

INTERNATIONAL JOURNAL OF ANATOLIA AGRICULTURAL
ENGINEERING SCIENCES
-IJAAES-



**ULUSLARARASI
ANADOLU ZİRAAT MÜHENDİSLİĞİ BİLİMLERİ DERGİSİ
-UAZİMDER-**

Uluslararası Hakemli Dergi
International Peer Reviewed Journal

INTERNATIONAL JOURNAL OF ANATOLIA AGRICULTURAL
ENGINEERING SCIENCES
-IJAAES-

e-ISSN : 2667-7571

Yıl /Year : 2020

Cilt /Volume : 2

Sayı/ Issue : 3



**ULUSLARARASI
ANADOLU ZİRAAT MÜHENDİSLİĞİ BİLİMLERİ DERGİSİ
-UAZİMDER-**

Uluslararası Hakemli Dergi
International Peer Reviewed Journal

Baş Editör

Prof.Dr.Turan KARADENİZ

Editör Yardımcıları

Dr.Öğr.Üyesi Mehmet Akif ÖZCAN

Dr.Öğr. Üyesi Tuba BAK

Öğr.Gör. Levent KIRCA

Öğr.Gör. Muharrem ARSLAN

Arş.Gör. Emrah GÜLER

Arş.Gör. Fatih TEKİN

Editör Kurulu

Prof.Dr. Bekir Erol AK

Prof.Dr. İbrahim BAKTIR

Prof.Dr. Hüseyin ÇELİK

Prof.Dr. Cafer GENÇOĞLAN

Prof.Dr. Ahmet KAZANKAYA

Prof.Dr. Ali KAYGISIZ

Prof.Dr. Fatih KILLI

Prof.Dr. Mustafa MİDİLLİ

Prof.Dr. Ferhad MURADOĞLU

Prof.Dr. Koray ÖZRENK

Prof.Dr. Fatih ŞEN

Prof.Dr. Faik Ekmel TEKİNTAŞ

Prof.Dr. Halil Güner SEFEROĞLU

Prof.Dr. Aydın UZUN

Prof.Dr. Zeynel DALKILIÇ

Prof.Dr. Handan ESER

Prof.Dr. Anar HATAMOV

Doç.Dr. Beyhan KİBAR

Doç.Dr. Gülsüm YALDIZ

Doç.Dr. İhsan CANAN

Dr.Öğr. Üyesi Serdar GÖZÜTOK

Dr.Öğr. Üyesi Nezh OKUR

Dr.Öğr. Üyesi Hatice İKTEN

Dr.Öğr. Üyesi Hayri SAĞLAM

Dr. Gülay BEŞİRLİ

Dr. Yılmaz BOZ

Dr. Filiz PEZİKOĞLU

Uluslararası Editör Kurulu

Prof.Dr. Prof. Maria Luisa BADENES

Prof.Dr. Valerio CRISTOFORİ

Prof.Dr. Louise FERGUSON

Prof.Dr. Boris KRŠKA

Prof.Dr. Shawn MEHLENBACHER

Prof.Dr. Kourosh VAHDATI

Prof.Dr. Stefan VARBAN

Doç.Dr. Patrik BURG

Doç.Dr. Sergei KARA

Doç.Dr. Radócz LÁSZLÓ

Dr. Merce ROVIRA

Danışma Kurulu

Prof.Dr. Mehmet Atilla AŞKIN

Prof.Dr. Seyit Mehmet ŞEN

Prof.Dr. Naci TÜZEMEN

İÇİNDEKİLER/CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALELERİ/RESEARCH ARTICLES	
Fiğ-Buğday Silajlarının Fermantasyon ve Aerobik Stabilité Özellikleri Üzerine Plastik Rengi, Depolama Ortamı ve Depolama Süresinin Etkileri	1-8
Sedef GÜNAL ÖZTÜRK, Fisun KOÇ	
Effect of Different Spring Sowing Dates on Phenology, Growth and Yield Performance of Turkish <i>Brassica nigra</i> in Ankara/Turkey	9-15
Fatma KAYAÇETİN	
Fuerte Avokado (<i>Persea americana</i> Mill.) Çeşidinin <i>In Vitro</i> Çoğaltımı	16-20
Leyla AKKAYA, Gonca GÜNVER DALKILIÇ	
DERLEME MAKALELER/REVIEW ARTICLES	
Endüstri 4.0 ve Hayvancılık	21-26
Gökhan GÖKÇE, Serap GÖNCÜ, Sibel BOZKURT	
Yonca Tarımında Büyük Sorun: Küsküt (<i>Cuscuta</i> sp.)	27-31
Ömer Süha USLU, Furkan BALCI	

Fiğ-Buğday Silajlarının Fermantasyon ve Aerobik Stabilite Özellikleri Üzerine Plastik Rengi, Depolama Ortamı ve Depolama Süresinin Etkileri

Sedef GÜNAL ÖZTÜRK, Fisun KOÇ*

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Tekirdağ, Türkiye
[ORCID: 0000-0002-2316-2032 (S.GÜNAL ÖZTÜRK), 0000-0002-5978-9232 (F.KOÇ)]

*Sorumlu yazar: fkoc@nku.edu.tr

Özet

Bu çalışma; fiğ+buğday silajının besin madde kompozisyonu ve silaj kalite parametreleri üzerine plastik rengi, depolama ortamı ve depolama süresinin etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Silaj materyali olarak fiğ (*Vicia sativa* L.) ve buğday (*Triticum aestivum* L.) kullanılmıştır. Fiğ çiçeklenme başlangıcı, buğday süt olum döneminde hasat edilmiştir. Hasat sonrası materyaller 30, 60, 90, 120 ve 150 gün süre, siyah ve beyaz torbalarda açık ve kapalı ortamda silolanmıştır. Depolama süresince silaj örneklerinde kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yürütülmüştür. Her açım dönemi sonrasında silajlara 5 günlük aerobik stabilite testi uygulanmıştır. Silajların depolama süresince kuru madde (KM), laktik asit (LA), ham protein (HP), ham kül, amonyağa bağlı nitrojen (NH₃-N), ham selüloz (HS), kuru madde kaybı, laktik asit bakterileri (LAB), maya ve küf değerleri artmıştır. Silajların LA içerikleri depolama ortamından etkilenmiştir. Açıkta depolanan silajların LA içerikleri kapalı ortamda depolanan silajlardan daha yüksek tespit edilmiştir. Kapalı ortamda depolanan silajların, süreye bağlı olarak NH₃-N ve KM kaybı artmıştır. Açıkta depolanan silajların maya içerikleri artarken, kapalı ortamda depolanan silajların ise küf değerleri daha yüksek tespit edilmiştir. Silajların fermantasyon ve aerobik stabilite özellikleri üzerinde plastik renginin bir etkisi olmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Depolama süresi, Depolama ortamı, Plastik rengi, Fiğ-buğday silajı

Effects of Plastic Color, Storage Condition and Storage Period on Fermentation and Aerobic Stability Characteristics of Vetch-Wheat Silages

Abstract

This study was carried out to determine the effects of plastic color, storage condition and storage period on nutrient composition and silage quality parameters of vetch+wheat silage. Vetch (*Vicia sativa* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) were used as silage material. Vetch was harvested at the early flowering stage, and wheat was harvested in the milk stage. After harvested materials were ensiled by black and white plastic bags in open and closed condition for 30, 60, 90, 120 and 150 days. Chemical and microbiological parameters were analyzed in silage samples during storage period. After each of opening period, aerobic stability test was applied to silage at 5 days. Silage dry matter (DM), lactic acid (LA), crude protein (CP), ash, ammonia nitrogen (NH₃-N), crude fiber (CF), dry matter loss, lactic acid bacteria (LAB), yeast and mold content increased during storage time. The storage period was effective on aerobic stability. Silages pH, DM, CO₂, yeast and mold content of increased depending on the storage period. LA contents of silages were affected by the storage condition. LA contents of open storage condition silages were higher than close storage condition. Loss of DM and NH₃-N increased depending on the duration of the silage stored in closed. While the yeast content of open silage was increasing, mold values of silage stored in closed condition were determined higher. Plastic color did not effect on fermentation and aerobic stability characteristics of silage.

