoğunluğuna bağlı olarak %24.1 ve %92.6 arasında değişmiştir. Pupa gelişme süresi, %87.5 ergin çıkış oranı ile ortalama 8.90±0.10 gün sürmüştür. Yaşam döngüsü yaklaşık 29.5±0.3 günde tamamlanmıştır. Ergin ömür uzunluğu, dişilerde 12.2±0.60 gün, erkeklerde 16.7±1.90 gündür. Çiftleşmeden sonra tek bir dişi, yaşamı boyunca yaklaşık 12.3 yumurta/gün ile %83.9 canlılıkta toplamda 85-200 yumurta bırakmıştır. Elma içkurdu, laboratuvarda kolonisinde hiçbir hastalık belirtisi gözlenmeden 2 yıl boyunca sürekli yetiştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Biyoloji, *Cydia pomonella*, yeşil olgunlaşmamış elma, laboratuvar yetiştirilmesi, larva rekabeti.

Introduction

Apple, *Malus domestica* Borkh (Rosaceae), is an economically important crop, and is cultivated worldwide. It is distributed to in a wide range of ecology extending from the much warmer environs of Colombia, S.A., and Indonesia to the extreme cold of Siberia and North China (Hancock et al., 2008). According to FAOSTAT data (FAOSTAT, 2017), leading countries of apple cultivation are China, U.S.A, Turkey, Poland, India, Iran and Italy with production of over 2 million tons of apple. Turkey is the third largest apple producing country in the world (3.032.164 tones) in 2017. Apple trees and apple fruits are infested by several insects, including moths, mites, leafrollers, leafminers, jewel beetles and bark beetles (Blommers, 1994). The codling moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) is serious pest of apple fruits. Larvae feed on the fruit directly, creating spiral galleries towards the seed chamber of fruit and severely effects quality of fruit by feeding in the mesocarp of the apple and in the kernel (Beers et al., 2003; Öztemiz et al., 2017). Without any plant protection measures, damage may reach 60-95% of apple production (Kuyulu and Genç, 2018). Additionally, codling moth larvae feed on several plant species belonging to various families, including as peaches (*Prunus persica* L.), pears (*Pyrus* sp.), nectarines (*Prunus* sp.), plums (*Prunus* sp.) quinces (*Cydonia oblonga* Mill), walnut (*Junglas regia* L.), sweet cherry (*Prunus avium* L.) and wild haws (*Crataegus* sp.) (Barnes, 1991).

The codling moth originated in South-Eastern Europe (Boivin et al., 2004) and is now mainly distributed in Europe and Asia as well as in North America (Jiang et al., 2018). Although adult flight capacity is limited, the codling moth has become a worldwide pest because of the variety of hosts, the spreading of pome fruit culture, and increase of international trade and transportation (Thaler et al., 2008).

Since it has been known as important pest, several studies have been conducted related to its distribution (Jiang et al., 2018), genetic structure (Meraner et al., 2008; Men et al., 2013), insecticide resistance (İşçi and Ay, 2017; Bosch et al., 2018), biological control (Öztemiz et al., 2017; Sigsgaard et al., 2017), mating disruption (Kovanci, 2015; McGhee et al., 2016), and field studies (Pajač et al., 2012; Blomefield and Gliomee, 2012).

A few studies have been conducted for rearing codling moth in the laboratory. Dickson et al (1952) developed a method for continuous rearing of codling moth on thinning apple by determining the importance of photoperiod in diapause. Geier and Briese (1978) revealed information about

several aspects of laboratory breeding, such as infestation, handling procedures and design of mating cages, etc. Rearing methods encouraged several studies attempting to rear the pest on formulated diet for large-scale or mass rearing. Additionally, previous studies revealed the several aspects of codling moth, such as, biology, behavior, developing artificial diet and mass rearing method (Brinton et al., 1969; Howell, 1970; Hathaway et al., 1973).

Insect growth and reproduction depend on host plant availability and quality in terms of their phytochemicals (Nation, 2015). Laboratory rearing of an insect include evaluation of host plant efficiency for rearing, the biological parameters of its life cycle, survival rate of biological stages, body weight, developmental time, fecundity, fertility, oviposition period, sex ratio and adult longevity (Awmack and Leather, 2002). Biological information from rearing the codling moth on its natural host in the laboratory may contribute to use of integrated pest management (IPM) strategies.

The aim of this study is to report a continuous rearing method on green immature apples in the laboratory. It was also aimed to determine fundamental biological parameters such as the developmental period of immature stages, effects of larval density per apple, and the efficiency of adult food on fitness parameters.

Materials and Methods

Colony maintenance and laboratory rearing

Infested apple fruits with codling moth was obtained from apple orchards (*Malus domestica*) in the vicinity of Ayvacık in Çanakkale, Turkey in 2017, and brought to laboratory for colony maintenance. They were placed into plastic containers (30×18×8 cm) with a chiffon lid for larval development. When larvae become mature, corrugated cardboard strips were provided as pupation side. The pupae were gently harvested with soft forceps, and transferred to screen cages (20×20×20 cm). Emerged adults were used to maintain a laboratory colony, at 25 ± 1°C, 60% RH, and 16:8 h (light: dark) photoperiod. Codling moths were reared on green immature apples by modifying the procedures in previous studies (Dickson et al., 1952; Geier and Briese, 1978; Vetter et al., 1989).

Egg production

Codling moth females lay eggs on almost any smooth surface, and prefer to oviposit during natural twilight (Dickson et al., 1952). The inner surfaces of cages were covered with rough screen and wax paper strips (20×20 cm) were placed inside cages to stimulate egg laying (Fig. 1a). Strip with

eggs were removed daily and replaced with new ones. Eggs were washed with 0.3% propionic acid solution, rinsed, air dried and incubated at $25 \pm 1^\circ\text{C}$

in a plastic cup covered with a lid until hatching (Fig. 1b).



Figure 1. Laboratory rearing procedure and maintenance of the codling moth, *Cydia pomonella*. (a) Inside the adult cage, (b) Egg incubation, (c) Manually infested apple for larvae, (d) Strips of corrugated cardboard in the larva rearing container, (e) Pupae harvested from cocoon, (f) Rearing of individual larvae.

Rearing larvae and adults

First instar larvae were manually transferred to green immature apples to determine larval density with cohorts of similar age. Green immature apples (20-25 g) were perforated a few mm deep by sterile needles and then 1-3 instars were transferred by a camel hairbrush. Laboratory rearing was conducted using 100-150 apple infested with 1-3 instars. The infested apples were held in plastic containers (30×18×8 cm) with a piece of paper towel at the bottom which helped absorb excessive moisture coming from the infested apple during larval feeding (Fig. 1c). The strips of corrugated cardboard, into which the larvae crawl to pupate, were set on top of the apples in larval rearing containers (Fig. 1d). After 15-20 days, the

strips of corrugated cardboard were removed from rearing containers, and pupae were gently harvested by soft forceps, placed in a petri dish (Fig. 1e), and transferred to rearing cages. Each adult rearing cage had about 100-150 moths in the laboratory. As an adult food, 10% sugar solution soaked on cotton balls in a petri dish was provided.

Storage of apples

Small (3-4 cm diameter), green immature apples, 'Gala' variety grafted onto M9 rootstocks were obtained from the vicinity of Ayvacık in Çanakkale. The green immature apples were selected for laboratory studies because penetration by larva was easier and the apples last easily several weeks at room temperatures (Howell, 1991). The

apples were washed in water to remove any insecticide residues on surface, surface-sterilized by dipping in 0.5% sodium hypochloride solution (NaOCl) for 5-10 min, then rinsed in water for 5-10 min, air dried and kept at +4°C until used.

Determination of biology and life history

The oviposition wax paper strip was exposed to adult moths in oviposition cages for 24 h. Subsequently, 130 freshly laid eggs on a strip were individually marked, and placed in transparent plastic cup. Eggs were monitored daily until hatching. The egg development time and egg viability were recorded. To determine the larval stages, a total of 30 apples were manually infested with a neonate larva with into a hole made by a sterile needle. Infested apples were placed individually in a plastic cup having a paper towel at the bottom and covered tightly with white chiffon fabric (Fig. 1f). The larvae were extracted from apples daily to make a measurement on the larva then the larva was reintroduced into a fresh apple. The number of instars was determined based on head measurements and molting (n=30). The head capsule measurements were determined at the widest point by a micrometer in the ocular of stereo zoom microscope. Newly developed pupae from the laboratory colony were sexed (Genç, 2016), weighed, and individually placed in a plastic cup (n=50). Survivorship, larval duration and sex ratio were recorded. To determine adult fitness parameters, the newly emerged male and female moths were placed in transparent cylindrical containers (300 ml) for eggging covered with chiffon lids (n=20). Two adult food sources, 10% sugar solution and distilled water were tested. After mating, eggging cups were examined daily for egg laying and adult mortality. When the female moth laid eggs on the cup's inner surface, each pair of moths were transferred into a new eggging cup and then all eggs were recorded and kept until hatching. Number of eggs laid/female, egg fertility, adult longevity and preoviposition, oviposition and postoviposition times were recorded daily. All biological stages were observed and photographed by a stereo zoom microscope.

Effects of larval competition

To determine the effects of larval competition and developmental rate in an apple, 9 apples were individually weighed and manually infested with one larva/apple as the control, then 3, 4, 6 and 9 larvae per apple were used. A strip of corrugated cardboard (4×4 cm) was placed in each cup to provide larvae crawl surface and pupate site for mature larvae. Larvae were completed their development inside the fruit and the strips of

corrugated cardboard were examined daily. When larvae were found in cardboard strips, apples were removed after weighing. Pupae were individually placed in a cup after weighted.

Data analysis

All tests were conducted in a completely randomized design. Obtained data were analyzed by analysis of variance (ANOVA). All statistical analyses were performed with Minitab 18. Unless indicated otherwise, all quantitative results are reported as the mean±SE.

Results and Discussion

Laboratory rearing on green immature apple

Novel information was found on focusing rearing methods of codling moth on green immature apple in this study. The codling moth was continuously reared on green immature apples (*Malus domestica* cv. 'Gala') for more than 17 generations in the laboratory. Rearing data for different biological stages is shown in Table 1. Green immature apples can be collected during manual apple thinning in early summer and kept in cold storage in plastic box or bag (0–5°C) for up to one year (Dickson et al., 1952). Many varieties are suitable, e.g. Jonathan, Winesap, Rome Beauty and Golden Delicious (Dickson et al. 1952; Hamilton and Hathaway, 1966).

Rearing codling moth larvae on mature apples is not easy because relatively few newly hatched larvae penetrate and feed in mature apples, and at room temperature the fruits decay rapidly (Howell, 1991). Howell (1972) stated that green immature apples were more appropriate for penetration (70% of neonate larvae enter these apples), and remained as a suitable food for larvae for several weeks. This study has been showed that Gala variety small apple is readily available year-round for winter rearing. The rearing method described here has proved satisfactory over a period of years and can provide a strong laboratory colony at all seasons.

Previous studies have indicated that egg sheets were placed on the apple in trays for infestation by Dickson et al (1952) and later used newly hatched larvae by Hamilton(Hathaway,1966). Geier and Briese (1978) also showed that the rate of successful entries on apple by larvae infested with two neonate larvae was higher on green immature apples (82%) than on fully-matured Granny Smith apples (66.5%). Infestation procedure used in this study provides more successful penetration into apple with the use of sterile needles for small openings in which placed the neonate larvae.

Table 1. Measurements of biological development stages of the codling moth on green immature apple (Mean±SE, N=20)

Biological stage	Length (mm)	Width (mm)	Weight (mg)	Duration (day)
Egg	1.26 ± 0.02	0.98 ± 0.01	0.01 ± 0.00	4.72 ± 0.10
Mature larva (♂)	12.95 ± 0.37	2.54 ± 0.06	41.87 ± 2.62	15.80 ± 0.40
Mature larva (♀)	14.50 ± 0.43	2.86 ± 0.06	56.57 ± 3.77	16.00 ± 0.32
Pupa (♂)	9.11 ± 0.08	2.45 ± 0.02	30.37 ± 0.82	8.79 ± 0.20
Pupa (♀)	10.13 ± 0.06	2.74 ± 0.04	43.48 ± 0.94	8.92 ± 0.14
Adult (♂)	7.60 ± 0.12	1.82 ± 0.04	16.38 ± 0.65	16.70 ± 1.90*
Adult (♀)	8.89 ± 0.13	2.32 ± 0.05	27.85 ± 0.79	12.2 ± 0.60*

*The longevity of codling moth adults fed on 10% sugar solution.

Egg

The codling moths deposited their eggs individually or in disorderly small masses (3-20) on the oviposition substrate in the rearing cages. Eggs were ovate, shaped like a convex lens having 1.26 ± 0.02 mm in length, 0.98 ± 0.01 mm in diameter, and weighted about 0.01 ± 0.001 mg (Table 1). Newly laid eggs were milky white and waxy in appearance (Fig. 2a), and as the embryo developed, a reddish

ring appeared in the middle of the egg surface (Fig. 2b). The red spot became the head of the larva and just before hatching larvae became visible through the chorion (Fig. 2c). The egg incubation period was 4.72 ± 0.10 d (Table 1), with 81.54% egg viability at $25 \pm 1^\circ\text{C}$ in the laboratory. Similar developmental and survival results on immature apple obtained by Howell (1970).

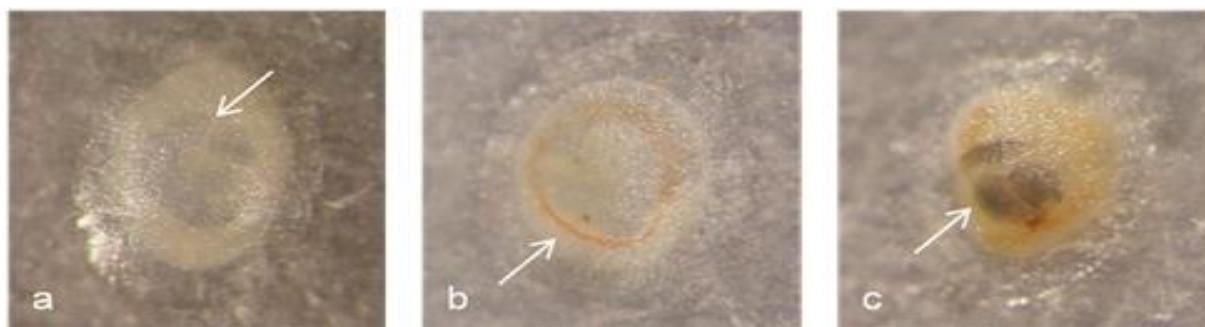


Figure 2. Embryonic development of codling moth, *Cydia pomonella*. (a) Newly laid egg, (b) Developing egg (reddish ring stage), (c) Egg about to hatch.

Larvae

The mean widths of the head capsule ranged from 0.31 ± 0.08 mm to 1.61 ± 0.16 mm for successive five instars on green immature apples in the laboratory (Table 2). The comparison of widths revealed significant differences among instars of codling moth. Williams and McDonald (1982) reported that codling moth had five instar-based head capsule widths on apple, which is similar those of Blomefield and Gliomee (2009).

The first instar was a creamy white or pale yellow, and the body had twelve segments, with long and translucent setae. The head was brown and width of the head was wider than the first larval thoracic segment (Fig. 3a). There was a black shield on the first segment. The legs and prolegs were translucent white or yellow. First instar bored into the fruit peel, creating spiral galleries towards the seed chamber of fruit, and initially fed on the seed then apple tissue. The first instar weighed a mean of 0.14 ± 0.01 mg and larval duration was 3.70 ± 0.15

d in the laboratory (Table 2). The second instar was usually pale white in color, but the head was dark brown and smaller than general body. More apparent on the body were slightly brownish spots and black shields (Fig. 3b). The second instar weighed about 1.54 ± 0.17 mg. The duration of the second instar was 2.40 ± 0.16 d in the laboratory. The third instar was similar to second instar, but each larval segment had more brownish spots (Fig. 3c). The third instar weighed about 7.65 ± 0.58 mg. The duration was 2.15 ± 0.15 d in the laboratory. The fourth instar was pale white to slightly reddish in color. The head and black shield on the first thoracic segment were near each other (Fig. 3d). The fourth instar weighed about 16.75 ± 1.18 mg and the duration of fourth instar was 2.20 ± 0.13 d in the laboratory (Table 2). The fifth instar was fully grown, and reddish or light brown in appearance with a brown head. The first thoracic shield was not apparent any longer. The body had dark brownish spots (Fig. 3e and f). The fifth instar was used to

determine the sex of larvae. Male larvae had unique two dark spots near the end of the dorsal side (Fig. 3f). The fifth instar weighed average 49.86 ± 3.06 mg. The duration of fifth instar was 4.80 ± 0.25 d in the laboratory. The total period of larval development of the codling moth was 15.89 ± 0.25 d. The survival of larval stages was 93.3% on green immature apple in the laboratory ($n=30$). These results were similar to Gu et al (2006) as 14.7 d (mobile strain) and 15.4 (sedentary strain) at 25°C

on semi-artificial diet. There have been different reports on the duration of instars and the total period of larval development. Contrary to our results, Williams and McDonald (1982) found longer duration of interval instar stages (about 4 d) at 25°C, and completion of larval stage was longer on different mature apple varieties (about 20-21 d). The differences on the duration of each larval stage could depend on larval host, larval density, and intrinsic differences.



Figure 3. Larval stages of codling moth, *Cydia pomonella*. (a) I. instar, (b) II. instar, (c) III. instar, (d) IV. instar, (e) V. instar female, (f) V. instar male.

Table 2. Measurements of head capsules widths, weight and duration of larval stages of codling moth on green immature apple moth (Mean \pm SE, N=20)*

Instar	Head capsule width (mm)	Weight (mg)	Duration (day)
I. instar	0.31 ± 0.08 a	0.1 ± 0.00 a	3.70 ± 0.15 b
II. instar	0.49 ± 0.13 b	1.54 ± 0.17 b	2.40 ± 0.16 a
III. instar	0.81 ± 0.06 c	7.65 ± 0.58 c	2.15 ± 0.15 a
IV. instar	1.18 ± 0.11 d	16.75 ± 1.18 d	2.20 ± 0.13 a
V. instar	1.61 ± 0.16 e	49.83 ± 3.06 e	4.80 ± 0.25 c

*The differences among instars marked by not the same letter (a, b) are significant ($P < 0.05$, Tukey's test).

Neonate larvae of codling moth completed their development to mature larvae, but the larval density in apple during the larval stage affected the development period of larvae ($P < 0.05$). Larval development period was shorter on the single larva/apple (16.20 ± 0.55 d) and longer on nine larvae/apple (20.15 ± 0.75 d), which was similar to the results obtained for four larvae/apple and six

larvae/apple (Table 3). The number of pupae developed on a single larvae/apple was similar among treatments. It is found that green immature apples (approximately 20-25 g) were enough to feed two larvae until the pupal stage. Larval density also affected the weight of codling moth pupae ($P < 0.05$). The number of infested larvae and their pupal weight were correlated. The pupal weight of single

larvae/apple and three larvae/apple were 37.64 ± 1.41 mg and 36.14 ± 2.24 mg, which were heavier than four larvae, six larvae and nine larvae/apple (Table 3). Larval density affected the survival rate of larval development ($P < 0.05$), which was decreased as larval density increased (Fig. 4). The percentages of larval survival were 92.6 ± 3.7 , 45.7 ± 1.2 , 35.2 ± 0.9 and 24.1 ± 1.1 on larval density one larvae/apple, three larvae/apple, four larvae/apple,

six/larvae apple and nine larvae/apple, respectively (Fig. 4). Infested apple with a single larva had a positive effect on their development of larval stages, the survival rate of larva, and weight of pupa for the laboratory rearing. Similar results obtained by Ferro and Harwood (1973), reported that rate of development decreased at higher competitive levels and a small apple was enough to feed approximately three larvae per apple.

Table 3. Larval competition on manually infested green immature apples in the laboratory

Larval density	Larval duration (day)	No of pupae	Pupal weight (mg)	Fruit weight at the first day (g)	Fruit weight at the last day (g)
One larvae/apple	16.20 ± 0.55 a	8.33 ± 0.33	37.64 ± 1.41 a	19.77 ± 0.40	15.22 ± 0.51
Three larvae/apple	16.66 ± 0.28 a	12.33 ± 0.33	36.14 ± 2.24 a	24.10 ± 0.85	17.30 ± 0.85
Four larvae/apple	19.98 ± 0.84 b	12.66 ± 0.33	27.92 ± 2.39 b	21.47 ± 0.93	15.04 ± 0.81
Six larvae/apple	19.43 ± 0.54 b	13.00 ± 0.58	30.32 ± 1.24 ab	21.83 ± 0.50	14.48 ± 0.82
Nine larvae/apple	20.15 ± 0.75 b	13.66 ± 0.33	31.84 ± 1.31 ab	23.90 ± 0.74	14.75 ± 0.37

*The differences between the averages of treatments marked by not the same letter (a, b) are significant ($P < 0.05$, Tukey's test).

In nature, the codling moth either lays their eggs individually on the apple or the foliage near the apple (Hughes et al., 2003). Hatched larvae penetrate the apple fruit through calyx or stalk ends while the fruit is small (Blomefield, 1989). However, in the laboratory, when small apples are placed in the adult cage, codling moth adults deposit eggs directly as clusters. Most of hatched larvae burrow

successfully into the apples. In addition, small apples decay rapidly if multiply infestation, because of larval competition and larvae either killed each other or their growth was suppressed until more dominant larva was pupated (Howell, 1970). Therefore, this study suggests infestation with a single larva per apple for laboratory rearing.

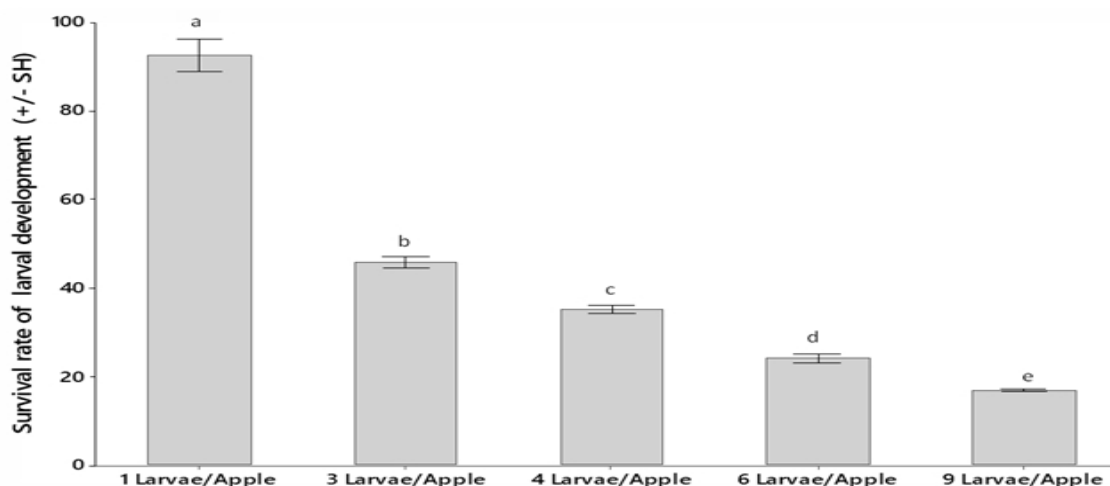


Figure 4. Survival of larval development of the codling moth on manually infested green immature apples. Means within different letter significantly different than each other ($p \leq 0.5$, Tukey's test).

Pupae

Mature larvae stopped feeding inside the apple, left the fruit (Fig. 5a), and spun a cocoon in

corrugated cardboard strips. They stayed there about 1.85 ± 0.22 d as prepupae. They had a characteristic pupal appearance (Fig. 5b). Initially,

the pupae were soft, and yellowish to light brown in color. Pupal color turned to brown on the following day. Developing wings were apparent on the dorsal side of pupa. Female pupa was 10.13 ± 0.06 mm in length, 2.74 ± 0.04 mm in width, and weighed about 43.48 ± 0.94 mg (Table 1). Male pupa was 9.11 ± 0.08 mm in length, 2.45 ± 0.02 mm in diameter, and weighed about 30.37 ± 0.82 mg (Table 1). The duration of pupal stage was about 8.90 ± 0.10 d at $25 \pm 1^\circ\text{C}$ in the laboratory. Pupal survival was 87.5%. The observed sex ratio was (male:female) 1:1.2 in the laboratory.

Previous studies have shown that mature larvae left the apple to pupate, usually in corrugated cardboard strips (Dickson et al., 1952; Geier and Briese, 1978; Williams and McDonald, 1982; Gu et al., 2006). Hathaway et al (1971) found pupal weights was 34.5 mg in male and 43.4 mg in female with 87% adult emergence, while Howell (1970) determined 34.1-35.9 mg and 42.2 mg on green immature apple, respectively. Pupae reared on green immature apples in their study were similar in weight to present results.



Figure 5. The reared codling moth, *Cydia pomonella* in the laboratory. (a) Mature larva left the apple, (b) Ventral view of codling moth male and female pupae, (c) Mating of male and female moths.

Adults

Adults were similar in appearance. They were pale gray, wings were wavy gray-white pattern, and triangular at rest. There were characteristic brown lines on lower part of forewings which were surrounded by two shiny golden spots or tending towards bronze (Fig. 5c). The wingspan was 17.05 ± 0.50 mm in males and 19.80 ± 0.50 mm in females (Table 1). Males were measured 7.60 ± 0.12 mm in length, 1.82 ± 0.04 mm in diameter, and weighed about 17.38 ± 0.65 mg (Table 1). Females were 8.89 ± 0.13 mm in length, 2.32 ± 0.05 mm in diameter, and weighed about 27.85 ± 0.79 mg in the laboratory (Table 1). Previous studies reported that the adult weights similar to present results (Hathaway et al., 1971; Geier and Briese, 1978).