Keywords: Storage period, Storage condition, Plastic color, Vetch-wheat silages

1. Giriş

Fiğ (*Vicia sp.*), tek yıllık bir bitki olup ülkemizin hemen her yerinde kışlık ve yazlık ekilerek, hayvan beslemede dane, kuru ve taze ot, silaj ve saman olarak kullanılır. Fiğ soğuğa ve kurağa dayanıklıdır. Verim ve kalitesi yüksek olan fiğin yem değeri de yüksektir (Gülümser ve Acar, 2017). Ancak silajlık olarak değerlendirilmek istendiğinde, fiğlerde ham protein (HP) oranı yüksek, suda çözünabilir karbonhidrat (SÇK) içeriği düşüktür. Bu nedenle güç silo edilirler. Güç silolanan yemlerde çok düşük şeker içeriği, fermantasyonun oluşumunu geciktirdiği gibi ortamdaki proteinin bazik özellikteki parçalanma ürünleri de silo içerisinde pH'nı düşmesini engelleyerek istenmeyen mikroorganizmaların gelişimini hızlandırır (Filya, 2001). Bu sebeple fiğ tek olarak silaj üretimi amacı ile yetiştirilmemektedir. Fermantasyonun arzulanan seviyede devam etmesi için yaygın olarak arpa, yulaf, tritikale, buğday gibi tahıllarla karışık ekilmektedir (Karakozak ve Ayaşan, 2010).

Ülkemizde silaj yapımı için yaygın olarak materyal tarladan silaj makinası ile biçilmekte uygun boyutlarda kıyılmakta, genellikle toprak üstü yüzeysel silolarda traktörle sıkıştırılarak yığılmakta, üzeri plastik örtü ve toprak ile kapatılarak silaj yapılmaktadır (Erdoğan ve Koç, 2020). Bu yöntem ilk bakışta pratik ve masrafı az bir yöntem olarak görünmesine karşın, işçilik ve traktör ihtiyacının fazla olması, silo sıkıştırmasında homojen bir sıkıştırma sağlanamaması, özellikle soğuk yörelerde kışın silodan yem alınmasının don nedeni ile ciddi bir sorun yaratması, silaj yapımının belli bir bilgi birikimi ve tecrübe gerektirmesi ve en önemlisi silaj ticaretini kısıtlaması gibi dezavantajları bünyesinde barındırmaktadır. Toprak üstü silolarda silaj yapımına alternatif olarak, balya silajı, paket silaj, torba silaj gibi değişik silaj yapım teknikleri konusunda çalışma ve uygulamalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar silajı yapılan bitki çeşidinden hasat dönemine, kıyma boyutundan sıkıştırma basıncına, silo kabından, katkı maddesine, silo açım süresinden hayvan beslemeye kadar geniş bir alanda devam etmektedir (Huhnke ve ark., 1997; Yalçın ve Bilgen, 2002; Çakmak ve Yalçın, 2005; Forristal ve O'Kiely, 2005; Borreani ve Tabacco, 2006).

Tekirdağ ili kapsamında silaj olarak değerlendirilmek amacı ile yetiştirilen bitkisel kaynaklar içerisinde mısırın yaygınlığı dikkati çekmektedir. Özellikle sulama imkânının olduğu bölgelerde ikinci ürün olarak silajlık mısırın

devreye girmesi yeni yeni gündeme gelmiştir. Bunun yanı sıra, yetiştirici koşullarında yapılan çeşitli çalışmalar, yöre için özellikle kuru şartlarda mısıra karşı seçenek olabilecek farklı bitkisel kaynakların da devreye girebileceğini ortaya koymaktadır. Fiğ-tahıl karışımlarını bu konuda örnek olarak vermek mümkündür. Özellikle kuru şartlardaki verim potansiyeli, gübreleme ve çapalama gereksinimleri, toprağa besin maddesi bırakma gibi niteliklerinin bu gruptaki silajlık bitkilere önemli avantajlar sağladığını söylemek mümkündür (Koç ve ark., 2009).

Bu çalışmanın amacı, özellikle hayvan sayısı az olan işletmelerde, paket silo yemi yapımına katkıda bulunmaktır. Araştırmada fiğ-buğday silajının kalitesine, paketlemede kullanılan polietilen plastik torbaların rengi, plastik torbaların açıkta (açık hava) veya kapalı yerde bekletilmiş olması ve depolama süresinin etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Silaj Materyali

Silaj materyali olarak, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Deneme Alanlarında yetiştirilen Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz) ve buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkisi kullanılmıştır.

2.2. Silajların Hazırlanması

Silaj materyallerinin ekimi tahıl mibzeri ile yapılmıştır. Ekimde 7.5 kg/da Macar fiği, 5 kg/da buğday tohumluğu kullanılmıştır. Macar fiği çiçeklenme başlangıcında, buğday süt olum döneminde hasat edilmiş ve silaj makinesinde yaklaşık 1.5-2.0 cm boyutlarında kıyılmıştır. Kıyılma işlemi tamamlandıktan sonra materyaller %75 fiğ-%25 buğday olacak şekilde hassas terazide tartılmıştır. Tartılan materyaller homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Hazırlanan kıyılmış yemler plastik torbalara doldurulmuş ve silaj paketleme makinesinde vakumlanmıştır. Silajlar, 3 kg'lık torbalarda yapılmıştır. Her grup için 3'er tane olmak üzere polietilen plastik torbalar (siyah ve beyaz renkli), kapalı ve açık ortam koşullarında 150 gün süreyle fermantasyona bırakılmıştır (Toruk ve ark., 2009).

2.3. Kimyasal ve Mikrobiyolojik Analizler

Fermantasyonun 30., 60., 90., 120. ve 150. gününde açılan örnekler üzerinden, KM, pH, HP,

SÇK, amonyağa bağlı nitrojen (NH₃-N), ham kül (HK), ham selüloz (HS), laktik asit (LA) analizleri gerçekleştirilmiştir. Laktik asit bakterileri (LAB), maya ve küf sayımları için mikrobiyolojik analizlerin yapıldığı çalışmada aerobik stabiliteye ilişkin özellikler ana fermentasyon dönemi sonrası 5 günlük dönemde izlenmiştir. Araştırmada pH, Chen ve ark., (1994), KM, HP, HK, HS analizleri Akyıldız (1984), NH₃-N ve SÇK analizleri Anonim (1986), LA analizleri Koç ve Coşkuntuna (2003) tarafından bildirilen yöntemler doğrultusunda yapılmıştır. LAB, maya ve küf yoğunluğunun belirlenmesinde Seale ve ark., (1990)'nın önerdiği yöntemler takip edilmiştir. Silajların aerobik stabilite testlerinde Ashbell ve ark., (1991) tarafından geliştirilen yöntem kullanılmıştır.

2.4. İstatistik Analizler

Araştırma Tesadüf Parsellerinde 2x5 faktöriyel deneme desenine göre planlanmıştır. Muameleler arası farklılığın belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Steel ve Torrie, 1980). İstatistiksel analizler, SAS paket programı kullanılarak yapılmıştır (Anonim, 2005).

3. Bulgular

Fiğ-buğday silajlarının, kimyasal bileşimi üzerine plastik rengi ve depolama süresinin etkilerini gösteren ortalama değerler Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Fiğ-buğday silajlarının kimyasal bileşimine plastik rengi ve depolama süresinin etkileri

Figure 1. Effects of plastic color and storage periods on the chemical composition of vetch-wheat silage

Plastik Rengi	Depolama Süresi	KM %	pH	SÇK ¹	LA ¹	HP %KM	NH ₃ -N ¹	HK %KM	HS %KM	KM Kaybı
Plastic Color	Storage Period	DM %	pH	WSC ¹	LA ¹	CP DM %	NH ₃ -N ¹	Ash DM%	CF DM%	DM Loss
Color	Gün/ day									
	0	38.33	6.19	19.80	-	12.89	-	8.20	31.22	-
Siyah Black	30	36.69abc	5.97a	17.92a	5.24ab	12.63c	1.85ab	8.41a	29.42b	4.07bc
	60	36.54abc	4.85de	16.63ab	4.64b	13.88ab	1.96ab	8.36a	33.78a	6.18abc
	90	37.08abc	5.46b	9.18ef	4.65b	12.91bc	2.06ab	7.79b	34.04a	8.81abc
	120	35.95bc	5.15bcd	13.06cd	5.86a	14.17a	2.10a	8.49a	33.39a	10.64a
	150	38.03ab	5.05cde	7.65f	6.10a	13.68ab	1.99ab	8.77a	35.46a	11.18a
Beyaz White	30	34.98c	5.32bc	17.55a	4.72b	12.96bc	1.89ab	8.54a	27.67b	3.37c
	60	36.34abc	4.75e	14.39bc	4.62b	13.63ab	1.73b	8.29a	33.35a	5.65abc
	90	36.84abc	5.16bcd	13.67c	4.73b	12.88bc	2.11a	7.70b	33.75a	6.40abc
	120	35.85bc	5.15bcd	10.92de	5.49ab	13.76ab	1.95ab	8.36a	33.02a	8.97ab
	150	38.60a	5.08bcde	10.56e	5.51ab	13.34b	1.80ab	8.76a	33.64a	10.81a
SEM		0.271	0.062	0.583	0.121	0.094	0.036	0.036	0.071	0.637
P										
Plastik Rengi		Ö.D	<0.01	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D
Depolama Süresi		Ö.D	<0.01	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D
İnteraksiyon		Ö.D	<0.05	<0.001	<0.05	<0.001	Ö.D	<0.001	<0.001	<0.001
İnteraksiyon		Ö.D	<0.05	<0.001	<0.05	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D

¹g/kg KM, KM: Kuru madde / DM: Dry matter, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidratlar / WSC: Water soluble carbohydrate, LA: Laktik asit / LA: Lactic acid, HP: Ham protein / CP: Crude protein, NH₃-N: Amonyaya bağlı nitrojen / NH₃-N: Ammonia nitrogen, HK: Ham kül / Ash, HS: Ham selüloz / CF: Crude fiber, ÖD: Önemli değil / NS: Non-significant

^{a-f}Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir

Depolama süresine bağlı olarak silajların KM içeriği artmış (P<0.05), ancak silajların KM içeriği üzerine plastik renginin herhangi bir etkisi olmamıştır. Silajların pH değerleri incelendiğinde, en düşük değerler 60. günün sonunda, en yüksek değerler ise 150. günde siyah plastik rengine sahip paket silajlarda tespit edilmiştir. Silajların pH değerleri üzerinde plastik rengi (P<0.01), depolama süresinin (P<0.001) istatistiksel olarak

önemli olduğu saptanmıştır (P<0.05). Silajların başlangıçta 19.80 g/kg KM olan SÇK içerikleri depolama süresine bağlı olarak azalmıştır (P<0.001). Silajların SÇK içerikleri üzerine plastik renginin herhangi bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Silajların LA (P<0.05), HP, HK, HS içerikleri ve KM kaybı (P<0.001) depolama süresine bağlı olarak artmıştır.

Çizelge 2. Fiğ-buğday silajlarının kimyasal bileşimine depolama ortamı ve depolama süresinin etkileri
Figure 2. Effects of storage condition and storage periods on the chemical composition of vetch-wheat silage

Depolama Ortamı Storage Condition	Depolama Süresi Storage Period gün day	KM,% DM, %	pH pH	SÇK ¹ WSC ¹	LA ¹ LA ¹	HP,%KM CP, DM%	NH ₃ -N ¹ NH ₃ -N ¹	HK,%KM Ash, DM%	HS,%KM CF, DM%	KM Kaybı DM Loss
	0	38.33	6.19	19.80	-	12.89	-	8.20	31.22	-
Açık Open	30	34.71d	5.50ab	17.76a	4.84bc	12.51f	1.90bcde	8.68a	29.35b	2.68g
	60	36.28bcd	4.78d	16.22ab	5.22ab	13.40bc	2.01bcd	8.02bc	33.01a	3.98fg
	90	35.78cd	5.29bc	10.00de	5.26ab	12.85ef	1.99abcd	7.71c	33.17a	4.68ef
	120	36.01bcd	5.27bc	10.51de	5.30ab	14.32a	1.80de	8.69a	32.97a	6.11de
	150	37.99abc	5.06bcd	9.29e	6.12a	13.66b	1.71e	8.74a	33.95a	7.40cd
Kapalı Close	30	36.95abcd	5.80a	17.71a	4.75bc	13.08cde	1.84cde	8.27b	27.74b	4.76ef
	60	36.60abcd	5.32b	14.80abc	4.00c	14.11a	2.16ab	8.64a	33.44a	7.84c
	90	38.14ab	4.82cd	12.86cd	4.84bc	12.94de	1.71e	7.78c	34.12a	10.53b
	120	35.79cd	5.04bcd	13.47bc	5.26ab	13.61b	2.24a	8.15b	34.63a	13.50a
	150	38.65a	5.07bcd	8.93e	5.99a	13.36bcd	2.08abc	8.79a	35.15a	14.60a
SEM		0.271	0.062	0.583	0.121	0.094	0.036	0.071	0.433	0.637
P										
Depolama Ortamı Storage Condition		<0.05	Ö.D	Ö.D	<0.05	Ö.D	<0.05	Ö.D	Ö.D	<0.001
Depolama Süresi Storage Period		<0.01	<0.001	<0.001	<0.01	<0.001	<0.05	<0.001	<0.001	<0.001
İnteraksiyon Interaction		Ö.D	Ö.D	Ö.D	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	Ö.D	<0.001