Adult food affected the duration of preoviposition period, fecundity and egg viability of the codling moth in the laboratory ($P < 0.05$) (Table 4). However, the duration of postoviposition period was similar between treatments. The preoviposition period lasted about 2.90 ± 0.20 d for adults fed on 10% sugar solution, and longer than those fed distilled water. Female oviposition periods were 7.40 ± 0.80 d on 10% sugar solution and 6.00 ± 0.80 d on distilled water. The duration of postoviposition periods was 1.90 ± 0.30 d and 1.70 ± 0.20 d on 10% sugar solution and on distilled water, respectively (Table 4). The peaks of

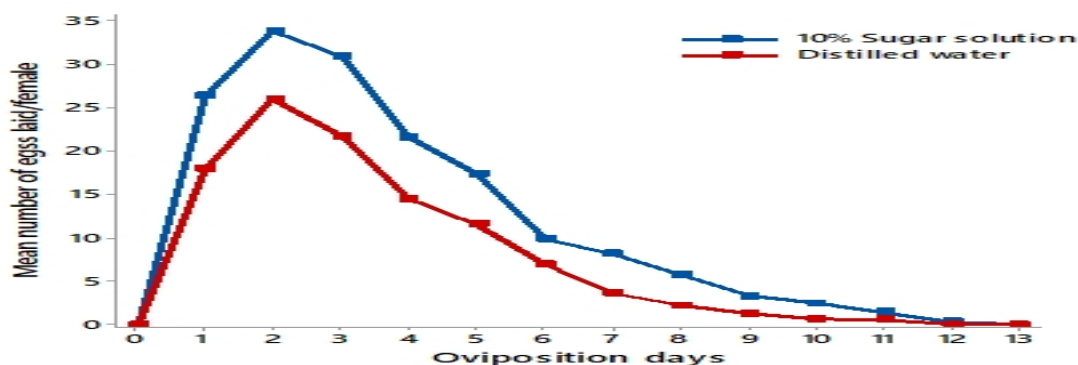
oviposition were found at the third day in both of adult food (Fig. 6). Females fed on 10% sugar solution oviposited until 13.20 d, longer than that obtained for those fed on distilled water, with 11.10 days (Fig. 6). Blomefield and Gliomee (2011) found that estimated mean duration of oviposition period at 21°C was similar to present results of 11.1 d fed on distilled water at 25°C . Blomefield and Gliomee (2011) found that mean number of peak oviposition days after mating under the fluctuating temperatures was 5.1 ± 3.7 d for spring generation and 2.2 ± 1.2 d for summer generation. These results were correlated with present result that daily oviposition peak was on third day after mating.

Although the oviposition patterns were similar between the treatments, the number of eggs laid per female during the oviposition period was significantly affected by adult food (Fig. 6) ($P < 0.05$). The average number of fecundities per female of the codling moth ranged between 160.60 ± 7.80 eggs with 83.90% egg viability for adults fed on 10% sugar solution, and 106.40 ± 13.00 eggs with 71.70% egg viability for those fed on distilled water (Table 4). Previous investigators, Gu et al (2006) and Blomefield and Gliomee (2011) did not agree about fecundity. The differences could be due to larval diet, sources of adult nutrition and environmental conditions, such as fluctuating temperature and humidity etc.

Table 4. The fitness parameters of codling moth female on green immature apple*

Female fitness parameter	10% sugar solution	Distilled water
Preoviposition (d)	2.90 ± 0.20 a	5.50 ± 0.50 b
Oviposition (d)	7.40 ± 0.80 a	6.00 ± 0.80 a
Postoviposition (d)	1.90 ± 0.30 a	1.70 ± 0.20 a
No. of eggs laid per female	160.60 ± 7.80 a	106.40 ± 13.00 b
Egg viability (%)	83.90 a	71.70 b

*The differences between the averages of treatments marked by not the same letter (a, b) are significant ($P < 0.05$, Tukey's test).

**Figure 6.** Average number of daily eggs laid by codling moth females on two feeding source.

Adult longevity differed between females and males. Adult feeding source did not affect adult longevity of females and males ($P > 0.05$). However, males had longer lifespan than females. The mean longevity of females and males fed on 10% sugar solution was 12.20 ± 0.60 d and 16.70 ± 1.90 d, respectively. The mean longevity of females and males fed on distilled water was 13.00 ± 0.90 d and 17.30 ± 1.60 d in the mating cage. The duration from egg to adult stages was 29.50 ± 0.30 in the laboratory. The treatment of 10% sugar solution for adult food had a positive effect on fecundity and egg viability. Similar results also have been found in several studies related to codling moth (Howell, 1970; Vickers, 1997; Gu et al., 2006; Blomefield and Gliomee, 2011).

Conclusion

In present study, novel information was found on focusing laboratory rearing methods of codling moth on green immature apples. The codling moth was continuously reared on green immature apples (*Malus domestica* cv. 'Gala') for more than 17 generations with no evidence of disease in the colony. It was determined that the effects of larval competition in an apple during the larval development suggested singly infestation with codling moth larvae for laboratory rearing. Otherwise, some biological parameters may be affected negatively. Moths mated readily and laid eggs on transparent paper placed in the cages. Adult food had a positive effect on the number of

eggs laid per female and egg viability. This study may help to researchers to adapt field population of *C. pomonella* for rearing on green immature apple in the laboratory. Laboratory rearing on green immature apples may be assisted further researches, including mating, behavioral, biological and physiological, and evaluating its success to maintain large-scale rearing.

Acknowledgement

The authors thank to Professor Emeritus James L. Nation (University of Florida, Department of Entomology and Nematology, Gainesville, USA) for his valuable comments.

*: This research study is a part of the master thesis of the first author's. The study was financially supported by Çanakkale Onsekiz Mart University Scientific Research Council (BAP, Project No: FYL-2018-2619).

References

- Awmack, C.S., Leather, S.R. 2002. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. Annual Review of Entomology, 47(1): 817-844.
- Barnes, M.M. 1991. Codling moth occurrence, host race formation, and damage. In: van der Geest L.P.S., Evenhuis H.H (Eds.). Tortricid Pests: Their Biology, Natural Enemies and Control. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, pp. 313-328.
- Beers, E.H., Suckling, D.M., Prokopy, R.J., Avilla, J. 2003. Ecology and Management of Apple

- Arthropod Pests. In: Feree D.C., Warrington I. (Eds.). Apples: botany, production and uses. CABI Publishing, Wallingford, United Kingdom, pp. 489-519.
- Blomefield, T.L. 1989. Economic importance of false codling moth, *Cryptophlebia leucotreta*, and codling moth, *Cydia pomonella*, on peaches, nectarines and plums. *Phytophylactica*, 21(4): 435-436.
- Blomefield, T.L., Giliomee, J.H. 2009. Head capsule widths and the rate of development of the instars of codling moth, *Cydia pomonella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Tortricidae). *African Entomology*, 17(1): 28-33.
- Blomefield, T.L., Giliomee, J.H. 2011. Effect of temperature on the oviposition, longevity and mating of codling moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). *African Entomology*, 19(1): 42-60.
- Blomefield, T.L., Giliomee, J.H. 2012. Fecundity and mortality of codling moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae), under field conditions in South Africa. *African Entomology*, 20(2): 316-324.
- Blommers, L.H., 1994. Integrated pest management in European apple orchards. *Annual Review of Entomology*, 39(1): 213-241.
- Boivin, T., Bouvier, J.C., Beslay, D., Sauphanor, B. 2004. Variability in diapause propensity within populations of a temperate insect species: interactions between insecticide resistance genes and photoperiodism. *Biological Journal of the Linnean Society*, 83(3): 341-351.
- Bosch, D., Rodríguez, M.A., Avilla, J. 2018. Monitoring resistance of *Cydia pomonella* (L.) Spanish field populations to new chemical insecticides and the mechanisms involved. *Pest Management Science*, 74(4): 933-943.
- Brinton, F.E., Proverbs, M.D., Carty, B.E. 1969. Artificial diet for mass production of the codling moth, *Carpocapsa pomonella* (Lepidoptera: Olethreutidae). *The Canadian Entomologist*, 101(6): 577-584.
- Dickson, R.C., Barnes, M.M., Turzan C.L. 1952. Continuous rearing of the codling moth. *Journal of Economic Entomology*, 45(1): 66-68.
- FAOSTAT, 2017. Food and Agricultural Organization of United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Accessed date: 20 March 2019).
- Ferro, D.N., Harwood, R.F. 1973. Intraspecific larval competition by the codling Moth, *Laspeyresia pomonella*. *Environmental Entomology*, 2(5): 783-790.
- Geier, P.W., Briese, D.T. 1978. The demographic performance of a laboratory strain of codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Applied Ecology*, 679-696.
- Genç, H. 2016. The tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae): pupal key characters for sexing individuals. *Turkish Journal of Zoology*, 40(5): 801-805.
- Gu, H., Hughes, J., Dorn, S. 2006. Trade-off between mobility and fitness in *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae). *Ecological Entomology*, 31(1): 68-74.
- Hamilton, D.W., Hathaway, D.O. 1966. Codling Moths. In: Smith C.N. (ed.). *Insect Colonization and Mass Production*, Academic Press Academic Press, New York, USA, pp. 339-354.
- Hancock, F.J., Luby, J.J., Brown, S.K., Lobos, G.A. 2008. Apples. In: Hancock J.F. (Ed.). *Temperate Fruit Crop Breeding: Germplasm to Genomics*. Springer Science & Business Media, Michigan, USA, pp. 1-37.
- Hathaway, D.O., Clift, A.E., Butt, B.A. 1971. Development and fecundity of codling moths reared on artificial diets or immature apples. *Journal of Economic Entomology*, 64(5): 1088-1090.
- Hathaway, D.O., Lydin, L.V., Butt, B.A., Morton, L.J. 1973. Monitoring mass rearing of the codling moth. *Journal of Economic Entomology*, 66(2): 390-393.
- Howell, J.F. 1970. Rearing the codling moth on an artificial diet. *Journal of Economic Entomology*, 63(4): 1148-1150.
- Howell, J.F. 1972. Modifications of the artificial diet for codling moths to improve larval acceptance and production of moths. *Journal of Economic Entomology*, 65(1): 57-59.
- Howell, J.F. 1991. Reproductive Biology. In: Van Der Geest L.P.S., Evenhuis H.H. (Eds.). *Tortricid Pests: Their Biology, Natural Enemies and Control*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, pp. 157-174.
- Hughes, W.O.H., Gailey, D., Knapp, J.J. 2003. Host location by adult and larval codling moth and the potential for its disruption by the application of kairomones. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 106: 147-153.
- İsci, M., Ay, R. 2017. Determination of resistance and resistance mechanisms to thiacloprid in *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) populations collected from apple orchards in Isparta Province, Turkey. *Crop Protection*, 91: 82-88.

- Jiang, D. Chen, S., Hao, M., Fu, J., Ding, F. 2018. Mapping the potential global codling moth (*Cydia pomonella* L.) distribution based on a machine learning method. *Scientific Reports*, 8(1): 13093.
- Kovanci, O.B. 2015. Co-application of microencapsulated pear ester and codlemone for mating disruption of *Cydia pomonella*. *Journal of Pest Science*, 88 (2): 311-319.
- Kuyulu, A., Genç, H. 2018. Çanakkale ili meyve alanlarında elma içkurdu *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)'nın yayılışı üzerine bir araştırma. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6: 85-91.
- McGhee, P.S., Miller, J.R., Thomson, D.R., Gut, L.J. 2016. Optimizing aerosol dispensers for mating disruption of codling moth, *Cydia pomonella* L. *Journal of Chemical Ecology*, 42(7): 612-616.
- Men, Q.L., Chen, M.H., Zhang, Y.L., Feng, J.N. 2013. Genetic structure and diversity of a newly invasive species, the codling moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) in China. *Biological Invasions*, 15(2): 447-458.
- Meraner, A., Brandstätter, A., Thaler, R., Aray, B., Unterlechner, M., Niederstätter, H., Dallinger, R. 2008. Molecular phylogeny and population structure of the codling moth (*Cydia pomonella*) in Central Europe: I. Ancient clade splitting revealed by mitochondrial haplotype markers. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 48(3): 825-837.
- Nation, J.L. 2015. *Insect Physiology and Biochemistry* (3rd ed.). Florida, USA, 690 pp.
- Öztemiz, S., Küden, A., Nas, S., Lavkor, I. 2017. Efficacy of *Trichogramma evanescens* and *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* in control of *Cydia pomonella* (L.) in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 41(3): 201-207.
- Pajač, I., Božena, B., Mikac, M.K., Pejić, I. 2012. New insights into the biology and ecology of *Cydia pomonella* from apple orchards in Croatia. *Bulletin of Insectology*, 65(2): 185-193.
- Sigsgaard, L. Herz A., Korsgaard M., Wührer B. 2017. Mass release of *Trichogramma evanescens* and *T. cacoeciae* can reduce damage by the apple codling moth *Cydia pomonella* in organic orchards under pheromone disruption. *Insects*, 8(2): 41.
- Thaler, R., Brandstätter, A., Meraner, A., Chabicovski, M., Parson, W., Zelger, R., Dallinger, R. 2008. Molecular phylogeny and population structure of the codling moth (*Cydia pomonella*) in Central Europe: II. AFLP analysis reflects human-aided local adaptation of a global pest species. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 48 (3): 838-849.
- Vetter, R.S., Robert, M.E., Baker, C.T. 1989. Mass rearing of the oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Economic Entomology*, 82(6): 1825-1829.
- Vickers, R.A. 1997. Effect of delayed mating on oviposition pattern, fecundity and fertility in codling moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). *Australian Journal of Entomology*, 36(2): 179-182.
- Williams, D.G., McDonald, G. 1982. The duration and number of the immature stages of codling moth *Cydia pomonella* (L.) (Tortricidae: Lepidoptera). *Australian Journal of Entomology*, 21(1): 1-4.

Araştırma Makalesi

Arazi Toplulaştırma Projelerinde Parsel Şekillerinin Değişimi: Şanlıurfa Bozca Köyü Örneği

Hasan DEĞİRMENCİ^{1*}, Fırat ARSLAN¹, Mualla KETEN¹

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

*Sorumlu yazar: degirmenci@ksu.edu.tr

Geliş Tarihi: 20.03.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 04.07.2019

Kabul Tarihi: 04.07.2019

Özet

Tarımsal işletmelerin parçalı arazilerini bir araya getirmek, parsel şekillerini düzeltmek, yol ve sulama olanaklarını sağlamak amacıyla arazi toplulaştırma (AT) çalışmaları yürütülmektedir. Bugüne kadar yaklaşık 6 milyon ha alanda arazi toplulaştırma çalışması tamamlanmış olup, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2023 yılına kadar 14 milyon hektar alanda AT projelerinin tamamlanması hedeflenmektedir. Arazi toplulaştırma projelerinin tarımsal işletmelere sağladığı önemli yararlarından biri parsel şekillerinin düzeltilmesidir. Parsel şekillerinin AT öncesi ve sonrası değişimi birçok araştırmacı tarafından sayısal göstergelerle ifade edilmektedir. Fraktal büyüklük indeksi (FD), şekil indeksi (SI), şekil faktörü (FORM), alan şekil faktörü (AFF), kare piksel ölçüğü (SqP) ve alan çevre oranı (APR) parsel şekillerinin tarıma uygunluğunu ölçmek amacıyla yaygın olarak kullanılan göstergelerdir. Bu çalışmada Şanlıurfa ili Viranşehir ilçesi Bozca köyü AT projesi materyal olarak alınmıştır. Proje alanı 1159.22 ha'dır. Arazi toplulaştırma öncesi parsel sayısı 101 iken, proje sonrası 159'a çıkmıştır. Parsel sayısının artması hisselliğin azalmasından kaynaklanmaktadır. Bu çalışmanın amacı AT öncesi ve sonrası parsel şekillerinin değişimini şekil indeks göstergeleri ile karşılaştırmaktır. Çalışmada şekil indeks göstergelerini sınıflandırmak ve haritalar oluşturmak amacıyla NetCAD 5.0 ve ArcMAP 10.5 haritalama programları kullanılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre; AT öncesi ortalama FD, SI, FORM, AFF, SqP, ve APR değerleri sırasıyla 3.07, 1.45, 0.54, 0.04, -0.81 ve 5.147; AT sonrası ise 1.30, 1.42, 0.55, 0.04, -0.82 ve 5.04 olarak hesaplanmıştır. AT öncesi ve sonrası FD, SI ve APR indeks değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($P<0.05$). Ancak diğer indeks değerleri arasında istatistiksel olarak önemli seviyede fark bulunmamıştır. Sonuç olarak parsel şekillerinin AT öncesi ve sonrası durumda parsel büyüklüklerinin azalmasına rağmen parsel şekillerinde önemli seviyede bir değişim olmadığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Arazi toplulaştırması, parsel şekilleri, şekil indeksi, CBS.

Change of Parcel Shapes in Land Consolidation Projects: The Case Study of Şanlıurfa Bozca Village

Abstract

Land consolidation (LC) projects were integrated on 6 million ha in order to aggregate agricultural lands of holdings, provide road and irrigation facilities and correction parcels shapes. The Ministry of Agriculture and Forestry aims to complete 14 million hectares of LC projects by 2023. One of the benefits of land consolidation projects is to correction of the parcel shapes for the holdings. The change of the parcel shapes before and after LC is expressed by numerical indicators by many researchers. Fractal Dimension (FD), Shape Index (SI), Form Factor (FORM), Areal Form Factor (AFF), Square pixel metric (SqP), Area-Perimeter Ratio (APR) are commonly used to measure the appropriateness of parcel shapes. In this study, Bozca village LC project of Viranşehir town in Şanlıurfa province was taken as material. Total area of the project is 1159.22 ha. Before LC, the number of the parcels was 101 and then increased to 159 after LC. The increase in the number of parcels is due to the decrease in the shares. The aim of this

study is to compare the changes of before and after LC parcel shapes with the indicators. NetCAD 5.0 and ArcMAP 10.5 mapping programs were used in the study in order to classify shape index indicators and create maps. According to the results of the analysis; before LC, mean of FD, SI, FORM, AFF, SqP, and APR values were 3.07, 1.45, 0.54, 0.04, -0.81 and 5.147, respectively; after LC was 1.30, 1.42, 0.55, 0.04, -0.82 and 5.04. There was a statistically significant difference between the mean values of FD, SI and APR index before and after LC ($P < 0.05$). However, there was no statistically significant difference between the other index values. As a result, it can be said that there is no significant change in the parcel shapes despite the decrease of the parcel sizes before and after LC.

Key words: Land consolidation, parcel shapes, shape index, GIS.

Giriş

Tarımsal üretimde verimliliğinin artırılmasında en önemli sorunların başında tarımsal alt yapı yetersizliği gelmektedir. Ülkemizde tarım arazilerinin parçalı, dağınık ve şekillerinin bozuk olması arazilerde ekonomik bütünlüğün, yeter büyüklükte tarımsal arazi parselinin ve yeter gelirli tarımsal işletmenin olmamasına neden olmaktadır. Mülkiyeti aynı kişiye ait, sınırdaş olan tarımsal arazilerin toplam büyüklükleri örtü altı tarım arazilerinde 1 dekar, dikili tarım arazilerinde 5 dekar, sulu ve kuru tarım arazilerinde 10 dekar ve üzerinde olması halinde, bu arazilerde ekonomik bütünlük değerlendirmesi yapılır (Anonim, 2014). Yeter büyüklükte tarımsal arazi parseli: makinelik tarımda toplam işlem zamanları ve alan kayıplarını azaltan, arazi nitelikleri, ürün deseni ve potansiyeline göre Bakanlık tarafından belirlenen ve daha fazla küçültülemeyecek en küçük parsel büyüklüğünü ifade eder. Yeter gelirli tarımsal işletme: Bir tarım işletmesinde üretim faktörlerinin rasyonel kullanımına olanak vererek işletmenin gelişmesini temin eden, ailenin ekonomik ve sosyal gelişimini temin edecek gelir ile tarımsal yapının muhafazası ve tarımın sürekliliğini sağlayan en küçük işletme büyüklüğünü ifade eder. Parçalı, dağınık ve şekilleri bozuk tarla parselleri üretim girdilerini azaltmakta işletmenin gelirinin düşmesine neden olmaktadır.

Ülkemiz tarımının en önemli sorunlarından birisi de parsel şekillerinin bozuk olmasıdır. Etkin bir tarımsal mekanizasyon işletmeciliği için düzgün dikdörtgen şekilli parsellerin oluşturulması gerekmektedir. Tarla parsellerinin şekillerinin bozuk olması; tarım makinelerinin boş çalışma süresini artırmakta, tarımsal işlemler (sürüm, ekim, ilaçlama, gübreleme, hasat vb.) tam yapılamamakta, sınır tel, çit ve malzemede artış olmakta, arazinin değeri düşmekte, teknik tarım yöntemlerinin uygulanmasında zorluklar ve işçilik artmakta, verim ve gelir düşmekte, istenilen basınçlı sulama sistemleri uygulanamamakta, alan kayıpları ortaya çıkmaktadır.

Parsel şekli tarımsal üretim girdilerini etkilediği için arazi toplulaştırma öncesi ve sonrası proje başarısını ölçmede parsel şekillerinin analizi dikkate

alınması gereken önemli bir göstergedir. Parsel şekil analizinde parselin düzgün bir yapıya sahip olup olmadığı irdelenir. Demetriou ve ark. (2013) belirli göstergeler veya şekil endeksleri kullanarak şekli tanımlama ve ölçme sürecini şekil analizi olarak tanımlamaktadır.

Birçok araştırmacı tarafından şekil indeksleri geliştirilmiştir. Geliştirilen indeksler parsel şekillerinin kusurlu yapısının matematiksel bir tanımlamasıdır. Boyce ve Clark (1964) özellikle kentsel alanlar, Simons (1974) pazar alanları, Comber ve ark. (2003) ekoloji, Lord ve Wilson (1984) matematik alanında, Zhang ve ark. (2006) uzaktan algılama konularında şekil endekslerine odaklanmıştır. Demetriou ve ark. (2013) parsel şekil geometrisi analizinde parsel kenar uzunluğu, açı, sınır noktaları gibi ağırlıklı faktörlerden oluşan parsel şekil indeksini (PSI), Coelho ve ark. (2001) parsel şekil katsayısını kullanmışlardır.

Arazi toplulaştırma proje öncesi ve sonrası parsel şekillerinin değişimi üzerine dünyada ve ülkemizde çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Gonzalez ve ark. (2007) bir parselin kullanılabilir alanı ve toprak işleme süresinin göz önüne alınması gerektiğini, Kwinta ve Gniadek (2017) eşdeğer dikdörtgen üzerinde parsel şeklinin bozulma faktörünü, Amiama ve ark. (2008) parsel alanı ile çevresi arasındaki ilişkiden yararlanarak İspanya'da 163 tarla parselini değerlendirmiştir. Polat ve Manavbaşı (2012) parsellerin geometrik şekillerini (yamuk, üçgen, dikdörtgen ve şekilsiz) dikkate alarak bir değerlendirme yapmışlardır. Küsek (2014) parsel uzunluğu, şeklin düzensizliği ve uzunluk-genişlik oranı arttıkça, arazi yüzeyine oranla sınır kaybı, dolayısıyla arazi kaybının da arttığını belirtmiştir. Sınır kayıpları açısından ise en elverişli parsel şekli kare, işleme kolaylığı ve zaman kaybı açısından ise dikdörtgen parsellerdir. Kirmikil ve Arıcı (2013) bazı metrik göstergelerle Bursa Karacabey'de dört köyde arazi toplulaştırma öncesi ve sonrası parsel şekillerindeki değişimi Şekil indeksi ve Fraktal büyüklük indeksleri ile belirlemişlerdir. Akkaya Aslan ve ark. (2007) çeşitli tipteki parselleri Şekil indeksi ve Fraktal büyüklük indeksi ile değerlendirmişlerdir.

Tarımsal üretimi doğrudan etkileyen ve önemli bir sorun olarak görülen parsel şekillerinin bozukluğunun çözümünde kullanılan en uygun yöntem ise arazi toplulaştırmasıdır. Arazi toplulaştırmasının amaçlarından biri, tarımsal mekanizasyona uygun düzgün şekilli yeni parsellerin oluşturulmasıdır. Arazi toplulaştırma çalışmalarında ideal parsel şekli, belirli bir uzunluk-genişlik oranını içeren bir dikdörtgendir.

Bu çalışmanın amacı arazi toplulaştırma öncesi ve sonrası parsel şekillerinin değişimini Fraktal büyüklük indeksi (FD), Şekil indeksi (SI), Şekil faktörü

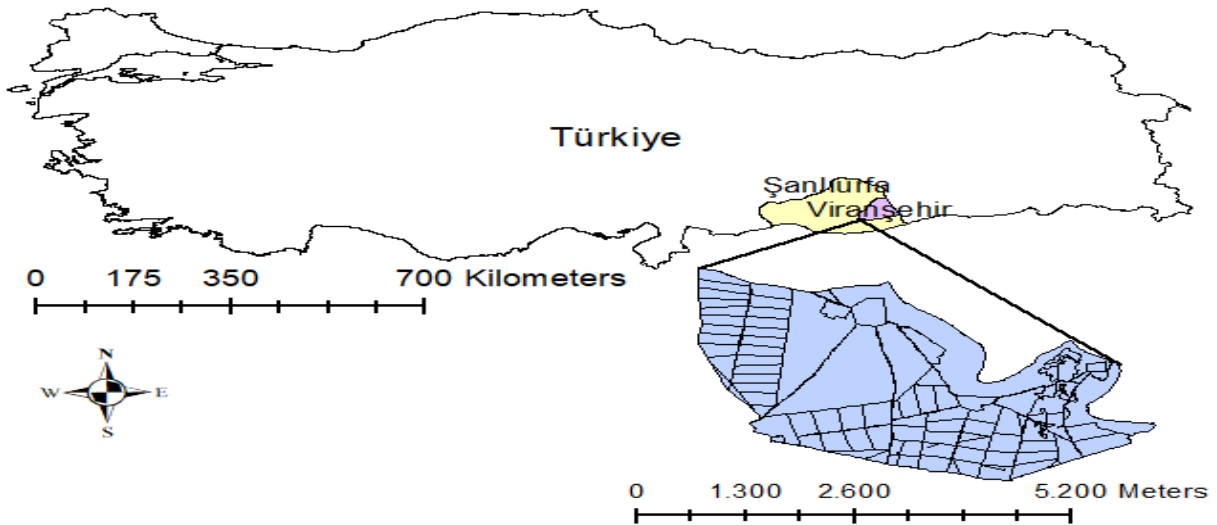
(FORM), Alan şekil faktörü (AFF), Kare piksel ölçeği (SqP) ve Alan çevre oranı (APR) göstergeleri ile Şanlıurfa Bozca köyü örneği alınarak değerlendirilmesidir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada materyal olarak Şanlıurfa Bozca köyü arazi toplulaştırma projesi materyal olarak alınmıştır. Çalışma alanı olarak seçilen Bozca köyü arazi toplulaştırma projesi ile ilgili bilgiler Çizelge 1’de ve arazi toplulaştırma öncesi ve sonrası parsellasyon haritası ise Şekil 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Bozca köyü arazi toplulaştırma alanı bilgileri

Proje Bilgileri	AT Öncesi	AT Sonrası
Parsel sayısı	101	159
Her İşletmenin ortalama parsel sayısı	1.20	1.89
Ortalama parsel alanı (ha)	11.5	6.9
Ulaşım sisteminin uzunluğu (m)	27658	36001
Birim alana düşen yol uzunluğu (m ha ⁻¹)	24.72	31.06
Yoldan yararlanan parsel sayısı ve oranı	74 (%73)	159 (%100)
Proje alanı (ha)		1159
Ortalama işletme büyüklüğü (ha)		13.1 ha
İşletme sayısı		84



Şekil 1. Şanlıurfa Bozca köyü arazi toplulaştırma alanı lokasyon haritası.

Çalışmada AT öncesi ve sonrası parsel şekillerinin değişimini belirlemede parsel alanı (A) ve parsel çevresi uzunluğu (P) verileri ile ilişkili 6 gösterge kullanılmıştır. Çizelge 2’de göstergeler, formül, optimum değer, değer aralıkları ve kaynaklar verilmiştir.