¹g/kg KM, KM: Kuru madde / DM: Dry matter, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidratlar / WSC: Water soluble carbohydrate, LA: Laktik asit / LA: Lactic acid, HP: Ham protein / CP: Crude protein, NH₃-N: Amonyaka bağlı nitrojen / NH₃-N: Ammonia nitrogen, HK: Ham kül / Ash, HS: Ham selüloz / CF: Crude fiber, ÖD: Önemli değil / NS: Non-significant

^{a-g}Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir

Fiğ-buğday silajlarının kimyasal bileşimi üzerine depolama ortamı ve depolama süresinin etkilerini gösteren ortalama değerler Çizelge 2'de verilmiştir. Depolama ortamına (P<0.05) ve depolama süresine bağlı olarak silajların KM içeriği artmıştır (P<0.01). Silajların LA içerikleri depolama ortamından etkilenmiş açıkta depolanan silajların LA içerikleri daha yüksek tespit edilmiştir (P<0.05). Yine depolama süresine bağlı olarak silajların LA içerikleri artmıştır (P<0.01). Silajların NH₃-N ve KM kaybı

üzerine depolama ortamı etkili olmuş, kapalı ortamda depolanan silajların süreye bağlı olarak NH₃-N (P<0.05) ve KM kaybı artmıştır (P<0.001).

Fiğ-buğday silajlarının, mikrobiyolojik özellikleri üzerine plastik rengi ve depolama süresinin etkilerini gösteren ortalama değerler Çizelge 3'te sunulmuştur. Depolama süresine bağlı olarak silajların LAB, maya ve küf içeriği artarken (P<0.001), silajların mikrobiyolojik özellikleri üzerine plastik renginin herhangi bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 3. Fiğ-buğday silajlarının mikrobiyolojik kompozisyonuna plastik rengi ve depolama süresinin etkileri
Figure 3. Effects of plastic color and storage periods on the microbiological composition of vetch-wheat silage

Plastik Rengi Plastic Color	Depolama Süresi (gün) Storage Period (day)	LAB kob/g/TM LAB cfu/g/FM	Maya kob/g/TM Yeast cfu/g/FM	Küf kob/g/TM Mould cfu/g/FM
	0	2.81	0.00	0.00
Siyah Black	30	1.05d	1.28cd	0.00c
	60	3.02ab	3.90ab	0.00c
	90	3.10ab	3.25ab	3.96a
	120	3.75a	2.01bcd	4.01a
	150	4.09a	3.62ab	4.20a
Beyaz White	30	1.43cd	0.56d	0.00c
	60	2.31bc	3.46ab	0.00c
	90	3.24ab	2.84abc	2.88b
	120	3.27ab	2.68abc	3.24ab
	150	3.50a	4.00a	4.19a
SEM		0.180	0.241	0.291
P				
Plastik Rengi Plastic Color		Ö.D	Ö.D	Ö.D
Depolama Süresi Storage Period		<0.001	<0.001	<0.001
İnteraksiyon Interaction		Ö.D	Ö.D	<0.05

LAB: Laktik asit bakterisi / LAB: Lactic acid bacteria, TM: Taze materyal / FM: Fresh matter, kob: Koloni oluşturan birim / cfu: Colony formic unit, ÖD: Önemli değil / NS: Non-significant, ^{a-d}Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir

Fiğ-buğday silajlarının, mikrobiyolojik özellikleri üzerine depolama ortamı ve depolama süresinin etkilerini gösteren ortalama değerler Çizelge 4'de sunulmuştur. Depolama ortamı silajların maya ve küf değerleri üzerinde etkili

olurken açıkta depolanan silajların maya içerikleri artmış, kapalı ortamda depolanan silajların ise küf değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (P<0.001).

Çizelge 4. Fiğ-buğday silajlarının mikrobiyolojik kompozisyonuna depolama koşulları ve depolama süresinin etkileri

Figure 4. Effects of storage condition and storage periods on the microbiological composition of vetch-wheat silage

Depolama Ortamı Storage Condition	Depolama Süresi (gün) Storage Period (day)	LAB kob/g/TM LAB cfu/g/FM	Maya kob/g/TM Yeast cfu/g/FM	Küf kob/g/TM Mould cfu/g/FM
	0	2.81	0.00	0.00
Açık Open	30	1.00f	0.00d	0.00c
	60	2.40de	2.86c	0.00c
	90	3.22abcd	3.94abc	2.95b
	120	4.04ab	4.11ab	3.22ab
	150	3.48abc	4.52a	4.19a
Kapalı Close	30	1.955e	0.00d	0.00c
	60	2.92cd	1.28d	0.00c
	90	3.13bcd	3.22bc	3.68ab
	120	2.98cd	3.42abc	4.20a
	150	4.11a	3.10bc	4.24a
SEM		0.180	0.241	0.291
P				
Depolama Ortamı Storage Condition		Ö.D	<0.001	<0.01
Depolama Süresi Storage Period		<0.001	<0.001	<0.001
İnteraksiyon Interaction		<0.01	<0.001	Ö.D

LAB: Laktik asit bakterisi / LAB: Lactic acid bacteria, TM: Taze materyal / FM: Fresh matter, kob: Koloni oluşturan birim / cfu: Colony formic unit, ÖD: Önemli değil / NS: Non-significant, ^{a-c} Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir

Fiğ-buğday silajlarının, aerobik stabilite özellikleri üzerine plastik rengi ve depolama süresinin etkilerini gösteren ortalama değerler Çizelge 5'de sunulmuştur. Depolama süresine bağlı olarak silajların KM, CO₂ (P<0.01), pH, maya ve küf içeriği artmıştır (P<0.001). Silajların aerobik stabilite özellikleri üzerine plastik renginin herhangi bir etkisi olmamıştır.

Fiğ-buğday silajlarının, aerobik stabilite özellikleri üzerine depolama ortamı ve depolama süresinin etkilerini gösteren ortalama değerler Çizelge 6'da sunulmuştur. Silajların aerobik stabilite özellikleri incelendiğinde depolama ortamının sadece küf değeri üzerinde etkili olduğu ve kapalı ortamda depolanan silajların küf oranlarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (P<0.001).

Çizelge 5. Fiğ-buğday silajlarının aerobik stabilite özelliklerine plastik rengi ve depolama süresinin etkileri

Figure 5. Effects of plastic color and storage periods on the aerobic stability characteristics of vetch-wheat silage

Plastik Rengi Plastic Color	Depolama Süresi (gün) Storage Period (day)	pH	KM% DM%	CO ₂ g/kg KM CO ₂ g/kg DM	Maya kob/g/TM Yeast cfu/g/FM	Küf kob/g/TM Mould cfu/g/FM
Siyah Black	30	9.39b	36.69abc	21.04c	2.61b	0.00b
	60	10.77a	37.55ab	34.08bc	2.61b	2.33ab
	90	10.59a	37.31ab	35.61bc	2.97b	4.46a
	120	11.00a	33.90c	36.40bc	5.24ab	4.49a
	150	10.35ab	36.60abc	88.54a	7.45a	4.49a
Beyaz White	30	7.93c	34.98bc	29.14bc	2.77b	0.00b
	60	10.80a	39.17a	33.68bc	2.77b	2.45ab
	90	10.54a	36.35abc	35.62bc	4.28b	3.92a
	120	10.68a	36.56abc	47.19abc	5.36ab	4.29a
	150	10.90a	38.31a	74.32ab	7.55a	4.29a
SEM		0.176	0.349	5.463	0.407	0.334
P						
Plastik Rengi Plastic Color		Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D
Depolama Süresi Storage Period		<0.001	<0.01	<0.01	<0.001	<0.001
İnteraksiyon Interaction		Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D

TM: Taze materyal / FM: Fresh matter, kob: Koloni oluşturan birim / cfu: Colony formic unit, ÖD: Önemli değil / NS: Non-significant, ^{a-c} Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir

Çizelge 6. Fiğ-buğday silajlarının aerobik stabilite özelliklerine depolama ortamı ve depolama süresinin etkileri

Figure 6. Effects of storage condition and storage periods on the aerobic stability characteristics of vetch-wheat silage

Depolama Ortamı Storage Condition	Depolama Süresi (gün) Storage Period (day)	pH pH	KM% DM%	CO ₂ g/kg KM CO ₂ g/kg DM	Maya kob/g/TM Yeast cfu/g/FM	Küf kob/g/TM Mould cfu/g/FM
Açık Open	30	7.79c	34.71b	22.11b	2.61c	0.00b
	60	10.32ab	38.28a	31.43b	2.61c	0.00b
	90	10.57a	36.63ab	33.84b	3.60bc	3.89a
	120	11.05a	36.13ab	38.81ab	6.03ab	4.39a
	150	11.00a	36.38ab	88.65a	7.43a	4.39a
Kapalı Close	30	9.53b	36.95ab	31.79b	2.77c	1.25b
	60	11.24a	38.43a	34.55b	2.77c	4.40a
	90	10.56a	37.03ab	35.45b	3.65bc	4.40a
	120	10.63a	34.33b	44.79ab	4.57abc	4.49a
	150	10.25ab	38.53a	74.21ab	7.58a	4.78a
SEM		0.176	0.349	5.463	0.407	0.334
P						
Depolama Ortamı	Storage Condition	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	<0.001
Depolama Süresi	Storage Period	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.001
İnteraksiyon	Interaction	<0.01	Ö.D	Ö.D	Ö.D	<0.001

TM: Taze materyal / FM: Fresh matter, kob: Koloni oluşturan birim/ cfu: Colony formic unit, ÖD: Önemli değil / NS: Non-significant,

^{a-c}Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir

4. Tartışma

Silaj materyalinin silolanmasından itibaren silo içerisinde bir dizi reaksiyon söz konusu olmaktadır. Bu konu kaliteli silaj açısından çok önemlidir. Silolama işlemi, birbirini zincirleme olarak izleyen 4 ana döneme ayrılmaktadır. Bu dönemler sırasıyla: aerobik, fermentasyon, stabil, ve yemleme dönemleri olarak sıralanmaktadır (Woolford, 1984). Silolanacak tüm bitkisel materyaller silolanırken normal olarak %55-75 arasında su, diğer bir deyişle %25-45 arası KM içeriği ile silolandıkları zaman aktif fermentasyonun 7-14 gün içerisinde tamamlandığı kabul edilmektedir. Bu noktada şekerlerin LAB tarafından fermentasyonu durur, çünkü artık pH ya 4.0-4.2'nin altına düşmüştür ya da fermentasyon olayı için gereksinim duyulan şeker tükenmiştir (Bolsen ve ark., 1995). Ancak fiğın de dahil olduğu baklagil silajlarında bu süreç daha uzun sürmekte ve pH değerleri 4.5-5'in üzerinde seyretmektedir. Çalışmamızda da depolama süresine bağlı olarak silajların pH ve SÇK içerikleri azalmış, KM, LA, HP, HK, HS içerikleri ve KM kaybı ise artmıştır. Özellikle en yüksek pH ve SÇK içeriklerinin 30. gün açılan silajlarda elde edilmesi fermentasyon açısından bu sürenin açım için erken bir dönem olduğunun göstergesi kabul edilebilir. Bu konuda yapılan benzer bir çalışmada, depolama süresine bağlı olarak silajların KM, HP, HK ve HS içeriğinde azalma olduğu, LA içeriğinin 104. güne kadar arttığı, 104-188. günler arasında düştüğü, 188. günden sonra tekrar artış gösterdiği tespit edilmiştir (Sarıççek ve ark., 2016). Song ve ark., (2015)

tarafından yapılan bir başka çalışmada arpa silajlarında depolama süresine bağlı olarak silajların pH değerinin düştüğü, HP, LA içeriklerinin ise arttığı tespit edilmiştir. Der Bedrosian ve ark. (2012)'nin 1 yıl süre ile depolanan mısır silajlarında yaptığı çalışmada, 270. günden itibaren KM, LA, NH₃-N içeriğinin arttığı ve pH değerinin düştüğü tespit edilmiştir. Silajların mikrobiyolojik özellikleri ele alındığında ise depolama süresine bağlı olarak LAB, maya ve küf içeriğinin arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca silajların aerobik stabilite özellikleri üzerine depolama süresinin etkili olduğu ve süreye bağlı olarak, KM, CO₂, pH, maya ve küf içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Bu konuda mısır ve buğday silajlarında yapılan bir çalışmada depolama süresine bağlı olarak silajların 3. aydan itibaren pH, CO₂, maya ve küf değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir (Weinberg ve Chen, 2013).

Plastik rengi ise silajların kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinden sadece pH değeri üzerinde etkili olmuştur. Yine bu konuda yapılan benzer bir çalışmada ot balya silajlarında plastik renginin (siyah, beyaz ve yeşil) silajların fermentasyon parametreleri açısından bir fark oluşturmadığı sadece paket açıldığında yüzey kısmından alınan örneklerin KM içeriğinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Snell ve ark., 2002).

Silajların açıkta ve kapalı ortamda depolanmaları maya ve küf değerleri üzerinde etkili olmuştur. Açıkta depolanan silajların maya içeriklerinin, kapalı ortamda depolanan silajların ise küf değerlerinin daha yüksek olduğu tespit

edilmiştir. Depolama ortamının silajların aerobik stabilite özelliklerinden sadece küf değerini etkilediği, kapalı ortamda depolanan silajların küf oranlarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bilgen ve ark. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada farklı plastik rengi ve bekletme şeklinin silo yeminin kalitesi üzerine olumlu ya da olumsuz etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bu konudaki bir diğer araştırmada ise yonca balya silajları için en iyi depolama şeklinin kapalı ortam (sundurma altı) olduğu tespit edilmiştir (Toruk ve ark., 2009). Bu farklılıkların temelinde silaj yapılan materyallerin özelliklerinin etkili olduğu söylenebilir.