AT öncesi ve sonrası değişimin önemlilik düzeyinin belirlenmesinde iki örnek t testi $p < 0.05$ anlamlılık seviyesinde test edilmiştir. Şekil analizinde

kullanılan indeksler arasında ilişki olup olmadığını, ilişki varsa yönünü ve gücünü belirlemek için korelasyon analizi yapılmıştır. Araştırmada parsel şekillerinin alan ve çevre uzunluğunun hesaplanmasında, indekslerin belirlenmesinde ve haritaların oluşumunda NetCAD 5.0, ve ArcMAP 10.5 programlarından yararlanılmış, veriler Excel ortamında hesaplanmıştır.

Çizelge 2. Parsel şekil göstergeleri

Göstergeler	Formül	Optimum değer	Değer aralıkları	Kaynaklar
Fraktal büyüklük indeksi (FD)	$FD = \frac{2 \ln P}{\ln A}$	1	(1-2)	Gonzalez ve ark. (2004)
Şekil indeksi (SI)	$SI = \frac{P_i}{2\sqrt{\pi A}}$	1	$1 \leq SI \leq \infty$	McGarigal ve Marks (1995)
Alan şekil faktörü (AFF)	$AFF = \frac{A}{P^2}$	1	(1-2)	Gonzalez ve ark. (2004)
Şekil faktörü (FORM)	$FORM = \frac{4\pi A}{p^2}$	1	(0-1)	Russ (2002)
Kare piksel ölçeği (SqP)	$SqP = \frac{1 - (4\sqrt{A})}{p}$	0	$1 - 2/\sqrt{\pi}$ ile 1	Frohn (1998)
Alan çevre oranı (APR)	$APR = \frac{P}{\sqrt{A}}$	1	(1-2)	Gonzalez ve ark.(2004)

Bulgular ve Tartışma

Fraktal büyüklük indeksi (FD): Bozca köyü arazi toplulaştırma öncesi ve sonrası şekil değişimini belirlemede kullanılan göstergelerin temel tanımlayıcı istatistiksel sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir. FD değeri AT öncesinde 1.23 ile 1.52, AT sonrası ise 1.18 ile 3.28 arasında değişmektedir. AT öncesi FD ortalaması 1.30, AT sonrası ise 3.07 bulunmuştur. AT öncesi ve sonrası FD sonuçlarına göre yapılan bağımlı iki örnek t testi sonuçlarına göre anlamlı bir fark bulunmuştur [$p < 0.05$ (0.000)]. Kirmikil ve Arıcı (2013) Bursa Karacabey arazi toplulaştırma projesi öncesinde

FD değerini 1.40 ile 1.60. AT sonrası ise 1.35-1.40 arasında hesaplamışlardır. FD indeks değeri 1 ve 2 arasında değişmektedir. 1’e yakın değerler düzgün geometrik, 2’ye yakın değerler düzgün olmayan geometrik şekilleri ifade eder (Gonzalez ve ark., 2004). AT öncesi ve sonrası FD değerlerinin değişimini gösteren harita Şekil 2’de verilmiştir. Şekil 2’de görüldüğü gibi AT öncesi parsel şekli tarımsal işletmecilik yönünden uygun olmayan bir yapıya sahip iken, AT sonrası parsel şekilleri düzelmiş ancak parsel büyüklüğü azalmıştır.

Çizelge 3. Tanımlayıcı temel istatistik sonuçları

İndeksler	Parsel sayısı	Minimum	Maximum	Ortalama	Standart sapma	P değeri
FD önce	152	1.23	1.52	1.30	0.05	0.000*
FD sonra	99	1.18	3.28	3.07	0.24	
SI önce	152	1.11	3.24	1.42	0.32	0.046*
SI sonra	99	1.11	3.29	1.45	0.38	
AFF önce	152	0.01	0.06	0.04	0.01	0.159
AFF sonra	99	0.01	0.07	0.04	0.01	
FORM önce	152	0.09	0.81	0.55	0.16	0.159
FORM sonra	99	0.09	0.82	0.54	0.18	
SqP önce	152	-1.02	-0.34	-0.81	28.50	0.087*
SqP sonra	99	-1.02	-0.35	-0.82	34.02	
APR önce	152	3.93	11.50	5.04	1.14	0.046*
APR sonra	99	3.92	11.66	5.14	1.36	

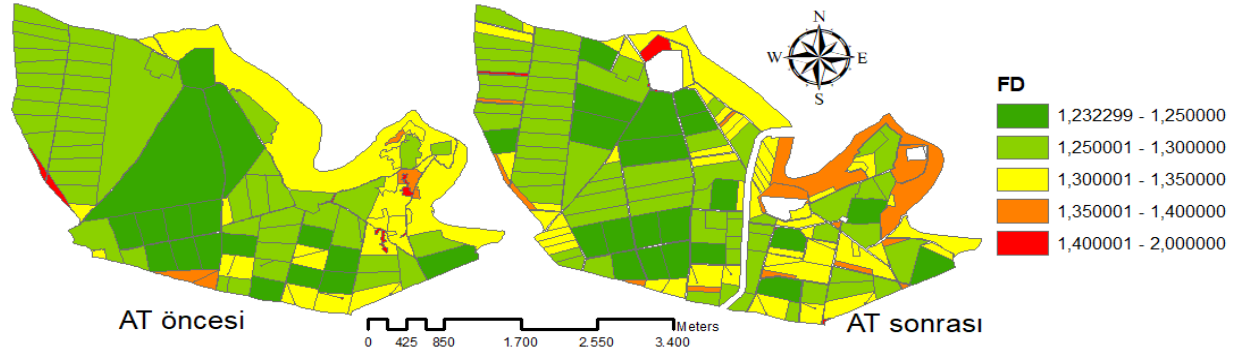
Önemlilik seviyesi: * $p < 0.10$.

Şekil indeksi (SI): SI değeri AT öncesinde 1.11 ile 3.24, AT sonrasında ise 1.11 ile 3.29 arasında değişmiştir. Ortalama ve standart sapma değerleri ise AT öncesinde 1.42 (0.32) ve AT sonrası 1.45 (0.38) olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). AT öncesi ve sonrası

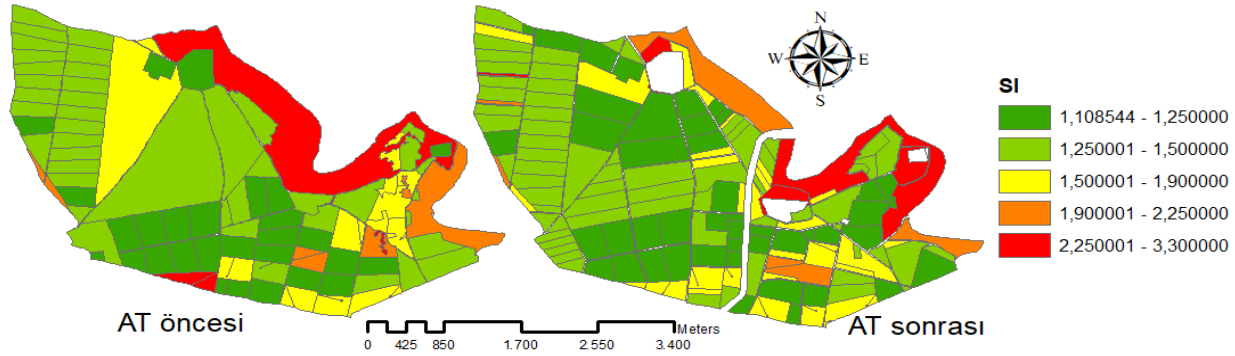
SI sonuçlarına göre yapılan bağımlı iki örnek t testi sonuçlarına göre anlamlı bir fark bulunmuştur [$p < 0.05$ (0.000)]. Salvati (2014) İtalya’da parsel şekillerinin değişimini 1949-2008 yıllık dönemde değerlendirmiş ve parsel şekil indeksini 1.32 (1949) ve 1.70 (2008) olarak belirlemiştir. SI değerinin 1 veya 1’e yakın

olması düzgün şekilli parsellerin olduğunu ifade etmektedir (McGarigal ve Marks, 1995). Bu nedenle AT sonrası tarla parsellerinde şekilsel olarak belirgin bir değişikliğin olmadığı görülmektedir. Şekil 3’de

verilen SI değerlerinin dağılımını gösteren harita incelendiğinde AT öncesine oranla elde edilen SI değerlerinin daha simetrik bir yapıya sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 2. AT öncesi ve sonrası FD değerleri değişim haritası.



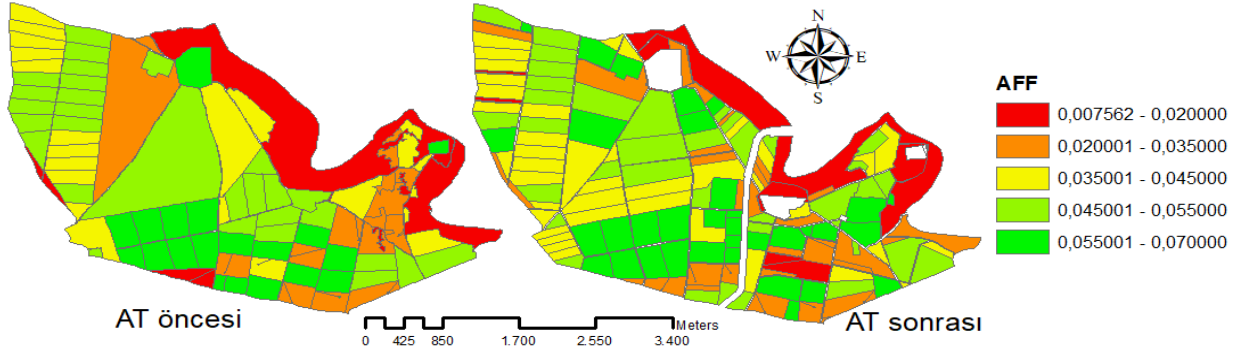
Şekil 3. AT öncesi ve sonrası SI değerleri değişim haritası.

Alan şekil faktörü (AFF): Çizelge 3’de verilen AFF AT öncesi ve sonrasında hesaplanan ortalama, minimum ve maksimum değerlerde değişiklik olmadığı görülmektedir. AT öncesi ve sonrası AFF değerlerine göre yapılan bağımlı iki örnek t testi sonuçlarına göre anlamlı bir fark bulunmamıştır [$p < 0.05$ (0.159)]. Gonzalez ve ark. (2004) parsel en boy oranına göre AFF değişimini hesaplamışlardır. AFF 1/1 boyutunda 0.063, 1/2 0.055, 1/44 0.040, 1/6 0.031 ve 1/8 boyutunda ise 0.025 olarak hesaplamışlardır. AT öncesi ve sonrası AFF değerlerinin değişimini gösteren harita Şekil 4’de verilmiştir.

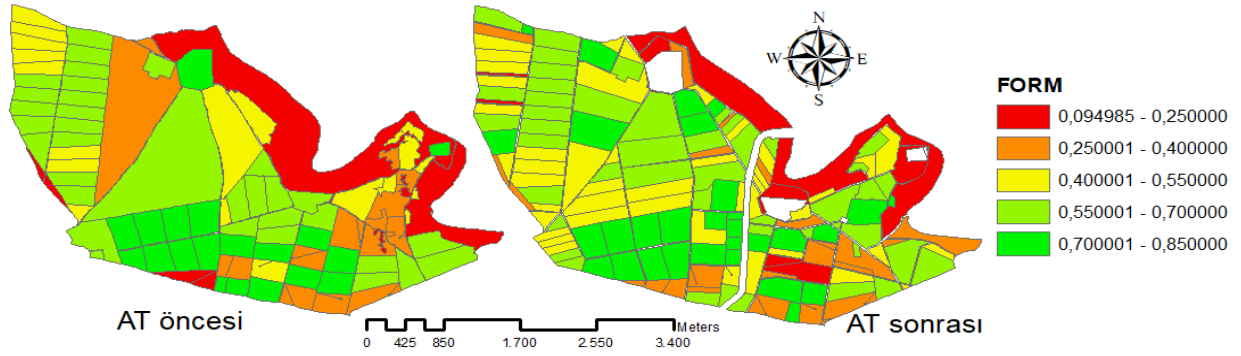
Şekil faktörü (FORM): AT öncesinde minimum, maksimum ve ortalama FORM değerleri sırasıyla 0.09, 0.81 ve 0.54 olarak bulunmuştur. AT sonrası ise FORM değerleri minimum 0.09, maksimum 0.82 ve ortalama 0.54 hesaplanmıştır (Çizelge 3). AT öncesi ve sonrası FORM sonuçlarına göre yapılan bağımlı iki örnek t testi

sonuçlarına göre anlamlı bir fark bulunmamıştır [$p < 0.05$ (0.159)]. Bayram ve Değirmenci (2018) Niğde Misli ovasında Yıldıztepe arazi toplulaştırma projesinde AT öncesi mera parsellerinin ortalama, maksimum ve minimum FORM değerleri sırasıyla 0.4244, 0.8094 ve 0.1136; AT sonrası ise 0.4041, 0.5653 ve 0.2367 olarak hesaplamışlardır. FORM değerlerinin değişimini gösteren harita Şekil 5’de verilmiştir.

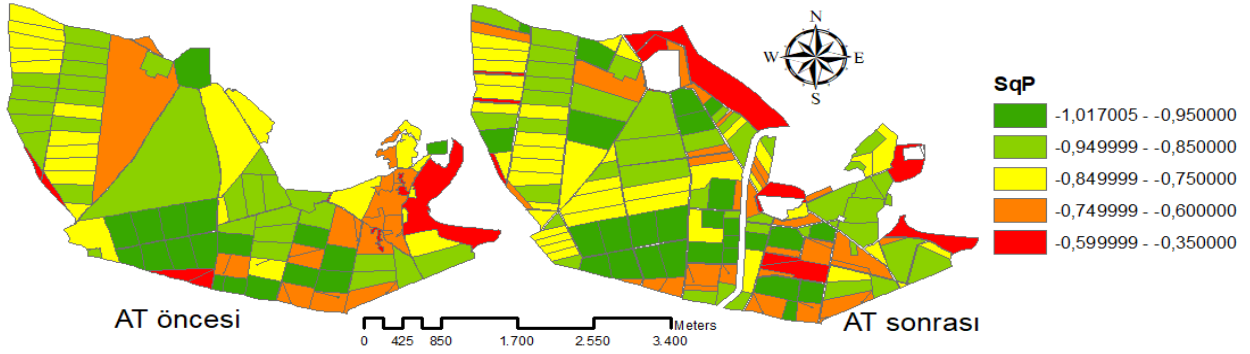
Kare piksel ölçeği (SqP): AT öncesi SqP değerleri minimum -1.02, maksimum -0.34 ve ortalama -0.81 bulunmuştur (Çizelge 3). Jiao ve Liu (2012) 8 farklı arazi kullanım durumunda yapmış oldukları çalışmada tarla parsellerinin SqP değerlerini -0.3 ile 0.4 arasında hesaplamışlardır. Bağımlı iki örnek t testi sonuçlarına göre AT öncesi ve sonrası SqP değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır [$p < 0.05$ (0.087)]. SqP değerlerine göre yapılan harita Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 4. AT öncesi ve sonrası AFF değerleri değişim haritası.



Şekil 5. AT öncesi ve sonrası FORM değerleri değişim haritası.



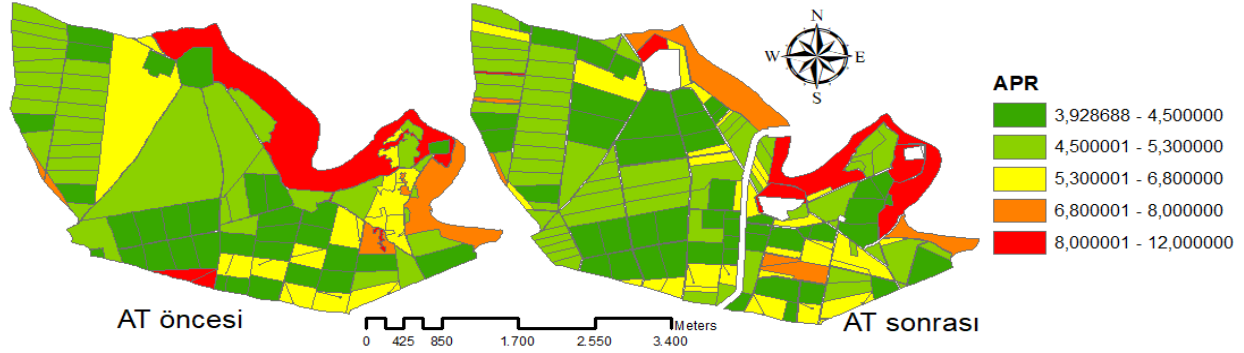
Şekil 6. AT öncesi ve sonrası SqP değerleri değişim haritası.

Alan çevre oranı (APR): AT öncesi APR minimum, maksimum ve ortalama değerler sırasıyla 3.93, 11.50 ve 5.04, AT sonrası ise 3.92, 11.66 ve 5.14 olarak bulunmuştur (Çizelge 3). Libecap ve Lueck (2011) yapmış olduğu bir çalışmada APR değerini minimum 44, maksimum 5.6 ve ortalama 4.3 olarak hesaplamışlardır. AT öncesi ve sonrası APR değerleri ile yapılan bağımlı iki örnek t testi sonuçlarına göre anlamlı bir fark bulunmuştur [$p < 0.05$ (0.046)]. APR değerlerine göre yapılan harita Şekil 7'de verilmiştir.

Şekil İndeksi göstergeleri arasındaki korelasyon katsayısı: AT öncesi ve sonrası şekil indeksleri arasındaki Pearson korelasyon sonuçları Çizelge 4 ve 5'te verilmiştir. AT öncesi yapılan analiz sonucunda SI-FORM $r = -0.908$, SI-AFF $r = -0.908$, SI-APR $r = 1$, SI-SqP $r = 0.949$, FORM-AFF $r = 1$, FORM-APR $r = -0.908$, FORM-SqP $r = -0.990$, AFF-APR $r = -0.908$, AFF-SqP $r = -0.990$, APR-SqP $r = 0.949$ indeksleri arasında çok yüksek bir korelasyon bulunmuştur. SI-APR, SI-SqP, FORM-AFF, APR-SqP indeksleri arasında doğrudan pozitif bir ilişkinin olduğu bulunmuştur. SI-FORM, SI-AFF, FORM-APR, FORM-SqP, AFF-APR, AFF-SqP

indeksleri arasında ise negatif bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Çizelge 5’de görüldüğü gibi AT sonrası ise SI-FORM $r=-0.901$, SI-AFF $r=-0.901$, SI-APR $r=1$, SI-SqP $r=0.947$, FORM-AFF $r=1$, FORM-APR $r=-0.901$, FORM-SqP $r=-0.992$, AFF-APR $r=-0.901$, AFF-SqP $r=-0.992$, APR-SqP $r=0.947$ indeksleri arasında yüksek

korelasyon bulunmuştur. SI-APR, SI-SqP, FORM-AFF, APR-SqP indeksleri arasında doğrudan pozitif bir ilişkinin olduğu bulunmuştur. SI-FORM, SI-AFF, FORM-APR, FORM-SqP, AFF-APR, AFF-SqP indeksleri arasında ise negatif bir ilişkinin olduğu görülmüştür. FD ile diğer indeksler arasında güçlü bir ilişki bulunmamıştır.



Şekil 7. AT öncesi ve sonrası APR değerleri değişim haritası.

Çizelge 4. AT öncesi korelasyon katsayıları

İndeksler	FD	SI	FORM	AFF	APR	SqP
FD	1					
SI	0.189	1				
FORM	-0.201*	-0.908**	1			
AFF	-0.201*	-0.908**	1.000**	1		
APR	0.189	1.000**	-0.908**	-0.908**	1	
SqP	0.265**	0.949**	-0.990**	-0.990**	0.949**	1

Önemlilik seviyesi: ** $p<0.05$, * $p<0.10$.

Çizelge 5. AT sonrası korelasyon katsayıları

İndeksler	FD	SI	FORM	AFF	APR	SqP
FD	1					
SI	0.639**	1				
FORM	-0.653**	-0.901**	1			
AFF	-0.653**	-0.901**	1.000**	1		
APR	0.639**	1.000**	-0.901**	-0.901**	1	
SqP	0.673**	0.947**	-0.992**	-0.992**	0.947**	1

Önemlilik seviyesi: ** $p<0.05$.

Sonuç ve Öneriler

Arazi toplulaştırma öncesi ve sonrası parsel şeklinin değişimini ölçmek için FD, SI, FORM, AFF, SqP, APR olmak üzere 6 indeks kullanılmıştır. Bazı indeksler şekil özelliklerini aynı açıdan tanımlar ve bir dereceye kadar ilişkilidir. Sonuçlar AT öncesi ve sonrası yapılan analizde 6 göstergeden üçünde AFF, FORM ve SqP indekslerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir. Demetriou ve ark. (2013) yaptığı çalışmada yaygın olarak kullanılan şekil indekslerinin (FD, SI, FORM, AFF, APR) her zaman tutarlı olmadığını

belirtmiştir. Aynı şekil indeksi değerlerine sahip olan parsellerin farklı olduğunu ve farklı şekil indeksine sahip parsellerin ise benzer şekillere sahip olduğunu kanıtlamıştır. Bu nedenle Demetriou ve ark.(2013) yeni bir parsel şekil indeksi fikrini ortaya atmıştır. Ancak bu arazi toplulaştırması gibi çok fazla parselin değerlendirilmesi gerektiren çalışmalar için zor bir yöntemdir. Bayram ve Değirmenci (2018) yaptığı çalışmada 6222 (AT öncesi) ve 3347 (AT sonrası) toplam 9569 parsel üzerinde yaptığı çalışmada FD, SI ve FORM değerlerinin AT öncesi ve sonrası istatistiksel

olarak farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Bu çalışma sonucunda parsel şeklinin belirlenmesinde kullanılan şekil indekslerinin arazi toplulaştırma projelerinin parsel şekli, büyüklüğü ve sayısına göre uygunluğunun değişim gösterdiği söylenebilir.

Arazi toplulaştırma alanlarında parsel şekil özellikleri büyük ölçüde insan faaliyetlerinden etkilenmektedir. Tarla parsellerinin şekil değişimi aynı zamanda antropojenik etkilerin bir anlamda ölçülmesi olarak da düşünülebilir. Antropojenik etkiler, daha yoğun nüfuslu ve yoğun kullanılan alanlarda daha büyük olacaktır. Böylece şekil özellikleri bu tür alanlarda daha önemli olacaktır. Gelecekte tarla parselleri üzerine antropojenik etkilerin belirlenmesine yönelik şekil indekslerinin geliştirilmesi önemli bir konu olacaktır. Sonuç olarak seçilen indekslerle yapılan AT öncesi ve sonrası parsel şekil değişiminin analizinde parsel şekilleri düzeldikçe ve antropojenik etkiler azaldıkça hesaplanan şekil indeksleri arasındaki ilişkinin daha yüksek olduğu, şekiller geometrik olmadığına da ise daha farklı sonuçlar ortaya çıktığı görülmüştür.

Kaynaklar

Akkaya Aslan, T., Gundogdu, K., Arici, I. 2007. Some metric indices for the assessment of land consolidation projects. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(9): 1390-1397.

Amiama, C., Bueno, J., Alvarez, C.J. 2008. Influence of the physical parameters of fields and the crop yield on the effective field capacity of a self-propelled forage harvester. *Biosystems Engineering*, 100: 198-205.

Anonim. 2014. 6537 Sayılı Toprak Koruma Ve Arazi Kullanımı Kanununda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun, Resmi Gazete 15 Mayıs 2014 tarih ve 29001 Sayı.

Bayram, R., Değirmenci, H. 2018. Arazi toplulaştırma projelerinde parsel şekillerinin analizi: Niğde Misli Ovası 2. kısım Yıldıztepe örneği. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(4): 500-510.

Boyce, R., Clark, W. 1964. The concept of shape geography. *Geographical Review*, 54: 561-72.

Coelho, C., Pinto, P.A., Silva, M. 2001. A systems approach for the estimation of the effects of land consolidation projects (LCPs): A module and its application. *Agricultural Systems*, 68: 179-95.

Comber, A.J., Birnie, R.V., Hodgson, M. 2003. A retrospective analysis of land cover change using polygon shape index. *Global Ecology and Biogeography*, 12: 207-15.

Demetriou, D., See, L., Stillwell, J. 2013. A parcel shape index for use in land consolidation planning. *Transactions in GIS*, 17(6): 861-882.

Frohn, R.C., 1998. Remote Sensing for Landscape Ecology: New Metric Indicators for the Monitoring, Modeling, and Assessment of Ecosystems. *Lewis Publishers*, Boca Raton, FL.

Gonzalez, X.P., Alvarez, C.J., Crecente, R. 2004. Evaluation of land distributions with joint regard to plot size and shape. *Agricultural Systems*, 82: 31-43.

Gonzalez, X.P., Marey, M.F., Alvarez, C.J. 2007. Evaluation of productive rural land patterns with joint regard to the size, shape and dispersion of plots. *Agricultural Systems*, 92: 52-62.

Jiao, L., Liu, Y. 2012. Analyzing the shape characteristics of land use classes in remote sensing imagery. *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, 1-7: 135-140.

Kirmikil, M., Arici, I. 2013. The Role of land consolidation in the development of rural areas in irrigation areas. *Journal of Food. Agriculture & Environment*, 11(2): 1150-1155.

Küsek, G. 2014. Türkiye’de arazi toplulaştırmasının yasal durumu ve tarihsel gelişimi. *Ç.Ü.Z.F. Dergisi*, 29(1): 1-6.

Kwinta, A., Gniadek, J. 2017. The description of parcel geometry and its application in terms of land consolidation planning. *Computers and Electronics in Agriculture*, 136: 117-124.

Libecap, G.D., Lueck, D. 2011. The demarcation of land and the role of coordinating institutions. *The Journal of Political Economy*, 119(3): 426-467.

Lord, E.A., Wilson, C.B. 1984. The Mathematical Description of Shape and Form. West Sussex, England, Ellis Horwood.

McGarical, K., Marks, B.J. 1995. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. Washington, D.C., U.S. Department of Agriculture, Forest Service, General Technical Report No PNW-GTR-351.

Polat, H.E., Manavbaşı, İ.D., 2012. Arazi toplulaştırmasının kırsal alanda yakıt tüketimi ve karbondioksit salınımına etkisinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 18: 157-165.

Russ, J.C. 2002. The Image Processing Handbook. Fourth ed. CRC Press, Boca Raton, FL.

Salvati, L. 2014. Urban Growth and the spatial structure of a changing region: An integrated

- assessment. *Journal of Urban and Regional Analysis*, (6): 5-14.
- Simons, P. 1974. Measuring Shape Distortions of Retail Market Areas. *Geographical Analysis*, 6: 331-40.
- Zhang, L., Huang, H., Huang, B., Pingxiang, L. 2006. A Pixel Shape Index Coupled with Spectral Information for Classification of High Spatial Resolution Remotely Sensed Imagery. *Geoscience and Remote Sensing*, 44: 2950-61.

Araştırma Makalesi

Van Kenti Dönüşen Peyzaj Örneğinde İpekyolu ve Milli Egemenlik Parklarının Mevcut Durum Analizleri

Feran AŞUR*

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

*Sorumlu Yazar: feranekasur@gmail.com

Geliş Tarihi: 09.04.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 31.05.2019

Kabul Tarihi: 08.07.2019

Özet

Kentlerin fiziksel yapısını biçimlendiren ve ortaya koyan temel alan kullanımlarından biri olan açık ve yeşil alanlar kentin planlaması ve tasarımında diğer alan kullanımlarını bir denge unsuru olarak bütünleştirmektedir. Kentler hem doğal hem insan kaynaklı tehditlere karşı oldukça kırılgan olan, karmaşık ve öğeleri birbirine bağlı sistemlerdir. Bu çalışmada 2011 Yılı'nın Ekim ve Kasım aylarında Van'da yaşanan yıkıcı depremden sonra peyzaj dönüşüm kapsamında yeni yapılan iki parkın mevcut durum analizi yapılmıştır. Bu bağlamda depremden sonra dönüşüm projesinin kentsel açık mekan sistemleri kapsamında hasar gören iki kamu binası yerine inşa edilen İpekyolu Parkı ve Milli Egemenlik parkının nitelik ve nicelik durum analizi yapılmış, görsel izlenimler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla iki parkın büyüklük, donatı elemanı varlığı, alan kullanımları, bitkisel ve yapısal tasarım ilkeleri bakımından uygunlukları görsel izlenimlere dayalı değerlendirmelerle yapılmıştır. Bu değerlendirme kamu kurumları ve özel sektörde çalışan 5 peyzaj mimarı tarafından yapılmıştır. Çalışma sonucunda yapılan puanlama tablosu ve yüzdeler değerlendirildiğinde en yüksek değerin İpekyolu parkına ait olduğu ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda Milli Egemenlik parkının iyileştirilmesine yönelik öneriler sunulmuştur. Yapılan incelemeler, kentsel nüfusun mahalle düzeyinde yeşil alanlardan faydalanma olanaklarının etkin ve yerinde kullanılabilirliğine ve ileriye yönelik kentsel yeşil alan sisteminin planlama-tasarım ilkelerinin belirlenmesine katkı sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Kentsel yeşil alan, Peyzaj dönüşüm, görsel izlenim.

Analysis of the Existing Situation of İpekyolu and Milli Egemenlik Parks in the Transformed Landscape of Van City

Abstract

The open and green space, which are one of the main uses that shape and reveal the physical structure of cities, integrate other uses of space in the planning and design of the city as an equilibrium element. The complexes are complex and interdependent systems that are highly fragile against both natural and human threats. In this study, after the devastating earthquake in Van in October and November 2011, the current situation analysis of the two new parks within the scope of landscape transformation has been made. In this context, the quality and quantity status analysis of İpekyolu and Milli Egemenlik parks, which were constructed instead of two public buildings damaged by the urban open space systems after the earthquake, were carried out and visual impressions were realized. For this purpose, the suitability of the two parks in terms of size, reinforcement element presence, field uses, vegetative and structural design principles were made by evaluations based on visual impressions. This evaluation was made by 5 landscape architects working in public and private sectors. When the scoring table and percentage values were examined, it was found that the highest value belongs to İpekyolu Park. In this direction, suggestions for improvement of the Milli Egemenlik Park were presented. The examinations will contribute to the

effective and on-site availability of the urban population's opportunities to benefit from green areas at the neighborhood level and to the planning-design principles of the urban green space system in the future.

Key words: Urban green space, landscape transformation, visual impression.

Giriş

Kentin fiziksel yapısını biçimlendiren ve oluşturan temel alan kullanımlarından biri olan açık ve yeşil alanlar kentin planlaması ve tasarımında diğer alan kullanımlarını bir denge unsuru olarak bütünleştirmektedir (Gül ve Küçük, 2001; Manavoğlu ve Ortaçeşme, 2015; Külekçi, 2018). Kentsel peyzaj tasarımında, doğal ortamların yansımalarını kentsel ortamlara taşımak ve insan ile doğa arasındaki bağı dengeli bir şekilde kurmak, amaçlanan önemli unsurlardan biridir. Diğer unsur ise estetik, ekolojik

ve işlevsel bakımdan sürdürülebilir bir peyzaj meydana getirebilmektir (Sarı ve Karaşah, 2018). Bir peyzajın görsel etkisi, manzaranın iyi ya da kötü algılanması ve bununla ilişkili olarak da ziyaretçilerin bu alandan hoşlanıp hoşlanmadıkları üzerinde doğrudan etkilidir (Çizelge 1). Arriaza ve ark., (2004) ile Zhao ve ark., (2013)'e göre görsel estetik değerlendirme, bir peyzajın görsel kalitesini tasarım ve yönetim ile artırmak için güvenilir bir yöntem olarak kabul edilmektedir.

Çizelge 1. Görsel peyzaj değerlendirmede kullanılan bazı algısal parametreler

Parametreler	Tanımı	Referanslar
Manzaranın genel güzelliği	Peyzajın yarattığı yüksek beğeni hisleri.	Nasar (1988), Kim ve Kang (2009), Sevenant ve Antrop (2009), Aşur ve Alphan (2018)
Gizemlilik	Mekanda daha ileri gidildiğinde daha fazla şey bulanabileceği ve mekanı keşfetme isteği.	Nasar (1988), Kaplan ve ark., (1998), Bell (1999)
Tipiklik, özgünlük, karakteristik	Görüntünün kompozisyonu kendine özgü olması.	Sevenant ve Antrop (2009), Acar ve ark., (2013)
Canlılık	Mekanın canlı olduğunu algılama, sosyal aktivite yapabilme algısının oluşması	Nasar (1988), Clay ve Smidt (2004)
Güvenirlilik	Görünen alanda korku ve tedirginlik hissetmemek.	Nasar (1988), Kim ve Kang (2009), Zhang ve Lin (2011).
Etkileyici, gösterişli	Manzaranın göz alıcı olması.	Özbilen (1983), Nasar (1988), Tveit ve ark., (2006)
Sessizlik, sakinlik	Manzaranın dinginlik ve sükûnet algısını oluşturma.	Nasar (1988), Kim ve Kang (2009), Sevenant ve Antrop (2009)
Görünebilirlik, perspektif	Manzaranın gözlemciye göre uzaktan görünüş pozisyonunu ve etkileri	Val ve ark., (2006), Fry ve ark., (2009), Kim ve Kang (2009)
Bozulmuşluk	Manzaradaki öğelerin insan yapımı elemanlarla bağlamsal uyumsuzluk ve tutarsızlık.	Tveit ve ark., (2006), Fry ve ark., (2009), Ode ve ark., (2009), Sevenant ve Antrop (2009), Acar ve ark., (2013)
Korunmaya değer	Manzara içerdiği öğelerden dolayı korunmasının gerekliliği.	Sevenant ve Antrop (2009), Matthies ve ark., (2010), Aşur ve Alphan (2018)

Peyzaj mimarlığında önemli yerleri olan parklar; büyüklük, içlerinde bulunan faaliyet çeşitliliği, yetki alanları ve hitap ettikleri nüfusa göre sınıflandırılmaktadır. Mahalle parklarının temel özellikleri ve parkların standartları Çizelge 2'de verilmiştir (Tümer, 1976; Gül ve Küçük, 2001; Polat, 2002; Onsekiz ve Emür, 2008; Coşaner ve ark., 2014).

Peyzaj mimarlığı disiplininde yapısal ve bitkisel tasarım peyzaj tasarım sürecinin önemli bir aşamasını

oluşturmaktadır. Literatürde önerilen kuramsal altyapıya göre, başarılı bir peyzaj tasarımı oluşturabilmesi, tasarım ilkeleri ve öğelerinin iyi bir şekilde bütünleştirebilmesi (Çizelge 3) ve ilgili tasarımın uygulanacağı alanın yapısal karakterinin ve ekolojik ortamının uyum içinde olmasını gerektirmektedir.

Çizelge 2. Mahalle parklarının temel özellikleri ve parkların standartları

Mahalle parkı özellikleri	Standartlar
Etkili hizmet alanı	500- 1.500 m (Yarıçap)
Kullanıcıların yaş grubu	Bütün Yaşlar
Kişi başına büyüklük	8-12 (Alan_da/1000 Kişi)
Hizmet ettiği nüfus	3500- 5000
İdeal büyüklük (da)	20-40
Kullanım	Spor alanları (tenis kortları, çim futbol sahaları, basketbol ve voleybol sahaları, paten alanları, koşu pistleri vb.), Su ögesi (yapay göller, şelale, su kanalları, yüzme havuzları, süs havuzları vb.), küçük çapta piknik alanları, çocuk bahçesi, gösteri alanları, sergi alanları, yaya yolları, bisiklet yolu, oturma yerleri, çay bahçeleri, restoranlar, tuvaletler.
Etkinlik	Rekreasyon, Eğitim, Kamu sağlığına yönelik etkinlik çeşitleri, sosyal Kültürel toplanma alanları.

Çizelge 3. Peyzaj tasarımında kullanılan tasarım ilkeleri

Tasarım ilkesi	Tanımı	Referanslar
Tekrar-ritim	Tasarım ögesinin aynısı ya da benzeri birden fazla tekrar edilmesi	Bell, 1999; Kavas ve ark., 2016
Uygunluk	Yararlanılacak objelerin ortak ya da benzer özelliklerinin uyum içinde olmasıdır.	Güngör, 2005; Hackett, 1979; Karaşah, 2006
Birlik	Çeşitli tasarım öğelerini, tasarım ilkelerinin ışığında bir araya getirildiğinde bütünlük sağlaması.	Robinson, 2004; Smith, 2011
Vurgu	Tasarımda kullanılan objelerde biri ya da bir gurubu öğeler bakımından ya da konumu açısından diğerlerinden daha dikkat çeken tasarım bileşeni.	Uzun, 1999; Robinson, 2004
Hiyerarşi	Tasarım özelliklerinde düzenli hareketlilik,değişiklik, veya geçiştir	Nelson, 2004
Denge	Yararlanılan renk, form, ölçü gibi öğelerin bütünlük içinde eşitliği veya denkliliğidir.	Robinson, 2004
Oran	Tasarımda yararlanılan görsel objelerin büyüklüklerinin birbiri ile olan ilişkilerinin uyumlu olmasıdır.	Güleç, 1987; Karaşah, 2006
Egemenlik	Tasarım ögesi biçim, biçim grubu ya da cismin diğerlerine üstünlük kurması durumudur.	Güngör, 2005

Hem doğal hem insan kaynaklı tehditlere karşı oldukça kırılgan olan kentler, karmaşık ve öğeleri birbirine bağlı sistemlerdir (Godschalk, 2003). Kentsel mekanların her boyutunda yaşanan gelişimler, değişimler ve dönüşümler sonucu ortaya çıkan bozukluklar ve/veya yetersizlikleri gidermek genel amacıyla üretilen yerel politika ve stratejileri içeren kentsel dönüşüm kavramı şeklinde tanımlamak mümkündür (Okumuş, 2014).

Özden (2008)'e göre kentsel dönüşüm kapsamında tasarıma ve peyzaj öğelerine özgü amaçlar yapıları, caddeleri; kentsel projeler, kamuya açık alanları içeren bütüncül tasarımın temel fikrini benimsemelidir. Kentsel dönüşüm aynı zamanda, manzara noktalarından ve nirengilerden yararlanmalı ve sürekliliği sağlayan, şaşırtıcı modeller ile semt parkları ve yeni manzaralar yaratmalıdır. Türkiye'de

kentsel dönüşüm kavramının dönüm noktası 1999 yılında meydana gelen Marmara Depremi olmuştur. Van'da ise 2011 depreminden sonra kentsel dönüşüm kavramı üzerinde durulan bir konu olmuş toplum ve devlet konuya daha çok önem vermeye başlamıştır. Depremden sonra yaşanan yıkımların ardından kentsel dokunun yeni fonksiyonlar kazanmasına ya da iyileştirilmesine yönelik yapılan çalışmalarla kentsel dönüşüm kapsamında Van kenti peyzaj mimarlığı açısından da farklı boyut kazanmıştır.

Bu çalışmada, Van Kentinde 2011 yılı depreminden sonra dönüşüm projesinin kentsel açık mekan sistemleri kapsamında; Van Yüzüncü Yıl Araştırma Hastanesi ve Jandarma Merkez Komutanlığı binalarının hasar görmesi ile bu iki alanda yapımı 2018 yılında tamamlanan 2 parkın

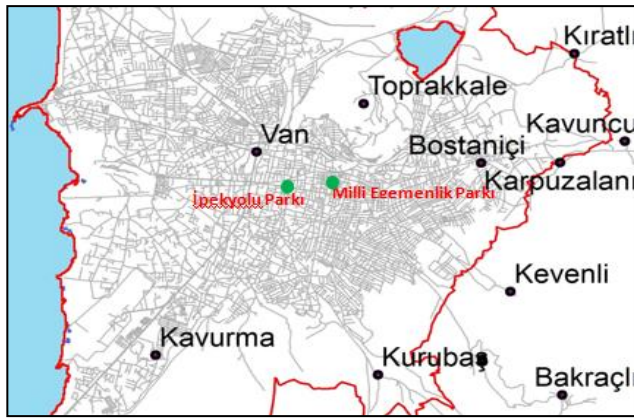
durumu analiz edilmiş ve görsel izlenimleri yapılmıştır. Bu bağlamda alan kullanımları, büyüklükleri, erişilebilirlikleri, bitkisel ve yapısal tasarım ilkelerine yönelik değerlendirme ölçütlerine bağlı olarak uygunlukları irdelenmiştir. Bu çalışma peyzaj dönüşümü kapsamında yaşanan depremden sonra hasarlı binaların yerine kamuya açık olan park alanına dönüştürme noktasında önem taşımaktadır. Yapılan irdelemelerin, yeşil alanlardan faydalanma olanaklarının mahalle düzeyinde kentsel nüfusun etkin ve yerinde kullanılabilirliğine ve ileriye yönelik kentsel yeşil alan sisteminin planlama-tasarım ilkelerinin belirlenmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada; 2011 depreminden sonra yapılan İpekyolu ve Milli egemenlik parkların alan kullanımları, büyüklük, erişilebilirlik, bitkisel ve

yapısal tasarım ilkeleri açısından değerlendirilmesi amacıyla; 1/5000 ölçekli Nazım ve 1/1000 ölçekli Uygulama İmar Planları, Google Earth haritaları, alanda yapılan fotoğraf çekimleri, Van Belediyesi Park Bahçeler Müdürlüğü ile yapılan sözlü görüşmeler ve alınan bilgiler ve kaynak taramaları temel materyal olarak kullanılmıştır.

Van ilinin en büyük ilçesi olan İpekyolu dünya üzerinde, 42 derece 40 dakika ve 44 derece 30 dakika Doğu boylamları ile 37 derece 43 dakika ve 39 derece 26 dakika Kuzey enlemleri arasındadır. Türkiye üzerinde ise, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Murat-Van Bölümü'ndeki Van Gölü kapalı havzasındadır (Şekil 1). İpekyolu ilçesi, 50 mahalleden oluşmaktadır. İpekyolu ilçesi, 2018 yılsonu nüfus sayımına göre 300.796 kişilik nüfusa sahip ve yıllık nüfus artış hızı yaklaşık % 2'dir. İlçenin toplamda 94.615,50 ha'lık bir yüzölçümüne sahiptir. İlçenin park alanı ise toplamda 253,16 ha'dır (URL, 2019).



Şekil 1. Araştırma alanının konumu.

Depremden sonra peyzaj dönüşümü gerçekleşen çalışma alanında gözlem, analiz ve değerlendirmeye dayalı bu araştırmada, ilk aşaması alan çalışmaları ve literatür değerlendirmeleri ile şekillenmiştir. İkinci aşamada örnek park seçimleri yapılmıştır. 50 mahalleden belirlenen iki örnek parkın seçiminde 2011 depreminden sonra hasar gören kamu binaların yıkımı ile yerlerine park inşa edilmesi öne çıkmıştır. Burada kullanım potansiyeli yüksek olması, merkezi konumda olması ve fonksiyonel olması dikkate alınmıştır. Uzman değerlendirmesine dayalı bu çalışmanın üçüncü aşamasında ise; kamu kurumları ve özel sektörde çalışan ve alanı yakından gören 5 peyzaj mimarı tarafından yerinde gözlem yapılarak değerlendirme formları doldurulmuştur. Her bireyin ayrı ayrı değerlendirme sonucunda verdiği puanların ortalaması alınmıştır.

Yapılan incelemede iki parkın nitelik açısından değerlendirmesinin gerçekleştirilmesinde görsel değerlendirme için seçilen algısal parametreler, peyzaj tasarım özellikleri değerlendirmesi için de tasarım ilkeleri belirlenmiştir. İki parkın nicelik açısından değerlendirmesi için temel özellikleri ortaya konulmuştur. Verilen puanların değerlendirmesinde Yeomans (1983), BCMF (1997), Güngör ve Arslan, 2004; Aktaş ve Kiper (2016), Aşur ve Alphan (2017)'nin benzer çalışmalarından yararlanılmıştır. Uzmanların ortak görüşü sağlanarak iyi nitelik taşıyan parklara 3 puan, orta nitelik taşıyan parklara 2 puan, düşük nitelik taşıyan parklara 1 puan verecek şekilde değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçlarının başarı yüzdeleri hesaplanarak %86-100 çok başarılı, %61-85 başarılı, %46-60 kısmen başarılı, %31-45 yetersiz ve %0-30 başarısız olarak değerlendirilmiştir. İki parkın donatı elemanları,

aktivite alanları, bitkisel ve yapısal varlıklarının görsel izlenimleri bütünsel olarak ele alınmış, nitelik ve nicelik açısından mevcut durumu ortaya koyan çizelgeler ayrıntılı şekilde bulgular bölümünde verilmiştir. Son aşamada; görsel izlenimler ile parkların; alan kullanımları, büyüklük, bitkisel ve yapısal tasarım ilkelerine yönelik değerlendirme ile uygunlukları birbirleriyle karşılaştırılmıştır, öneriler sunulmuştur.

Bulgular ve Tartışma

Van kentinde peyzaj dönüşüm sürecinde yenilenen veya yeni yapılan parklar, refüjler ve kent meydanları sadece fiziksel değişimin değil sosyal değişimin de göstergesi olmuştur. Araştırmada

seçilen İpekyolu ve Milli Egemenlik parkının belirlenen nitelik ve nicelikleri üzerinden sorgulanmış, elde edilen sayısal veriler sonuçları çizelgelerde yer almaktadır.

İpekyolu Parkı

İpekyolu parkı olarak anılan alan, Van kentinin merkezinde güzel ve işlevsel mekanı olarak rekreasyon açısından yakın çevresini ve kent merkezini etkilemiştir (Şekil 2). İpekyolu Parkı için parkının görsel peyzaj değerlendirmesi Çizelge 4’de, nitelik değerlendirmesi Çizelge 5’de ve nicelik açısından değerlendirmeler Çizelge 4 6’da yer almaktadır.



Park Adresi:
Hafiziye Mahallesi
Kazım Karabekir
Bulvarı Gölbaşı
Sokak Yanı
İpekyolu/VAN
Yapım Tarihi: 2018

İpekyolu parkının vaziyet planı

Şekil 2. İpekyolu Parkının konumu.

İpekyolu ilçesi Halılağa Mahallesi’nde 2011 depreminde hasar gören Araştırma Hastanesi yerine yapılan İpekyolu Parkı 8200 m²’lik alan üzerine inşa edilmiştir. Bu alanın peyzaj projesinde belediye hizmet alanı, yapısal aktiviteler alanı, restoran, kafe ve yürüyüş yolları, çocuk oyun alanı, büfeler, pergola, spor alanları, WC’ler yer almaktadır. Alandaki yıkılan binaların kalıntıları temizlendikten sonra, toprağın ıslahı için 1.107 m² bitkisel toprak kullanılmıştır. Yeni toprağın üzerine toplamda 3.933 m² çim ekilmiştir. Kolay erişebilirliğe sahip olan bu parkta yer alan donatı elamanları bölge

halkının kent yapısı içindeki toplumsal ve bireysel yaşamını etkileyen, mekana estetik ve işlevsel açıdan belirli bir anlam kazandıran, bireyler arası iletişimi sağlayan, mekânı tamamlayan ve tanımlayan niteliklerdir. Bu nedenle yalnız işlevsel hedeflerle değil, kent peyzajına canlılık kazandırma açısından yüksek oranda önem taşımaktadırlar. İpekyolu parkının bitkisel tasarımında toplamı 326 adet ağaç kullanılmıştır. Kullanılan çalı türü ise toplam 68 adettir. Toplam 2348 poşet çiçek kullanılmıştır. Çalı ve yer örtücüsü 162 m² lik bir yer kaplamaktadır. Bu alanda kullanılan bitkilerin listesi Çizelge 7’te verilmiştir.

Çizelge 4. İpekyolu parkının görsel peyzaj değerlendirmesi

	Genel görünüm	Renk çeşitliliği	Etkileyici, gösterişli	Görünürlük, perspektif	Canlılık	Tipiklik, özgünlük
Görsel peyzaj değeri	3	3	3	3	3	2

Çizelge 5. İpekyolu Parkının seçilen peyzaj tasarım ilkeleri açısından değerlendirmesi

Tasarım ilkeleri	Uygunluk	Vurgu	Denge	Egemenlik	Oran	Birlik
Bitkisel tasarım	2	3	2	2	2	3
Yapısal tasarım	3	3	3	3	3	3

Çizelge 6. İpekyolu parkının nicelik açısından değerlendirilmesi

Etkili hizmet alanı	50- 1.500 m (Yarıçap)		
Kullanıcıların yaş grubu	Bütün Yaşlar		
Kişi başına büyüklük	8,200 m ²		
Hizmet ettiği nüfus	Bütün Kent		
Büyüklük	8.200 m ²		
Kullanımlar	Sosyal ve Kültürel alanlar	Sert Zemin ve yapılar:	Çocuk oyun Alanları (1500 m²):
	a. Öğrenme alanları b. Kafe hizmet alanı c. Öğrenme oyun alanı d. Kitap okuma odası e. Satranç odası f. Yeşil alan (4 bin 500 m ²) g. Bay- bayan mescitleri h. Açık hava sergilere imkan sağlama	a.Giriş meydanı (400 m ²) b.Koşu yolu (300 m ²) c.Kafeterya (240 m ²) d.Kafeterya terası (200m ²) d.Yöresel ürün satış büfeleri (233 m ²)	a.0-3 Yaş grubu çocuklar için (165 m ²): Zıpzıp, tahterevalli, kaydıraklar, salıncaklar vs b.3+ Yaş Grubu Oyun Alanları (885 m ²) : Gemi konseptli oyun grubu, halatlı salıncaklar, mini macera parkurları, ziplayn, tırmanma halatları. Kaykay pisti (400 m ²) c. Engelsiz Oyun Grupları
Etkinlikler	Çok amaçlı spor sahaları	Donatı elemanları:	
	aa.Mini futbol Sahası bb.Basketbol sahası c.Voleybol sahaları	a. Çöp Kovaları b. Oturma elemanları c. Masa Tenisi d. Dinlenme alanları e.Modern aydınlatma armatürleri	
	Rekreasyon ve dinlenme, küçük çapta piknik olanağı, Eğitim, sosyal Kültürel toplanma alanları, sergi gerçekleştirilebilir.		

Çizelge 7. İpekyolu parkında kullanılan süs bitkileri listesi

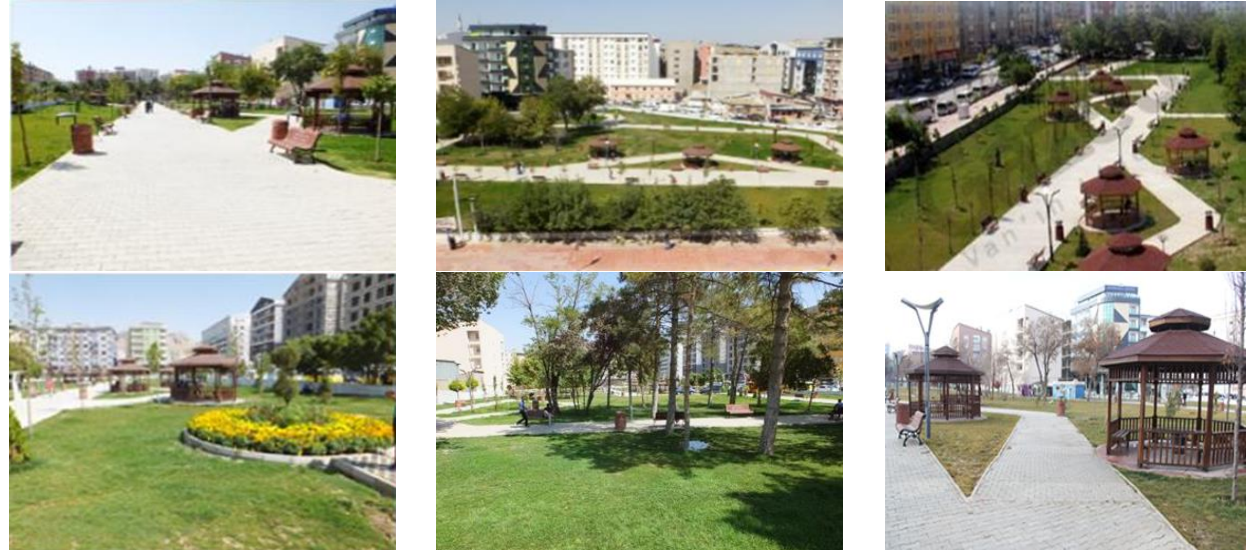
Bitkiler	Latince adı	Türkçe adı	Adet
Ağaçlar	<i>Betula Pendula</i>	Huş	11
	<i>Cupressus sempervirens</i>	Akdeniz servi	176
	<i>Gleditsi atriacanthos</i>	Gladiçya	17
	<i>Quercus ilex</i>	Pırnal Meşesi	34
	<i>Quercus rubra</i>	Kırmızı Amerikan Meşesi	56
	<i>Prunus serrulata</i>	Süs kirazı	21
	<i>Salix babylonica</i>	Salkım söğüt	2
	<i>Tilia tomentosa</i>	Gümüşü İhlamur	4
Çalılar	<i>Photiniafraseri</i> "RedRobin"	Alev ağacı	64
	<i>Syring avulgaris</i>	Adi Leylak	4
Mevsimlik çiçekler	<i>Aster amellus</i>	Eylül Çiçeği	400
	<i>Lilium bulbiferum</i> ,	Portakal zambak	294
	<i>Narcissus poeticus</i>	Zerrin kadeh	960

Milli Egemenlik Parkı

Milli Egemenlik parkı Van kentinin merkezi kısmında, konut ve ticari alanların yoğun olarak bulunduğu alanda bulunmaktadır (Şekil 3). Milli Egemenlik parkının görsel peyzaj değerlendirmesi Çizelge 8'de, nitelik değerlendirmesi Çizelge 9'da ve nicelik değerlendirmesi Çizelge 10'da verilmiştir.