5. Sonuç

Laboratuvar tipi silolarda silajın ideal Laboratuvar tipi silolarda silajın ideal anaerobik depolama koşullarını sağlamak daha kolaydır. Saha şartlarında silolama ve yemleme sırasında pek çok faktör etkili olmaktadır. Farklı silaj materyallerinde farklı sonuçlar elde edilebilmektedir. Araştırma sonuçlarına göre, plastik rengi ve depolama ortamının silaj kalite parametreleri açısından bir fark oluşturmadığı, ancak depolama süresinin silaj fermantasyonu ve aerobik stabilite üzerinde etkili bir faktör olduğu söylenebilir. Çalışmamız özellikle saha şartlarında kaba yemin yeterli olmadığı dönemlerde çok kısa sürelerde açılan silajlar ve yeterli kaba yemin bulunduğu durumlarda ise uzun süreli depolamanın silaj kalitesine etkilerini görmek açısından çok önemlidir.

Ek

Bu makale Sedef GÜNAL'ın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

6. Kaynaklar

Akyıldız, R., 1984. Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. Ank Üniv Zir Fak Yayınları, No:358, Uygulama Kılavuzu: 122, s:174-185.
Anonim, 1986. The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: 427, 428 p, London.
Anonim, 2005. SAS® User's Guide: Statistics. Version 6. SAS Institute. Cary. NC. USA.
Ashbell, G., Pahlow, G., Dinter, B., 1987. Dynamics of Orange Peel Fermentation During Ensilage. J. Applied Bact., 63:275-279.
Ashbell, G., Weinberg, Z.G., Azrieli, A., Hen, Y., Horev, B., 1991. A Simple System to Study the Aerobic Deterioration of Silages. Canadian Agric. Eng., 33: 391-393.

Bilgen, H., Yalçın, H., Özkul, H., Çakmak, B., Polat M., Kılıç, A. 2005. Plastik Rengi, Vakum Uygulaması ve Bekletme Şeklinin Paket Mısır Silaj Yemi Kalitesi Üzerine Etkileri. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 42 (2):77-85.
Bolsen, K.K., G. Ashbell, J.M. Wilkinson, 1995. Silage Additives. İn: R.). Wallace and A. Chesson (eds). Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding. Welnheim, New York, Basel, Cambridge, Tokyo.
Borreani G. And Tabacco E., 2006. The Effect of Baler Chopping System on Fermentation and Losses of Wrapped Big Bales of Alfalfa. Agronomy Journal. V(98).1-7, USA.
Chen, J., Stokes, M.R., Wallace, C.R., 1994. Effects of Enzyme-Inoculant Systems on Preservation and Nutritive Value of Hay Crop and Corn Silages, J. Dairy Sci., 77: 501-512.
Çakmak, B., Yalçın, H., 2005. Silaj Yeminin Paketlenmesi Mekanizasyonunda Kullanılan Farklı PE (Polietilen) Malzemelerin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi, E.Ü. Ziraat. Fak. Derg., 2005, 42 (3):67-76.
Der Bedrosian, M.C, Kung Jr, Nestor Jr. K.E., 2012. The Effects of Hybrid, Maturity and Length of Storage on the Composition and Nutritive Value of Corn Silage. J. Dairy. Sc.95: 5115-5126.
Erdoğan, A., Koç, F., 2020. Evaluation of the Changes in Microbial Composition in Farm Conditions During Aerobic Stability Using Thermal Camera Imaging Technique, J. Anim. Prod., 61 (1): 9-16.
Filya, İ., 2001. Silaj Fermantasyonu. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 32 (1), 87-93.
Forristal, P.D., O'Kiely, P., 2005. Update on Technologies for Producing and Feeding Silage. In: Proceedings of the 14th International Silage Conference, July 3-6, Belfast, Northern Ireland. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Netherlands.
Gülümser, E., Acar, Z., 2017. Biçim Zamanı ve Tohum Oranlarının Macar Fiği Tahıl Karışımlarının Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Selcuk J Agr Food Sci, 31 (2), 14-21.
Huhnke, R.L., Muck, R.E., Payton, M.E., 1997. Round Bale Silage Storage Losses of Ryegrass and Legume-Grass Forages. Applied Engineering in Agriculture, 13, 451-457.
Karakozak, E., Ayaşan, T., 2010. Değişik Yem Bitkileri ve Karışımlarından Hazırlanan Silajlarda İnokulant Kullanımının Flieg Puanı ve Ham Besin Maddeleri Üzerine Etkileri. Kafkas Univ Vet Fak Derg 16 (6): 987-994.
Koç, F., Coskuntuna, L., Ozduven, M.L., Coskuntuna, A., Samli, H.E., 2009. The Effects of Temperature on the Silage Microbiology and Aerobic Stability of Corn and Vetch-Grain Silages. Acta Agriculture Scand Section, 59: 239-246.

- Koç, F., Coşkuntuna, L., 2003. Silo Yemlerinde Organik Asit Belirlemede İki Farklı Metodun Karşılaştırılması. *Hayvansal Üretim*, 44 (2): 37-47.
- Sarıççek, B.Z., Yıldırım, B., Kocabaş, Z., Özgümüş Demir, E., 2016. The Effects of Storage Time on Nutrient Composition and Silage Quality Parameters of Corn Silage Made in Plastic Mini Silo in Laboratory Conditions. *Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.* 6(3): 177-183.
- Seale, D.R., Pahlow, G., Spoelstra, S.F., Lindgren, S., Dellaglio, F., Lowe, J.F, 1990. Methods For the Microbiological Analysis of Silage. *Proceeding of the Eurobac Conference*, 147, Uppsala.
- Snell, H.G., C., Oberndorfer, W. Lücke, F.A., Weghe, 2003. Effects of Polyethylene Color and Thickness on Grass Silage Quality. *Grass and Forage Science*. 58:239-248.
- Song, T.H., Park, T-II., Park, H.H., Yoon, C., Kim, YK., Park, JC., Kang, CS., Son, JH., Kim, KH., Cheong, YK., Oh, YJ., 2015. Effect of Film Layers and Storing Period on the Fermentation Quality of Whole Crop Barley Silage. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 35(1) : 6-11.
- Steel, R.G., J.H., Torrie., 1980. *Principle and Procedures of Statistic: A Biometrical Approach*: New York: McGraw-Hill.
- Toruk, F., Gönülol, E., Ülger, P., 2009. Color Changes of Bale Silage under Different Storage Conditions. *Journal of Agricultural Machinery Science*. 5 (2):211-216 - İzmir, Turkey.
- Weinberg, Z.G., Chen, Y., 2013. Effects of Storage Period on the Composition of Whole Crop Wheat and Corn Silages. *Animal Feed Science and Technology* 185: 196– 200.
- Woolford, M.K., 1984. *The Silage Fermentation*. Marcel Dekker, Inc., New York. NY.
- Yalçın, H., Bilgen, H., 2002. *Ticari Silaj Üretim Teknikleri*. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, TAYEK Hayvancılık Gurubu 2002 Bilgi Alışveriş Toplantısı, 24-26 Nisan 2002, S:48-58, Menemen-İzmir.