2011 yılında meydana gelen depremde hasar görerek yıkılan eski Jandarma Merkez Komutanlığı'nın arsası Van Büyükşehir Belediyesince Milli Egemenlik Parkı adını alarak

halkın kullanımına sunulmuştur. Toplam alanı 11.000 m² olup, sert zemini 2.600 m²'dir. Sert zeminde parke kilit taşı kullanılmıştır. Bu alan eski bir inşaat alanı olduğu için zemin için yaklaşık 5.500 m³ bitkisel toprak kullanılmıştır. Toplam yeşil alan 8.400 m² olan park işlevsel olarak halkın piknik alanı olarak kullanabileceği kamerye, oyun alanı tasarlanmış olup yapılmıştır. 1 adet zabıta kontrol noktası 1 adet umuma kapalı seyyar tuvalet çöp kovası, armatürler bulunmaktadır. Çevre duvarı 47 metre olarak yapımı tamamlanmıştır

Çizelge 8. Milli Egemenlik parkının görsel peyzaj değerlendirmesi

	Genel görünüm	Renk çeşitliliği	Etkileyici, gösterişli	Görünürlük, perspektif	Canlılık	Tipiklik, özgünlük
Görsel peyzaj değerleri	2	2	2	3	2	2

Çizelge 9. Milli Egemenlik parkının nitelik açısından değerlendirilmesi

Tasarım ilkeleri	Uygunluk	Vurgu	Denge	Egemenlik	Oran	Birlik
Bitkisel tasarım	2	2	1	2	1	1
Yapısal tasarım	1	1	1	1	2	1

Çizelge 10. Milli Egemenlik parkının nicelik açısından değerlendirilmesi

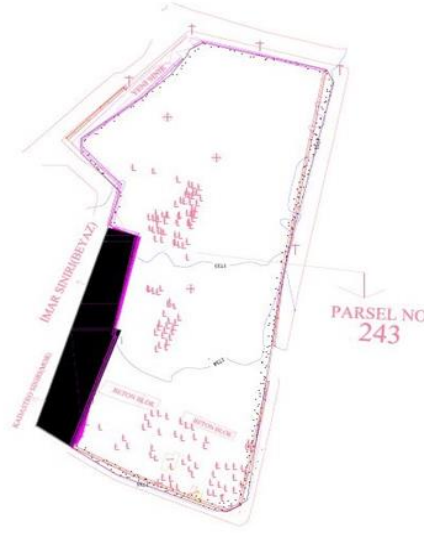
Etkili hizmet alanı	50- 1.500 m (yarıçap)		
Kullanıcıların yaş grubu	Bütün Yaşlar		
Kişi başına büyüklük	11 m ²		
Hizmet Ettiği Nüfus	Bütün Kent		
Büyüklük	11.000 m ²		
Kullanımlar	Sosyal ve Kültürel alanlar: a. Yeşil alan (8 bin 400 m²) b. Piknik alanı c. Oyun alanı (130 m²)	Sert Zemin ve yapılar: a. Giriş b. Yürüyüş yolları toplam 2.600m²	Donatı elemanları: a. Çöp Kovaları b. Oturma elemanları c. Dinlenme alanları d. Aydınlatma armatürleri e. Kameriye, 6 adet
Etkinlikler	Rekreasyon ve dinlenme, küçük çapta piknik olanağı, sosyal Kültürel toplanma alanı, sergi gerçekleştirilebilir.		

Milli Egemenlik park alanında bitkisel tasarımda süs bitkisi olarak çeşitli mevsimlik çiçeklerle birlikte 414 adet farklı türde ağaç ve çalı kullanılmıştır (Çizelge 11).

Araştırmada, mahalle ölçeğinde seçilen iki parkın; alan kullanımları, büyüklük, erişilebilirlik, görsel izlenim ve bitkisel, yapısal tasarım ilkelerine yönelik değerlendirme ölçütlerine bağlı olarak uygunlukları saptanmıştır.

Mahalle parkında büyüklük ve erişilebilirlik açısından 20 da ve 500-1500 m²lik etkili hizmet yarıçapı kabul edilmiştir. Büyüklük ölçütü açısından araştırma kapsamında ele alınan iki parkın mahalle parkı ölçütlerine uymadığı görülmektedir. Ancak iki

park da büyüklük ölçütü açısından standartların altında olmasına karşın, erişilebilirlik ve konumlanma açısından mahalle parkı özelliklerini gösterdikleri görülmektedir. Her iki parkın da İpekyolu İlçesinde bulunup aralarında olan mesafe yaklaşık 1.830 m'dir. Her iki park mahallenin merkezi konumunda ve Milli egemenlik parkı için mahalle sınırlarına erişilebilirliği en fazla 1450 m ve İpekyolu parkı için de en fazla 1500 m olup mahalle parkı standartlarına uymaktadır. Yerleşim alanındaki konutlar, birçok iş merkezi, kurum ve kuruluşlara yürüme mesafesinde yer aldığı için erişilebilirlik açısından uygun konumdadır (Şekil 4).



Park Adresi:
Şerefiye Mahallesi Milli
Egemenlik Caddesinde
İpekyolu/VAN
Yapım Tarihi: 2018

Milli Egemenlik parkının vaziyet planı

Şekil 3. Milli Egemenlik Parkının konumu.

Çizelge 11. Milli Egemenlik parkında kullanılan süs bitkilerinin listesi

Bitkiler	Latince adı	Türkçe adı	Adet
Ağaçlar	<i>Aesculus Carnea</i>	Atkestanesi	30
	<i>Betula Pendula</i>	Huş)	11
	<i>Morus Alba "Pendula"</i>	Sarkık dut	33
	<i>Prunus carasifera" Pissardinigra"</i>	Süs eriği	23
	<i>Picea Pungens "Hopsii"</i>	Mavi ladin	4
	<i>Pyru calleryana</i>	Süs armudu	16
	<i>Prunus Serrulata"Kazan"</i>	Süs kirazı	21
	<i>Robinia pseudoacacia"Umbraculifera"</i>	Top Akasya	19
Çalılar	<i>Forsythia intermedia</i>	Altın çanak	25
	<i>Lligustrum vulgare</i>	Kurtbağrı	62
	<i>Photiniafraseri"RedRobin"</i>	Alev ağacı	30
	<i>Pyracatha corcinea</i>	Ateş dikenini	33
	<i>Rosa SPP.</i>	Gül	107

Etkinlik düzeyleri incelendiğinde ise; farklı yaş gruplarına hitap edecek oturma, dinlenme, oyun, spor gibi çeşitli fonksiyonları bir arada kapsayan iki parktan İpekyolu parkı mahalle parkı temel özelliklerini taşımaktadır. İpekyolu parkı alanı kullanıcı ihtiyaçlarını karşılaması yanında, mikroklimatik bir etki yaratmaktadır. Bu park informal bir tasarım anlayışıyla yapılmıştır. Bitkisel tasarımda, büyük ağaçlara az yer verilmiş, çalı ve yer örtücü gibi bitkisel elemanlar daha ağırlıklı olarak kullanılmıştır. Çok büyük bir alan kaplamayan bu parkta bitkisel materyalini bu şekilde kullanımı bitkilerin işlevsel ve görsel özelliklerinden yararlanıldığını göstermektedir. Ancak bu park

alanında görsel olarak yapısal elemanların varlığı bitkisel elemanlardan daha baskın olduğu göze çarpmaktadır.

Milli Egemenlik park alanı çeşitli aktivitelere olanak sağlayamamakta, donatı elemanları açısından yetersiz sayılmaktadır. Yeşil alanların az bulunduğu, daha çok iş yerlerinin olduğu bir bölgede yarattığı yeşil etkiyle mikroklimatik bir ortam yaratmaktadır. Parkın tasarımında formal bitkisel tasarım ile informal yapısal tasarım bir uyum içinde kullanılmıştır. Park bu şekliyle örnek teşkil edecek bir tasarıma sahiptir. Ancak bitki materyali varlığı açısından yetersiz sayılmaktadır.



Şekil 4. İki parkın mahalle sınırlarına göre erişilebilirlik durumu.

Sonuç ve Öneriler

Van kenti 2011 depreminden sonra kentsel dönüşüm sürecinde son yıllardaki kentsel çevre gelişmeleriyle Türkiye'nin ve komşu ülkelerden özellikle İran'dan gelen kişiler tarafından ziyaret için tercih edilen illerden biri olmuştur.

İyi planlanmış ve tasarlanmış açık-yeşil alanlar kentli ve kent üzerinde çok yönlü olumlu etkilere sahiptir. Bu olumlu etkileri yönlendiren kent ekosisteminin önemli parçası olan parkların kapsadıkları işlevlere bakıldığında; alanın psikolojik, sosyal ve estetik işlevi, hava kirliliğini azaltma, kent iklimini iyileştirme işlevi ve kentsel gelişmeyi sıralayabiliriz (Polat ve Önder, 2004; Turan ve ark., 2016; Yazıcı ve Gülgün Aslan, 2017).

Özdemir (2009)' göre son zamanlarda kent insanının boş zamanlarını değerlendirme ile ilgili ilk akıllarına gelen alanlar, dış mekanın doğaya erişim dışında bütün özelliklerini sunan alışveriş merkezleridir. Bu çalışmada Van'da 2011 depreminden sonra peyzaj dönüşüm sürecinde hasar gören kamu binalarının yeri doğru bir kararla kentsel yeşil alana dönüştürülmesi gibi peyzaj düzenleme çalışmaları irdelenmiştir. Buna göre sosyal iletişimin sağlandığı bu iki parkı düzenli bir çevre sunarak; hasarlı binaların hafriyatının ortadan kalkmasıyla, kentin mikroklimasına uygun durumda hizmet eden planlı bir yeşil alana dönüştürülmesi olarak özetlemek mümkündür. Bu iki park dönüşen peyzaj sürecinde yeşil alan varlığı olarak bölge halkının kent dokusu içindeki bireysel ve toplumsal yaşamına katkıda bulunan, kent peyzajını canlandırıcı etkiler açısından anlamıdır. Çalışma sonucunda elde edilen

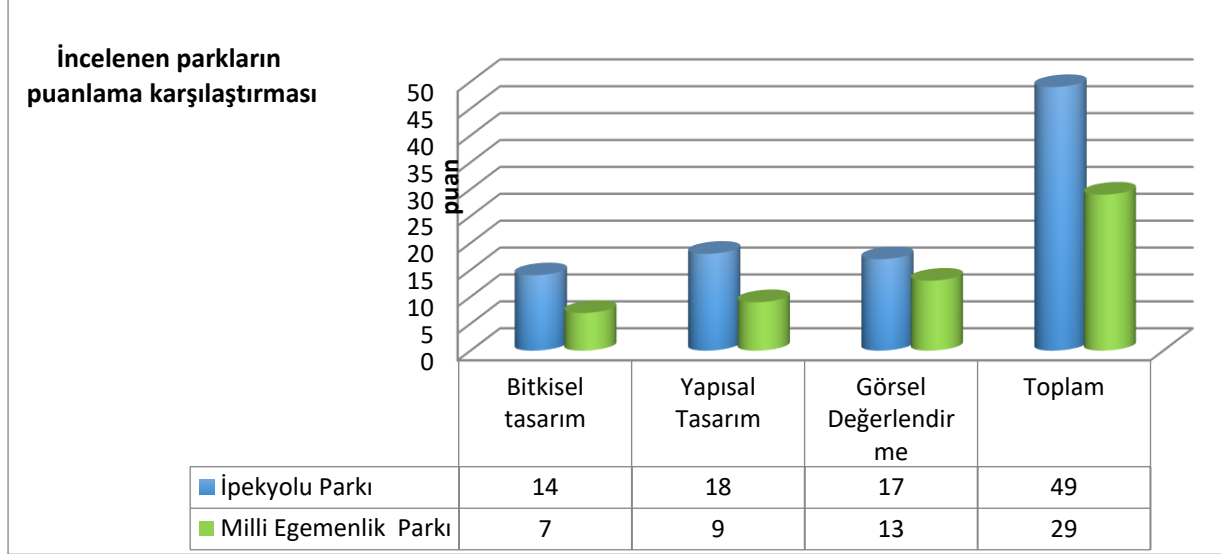
sayısal veriler ile iki parkın nitelik değerlendirme sonuçları Çizelge 12'de verilmiştir. Değerlendirme sonucuna göre İpekyolu parkı toplamda % 90.74 başarı oranına sahiptir.

İki parkın karşılaştırması durumunda (Şekil 5) İpekyolu parkı hem nicelik açısından hem bitkisel, yapısal tasarım ve görsel izlenimi açısından daha başarılı bulunmaktadır.

Genel değerlendirmede iki parkın karşılaştırma durumu dikkate alındığında Milli Egemenlik parkında bitkisel materyal ve yapısal eleman anlamında yetersizlik saptanmasıyla birlikte tasarım ilkeleri ve görsellik anlamında da yetersizliği saptanmıştır. İpekyolu parkı bitkisel tasarımda 14 puan alarak 7 puan alan Milli Egemenlik parkından büyük farkla daha iyi bir durumda olduğu ortaya çıkmıştır. Aynı şekilde İpekyolu parkı yapısal tasarımda aldığı 18 puanla Milli Egemenlik parkından büyük farkla daha iyi durumdadır. Verilere dayanarak Milli Egemenlik parkında ciddi anlamda bitkisel eleman eksikliği tasarım ilkeleri doğrultusunda giderilmelidir. Bu parkta yapısal tasarım anlamında da yeni yapısal elemanların tasarım ilkeleri doğrultusunda eklenmesi parkın niteliğine katkı sağlayacaktır. Donatı elemanlarının sayısının artırılması ile kullanımda denge ve eşitlikte de artırılmış olacaktır. Genel görsel değerlendirmede aynı şekilde İpekyolu parkı 49 puanla daha başarılıdır. Parkı olumlulaştıran etkenler olan bitkisel ve yapısal elemanların tasarım ilkeleri doğrultusunda eklenmesi ve yenilenmesi parkın görsel peyzajının iyileştirmesinde de etkili olacaktır.

Çizelge 12. Parkların nitelik değerlendirme sonuçları

Park adı	Yapısal tasarım	Bitkisel tasarım	Görsel Peyzaj değer	Toplam	%	Genel başarı durumu
İpekyolu	18	14	17	49	90.74	Çok başarılı
Milli Egemenlik	9	7	13	29	53.70	Kısmen başarılı

**Şekil 5.** İki parkın durumunun karşılaştırması.

Peyzaj dönüşüm sürecinde yıkılan binaların yerinde yapılan her iki parkın bitki materyali kullanımı yeterli olmadığı için bitki materyali özellikle yerli süs bitkilerin eklenmesiyle bitkisel tasarımların tekrar ele alınmasında fayda sağlayacaktır. Bu bağlamda yerel peyzajı yansıtan bitkisel tasarımın yenilenmesiyle birlikte yapısal ve donatı elemanları tasarımının yenilenmesi her iki parkın niteliğine katkı sağlayacaktır. Yapılan gözlemlerde iki park alanının soğuk mevsimlerde dahi her yaş grubu özellikle çocuklar tarafından ilgi çektiğini göstermektedir. Ancak alanın kullanım mevsimi daha çok yaz aylarında olan bölge iklimi sıcak ve kuraktır. Özellikle Milli Egemenlik parkının yakın çevresine yaz aylarında peyzaj önemli ögesi olan bir su yüzeyi bulunmamaktadır. Parkın bu eksikliğini ortadan kaldıracak uygun ölçekte ve formda su ögesini içeren bir tasarımla bu eksiklik giderilebilir. Milli Egemenlik parkında çeşitli fonksiyonlara olanak veren çok amaçlı spor sahaları gibi sosyal ve kültürel alanlar oluşturularak kullanıcıların ihtiyaçları daha çok karşılanacaktır. Belirlenen nicelik, bitkisel - yapısal tasarım ve görsel izlenimler çerçevesinde sonuçlara dayanarak geliştirilen önerilerin dikkate alınması; iki parkın kalitesini iyileştireceği gibi, kullanıcıları olumlu

yönde etkileyebilecek ve sosyal yapılarına da olumlu katkı sağlayabilecektir.

Kentsel dönüşüm süreci sadece konut yenileme süreci olarak görülmemesi, peyzajın dönüşüm süreci olarak da değerlendirmelidir. Bu kapsamda yeni açık- yeşil alanların yaratması veya yenilenmesiyle yöre insanına, birçok sosyal ve kültürel yaşam alanı sağlanacaktır. Bu nedenle de kentsel dönüşüm sürecinin sadece bir meslek disiplinin sorumluluğunda olamayacağı peyzaj mimarları, şehir bölge planı, mimarlar, sosyologlar vb. gibi birçok meslek disiplininin birlikte çalışması gerektiği vurgulanarak, peyzaj mimarlığı bakış açısıyla değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın sınırlılıklarından biri olarak bütçe ve zaman kısıtlamaları nedeniyle, ne yazık ki park alanının öznesi olan kullanıcıların, alanla ilişkili tutum, beklenti ve ihtiyaçların saptanmasına yönelik incelemeler yapılamamıştır. Bu bağlamda, farklı parklarda ya da adı geçen iki parkın nitelik ve nicelik değerlendirmesi ve görsel izlenim gerçekleştirilmesinde yapılacak gelecekteki araştırmalarda kullanıcı tercihi, talep ve görüşleri, uzman değerlendirmesi ile ilişkilendirilmesi etkin bir şekilde araştırma ve uygulamalara katkı sağlanabilecektir.

Kaynaklar

- Acar, H., Eroğlu, E., Acar, C. 2013. Landscape values of rocky habitats in urban and 32 semi-urban context of Turkey: A study of Tokat city. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 11(2): 1200-1211.
- Aktaş, D., Kiper, T. 2016. Tekirdağ kenti Çorlu ilçesi parklarının mevcut durum analizi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(03): 81-99.
- Arriaza, M., Ortega, J.F.C. Medueno, J.A.C., Aviles, P.R. 2004. Assessing the visual quality of rural and scapes. *Landscape and Urban Planning*, 69(1): 115-125.
- Aşur, F., Alphan, H. 2018. Görsel peyzaj kalite değerlendirmesi ve alan kullanım planlamasına olan etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(1): 117-125.
- Aşur, F., Alphan, H. 2017. Van Gölü Güney Kıyı alanlarında yerleşim alan kullanım değerlendirmesi ve görsel analiz yaklaşımları. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(4): 223-233.
- BCMF (British Colombia Ministry of Forests), 1997. Visual Landscape Inventory: Procedures and Standards Manual. – B.C. Ministry of Forests, Forest Parities Branch for the Culture Task Force, Resources Inventory Committee.
- Bell, S. 1999. Landscape: Pattern, Perception and Process, routledge, 348 p., England.
- Clay, G.R., Smidt, R.K. 2004. Assessing the validity and reliability of descript or variables used in scenic highway analysis. *Landscape and Urban Planning*, 66: 239-255.
- Coşaner, M., Kiper, T., Korkut, A. 2014. Mahalle Parklarının peyzaj tasarım ve kullanım kriterleri açısından irdelenmesi, İstanbul-Şişli örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, Tekirdağ.
- Fry, G., Tveit, M.S., Ode, A., Velarde M. D. 2009. The ecology of visual landscapes: exploring the conceptual common ground of visual and ecological landscape indicators. *Ecological Indicators*, 9: 933-947.
- Godschalk, R.D. 2003. Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities. *Natural Hazards Review*, Vol. 4 No. 3.
- Gül, A., Küçük, V. 2001. Kentsel açık ve yeşil alanlar ve Isparta kenti örneğinde irdelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 2: 27-48.
- Gülez, S. 1987. Park- Bahçe ve Peyzaj Mimarisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Trabzon, 278 s.
- Güngör, S., Arslan, M. 2004. Turizm ve rekreasyon stratejileri için Swot Analizi, Görsel kalite değerlendirmesi, turizm tesislerinin beğenilirliği ve turizm tesisleri durum analizi uygulaması: Beyşehir ilçesi örneği. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 18(33): 68-72.
- Güngör, H., 2005. Temel Tasarım (Basic Design), Esen Ofset, İstanbul.
- Hackett, B. 1979. Planting Design, McGraw-Hill Book Company 1221 Avenue of the Americas, New York, USA, 174 p.
- Kaplan, R., Kaplan S., Ryan, R.L. 1998. With People in Mind: Design and Management of Everyday Nature. Washington ABD: Island Press, ISBN: 978-1559635943.
- Karaşah, B. 2006. Kentsel Dokuda Bitkilendirme Tasarımında Yapılan Yanlışlıkların Belirlenmesi “Trabzon Örneği”. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Kavas, K.R., Erbaş, İ., Danacı, H.M. 2016. A reinterpretation of the supremacism painterly space for the comprehension of basic design in architectural education. *Journal of Human Sciences*, 13(3): 5813-5825.
- Kim, N.H., Kang, H.H. 2009. The aesthetic evaluation of coastal landscape. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 13(2): 65-74.
- Külekcı, E.A. 2018. Erzurum’da kentsel mekânlarda kullanılan bazı kent donatı, zemin ve bitkisel elemanların ergonomik ve antropometrik yönden incelenmesi. *Ata Planlama ve Tasarım Dergisi*, 2(2): 35-45.
- Manavoğlu, E., Ortaçesme, O. 2015. Antalya kenti yeşil alanlarının çok ölçütlü analizi ve planlama stratejilerinin geliştirilmesi (A multicriteria analysis of the greenspaces in Antalya and the development of planning strategies). *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* (2015), 28(1): 11-19.
- Matthies, P.L., Briegel, R., Schüpbach, B., Junge, X. 2010. Aesthetic preference for a Swiss Alpine landscape: The impact of different agricultural and-use with different biodiversity. *Landscape and Urban Planning*, 98: 99-109.
- Nasar, J.L. 1988. Environmental Aesthetics, Theory, Research and Applications, Cambridge University Press, USA.

- Nelson, W.R. 2004. *Planting Design: A Manual of Theory and Practice*, Stipes Publishing L.L.C. *Champaign Illinois*, 61820.
- Ode, A., Fry, G., Tveit, M.S., Messenger, P., Miller, D. 2009. Indicators of perceived naturalness as drivers of landscape preference. *Journal of Environmental Management*, 90: 375-383.
- Okumuş, D.E. 2014. Kentsel Dönüşümde Sosyal Donatı Alanlarının Değişimi ve Kentsel Yaşam Kalitesine Etkisi: Ataşehir Barbaros Mahallesi Örneği. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Onsekiz, D., Emür, S.H. 2008. Kent parklarında kullanıcı tercihleri ve değerlendirme ölçütlerinin belirlenmesi. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24(1): 69-104.
- Özbilen, A., 1983. Meryemana (Sümela) Kırsal Yöresinde, (Çevre Tasarımı için Kullanıcıya Referans Olan) Yapay Doğal İmgelem Öğelerinin Araştırılması, Basılmış Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, KTÜ Basımevi Trabzon.
- Özdemir, A. 2009. Katılımcı kentli kimliğinin oluşumunda kamusal yeşil alanların rolü: Ankara kent parkları örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 1: 144-153.
- Özden, P.P. 2008. Kentsel Yenileme-Yapısal Yönetmelik Boyut Planlama ve Uygulama. İmge Kitabevi Yayınları. 422 s. Ankara.
- Polat, A.T. 2002. Kent Parkı Kavramı ve Konya İçin Örnek Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Polat, A.T., Önder, S. 2004. Kent parkı kavramı ve Konya kenti için bir kent parkı örneği. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 18(34): 76-86.
- Robinson, N. 2004. *The Planting Design Handbook*, Second Edition, Ashgate Publishing, England, 287 p.
- Sarı, D., Kardeş, B. 2018. Bitkilendirme tasarımı öğeleri, ilkeleri ve yaklaşımlarının peyzaj tasarımı uygulamalarında tercih edilirliliği üzerine bir araştırma. *Megaron*, 13(3).
- Sevenant, M., Antrop, M. 2009. Cognitive attributes and aesthetic preferences in assessment and differentiation of landscapes. *Journal of Environmental Management*, 90(9): 2889-2899.
- Smith, C.J. 2011. *Designing Gardens with Plants Shapes*. The Crowood Press, 128 p.
- Tümer, H. 1976. *Rekreatif Alan ve Tesisleri Ölçütleri*, Turizm ve Tanıtma Bakanlığı Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Turan, S.Ö., Pulatkan, M., Beyazlı, D., Özen, B.S. 2016. User evaluation of the urban park design implementation with participatory approach process. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 216: 306-315.
- Tveit, M., Ode, A., Fry, G. 2006. Key concepts in a frame work for analyzing visual landscape character. *Landscape Research*, 31(3): 229-255.
- Uzun, G.1999. *Temel Tasarım*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 196 Ders Kitapları Yayın No: A-62, Adana, 214 s.
- URL, 2019. <https://www.turkiye.gov.tr/ipekyolu-belediyesi> (Erişim tarihi:10.01.2019).
- Val, G.F., Atauri, J.A.,Lucio, J.V. 2006. Relationship between landscape visual attributes and spatial pattern indices: A test study in Mediterranean - climate landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 77: 393-407.
- Yazıcı, K., Gülgün Aslan, B. 2017. Açık-yeşil alanlarda dış mekân süs bitkilerinin önemi ve yaşam kalitesine etkisi Tokat kenti örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 54(2017): 275-284.
- Yeomans, W. 1983. *Visual Resource Assessment. A User Guide*. MOE Manual 2. ISSN 0821-0640; 2. Ministry of Environment, Victoria B.C. Canada.
- Zhang, H., Lin, S. H. 2011. Affective appraisal of residents and visual elements in the neighborhood: A case study in an established suburban community. *Landscape and Urban Planning*, 101, 1, 11-21.
- Zhao, J., Luo, P., Wang, R., Cai, Y. 2013. Correlations between aesthetic preferences of river and landscape characters. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 21(2): 123-132.

Research Article

Use of Farmatan as an Additive to Make Alfalfa Silage

Ahmet Yusuf ŞENGÜL^{1*}, Rahim AYDIN²

¹Bingol University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Bingol, Turkey

²Balikesir University, Faculty of Veterinary, Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases, Balikesir, Turkey

*Corresponding author: yusufsengul24@hotmail.com

Received: 18.04.2019

Received in Revised: 04.07.2019

Accepted: 05.07.2019

Abstract

In this study, we investigated the effects of tannin extract of chestnut (Farmatan) obtained from sweet chestnut on alfalfa silage. Alfalfa harvested at the flowering stage was chopped to 1-2 cm in size and laid on a flat surface. Farmatan at the levels of 0 (control group), 1.5, 3.0 and 4.5% was uniformly spread by hand on the silage material. After thoroughly mixing the silage material, it was placed in 1.5-2.0-kg airtight plastic bins and stored for two months. Farmatan had significant effects on the composition of silage including dry matter (DM), crude ash, ammonia, and pH. Addition of 4.5% Farmatan reduced the ammonia content by 70.11% compared with control. Addition of 3.0% Farmatan also reduced pH by 23.8% compared with control group. The DM contents of treatment groups were changed between 18.70 and 26.57%. The highest DM content of alfalfa silage was obtained with addition of 4.5% Farmatan, whereas the lowest was found in control group. The effects of Farmatan on gas production kinetics, metabolizable energy, and organic matter digestibility were statistically significant. Addition of Farmatan at the rate of 4.5% to fresh alfalfa material can be recommended to improve the silage quality.

Key Words: Alfalfa silage, farmatan, ammonia, organic acid, silage pH.

Farmatan Silaj Katkı Maddesinin Yonca Silajı Yapımında Kullanımı

Özet

Bu çalışmada, tatlı kestane ekstraktından elde edilen silaj katkı maddesinin (Farmatan) yonca silajına etkisi araştırılmıştır. Çiçeklenme döneminde hasat edilen yonca 1-2 cm boyutunda doğranıp düz bir zemin üzerine serildikten sonra Farmatan silaj katkı maddesi %0 (kontrol), %1.5, %3.0 ve %4.5 oranlarında silaj materyali üzerine elle yayılmıştır. Daha sonra silaj materyali homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra 1.5-2.0 kg kapasiteli plastik silolara hava kalmayacak şekilde doldurulmuş ve 2 ay süreyle bekletilmiştir. Farmatan, silajların kompozisyonlarının kuru maddesi, ham kül, amonyak ve pH parametreleri üzerine önemli derecede etki etmiştir. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, %4.5 oranında Farmatan ilavesi yonca silajının amonyak içeriğini %70.11 oranında düşürmüştür. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, %3.0 oranında Farmatan ilavesi yonca silajının pH'sını %23.8 oranında düşürmüştür. Muamelelerin KM içerikleri %18.70 - %26.57 arasında değişmiş olup en yüksek kuru madde oranı % 4.5 oranında Farmatan katılan yonca silajında elde edilmiştir. En düşük kuru madde içeriğine ise kontrol grubunda rastlanmıştır. Katkı maddesi olarak kullanılan Farmatan'ın bir birim artması; silaj kuru madde içeriğinde yaklaşık olarak 1.78 birimlik artışa neden olmuştur. Sonuç olarak, yonca silajı kalitesini iyileştirilmesi için taze yonca materyaline %4.5 oranında Farmatan katılması tavsiye edilebilir.

Anahtar kelimeler: Yonca silajı, farmatan, amonyak, organik asit, silaj pH'sı.

Introduction

Silage production is a practice aimed at solving the forage scarcity problem in ruminant nutrition; hence its great importance. In Turkey, silage made from plants of the families Poaceae and Leguminosae such as clover, vetch, barley, wheat, and particularly corn, are produced either using a single plant or blending them together. Green feed materials obtained from Poaceae plants are ensiled more easily than those from Leguminosae plants, and the silage obtained from the former has higher quality.

A major problem in ensiling Leguminosae species is the fact that plants of this family do not have adequate water-soluble carbohydrates and their buffering capacity is high (Raques and Smith, 1966; Pitt 1990; McAllister et al., 1998; Davies et al., 1998; Owens et al., 1999; Altinok et al., 2005).

Because the Leguminosae do not have sufficient water-soluble carbohydrates, lactic acid bacteria cannot produce sufficient lactic acid in the ensiling process; this is the acid causing the silage pH to decline. Since it is difficult to expeditiously raise the silage pH to the desired level (pH: 4), undesirable events take place inside the feed material. As a result of these events, the silage quality considerably decreases and animals do not feel like consuming the produced silage.

Proteolysis is the most important of such events that take place because it is not able to decrease the silage pH to the desired level at the desired speed. In other words, it is the degradation of real proteins available in the feed into ammonia. As is known, proteolysis is induced during ensilage by plant enzymes and the enzymes secreted by microorganisms available on the feed material. The amount of real proteins in the silo feed decreases while the amount of ammonia increases. Silage formed by intensive proteolysis has a low efficiency of consumption by animals, and it is considerably difficult to store the available nitrogen mainly in ammonia form within the body. The largest part of the nitrogen inside the silage material that had been subject to intensive proteolysis is most of the time excreted through the urine, since it cannot be transformed into microbial protein by the microorganisms in the rumen due to lack of energy. This, in turn, results in waste of real proteins and leads to increased expenses on bypass proteins to be added to the diet. Moreover, the nitrogen excreted via urination is an important threat to the environment (Winters et al., 2000).

To obtain high-quality silage, various additives and methods are used during ensilage depending on the ensiled plant. The main objective of all these methods is to safely produce high-quality silage. Studies on silage have shown that the

operations and additives applied to improve silage quality have been successful in increasing the silage quality; however, some problems were to be solved in cases in which these methods were not sufficient. Additionally, the fact that several countries have banned the use of some silage additives for being carcinogenic suggests that there is a need to find alternative and natural silage additives that are not harmful to the environment, humans, and animals (Slottner and Bertilsson 2006).

Some studies on feed including tannin have brought a new direction to research on silage. Tannin is a phenolic compound available mainly in the leaves of trees or plants such as Sainfoin and trefoil. It combines with proteins in the rumen, preventing them from over-degradation, and helps more bypass protein to proceed into the small intestine. In this way, the animal can use the proteins available in the feed more efficiently. In recent years, extracts with a high tannin content have started to be used as silage additive for the benefit of its proteins-binding property. It has thus become possible to prevent proteins from excess degradation during ensilage, and positive results are obtained in terms of animal production.

Lavrancic and Levard (2006) investigated the effects of tannins on grass silage composition and reported that addition of tannins to the fresh grass material did not substantially change the DM, ether extract, and NDF contents of silages. The crude fiber content decreased while the level of nitrogen-free extracts increased. The CP content decreased from 133 in control silage to 116 and 117 g/kg DM in silages prepared with 15 and 30 g of tannins.

Compared with other silage materials, alfalfa silage is higher in crude protein (CP), calcium (Ca), and phosphorus (P) contents, but lower in total digestible nutrients. This silage contains, on average, 17.1% CP, 1.64% Ca, and 0.26% P (Anonymous, 1981). Jatkauskas et al. (2015) studied alfalfa silage and found dry matter (DM), CP, acid detergent fiber, and neutral detergent fiber (NDF) contents of 35.54%, 22.2%, 32.6%, and 37.6%, respectively, and a pH content of 6.27.

This study was conducted to determine silage composition, the degree of *in vitro* organic matter digestion, and the impact of the latter factor on the metabolic energy content of Farmatan (chestnut tannin extract), used as an additive in alfalfa silage production.

Material and Methods

In this study, alfalfa plants harvested in the flowering period were cut down to 1-2 cm dimensions and then spread on a flat ground. Later, Farmatan (containing 75% hydrolyzed tannin, 18% sugar, 1% inorganic salt, and 6% water; pH 3.5-3.7)

was dispersed homogeneously onto the silage material at the rates of 0.0%, 1.5%, 3.0%, and 4.5%. After the silage material was thoroughly blended, it was packed in airtight plastic silos with 1.5-2 kg capacity and stored for two months.

Analyses of DM, crude ash, OM, CP, acid detergent fiber (ADF), and NDF were conducted in accordance with AOAC (1990).

Twenty grams (20 g) of wet silage material were put in a blender, 180 mL distilled water were added thereafter, and the material was blended thoroughly. Later, the contents were filtered through a gauze folded 3-4 times to remove solid parts, and the pH of the filtrate was measured. Subsequently, adopting Kjeldahl method and performing distillation and titration operations for protein specification, 100 mL of this filtrate were used to determine the ammonia content (AOAC 1990).

Feed samples (0.200 g) with 30 mL solution (10 mL rumen fluid + 20 mL artificial saliva) were left for incubation at 39 °C for 96 h inside 100-mL injectors (Menke and Steingass, 1988). Injectors were shaken for 30 min after the initiation of incubation and then within the first 10 h of incubation they were shaken every hour on the hour. Gas measurements were made after 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72, and 96 h. Net total gas productions were calculated by subtracting gas values obtained from the blank test. All gas measurements were repeated three times. Later, using the obtained gas measurements, the amount of gas produced and the parameters related to gas production were calculated using the $y = a + b(1 - \exp(-ct))$ model developed by Orskov and McDonald (1979), in which a = amount of gas obtained from the easily fermented part; b = amount of gas obtained from the slowly fermented part; c = b fraction fermentation rate; and t = time.

Using 24-h gas measurement levels obtained

as a result of gas production and feed contents, the amount of metabolizable energy (ME) was calculated by the formula below (Menke et al., 1979) (1).

$$\text{Metabolizable energy (MJ/kg DM)} = 2.20 + 0.136\text{GP} + 0.057\text{CP}, \quad (1)$$

in which GP = 24-h gas production (mL); and CP = crude protein.

Using 24-h gas measurement levels obtained as a result of gas production and feed contents, the organic matter digestibility was calculated using the formula below (Menke et al., 1979) (2).

$$\text{OMD (\%)} = 14.88 + 0.889\text{GP} + 0.45\text{CP} + 0.0651\text{CA}, \quad (2)$$

in which OMD = organic matter digestibility; GP = gas production; CP = crude protein; and CA = crude ash content.

Unidirectional variance analysis (ANOVA) was used to determine the impact of Farmatan on silage composition and *in vitro* gas production, whereas the General Linear Model (GLM) was used to analyze the OMD and ME data. Tukey's test was applied to compare differences between means (Statistica, 1993).

Results and Discussions

Farmatan significantly affected the silage composition (Table 1). The DM contents of the silages ranged between 18.70% and 26.57% (Figure 1).

Neutral detergent fiber contents ranged between 36.08% and 44.47%, whereas the ADF contents ranged between 35.69% and 38.73%. The NDF, ADF, and ammonia contents of the silages significantly decreased with the increasing levels of Farmatan addition (Table 1).

One unit of increase in Farmatan caused the ammonia content of the silage to decrease by approximately 9.43 units (Figure 2).

Table 1. The effect of Farmatan on chemical composition and quality of the alfalfa silage

Chemical composition	Treatments				SE	P
	Control	% 1.5	% 3	% 4.5		
Dry matter (%)	18.70 ^c	22.06 ^b	25.21 ^a	26.57 ^a	0.903	***
Protein (%)	18.04 ^b	17.13 ^c	19.41 ^a	19.08 ^a	0.208	***
NDF (%)	44.47 ^a	43.36 ^a	37.74 ^b	36.08 ^c	0.441	***
ADF (%)	38.73 ^a	37.22 ^{ab}	35.69 ^b	36.13 ^{ab}	0.828	*
Ash (%)	8.80 ^a	8.31 ^b	6.97 ^c	7.12 ^c	0.150	***
Ammonia (mg/dl)	60.86 ^a	38.74 ^b	25.30 ^{bc}	18.19 ^c	3.36	***
pH	6.30 ^a	5.88 ^{ab}	4.48 ^c	5.20 ^{bc}	0.304	**

^{a,b,c}: Differences between means indicated by different letters in the same row are important. *: P<0.05, **: P<0.01, ***: P<0.001, SE: Mean standard of error, NDF: Neutral detergent fiber, ADF: Acid detergent fiber.

Throughout the 60-day ensilage period, the pH of the silages ranged between 4.48 and 6.30. Significant decreases (P<0.01) occurred in the silage

pH with the increasing Farmatan rates. A one-unit increase in Farmatan rate resulted in a silage pH decline of approximately 0.31 units (Figure 3).

When the impact of Farmatan on the organic acid content of alfalfa silage was analyzed, we observed that Farmatan only affected isobutyric acid. However, it did not influence other organic acids

such as lactic, acetic, propionic, butyric, or isovaleric acids. The isobutyric acid content increased significantly ($P < 0.05$) with the increasing Farmatan rates (Table 2).

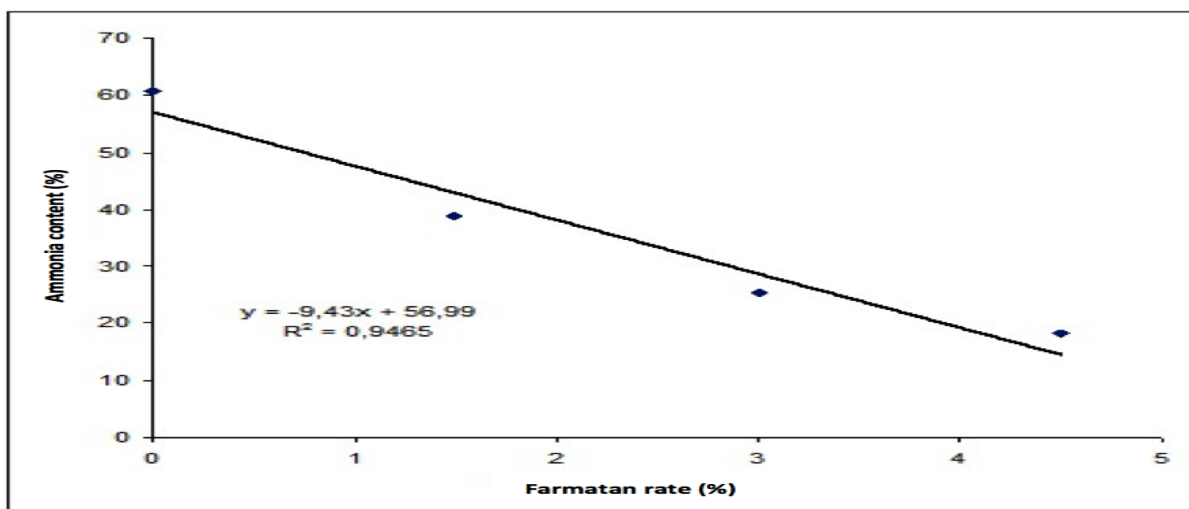


Figure 2. The relation between Farmatan rate and ammonia content.

Table 2. Farmatan’s impact on organic acid content of alfalfa silage

Organic acids	Control	% 1.5	% 3.0	% 4.5	SE	P
Lactic acid	0.10	1.12	1.16	1.10	0.81	NS
Acetic acid	0.92	0.95	0.66	0.75	0.26	NS
Propionic acid	0.36	0.11	0.00	0.09	0.13	NS
Isobutyric acid	0.59 ^b	1.81 ^{ab}	2.73 ^a	2.30 ^{ab}	0.57	*
Butyric acid	0.84	0.26	0.00	0.09	0.26	NS
Isovaleric acid	0.14	0.18	0.04	0.05	0.10	NS

^{abc} Differences between means indicated by different letters in the same row are important. SE: Standard error, NS: Non significant, *: $P > 0.05$.

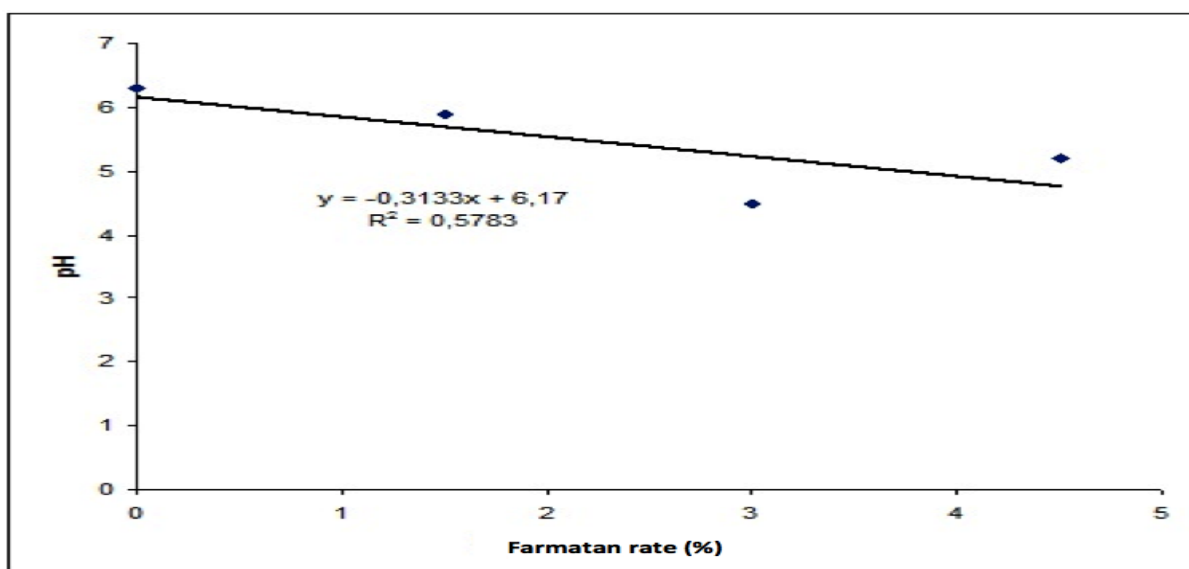


Figure 3. The relationship between Farmatan rate and silage pH.

The effects of Farmatan on gas production kinetics, metabolizable energy, and OM digestibility

(OMD) of alfalfa silage were statistically significant ($P < 0.001$; Table 3).

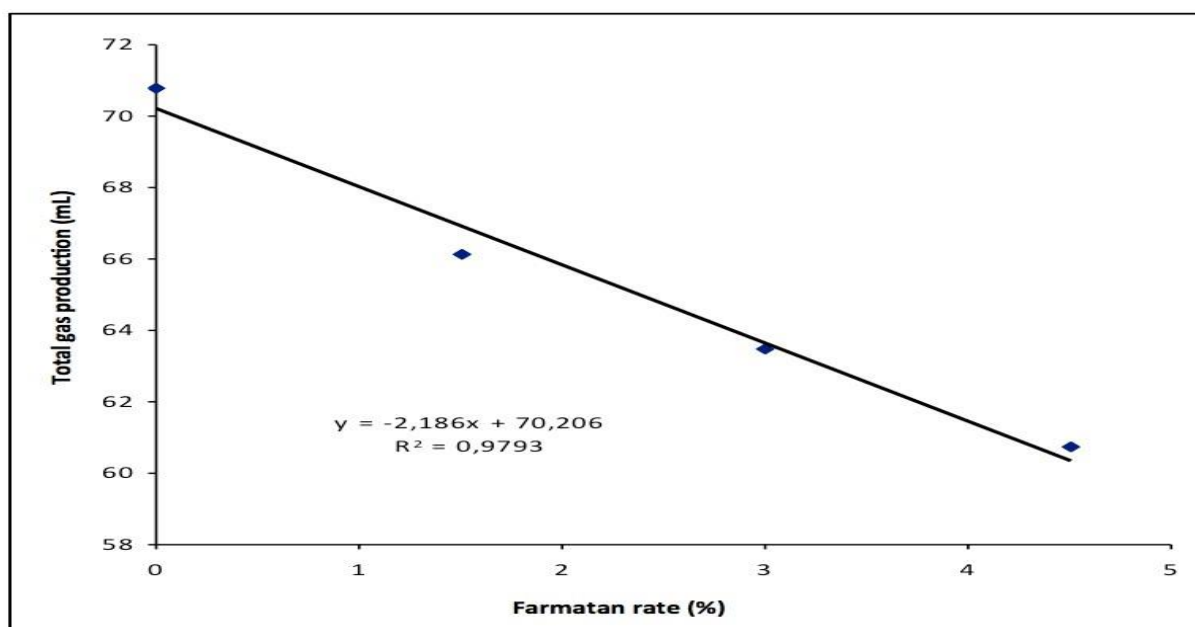
Table 3. Silage additive Farmatan's impact on *in vitro* gas production kinetics, metabolizable energy, and organic matter digestibility level of alfalfa silage.

Parameters	Control	% 1.5	% 3.0	% 4.5	SE	P
c	0.059	0.059	0.062	0.064	0.002	NS
a (ml)	3.61 ^a	3.61 ^a	2.54 ^b	2.02 ^b	0.242	***
b (ml)	67.18 ^a	62.53 ^b	60.93 ^{bc}	58.73 ^c	0.788	***
a+b	70.79 ^a	66.14 ^b	63.47 ^b	60.75 ^c	0.837	***
ME (MJ/kg DM)	10.39 ^a	9.70 ^b	9.80 ^b	9.59 ^b	0.097	***
OMDL (%)	70.42 ^a	65.83 ^b	66.53 ^b	65.14 ^b	0.636	***

^{a,b,c}: differences between means indicated by different letters in the same row are important. ***: P<0.001, SE: Standard error, NS: Non-significant, c: b's fermentation rate, a: Amount of gas obtained from easily fermented part, b: Amount of gas obtained from slowly fermented part, ME: Metabolic energy, OMDL: Organic matter digestibility level.

In the analysis of gas production and rumen degradability (Figure 4), it can be seen that the highest potential gas production (b) of alfalfa silage ranged from 58.73 to 67.18 mL. The potential gas production of alfalfa silage from control group was

higher than that of the other treatments. Gas production rate (c) was affected by Farmatan addition (P<0.001), ranging from 0.059% to 0.064%. Farmatan reduced the amount of gas produced over time.

**Figure 4.** The relation between Farmatan rate and total gas production.

Metabolizable energy (ME) decreased with increasing doses of the additive. One unit of increase in the Farmatan rate led to a decrease of 0.153 units in the total amount of ME.

The OMD of control alfalfa silage was significantly higher than those of the other groups (Figure 5). One unit of increase in Farmatan rate caused 1.00-unit decreases in organic matter digestibility. The reason for the decrease in ME and OMD estimated by using the CP content and 24-h gas production is suggested to be due to the decrease in gas production with the increasing Farmatan levels.

The lowest DM content was observed in control group, whereas the highest was found in the silage supplemented with 4.5% Farmatan. Salawu et al. (1999) reported that the DM content decreased with increasing amounts of tannin added to the silages. Canbolat et al. (2013) observed differences in alfalfa silage, reporting the following mean values: CP - 15.77%, DM - 28.27%, crude fat - 5.59%, ash - 5.92%, NDF - 48.49%, ADF - 30.62%, and pH - 5.37.

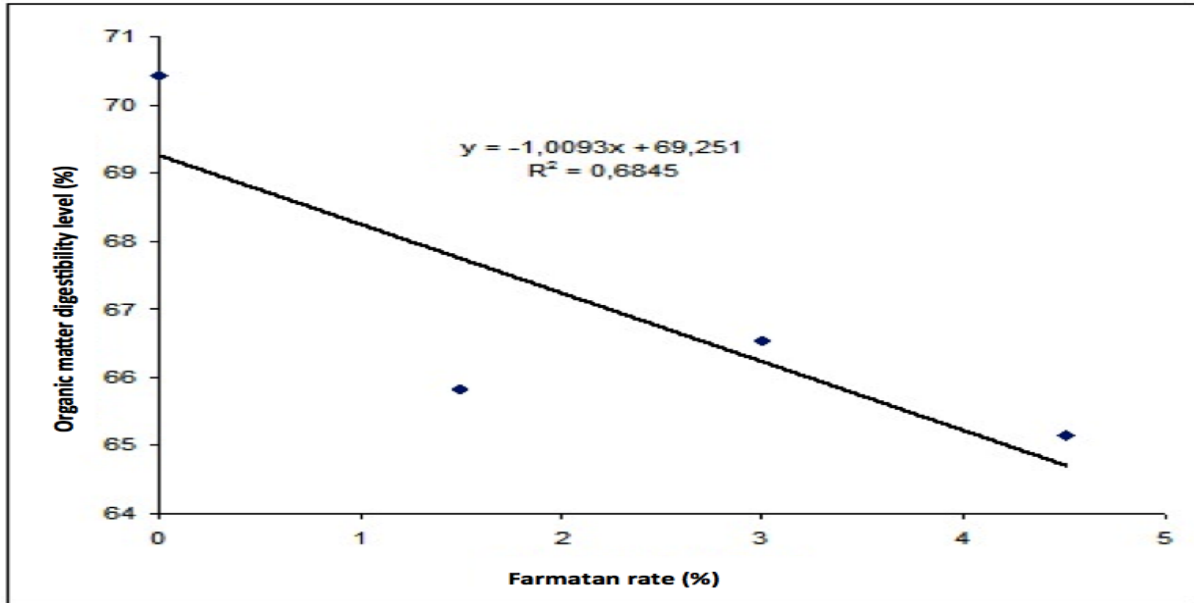


Figure 5. The relationship between the level of Farmatan and organic matter digestibility.

A one-unit increase in Farmatan additive led to an increase of approximately 1.78 units in the DM content of the silage (Figure 1). The reason for this increase in silage DM is the high DM content of the additive. The DM content of control-group alfalfa silage was lower than the 20.44% reported by Ozturk et al. (2006). It was reported that ensilage of alfalfa material with formic acid and enzymes did

not cause significant differences in silage composition (Esmail and Muwalla, 1997). Similarly, it was explained that ensilage of alfalfa with Silobac inoculant (*Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus pentosaceus*) did not have an impact on the digestibility level of the silage and digestible dry matter intake (Manginelli et al., 2005).

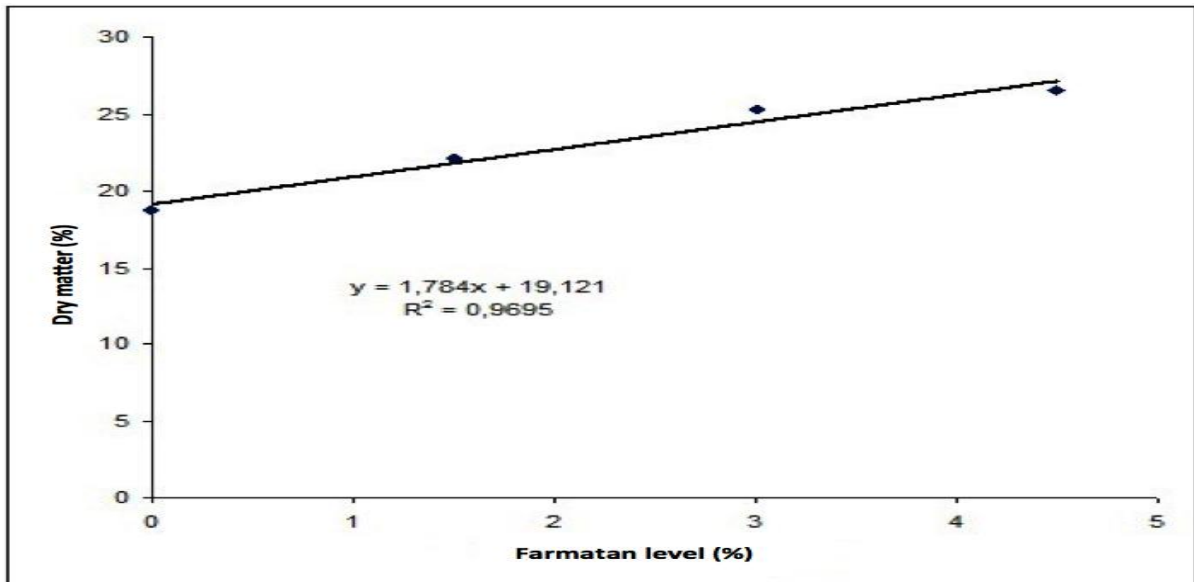


Figure 1. The effect of Farmatan on dry matter content of clover silage.