Effect of Different Spring Sowing Dates on Phenology, Growth and Yield Performance of Turkish *Brassica nigra* in Ankara/Turkey

Fatma KAYAÇETİN

Central Research Institute for Field Crops, Oil Seed Crops Unit, Ankara, Turkey
[ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3428-8121>]

* Corresponding author: fatmakayacetin@gmail.com

Abstract

The maximum yield of *Brassica nigra* primarily relates to available photoperiod or day length conditions and secondarily to meteorological components of prevailing weather. This research was performed to determine the developmental responses to four different spring sowing dates (25th March, 10th April, 25th April and 10th May) and temperature to screen them for different morphological and phenological characteristics for five *B. nigra* genotypes under hot humid continental-Dsa type climate at Yenimahalle, Ankara during 2017 growing season. The seeds of *B. nigra* used in this study were selected from *B. nigra* genotypes obtained from USDA gene bank and collected from diverse ecologies of Turkey. The result showed significant differences among the sowing dates and the genotypes. According to the results the maximum seed yield (28.4 g m⁻²) and crude oil yield (6.1 g m⁻²) were obtained from the earliest sowing and the minimum seed yield (1.5 g m⁻²) and crude oil yield (0.2 g m⁻²) was obtained from the latest sowing date. The maximum crude oil yield (4.6 g m⁻²) and seed yield (22.4 g m⁻²) were noted from *Kayseri* genotype whereas the minimum crude oil yield (1.4 g m⁻²) and seed yield (6.8 g m⁻²) were determined from *Sanlıurfa* genotype. The maximum seed yield (49.3 g m⁻²) and crude oil yield (10.3 g m⁻²) were determined on 25th March × *Kayseri* genotype whereas the minimum seed yield (0.9 g m⁻²) and crude oil yield (0.1 g m⁻²) were obtained for *Izmir* genotype. Keeping in view the spring sowing dates of *B. nigra* provision of short day length in late March sowings are more desirable. This research highlights the practical importance of spring sowing dates in vegetative and generative phase of development that ultimately affects yield and yield components.

Keywords: *Brassica nigra*, Sowing dates, Morphological and phenological characteristics

Ankara’da Farklı İlkbahar Ekim Tarihlerinde Ekilen *Brassica nigra*’nın Fenoloji, Büyüme ve Verim Potansiyeline Etkisi

Özet

Brassica nigra’da maksimum verim, öncelikle fotoperiyod veya gün uzunluğu koşulları ve ikincil olarak hava koşullarının meteorolojik bileşenleri ile ilgilidir. Bu araştırma, 2017 yılında Yenimahalle’de (Ankara) dört farklı ilkbahar ekim tarihinin (25 Mart, 10 Nisan, 25 Nisan ve 10 Mayıs) beş *B. nigra* genotipi için büyüme, gelişme ve verim özellikleri açısından etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada kullanılan *B. nigra* tohumları USDA Gen Bankası’ndan elde edilen ve Türkiye’nin çeşitli ekolojilerinden toplanan *B. nigra* genotiplerinden seçilmiştir. Sonuç olarak, farklı ekim zamanları ve genotipler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Sonuçlara göre, maksimum tohum verimi (28.4 g m⁻²) ve ham yağ verimi (6.1 g m⁻²) ilk ekim tarihinden elde edilirken; minimum tohum verimi (1.5 g m⁻²) ve ham yağ verimi (0.2 g m⁻²) en son ekim tarihinden elde edilmiştir. En yüksek ham yağ verimi (4.6 g m⁻²) ve tohum verimi (22.4 g m⁻²) *Kayseri* genotipinde kaydedilirken, en düşük ham yağ verimi (1.4 g m⁻²) ve tohum verimi (6.8 g m⁻²) *Sanlıurfa* genotipinde belirlenmiştir. En yüksek tohum verimi (49.3 g m⁻²) ve ham yağ verimi (10.3 g m⁻²) 25 Mart ekim zamanı × *Kayseri* genotipinde tespit edilirken, en düşük tohum verimi (0.9 g m⁻²) ve ham yağ verimi (0.1 g m⁻²) 10 Mayıs ekim zamanı × *Izmir* genotipinde belirlenmiştir. Farklı ilkbahar ekim tarihleri göz önünde tutularak *B. nigra*’nın Mart ayı sonlarında yani kısa gün uzunluğunda ekimi daha uygun

görülmüştür. Bu araştırma, ilkbahar ekim tarihlerinin, sonuçta verim ve verim bileşenlerini etkileyen vejetatif ve generatif gelişim dönemlerindeki pratik önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Brassica nigra*, Ekim tarihi, Morfolojik ve fenolojik özellikler

1. Introduction

Brassica nigra L. (black mustard) species belong to Cruciferae family has an annual growth habit, pile rooted, herbaceous, yellow flowering ensued by seed-set (Uhl, 2000; Kayacetin, 2019). This species grow in Turkey as weed (Guner et al 2012; Anonymous, 2019; Anonymous, 2020). Leaves, flower, young shoots and seeds of *B. nigra* are used as spices, culinary and medicinal purposes (Akan and Bakir, 2015; Darwesh, 2017; Oguz, 2017). Palle-Reisch et al. (2013) reported that *B. nigra* can be used variably as spice and has the sharpest taste. *B. nigra* powder is used as additive in meat, sausage and salami industries (Akgul, 1993). *B. nigra* oil is also used in some formulations in pharmacy (Kokcu et al., 2015). *B. nigra* is important because of its potential utilities for spice and medicinal industries. It is important to introduce and breed more new oilseed crops by using the huge diversity of oilseed crops.

Growth and yield is fixed within the life cycle of a plant but the time taken to a particular growth stage is influenced by environmental factors mainly temperature, increasing/decreasing day length (photoperiod) and meteorological parameters like soil and air temperature, heat, humidity and precipitation etc. Phenology, growth and yield performance of Brassica spp. are significantly related to day length related ontogenetic changes and climatic variations (Major, 1987; Kar and Chakravarty 2000; Laureti and Peiri, 2001; Gupta et al., 2017; Kumar et al., 2018). Sowing dates can have a important impact on different *B. nigra* genotypes. There is no available information on the response of *B. nigra* to spring sowing dates for the genotypes grown in Turkey. The main aim of the study was to evaluate favorable spring and mild summer sowing time or day lengths (photoperiod) with changing day length from short to long days + temperature on phenology, growth and yield performances of five Turkish *B. nigra* genotypes under hot humid continental - Dsa type climate.

2. Materials and Methods

The experiments were performed during the growing season of 2017 at the experimental fields located at Yenimahalle 39°12' - 43°6' N, 35°58' - 37°44' E, and 925 m altitude, with hot humid

continental - Dsa type climate of Ankara as classified by Köppen-Geiger ecological conditions of Turkey (Kottek et al., 2006; Climate-Data, 2018). The seeds of *B. nigra* genotypes selected from *B. nigra* genotypes obtained from USDA gene bank collected from diverse ecologies of Turkey. These were multiplied and selected for use in the experiment in Central Research Institute for Field Crops during 2012-2017. *B. nigra* genotypes were grown under natural conditions without using any fertilizer or pesticide. The experiment was set up in "Split Plots Randomized Complete Block Design" design with three replications. The effect of sowing dates was studied in the main plots and genotypes in the subplots. Each genotype was sown manually in one row, three meter long plots with 30 cm long row spacing with sowing depth of ~1.0-1.5 cm and seed rate of 3000 g ha⁻¹ (Kayacetin, 2019). Each genotype was performed four different spring sowing dates (25th March–11 h 27 min to 13 h 26 min or short day length, 10th April–13 h 01 min to 14 h 37 min short to short–long day length, 25th April–13 h 01 min to 14 h 37 min short–long day length to intermediate day length and 10th May–14 h 02 min to 15 h 35 min long day length) and temperature.