Kurtoglu and Coskun (2004) reported that ensilage of alfalfa with Pioneer 1174, (*Lactobacillus plantarum* and *Streptococcus faecum*), 5% molasses, 5% barley, and 1.5% salt did not significantly affect the CP, ADF, or ash contents of the silage; however, it had important effects on DM, NDF, pH, and dry matter losses. In another study, it

was reported that ensilage of alfalfa material with formic acid, previously fermented filtrate of the material + glucose and fermented filtrate + formic acid decreased the ADF content; however, it increased the CP content (Ruixia et al., 2005).

Kozelov et al. (2008) stated that formic acid application to alfalfa silage increased NDF and *in*

vitro potential gas production. Ash content values in the present study ranged between 6.97% and 8.80%, which is lower than the 11.64% reported by Ozturk et al. (2006).

The NDF, ADF, and ammonia contents of the silages significantly decreased with the increasing rates of Farmatan (Table 1). We suggest that the reason for the decrease in NDF and ADF is the fact that Farmatan does not include NDF and ADF; the decrease was caused by the dilution effect. Nadeau et al. (2000) reported that alfalfa silages ensiled with cellulase enzyme had its NDF contents reduced. It was reported that silages produced from alfalfa material with molasses and formic acid were better than control group in terms of sensory properties, water content, and pH; molasses and formic acid increased the NDF content (Xian et al., 2004). In the present study, it is suggested that the decrease in ammonia content of the silage was due to the negative impact of Farmatan on proteolytic microorganisms. Generally, the ammonia content in the silage is regarded as an indicator of the proteolysis event occurring during ensilage. Lower ammonia levels as a result of ensilage indicate lower occurrence of proteolysis. Virtanen (1993) reported that proteolysis completely stopped when the silage pH was below 4. The ammonia content of silage with 4.5% Farmatan was approximately 70.11% lower than that of control group. Esmail and Muwalla (1997) indicated that formic acid treatment reduced the ammonia content of alfalfa silage, whereas Ostrowski (1999) reported decreasing ammonia contents with the simultaneous use of bacterial inoculant and sugar. Similarly, it was suggested that ensilage of alfalfa material with tannin reduces the ammonia content (Salawu et al., 1999).

Addition of Farmatan reduced the pH of the silage. The decrease in silage pH is probably due to the acidic structure of Farmatan. The pH of silage material with 3.0% Farmatan was approximately 23.8% lower than that of control group. Low pH has two primary functions in crop preservation: first and foremost, it stops the growth of detrimental anaerobic bacteria; secondly, it reduces the activity of protein-degrading (proteolytic) plant enzymes.

Addition of formic acid and sulfide to alfalfa silage was reported to decrease the silage pH (Marshall et al., 1993). Ohshima et al. (1997) described that ensilage of alfalfa material with fermented filtrate increased the lactic acid content of the silage and reduced its pH. Similarly, it was reported that ensilage of alfalfa material with formic acid decreased the pH of silages (Esmail and Muwalla, 1997). Zhu et al. (1999) explained that ensilage of alfalfa material with cell wall-degrading enzymes reduced the silage pH. Santos et al. (2000),

on the other hand, reported that ensilage of alfalfa material with tannic acid did not have a significant impact on the silage pH. It was suggested that as a result of ensiling alfalfa material with acetic acid at various doses, the silage pH decreased, and despite the decrease in proteolytic activity, acetic acid was not an efficient preservative (Djordjevic et al., 2004).

The addition of Farmatan reduced the amount of gas production. The greatest decrease in gas production was observed in the silage with 4.5% addition of Farmatan. Control group had a higher 24-h gas production than the 43.0 mL reported by Tabacco et al. (2006), but was similar to the 56.33 mL reported by Ozturk et al. (2006). It is suggested that the difference in gas measurement values from previous studies depends on the rumen fluid used in incubation and the structural difference of alfalfa silage. Significant decreases ($P < 0.001$) in gases obtained from rapidly (a) and slowly (b) degradable parts were observed with increasing rates of Farmatan except for gas production rate (c). A one-unit increase in Farmatan rate caused a 0.389-mL decrease in gas obtained from the easily degradable fraction part and a 1.80-mL decrease in gas obtained from the slowly degradable part. On the other hand, a 2.19-mL decrease was observed in total amount of gas produced. Gas production from the easily degradable fraction ranged between 2.02 and 3.61 mL; from the slowly degradable fraction, between 58.73 mL and 67.18 mL; and total gas production ranged between 60.75 mL and 70.79 mL. The highest production was obtained with control group. The negative impact of Farmatan on gas production is assumed to be due to its antimicrobial effect.

In this study, the ME value of control-group alfalfa silage was higher than the 9.57 MJ/kg DM reported by Tabacco et al. (2006), whereas the OMD value was very close to the 73% obtained by those authors.

Conclusions

Supplementation of alfalfa silage with Farmatan increases the silage quality by increasing its dry matter content and decreasing the pH and ammonia levels. However, it causes significant decreases in metabolizable energy and organic matter digestibility values as determined by the *in vitro* gas production technique. In other words, along with important benefits of Farmatan use, some negative aspects of it are also observed. The point of discussion on this matter is whether significant decreases in protein content along with the benefits provided by Farmatan addition such as decreases in pH and ammonia content compensate for the losses of metabolizable energy and organic

matter digestibility. *In vivo* digestion trials may shed light on this issue. If animals like Farmatan-added silage and consume more of it under *in vivo* conditions, then performance losses due to decreases in metabolizable energy and organic matter digestibility may be easily offset.

Acknowledgement

The authors would like to express their deepest gratitude to Kahramanmaraş Sutcu Imam University Research Fund for supporting this research (BAP-Project number 2010/2-23 YLS). The authors would also like to thank Professor Adem Kamalak for his grateful contribution.

References

- Altınok, S., Genc, A., Erdogdu, I. 2005. Farklı ekim şekillerinde yetiştirilen mısır ve soyadan elde edilen silajlarda kalite özelliklerinin belirlenmesi. Turkey VI. Field Crops Congress, s. 1011-1016 Antalya 5-9 September.
- Anonymous, Alfalfa Silage. Oregon State University, 1981. <https://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitsstream/handle/1957/24870/ECNO1054.pdf?sequence=1>.
- AOAC, 1990. Official method of analysis. Association of Official Analytical Chemists. pp.66-88. 15th. Edition. Washington, DC. USA.
- Canbolat, O., Kalkan, H., Filya, I. 2013. The use of honey locust pods as a silage additive for alfalfa forage. Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, 19: 291-297.
- Davies, D.R., Merry, R.J., Williams, A.P., Bakewell, E.L., Leemans, D.K., Tweed, J.K. 1998. Proteolysis during ensilage of forages varying in soluble sugar content. Journal of Dairy Science, 81: 444-453.
- Djordjevic, N., Grubic, G., Glamocic, D. 2004. Effects of the use of acetic acid as the conservant in Lucerne Ensiling. Journal of Agricultural Sciences, 49: 59-64.
- Esmail, S.H., Muwalla, M.M. 1997. Effects of formic acid and enzyme treatments on chemical composition, fermentation characteristics, and nutritive value of alfalfa silages fed to awassi lambs. Wirtschaftseigene Futter, 43: 223-233.
- Jatkauskas, J., Vrotniakiene, V., Lanckriet, A. 2015. The effect of different types of inoculants on the characteristics of alfalfa, ryegrass and red clover/ryegrass/timothy silage. Zemdirbyste-Agriculture, 102: 95-102.
- Kozelov, L.K., Lliev, F., Hiristov, A.N., Zaman, S., Mcallister, T.A. 2008. Effect of fibrolytic enzymes and an inoculant on *in vitro* degradability and gas production of low-dry matter alfalfa silage. Journal of the Science of Food and Agriculture, 88: 2568-2575.
- Kurtoglu, V., Coskun, B. 2004. Effects of microbial inoculation on alfalfa silage quality. Hayvancilik Arastirma Dergisi, 14: 78-84.
- Lavrancic, A., Levard, A. 2006. Effect of tannins on grass silage composition. Krmiva, 48: 87-93.
- Manginelli, S., Magalhaes, V.J.D., Rodrigues, P.H.M. 2005. Microbial inoculation of alfalfa for silage on ruminal and total digestibility in bovines. Brazilian Journal of Animal Science, 34: 926-933.
- Marshall, S.A., Campbell, C.P., Buchanansmith, J.G. 1993. Proteolysis and rumen degradability of alfalfa silages preserved with a microbial inoculant, spent sulfite liquor, formic acid or formaldehyde. Canadian Journal of Animal Science, 73: 559-570.
- McAllister, T.A., Feniuk, R., Mir, Z., Mir, P., Selinger, L.B., Cheng, K.J. 1998. Inoculants for alfalfa silage: effects on aerobic stability, digestibility, and the growth performance of feedlotsteers. Livestock Production Science, 53: 171-181.
- Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., Schneider, W. 1979. The estimation of digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liqueur *in-vitro*. Journal of Agricultural Science, 93: 217-222.
- Menke, K.H., Steingass, H. 1988. Estimation of energetic feed value obtained from chemical analysis and *in-vitro* gas production using rumen fluid. Animal Research and Development, 28: 7-55.
- Nadeau, E.M.G., Buxton, D.R., Russell, J.R., Allison, M.J., Young, J.W. 2000. Enzyme, bacterial inoculant, and formic acid effects on silage composition of orchard grass and alfalfa. Journal of Dairy Science, 83: 1487-1502.
- Ohshima, M., Cao, L.M., Kimura, E., Oshima, Y., Yokota, H. 1997. Influence of addition of previously fermented juice to alfalfa ensiled at different moisture contents. Grassland Science, 43: 56-58.
- Orskov, E.R., McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurement weighed according to rate of passage. Journal of Agricultural Science, 92: 499-503.
- Ostrowski, R. 1999. Ensiling fresh lucerne supplemented with lactic acid, sugar and mass containing lactic fermentation bacteria. Roczniki Naukowe Zootechniki, 26:

- 199-207.
- Ozturk, D., Kizilsimsek, M., Kamalak, A., Canbolat, O., Ozkan, C.O. 2006. Effects of ensiling alfalfa with whole maize crop on the chemical composition and nutritive value of silage mixtures. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 19: 526-532.
- Owens, V.N., Albrecht, K.A., Muck, R.E. 1999. Protein degradation and ensiling characteristics of red clover and alfalfa wilted under varying levels of shade. *Canadian Journal of Plant Science*, 79: 209-222.
- Pitt, R.E. 1990. The probability of inoculant effectiveness in alfalfa silages. *American Society of Agricultural Engineering*, 33: 1771-1778.
- Raques, C.A., Smith, D. 1966. Some non-structural carbohydrates in forage legume herbage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 14: 423-426.
- Ruixia, T., Yuan, A., Jinfeng, L., Guangwen, W. 2005. Effects of additives on quality of lucerne silage. *Grassland of China*, 27: 10-14.
- Salawu, M.B., Acamovic, T., Stewart, C.S., Hvelpund, T. 1999. The use of tannins as silage additives. effects on silage composition and mobile bag disappearance of dry matter and protein. *Animal Feed Science and Technology*, 82: 243-259.
- Santos, G.T., Oliveira, R.L., Petit, H.V., Cecato, U., Zeoula, L.M., Rigolon, L.P., Damascenes, J.C., Branco, A.F., Bett, V. 2000. Effect of tannic acid on composition and ruminal degradability of bermuda grass and alfalfa silages. *Journal of Dairy Science*, 83: 2016-2020.
- Slottner, D., Bertilsson, J. 2006. Effect of ensiling technology on protein degradation during ensilage. *Animal Feed Science Technology*, 127: 101-111.
- Statistica. 1993. Statistica for Windows Release 4.3, StatSoft, Inc. Tulsa, OK.
- Tabacco, E., Borreani, G., Crovetto, G.M., Galassi, G., Colombo, D., Cavallarin, L. 2006. Effect of chestnut tannin on fermentation quality, proteolysis, and protein rumen degradability of alfalfa silage. *Journal of Dairy Science*, 89: 4736-4746.
- Virtanen, A.I. 1993. The A.I.V. method of preserving fresh fodder. *Empire Journal of Experimental Agriculture*, 1: 143-155.
- Winters, A.L., Cockburn, J.E., Dhanoa, M.S., Merry, R.J. 2000. Effect of lactic acid bacteria in inoculants on changes in amino acid composition during ensilage of sterile and non-sterile ryegrass. *Journal of Applied Microbiology*, 89: 442-451.
- Xian, L., Lujia, H., Shinichiro, H., Kazuhisa, N. 2004. Effects of different additives on the quality of alfalfa silage. *Journal of China Agricultural University*, 9: 25-30.
- Zhu, Y., Nishino, N., Kishida, Y., Uchida, S. 1999. Ensiling characteristics and ruminal degradation of italian ryegrass and lucerne silages treated with cell-degrading enzymes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79: 1987-1992.

Araştırma Makalesi

Antep Fıstığı (*Pistacia vera*) Tohumundan Lipaz Enziminin Safılaştırılması ve Kinetik Özelliklerinin Belirlenmesi*

Duygu MERCAN ÜLKÜ¹, Müge GİDİŞ^{2*}, Metin BÜLBÜL²

¹Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyokimya Anabilim Dalı

²Dumlupınar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı

*Sorumlu yazar: muge.gidis@dpu.edu.tr

Geliş Tarihi: 08.03.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 16.07.2019

Kabul Tarihi: 16.07.2019

Özet

Hücrel yapılar için önemli metabolik görevleri olan enzimler çeşitli amaçlarla kullanılmak üzere gündelik ve ekonomik hayata girmiştir. Son yıllarda lipazlar ile katı ve sıvı yağların enzimatik modifikasyonu giderek önem kazanmıştır. Endüstrinin hemen her alanında kullanılan lipazlar genellikle mikroorganizma ve son zamanlarda da yağlı bitki tohumlarından elde edilmektedir. Kolay bulunabilmeleri, katalitik aktivitelerinin çok yüksek olmaları, istenmeyen yan ürün oluşturmamaları gibi avantajları bulunan bitkisel kaynaklı lipazlar gıda, deterjan ve ilaç endüstrilerinde kullanılabilir. Yağların hidrolizlenme yeteneklerinden dolayı lipazlar evlerde deterjan ürünlerinde temizleme etkilerini arttırabilmek amacı ile katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada bol yağlı bir bitki tohumu olan Antep fıstığı tercih edilmiş ve saflaştırma işlemleri sonucunda enzim aktiviteleri belirlenmiştir. Yağsızlaştırma işlemi sonucunda amonyum sülfat çöktürmesinde %30 doyumlukta ilk çökeltme gözlemlenmiş ve en yüksek enzim aktivitesi %50 ve %60 doyumlukta 5 ml NaOH eklendiğinde olmuştur. Kinetik özellikleri belirlenen Antep fıstığı bitki tohumu lipazının stabil ve optimum sıcaklık ve pH değerleri tespit edilip deterjan endüstrisinde kullanılan diğer lipaz enzimleri kinetik özellikleri ile karşılaştırılıp yorumlanmıştır. Antep fıstığı lipaz enzimi kinetik özelliklerinin deterjan endüstrisinde kullanımı uygun bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Antep fıstığı, lipaz enzimi, deterjan endüstrisi, kinetik özellikler.

Lipase Enzymatic Purification and Determination of Kinetic Properties of Antep Peanut (*Pistacia vera*) Seeds

Abstract

Enzymes play important metabolic functions for cellular structures and they are in our daily life and economical life for various purposes. In recent years, the enzymatic modification of lipases and fats and oils has become increasingly important. Lipases used in almost every field of industry are usually obtained from microorganism and recently from oil seeds. Plant-derived lipases can be used in food, detergent and pharmaceutical industries, with advantages such as their easy availability, their high catalytic activity and their inability to form unwanted by-products. Due to the hydrolytic ability of oils, lipases are used as additives with the purpose of increasing cleaning effects in detergent products in households. In this study, Antep peanut, which is an abundant fatty plant seed, was preferred and enzyme activities were determined as a result of the purification process. The first precipitation of ammonium sulfate precipitation at 30% saturation was observed as a result of degreasing process and the highest enzyme activity was when 5 ml NaOH was added at 50% and 60% saturation. The stability and optimum temperature and pH values of Antep peanut plant seed lipase with determined kinetic properties were

determined and compared with the kinetic properties of other lipase enzymes used in the detergent industry. The use of Antep peanut lipase enzyme kinetics in the detergent industry has been found suitable.

Key words: Antep peanut (*Pistacia vera*), lipase enzyme, detergent industry, kinetic properties.

Giriş

Enzimler canlı hücrede meydana gelen metabolizma reaksiyonlarını hızlandıran ve düzenleyen protein yapısındaki biyolojik katalizörlerdir (Sökmen, 2005). Yaşamsal olayların tümü enzim gerektirir. Besin öğeleri vücutta enzimlerin yardımı ile kullanılarak ve biyolojik ve kimyasal tepkimeler sonucunda vücut yapısına dönüştürülür (Seren, 2013). Enzimler hakkındaki bilgi çok eskilere dayanmaktadır. Maya anlamına gelen enzim terimi ilk kez Künhe tarafından kullanılmıştır (Aehle, 2007). İnsanlar yıllardır bilmeden de olsa günlük yaşamlarında enzim reaksiyonlarından faydalanmıştır (Hammamchi, 2014). Enzimlerin mikrobiyal yolla üretimleri yakın geçmişte büyük önem taşımaktadır. İlk kez 1897’de Buncher adlı araştırmacı yaşayan hücreden aktif enzim ayrılabilirliği göstermiş ve maya hücrelerinden enzimleri izole etmiştir (Casida, 1986). Son yıllarda sanayi dalında da uygulama alanı bulunan enzimler günümüzde yeni kullanım alanlarının ortaya çıkması ile birlikte giderek önem kazanmaktadır (Casida, 1986; Telefoncu, 1997). Ticari olarak kullanılan enzimlerin %59’u proteazlar, %28’ini karbonhidrazlar, %3’ünü lipazlar oluşturmaktadır (Wiseman, 1995).

Lipazlar (Triaçilgliserol açıl hidrolaz, E.C.3.1.1.3) esterazlara dahil olup, tüm canlılar arasında geniş bir dağılım göstermektedir. Lipazlar suda çözülebilir substratları hidrolizlemelerine rağmen suda çözünmez lipid substratlarına karşı daha yüksek enzim aktivitesi göstermektedirler (Veeraragavan ve ark., 1990). Lipazlar, özellikle su-yağ fazı arasındaki iç yüzeyde substrata karşı katalitik etki göstererek, trigliseridleri; digliserid, monogliserid, gliserol ve yağ asitlerine hidrolizlemektedirler. Su ile karışmayan organik çözücülerde lipid substratlarının esterifikasyon ve transesterifikasyon reaksiyonlarında katalizlemektedir (Tocher ve Sargent, 1984; Gjellesvik ve ark., 1991). Lipazlar mikroorganizmalar, bitkiler ve hayvanlardan elde edilirler (Jisheng ve ark., 2006; Yapaşan, 2008). Lipazlar üzerinde yapılan çalışmalar çok eskilere dayanmaktadır; 1846 yılında ilk kez pankreasta lipaz aktivitesi ve 1871’de bitkisel tohumlarda lipaz varlığının kanıtlanmıştır (Fogarty ve Kelly, 1990). Lipazların bitkilerdeki regülasyonu, lokalizasyonları ve tam olarak fizyolojik rolleri halen açık değildir (Sökmen, 2005; Patil, 2011). Son yıllarda bitkisel

lipazlar lipidlerin biyotransformasyonu için biyokatalizör olarak kullanıldığı için büyük önem taşımaktadır. Farklı bitkisel kaynaklardan elde edilen lipazlara örnek olarak, buğday tohumu (Kapranchikov ve ark., 2004), badem tohumu (Başkurt, 2005), fındık tohumu (Kılıç, 2003), kayısı çekirdeği tohumu (Sökmen, 2005), pamuk (Akbulut, 2014) verilebilir. Bitkisel lipazlar substrat seçiciliği göstermektedirler. Hint yağı bitkisinin lipazının trisnoleine, palmye yağı lipazının trikoprin veya trilavrine karşı ilgisi fazladır (Fogarty ve Kelly, 1990). Bitki tohumlarının yanı sıra ağaçların değişik türlerinden de lipaz izole etmenin mümkün olabileceğini Teksas’dan Kuzey Kaliforniya’ya kadar yetişen *Sapiun sebiferum*’den (Çin Donyağı ağacı) elde edilen lipaz enzimi ile kanıtlanmıştır (Gao ve ark., 2008).

Ülkemiz Antep fıstığı üretimi bakımından önemli yere sahiptir (Pala ve ark., 1994). Antep fıstığı (*P. vera*) sakızağacıgiller familyasından kabuklu bir meyve türüdür. Yağlı ve ince kabuklu olan bu meyve ağaçta yetişir (MEGEP, 2010). Lezzetli bir meyve olan Antep fıstığı sert kabukludur ve sert kabuklu meyvelerin streoller, vitaminler, mineraller, yağ asitleri, fenolik bileşikler dahil olmak üzere sahip olduğu besin bileşenleri antioksidan ve antiproliferatif özellikleri onu daha etkin hale getirmektedir (Tsantili ve ark., 2011). Antep fıstığının yağ bileşenleri ortalamaları, % 14,63 doymuş yağ asitlerinden, % 85,39 doymamış yağ asitlerinden meydana geldiği bilinmektedir (Pala ve ark., 1994). Ortalama enerji düzeyi 625 kcal/100 g olarak bulunmuştur (Pala ve ark., 1994). Antep fıstığının 100 gramında; 500 mg Fosfor, 1020 mg Potasyum, 136 mg Kalsiyum, 5 mg E vitamini ve 7 mg C vitamini mevcuttur. Genel itibari ile yağlı bir tohum bitkisi olan Antep fıstığı yağ oranı %55 civarındadır (Yavuz, 2011).

Varlığı uzun zamandır bilinen ve çeşitli endüstriyel alanlarda kullanılan enzimlerin başında kuşkusuz lipaz enzimi gelmektedir. Uzun yıllardır mikrobiyal, fungal ve hayvansal kaynaklı lipaz enzimleri saflaştırılmaktadır. Son yıllarda deterjan endüstrisinde kullanılmak üzere bitkisel kaynaklı lipaz enzimleri saflaştırılmakta ve kullanım alanlarını belirlemek için kinetik özellikleri belirlenerek enzimlerin özgünlüğü ortaya koyulmaktadır. Her enzimin farklı etkileri ve görevleri olabileceği gibi özellikleri belirlenen enzimler kullanım amacına göre sınıflandırılmaktadır. Bitkisel kaynaklı lipaz enzimleri

literatürde incelendiğinde genellikle yağlı tohumlardan saflaştırılmaktadır. Antep fıstığı bitkisi genel itibarı ile %55 civarında yağlı bir tohum olmasından dolayı bu çalışma için oldukça uygun bir bitkidir. Bu çalışmadaki amaç Antep fıstığı bitki tohumundan lipaz enzimi saflaştırarak, enzim aktivitesi ve kinetik özelliklerini belirlenmesi ile endüstriyel alanda kullanılabilirliğini tespit etmek ve sonrasındaki araştırmalara referans oluşturmaktır.

Materyal ve Yöntem

Antep fıstığından enzim eldesi için ilk aşama olarak kabuklarından ayrılmış ve öğütülmüştür. Aseton kullanılarak öğütülmüş olan Antep fıstığı yağlarından uzaklaştırılmıştır. Yağsızlaştırma işlemi, soğuk bir ortamda 4°C'de 45 dakika buz banyosunda karıştırıcı ile karıştırılarak gerçekleştirilmiştir. Bu işlem yağdan iyice arınması amacı ile 2 kere tekrarlanmıştır. Filtre kâğıdından geçirilen homojenatın katı kısmı alınmış, petri kaplarına eşit bölünmüş ve etüvde asetonu uzaklaştırmak amacı ile 1 saat kadar bekletilmiştir. Yağı ve asetonu uzaklaştırılan homojenat üzerine 1:6 oranında 0,1 M fosfat tamponu (pH: 7,0) ilave edilerek 12 saat boyunca karıştırıcıda karıştırılmıştır. Tülbent bezinden süzülen süpernatant aktivite tayininde kullanılmak üzere ayrılmıştır.

Lipazın aktivitesini tayini için, sodyumdesikat'dan 2 ml, %10'luk gum arabic'den 10 ml ve 0,05 M tris tamponu'dan 4 ml karıştırılmıştır. Sıcaklık 37°C sabitlenerek pH 7'ye ayarlanmıştır. Karışımın üzerine 1 ml enzim ilave edilerek 5 dakika boyunca karıştırılıp pH düşüşü izlenmiştir. Sonrasında 0,01 M NaOH karışıma yavaş yavaş eklenerek pH 7'ye ayarlanmıştır. Harcanan NaOH miktarı mililitre (ml) cinsinden hesaplanarak, Antep fıstığı bitkisinin enzim aktivitesi tayin edilmiştir.

Kolona aktarılmak üzere, 3 g hidroksiapatit, 0,1M ve pH'ı 7,0 olan fosfat tamponu hazırlanmıştır ve kolona aktarılmıştır. Jel hazırlanması için 2 g Sephadex G-100 100 ml, 0,1 M pH 7,0 fosfat tamponu içerisinde yarım saat karıştırılarak jel oluşturulmuştur. Dekantasyon işleminden sonra oluşan jel kolona yavaş yavaş aktarılmıştır. Kolonun dengelenmesi ve jel içerisinde boşuk oranını azaltmak için kolondan tampon geçirilmiştir. Hidroksiapatitten geçirilen homojenat kolona yüklenmiştir. Kolondan geçen enzimler tüplere toplanmıştır.

SDS PAGE çalışması için %12'lik ayırıştırma jeli üzerine %3,75'lik yığma jeli ilave edilerek numuneler kuyuya yüklenmiştir. Daha sonra numuneler 100 Volt'da ve ortalama 150 dakika yürütülmüştür. Boyama işlemi için hazırlanan %0,1 Coomassie

Brilliant Blue R250 çözeltisi ve %10 metanol ve %7'lik asetik asit kullanılarak elde edilen renksizlendirme çözeltisi yıkama işleminde kullanılmıştır. Jel tamamen temizleninceye kadar yıkama işlemi devam etmiştir.

Enzimin maksimum aktivite gösterdiği pH değerlerini tespit etmek için pH'sı 4,4 ile 6,4 arası değişen 0,1M'lık sodyum asetat, pH'ı 6,8 ile 9,2 arası değişen 1 M'lık sodyum dihidrojen fosfat, pH'ı 9,6 ile 11,2 arası değişen, 1M'lık sodyum bikarbonat ve pH'ı 11,6 ile 13,2 olan disodyum hidrojen fosfat tamponlar hazırlanmıştır. Bu tamponlar ile yapılan aktivite tayini sonucunda enzimin en yüksek aktivite gösterdiği aralık tespit edilmiştir.

Enzimin en yüksek aktiviteyi gösterdiği sıcaklığı tespit etmek için 5°C'den başlayarak 5'er derece artacak şekilde 60°C'den kadar sıcaklık aralığında aktivite tayini yapılmıştır. Enzimin maksimum aktivite gösterdiği sıcaklık kaydedilmiştir.

Jel kromatografisi sonucunda tüplere toplanan numunelerin aktiviteleri ölçülmüş ve en yüksek bulunan numuneler bir araya toplanmıştır. +4°C buzdolabında 15 günlük süre ile günlük olarak aktivite ölçümleri yapılmıştır.

Jel kromatografisi sonucunda elde edilen numunelerin en yüksek aktivite gösteren örnekleri bir araya getirilip bir enzim havuzu oluşturuldu. pH değerleri 4,8, 5,2 ve 5,6 olan 0,1 M'lık sodyum asetat (NaCH₃COO) ile pH değerleri 6,4 ve 6,8 olan sodyum dihidrojen fosfat (NaH₂PO₄) tamponları enzimin en yüksek aktiviteyi gösterdiği stabil pH'ı belirlemek için hazırlanmıştır. Oda sıcaklığında (25°C) beş gün süreyle kaydedilen enzim aktiviteleri ile enzimin stabil olduğu pH değeri tespit edilmiştir.

Jel kromatografisi işleminden sonra hidrolitik spesifik aktivite değeri en yüksek olan numuneler bir araya toplanmıştır. Lipaz enziminin maksimum aktivite gösterdiği stabil sıcaklığı tespit etmek için 5°C ile 60°C sıcaklıkları arasında 7 gün optimum pH da aktivite ölçümleri yapılmıştır. En yüksek aktiviteyi veren stabil sıcaklık çalışmaları sonrasında kaydedilmiştir.

Jel kromatografisi işlemi sonunda birbirine yakın yüksek hidrolitik spesifik aktivite gösteren enzimler bir havuzda toplandı. K_m ve V_{max} kinetik sabitlerini bulunmak amacıyla substrat olarak kullanılan trioleinin farklı konsantrasyonlarda (10, 20, 50, 100, 200, 500 µL) ve sabit hacimlerde havuzdaki enzimler kullanılması ile aktivite tayini yapılmıştır. Hız değerleriyle substrat konsantrasyonu arasında çizilen Michaelis-Menten grafiği yardımı ile K_m ve V_{max} değerleri tespit edilmiştir.

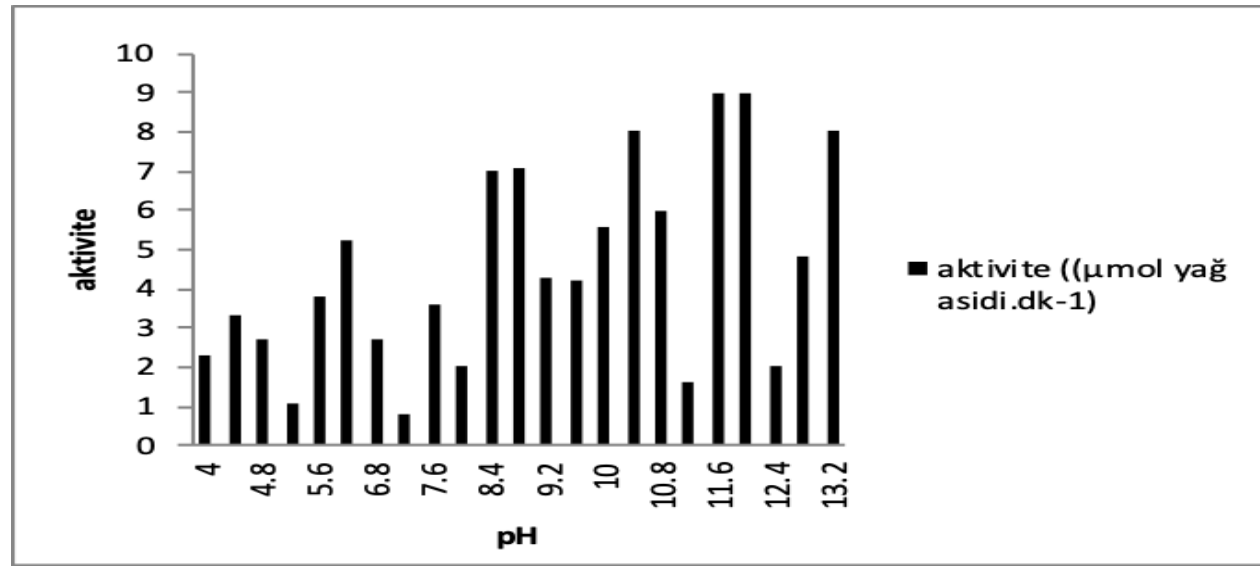
Bulgular ve Tartışma

Çalışmaya 100 gr Antep fıstığı ile başlanmış, yağsızlaştırma ve kurutma işlemlerinden sonra 48 gr kaldığı gözlemlenmiştir. Amonyum sülfat çöktürmesinde %30 doygunlukta ilk çökelme gözlemlenmiş ve en yüksek aktivite %50 ve %60 doygunlukta 5 ml NaOH gözlemlenmiştir. Jel kromatografisi işleminden sonra, bu aktivite 8 ml NaOH'a kadar yükselmiştir. Saflaştırma işlemi sonucunda elde edilen enzimler elektroforez de yürütüldüğünde enzimin varlığı gözlemlenmiştir.

Enzimin maksimum aktivite gösterdiği pH değerlerini belirlemek amacı ile jel filtrasyon kromatografisinde hidrolitik spesifik aktivitesi yüksek olan enzimlerin bir araya toplanarak oluşturulan enzimleri, farklı pH aralıklarında hazırlanan tamponlarla aktivite değerlerine bakılarak aktivitesi belirlendi. Enzimin en yüksek aktivite gösterdiği pH değeri 11,6 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1 ve Şekil 1).

Çizelge 1. Antep Fıstığı lipazının optimum pH değerleri

pH	Aktivite ($\mu\text{mol yağ asidi. dk}^{-1}$)	pH	Aktivite ($\mu\text{mol yağ asidi. dk}^{-1}$)	pH	Aktivite ($\mu\text{mol yağ asidi. dk}^{-1}$)	pH	Aktivite ($\mu\text{mol yağ asidi. dk}^{-1}$)
4	2.3	6.8	2.7	9.2	4.3	11.6	9
4.4	3.3	7.2	0.8	9.6	4.2	12	9
4.8	2.7	7.6	3.6	10	5.6	12.4	2
5.2	1.1	8	2	10.4	8	12.8	4.8
5.6	3.8	8.4	7	10.8	6	13.2	8
6.4	5.2	8.8	7.1	11.2	1.6		



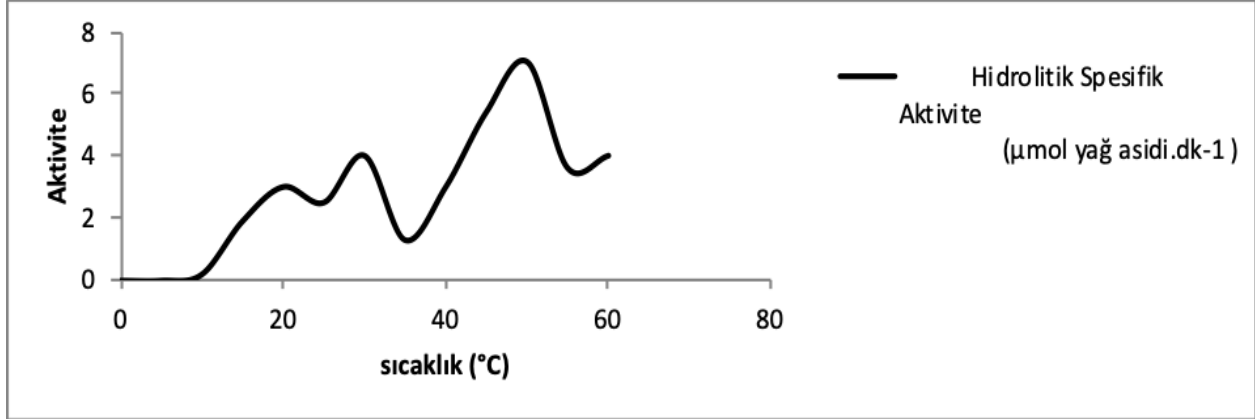
Şekil 1. Antep Fıstığı bitki tohumunun lipazının optimum pH'sı.

Çizelge 2. Antep Fıstığı tohumu lipazının optimum sıcaklık değerleri

Sıcaklık (°C)	Hidrolitik spesifik aktivite ($\mu\text{mol yağ asidi. dk}^{-1}$)	Sıcaklık (°C)	Hidrolitik spesifik aktivite ($\mu\text{mol yağ asidi. dk}^{-1}$)
0	0	30	4
5	0	35	1.3
10	0.2	40	3
15	1.9	45	5.4
20	3	50	7
25	2.5	55	3.6
30	4	60	4

Antep fıstığı tohumu enzim saflaştırması sonrasında, kolondan toplanan enzim aktivitesi en yüksek olan örneklerde 0-60°C aralığında pH 7,0'da

lipaz aktivitesi ölçüldü. Bu ölçümlerin sonunda en yüksek hidrolitik spesifik aktivite sıcaklığı 50°C olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2 ve Şekil 2).



Şekil 2. Sıcaklığın Antep fıstığı bitkisi lipazına etkisi.

Antep fıstığı ile yapılan enzim aktivite tayini çalışmasında Sephadex G-100 kolonundan geçen eluatlar arasında en yüksek aktivite gösteren örnekler bir araya toplanarak 4°C'de ortalama iki hafta boyunca optimum sıcaklık ve optimum pH'da depolama kararlılığı için aktivite tayini yapıldı. En yüksek depo kararlılığı birinci günde gözlemlenmiş ve sonraki günlerde düşüş gözlemlenmiştir (Çizelge 3 ve Şekil 3).

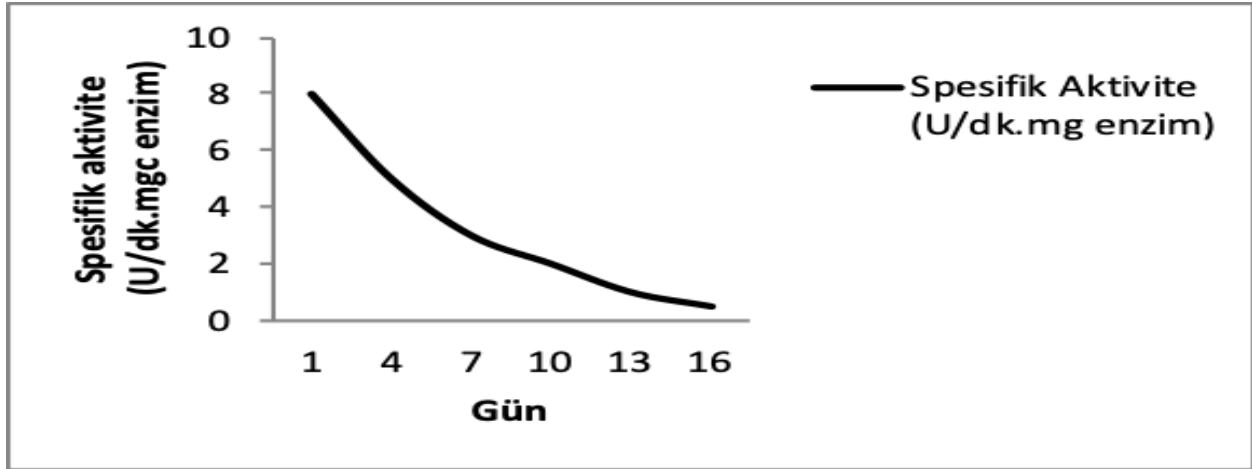
Enzimler yaşamsal olayların var olması için vücutta gereksinim duyulan olmazsa olmaz protein yapılı, özgün yapıda çalışan maddelerdir. Her enzimin etki ettiği substrat farklıdır. Belirli sıcaklık, pH ve zaman gibi parametrelerde aktivitesi belirlenir. Etki ettiği ya da etki edebilme olasılığı olan substratları belirlemek enzimin hangi alanlarda daha verimli olabileceği konusunda bize bilgiler verebilmektedir. Enzimlerin saf olarak eldesi için ilk önce yapılması uygun görülen işlem yağsızlaştırma işlemidir. Yağsızlaştırma işlemlerinde içerdikleri yağ oranı ve diğer elementler göz önüne alındığında tohumlar için farklı maddeler kullanıldığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmada, Antep fıstığı yağsızlaştırma işlemi sırasında aseton kullanılırken kayısı tohumunun yağı uzaklaştırılırken petrol eteri kullanılmıştır (Sökmen, 2005). Petrol eteri içerdiği elementler açısından çabuk alev alan bir maddedir. Ayrıca, kaynama noktası asetona göre nispeten daha düşüktür. Bu işlem sonucunda elde edeceğimiz lipaz enzimi aktivitesi gerçeğe en yakın olarak tespit edilebilmektedir. Ayrıca ayçiçeği (Park ve ark., 2003), yer fıstığı (Hird ve ark., 2000), pamuk tohumu (Akbulut, 2014), lipaz enzimleri saflaştırma çalışmalarında yağsızlaştırma işlemlerinde de bu çalışmada olduğu gibi aseton kullanılmıştır.

Çizelge 3. Antep Fıstığı lipazının depo kararlılığı

Zaman (gün)	Spesifik aktivite (U/dk. mg enzim)
1	8
4	5
7	3
10	2
13	1
16	0.5

Ceviz (Demirkan, 2008), pamuk (Akbulut, 2014) ve çam fıstığı (Kılar, 2015) tohum proteinlerinde amonyum sülfat çöktürmesi yapılarak hidrolitik spesifik aktivite aralığı tespit edilmiştir. Fakat Antep Fıstığı tohumunda bu yöntem elverişli bulunmayarak hidrokapatit ve Sephadex G-100 kullanılarak jel filtrasyon yöntemi kullanılmıştır.

Enzimlerin aktivite tayinlerini yapabilmek için belirli bir substrata ihtiyacı vardır. Her enzimin etki ettiği substrat farklıdır. Enzimler yapıları gereği hücre içinde olduğu gibi hücre dışında da aktif yapıda bulunurlar. Saflaştırılan enzimler aktivite tayini için belirli bir substrat kullanılarak ölçülmektedir. Fakat enzim özgünlüğü nedeni ile bu substratlar farklı olabilmektedir. Bitkilerden elde edilen lipaz enziminin aktivite tayinini belirlemek için yapılan çalışmalarda 1999 yılında Piriç kepeği lipazı için en uygun substrat tribütirin olarak kabul edilirken (Prabhu ve ark.,1999), günümüze yakın olan çalışmalarda ceviz ve pamuk tohumları için en uygun substratın triolein olduğu görülmektedir (Demirkan, 2008; Akbulut, 2014). Antep fıstığı bitkisi aktivite tayini için kullanılan substrat ise zeytinyağı olarak belirlenmiştir.



Şekil 3. Antep fıstığı tohumunun lipazının depo kararlılığı.

Lipaz aktivitesini sıcaklık, pH gibi stabil ve optimum koşullarda etkileyen birçok parametre bulunmaktadır. Antep fıstığı lipazı bu etkilere belirli ve değişik sıcaklık ve pH değerlerine maruz bırakılarak ölçümler yapılmıştır. Bu çalışmada Antep fıstığı tohumu lipazının optimum pH değeri 11,6 olarak tespit edilmiştir. Daha önceki çalışmalarda elde edilen optimum pH değerleri ise; kolza tohumunda 9 (Hoppe ve Theimeri, 1996), hint yağı tohumunda 4,2 (Fuchs ve ark., 1996), pirinç kepeğinde 11 (Bhardwaj ve ark., 2001), buğday ve ceviz tohumunda 8 (Kapranichkov ve ark., 2004; Demirkan, 2008), pamuk tohumunda 10,8 (Akbulut, 2014) ve çam fıstığında 4,8 (Kılar, 2015) olarak bulunmuştur. Çam fıstığı lipazları optimum pH değerleri asidikken, pamuk ve Antep fıstığının optimum pH değerlerinin bazik olduğu gözlemlenmiştir.

Bitkisel kaynaklardan saflaştırılan lipaz enzimlerinin maksimum aktivite gösterdikleri sıcaklıklar her bitki için farklılık göstermektedir. Bhardwaj ve ark. (2001), yapmış oldukları çalışmada pirinç kepeği lipazının optimum sıcaklık derecesi 80°C tespit etmişken bu çalışmada Antep fıstığı lipazının optimum sıcaklık derecesi 50°C olduğu gözlemlenmiştir. Diğer bitki lipazlarının optimum sıcaklık dereceleri ise cevizde 70°C (Demirkan, 2008), pamuk tohumunda 60°C (Akbulut, 2014), çam fıstığı tohumunda bu çalışmada olduğu gibi 50°C olduğu görülmüştür (Kılar, 2015). Araştırma yapılan bitkiler arasında en düşük sıcaklık ise palm yağı 30°C olarak bilinmektedir (Abigor ve ark., 1985).

Antep fıstığı tohumu lipazının stabil pH'ını belirlemek için 0,1 M'da pH'ı 4,8, 5,2 ve 5,6 sodyum asetat ile 6,4 ve 6,8 olan sodyumdihidrojenfosfat tamponları hazırlanıp beş gün boyunca optimum

sıcaklıktaki aktivitelerine bakılarak stabil pH'ının 5.6 olduğu görülmüştür. Pamuk tohumunda stabil pH 10 olarak bildirilmiştir (Akbulut, 2014).

Sonuç ve Öneriler

Lipazlar ilaç, kozmetik, gıda ve deterjan endüstrisinde uzun yıllardır kullanılan enzimlerdir. Yağların hidrolizlenme yeteneklerinden dolayı lipazlar, çeşitli endüstri alanlarında ve evlerde kullanılan deterjan ürünlerinde temizleme etkilerini arttırmak amacıyla katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Lipazlar, proteaz içeren deterjanların yıkama kapasitesini arttırarak trigliseritleri yağ asidi ve gliserole hidrolizleyerek yağlı yiyeceklerin lekelerinin ve kumaşlardaki sebumun çıkarılmasını sağlamaktadır. Deterjan endüstrisinde kullanılabilinecek lipazlar düşük substrat spesifitesine sahip olmakla birlikte yüksek pH (10-11) ve yüksek sıcaklıklara (30°C ve 60°C) dirençlidirler. NOVO/Nordisk firmasının Lipolase TM ürününü 1988 yılında piyasaya sürmesi ile lipazların deterjan endüstrisinde kullanımında yeni bir sayfa açılmıştır. Antep fıstığı bitkisi lipazının kinetik özellikleri diğer lipaz kaynakları ve deterjan endüstrisinde kullanılabilinecek enzim modelleri ile karşılaştırıldığında, yüksek pH ve yüksek sıcaklıklarda yüksek aktivite gösterebilme yeteneğinden dolayı deterjan endüstrisinde kullanılabilirliği gözlemlenmiştir. İzolasyonu gerçekleştirilen Antep fıstığı lipazının birçok kinetik özelliği belirlenmiş ve Antep fıstığı tohumunun lipaz kaynağı olarak kullanılabileceği anlaşılmıştır. Bu çalışmada Antep fıstığı tohumu lipazının saflaştırma ve karakterizasyon prosedürü oluşturulmuştur. Antep fıstığı lipazının, kinetik özellikleri açısından incelendiğinde sanayi ve

endüstriyel uygulamalar açısından uygun bir enzim olduğu ve sonraki çalışmalarda bu alanlarda kullanılabileceği tespit edilmiştir.

‡: Bu makale Duygu MERCAN ÜLKÜ'nün yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Abigor, D.R., Opute, I.F., Opoku, A.R., Osagie, A.U. 1985. Partial purification and some properties of the lipase present in oil palm (*Elaeis guineensis*) mesocarp. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 36(7): 599-606.
- Aehle, W. 2007. *Enzymes in Industry*. Wiley-VCH Verlag GmbH ve Co. KGaA, Weinheim, pp. 489.
- Akbulut, N. 2014. Pamuk Tohumundan (*Gossypium hirsutum* L.) Lipaz Enziminin Saflaştırılması ve Karakterizasyonu. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kütahya.
- Başkurt, L. 2005. Badem (*Amygdalus communis* L.) Proteinlerinden Lipaz İzolasyonu ve Özelliklerinin Belirlenmesi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Bhardwaj, K., Raju, A., Rajasekharan, R. 2001. Identification, purification and characterization of a thermally stable from lipase from rice bran. A new member of the (phospho) lipase family. *Plant Physiology*, 127: 1728-1738.
- Casida, L.E. 1986. *Industrial Microbiology*. John Wiley and Sons Ins, New York, pp. 460.
- Demirkan, B. 2008. Ceviz (*Juglans regia* L.) tohumu lipazının saflaştırılması ve biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Fogarty, W.M., Kelly, C.T. 1990. *Microbial Enzymes and Biotechnology*. Elsevier Science Publishers, New York, pp. 270.
- Fuchs, C., Vine, N., Hills, M.J. 1996. Purification and characterization of the acid lipase from the endosperm of castor oil seeds. *Journal of Plant Physiology*, 149(2): 23-29.
- Gao, Y.Y., Chen W.W., Lei, H., Liu, Y., Lin, X., Ruan, R. 2008. Optimization of transesterification conditions for the production of fatty acid methyl ester (FAME) from Chinese tallow kernel oil with surfactant-coated lipase. *Biomass and Bioenergy*, 33(29): 277-282.
- Gjellesvik, D.R., Lombardo, D., Walther B.T. 1991. Pancreatic bile salt dependent lipase from cod (*Gadus morhua*): Purification and properties. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Lipids and Lipid Metabolism*, 1124(2): 123-124.
- Hammamchi, H. 2014. *Rhodotorula mucilaginosa*'dan Lipaz Enzimi Üretimi ve Aktivitesine Etkili Parametrelerin Belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Hird, H., Pumpery, R., Wilson, P., Sunderland, J., Reece, P. 2000. Identification of peanut and hazelnut allergens by native two-dimensional gel electrophoresis. *Electrophoresis*, 21(139): 2678-2683.
- Hoppe, A., Theimer, R.R. 1996. Titrimetric test for lipase activity using stabilized triolein emulsion phytochemistry. *Phytochemistry*, 42(4): 973-978.
- Jisheng, M. Z., Zhang, Z., Wang, B., Kong, X., Wang, Y., Cao, S. 2006. Overexpression and characterization of a lipase from *Bacillus subtilis*. *Protein Expression and Purification*, 45(1): 22-29.
- Kapranchikov, V.S., Zhrebtsov, N.A., Popova, T.N. 2004. Purification and characterization of lipase from wheat (*Triticum aestivum* L.). *Germ. Applied Biochemistry and Microbiolog*, 40(1): 84-88.
- Kılar, G. 2015. Çam Fıstığı Tohumundan (*Pinus pinea* L.) Lipaz Enziminin Saflaştırılması ve Kinetik Özelliklerinin İncelenmesi. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Kılıç, İ. 2003. Batı Karadeniz Bölgesinde Yetiştirilen Fındık (*Corylus avellane* L.) Tohumundan Lipaz İzolasyonu ve Katalitik Özelliklerinin Belirlenmesi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- MEGEP (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi), 2010. Antep Fıstığı Yetiştiriciliği, Ankara.
- Pala, M., Açıktur, F., Löker, M., Yıldız, M., Ömeroğlu, S. 1994. Fındık çeşitlerinin bileşimi ve beslenme fizyolojisi açısından değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 20: 1205-1212.
- Park, J.Y., Kim, I.S., Kim, S.Y. 2003. Structure and mucous histochemistry of the intestinal respiratory tract of the mud loach, *Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor). *Journal of Applied Ichthyology*, 19: 215-219.
- Patil, J.K., Chopda, M.Z., Mahajan, R.T. 2011. Lipase biodiversity. *Indian Journal of Science and Technology*, 4(8): 971-977.
- Seren, Ş. 2013. *Acinetobacter psychrotolerans* Suşlarından İzole Edilen Lipazın

- Karakterizasyonları. Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Sökmen, B.B. 2005. Kayısı (*Armeniaca vulgaris* Lam.) Tohumlarından Lipazın Saflaştırılması ve Çeşitli Taşıyıcılara İmmobilize Edilmesi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı Doktora Tezi.
- Telefoncu, A. 1997. Enzimoloji Lisansüstü Yaz Okulu. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Baskısı, 21-27 Eylül, Kuşadası, s. 249-306.
- Tocher, D.R., Sargent, J.R. 1984. Studies of triacylglycerol, wax ester and sterol ester hydrolases in intestinal caeca of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed diet rich in triacylglycerols and wax esters. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 77 (3): 561-571.
- Tsantili, E., Konstantinidis, K., Christopoulos, M.V., Roussos, P.A. 2011. Total phenolic and flavoids and total antioxidant capacity in Pistachio (*Pistacia vera* L.) nuts in relation to cultivars and storage conditions. *Scientia Horticulturae*, 129(4): 649-701.
- Veeraragavan, K., Colpitts, T., Gibbs, B.F. 1990. Purification and characterization of two distinct lipases from *Geotrichum candidum*. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Lipids and Lipid Metabolism*, 1044(1): 26-33.
- Wiseman, A. 1995. Introduction to Principles. In: editor. *Handbook of Enzyme Biotechnology*. (ed.) Wiseman, A., Ellis Horwood Ltd. T.J. Press, Padstow, Cornwall, UK, 3-8.
- Yapaşan, E. 2008. Partial Purification and Characterization of Lipase Enzyme From a *Pseudomonas* Strain. Master of Science School of Engineering and Sciences of İzmir Institute of Technology.
- Yavuz, G. 2011. Sert kabuklu meyveler/ Antep fıstığı. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü TEPGE, Bakış, 5: 1303-1346.

Corrigendum

Corrigendum to “Effect of PEG Induced Drought Stress on Germination and Seedling Traits of Maize (*Zea mays* L.) Lines” [Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences 6(2): 196–205, 2019]

Manu M. Magar^{1*}, Atit Parajuli¹, Bindeshwor P. Sah¹, Jiban Shrestha², Binesh M. Sakh¹, Keshab B. Koirala³,
Shambhu P. Dhital¹

¹Nepal Agricultural Research Council, Nepal

²National Commercial Crop Research Program, Pakhribas, Dhankuta, Nepal

³National Maize Research Program, Rampur Chitwan, Nepal

*Corresponding author: manu.bdnarc@gmail.com

The authors regret to inform that there is incomplete information in the affiliations of authors in the above mentioned published article. The correct and completed affiliations of authors are exhibited as follows:

Manu M. Magar^{1*}, Atit Parajuli¹, Bindeshwor P. Sah¹, Jiban Shrestha², Binesh M. Sakh¹, Keshab B. Koirala³,
Shambhu P. Dhital¹

¹ Nepal Agricultural Research Council, Nepal

² Agriculture Botany Division, Khumaltar, Lalitpur, Nepal

³ National Maize Research Program, Rampur Chitwan, Nepal

The authors would like to apologise for any inconvenience caused.