Monthly meteorological data pertaining to vegetation period (March to July) of long term and 2017 climatic conditions of Yenimahalle are shown in Table 1. There was total precipitation of 181.8 and 264.9 mm, average temperature of 15.6 and 16.2 °C, and an average humidity of 55.2 and 52.4%, respectively.

Soil analysis during 2017, from the soil taken at a depth of 0-20, 21-40 cm showed low organic matter (1.32%), in alkaline (pH 7.81), limey (5.3%), and clay-loamy soils of the experimental plots (Table 2).

In this study, days to emergence (d), days to 50% flowering (d) and days to 90% physiological maturity (d), plant height (cm), number of branches (branch plant⁻¹), number of capsules (capsule plant⁻¹), thousand seed weight (g), seed yield (g m⁻²), crude oil content (%) and crude oil yield (g m⁻²) were determined as described by Kayacetin (2019). Morphological and yield parameters of genotypes were done on five plants. The oil content was determined by grinding 10 g of powdered mustard seed samples and extracting

by hexane were use with Gerhardt 2000 soxhlet apparatus.

All data were subjected to analysis of variance (ANOVA). The significant differences between the group means were separated using LSD's test.

Table 1. Monthly meteorological data of black mustard during growing season
Çizelge 1. Siyah hardalın gelişim döneminde aylık iklim verileri

Climatic factors		Months					Total/Mean/Maximum/Minimum
		March	April	May	June	July	
Total precipitation (mm)	Long years	36.7	46.7	49.9	34.2	14.3	181.8
	2017	46.1	19.8	96.2	102.8	0.0	264.9
Mean relative humidity (%)	Long years	63.2	59.0	56.5	52.1	45.1	55.2
	2017	59.6	49.8	55.7	58.3	38.4	52.4
Mean temperature (°C)	Long years	6.4	11.5	16.2	20.3	23.8	15.6
	2017	8.1	11.2	15.7	20.3	25.5	16.2
Maximum temperature (°C)	Long years	21.4	25.7	29.3	33.6	36.2	36.2
	2017	19.9	27.2	29.2	35.8	38.3	38.3
Minimum temperature (°C)	Long years	-5.9	-0.8	4.1	8.1	11.4	-5.9
	2017	-1.5	-1.0	5.0	9.0	14.2	-1.5

Data were obtained from Ankara Meteorology Station (Anonymous, 2017a)

Table 2. Soil sample features belonging to the experimental area
Çizelge 2. Deneme alanına ait toprak örneklerinin özellikleri

Depth (cm)	Texture	Saturation content (%)	Total salt (%)	pH	Lime (%)	Phosphorus (kg ha ⁻¹)	Potassium (kg ha ⁻¹)	Organic Substanc (%)
0-20	Clay loamy	56.0	0.025	7.81	5.3	93	1260	1.35
21-40	Clay loamy	56.0	0.025	7.81	5.2	105	2400	1.28
	Mean	56.0	0.025	7.81	5.3	99	1830	1.32

Data were obtained from Soil Fertilizer and Water Resources Institute (Anonymous, 2017b)

3. Discussion and Conclusion

The different sowing dates referring to different weather conditions had a significantly different effect on the growth, development and yield performance of *B. nigra* genotypes. As shown in Table 3, significantly differences were noted among different sowing dates and genotypes were detected regarding characters. Day length data is shown in Table 4 that changed from 11 h 27 min to 13 h 26 min, 13 h 01 min to 14 h 37 min, 14 h 02 min to 15 h 35 min, 15 h 01 min to 15 h to 39 min and 15 h 00 min to 15 h 38 min during March, April, May, June and July 2017.

As demonstrated in Table 3, the maximum days to emergence (24.0 d) was noted on 10th May or long days sowing date and the minimum days to emergence (14.0 d) was observed on 10th April. The latest days to 50% flowering (75.2 d) was obtained on 25th March sowing date while the earliest days to 50% flowering (28.0 d) was detected on 10th May long days sowing date. The maximum days to 90% physiological maturity (32 d) was obtained on 10th April short day sowing

date while the minimum days to maturity (30 d) was detected on 25th March long day sowing date (Table 3). Kayaçetin et al. (2019) in their experiment showed that short day length with favorable low temperature, favorable soil moisture, relative humidity and precipitation induced rapid seed germination and growth. Contrary, long day length with increased temperature, low soil moisture and relative humidity and precipitation induced seed dormancy and the seeds took more days to emerge from soil. Hence, the germinating seedlings took less days to emerge from soil. It is assumed that short day length, soil moisture in April, the most appropriate soil temperature and moisture at sowing played an significant role in seed germination and high emergence. In addition to first sowing on 25th March short day led to longest vegetative period to transform plants to generative period whereas last sowing on 10th May long day sowing had the shortest vegetative period to transform plants to generative phase (Angadi et al., 2003; Gawariya et al., 2015; Gupta et al., 2017).

Table 3. Effect of sowing dates on growth, development and yield of the black mustard genotypes
Çizelge 3. Siyah hardal genotiplerinin büyüme, gelişme ve verimi üzerine ekim zamanlarının etkisi

Days to emergence (d)	Days to 50% flowering (d)	Days to 90% physiological maturity (d)	Plant height (cm)	Number of branches (branch plant ⁻¹)	Number of capsules (capsule plant ⁻¹)	Thousand seed weight (g)	Seed yield (g m ⁻²)	Crude oil content (%)	Crude oil yield (g m ⁻²)	
Sowing dates										
25 th March	17.8	75.2	30	111.4a	6.2a	189.1a	0.85a	28.4a	21.7a	6.1a
10 th April	14.0	66.0	32	107.2a	4.9b	145.8b	0.68b	13.2b	20.4a	2.7b
25 th April	16.0	50.0	31	93.0b	3.7c	65.8c	0.62c	4.7c	17.6b	0.8c
10 th May	24.0	28.0	31	41.3c	1.8d	27.1d	0.44d	1.5d	11.9c	0.2c
Genotypes										
Izmir	18.0	54.8	31	94.2a	3.7b	106.4	0.69b	8.1cd	17.3	1.6cd
Ankara	18.0	54.8	31	94.9a	3.9b	106.8	0.61c	12.4b	17.6	2.6b
Sanlıurfa	18.0	54.8	31	92.6a	4.8a	108.2	0.50d	6.8d	18.1	1.4d
Tekirdag	17.0	55.8	31	87.7a	4.2b	105.7	0.58c	10.0bc	18.4	2.2bc
Kayseri	18.8	54.0	31	71.8b	4.1b	107.7	0.84a	22.4a	18.1	4.6a
Sowing dates×Genotypes										
25 th March	Izmir			111.0b-e	4.7de	179.7abc	1.02a	22.7c	20.0	4.5cd
	Ankara			117.3abc	5.3d	182.7abc	0.92ab	31.7b	22.3	7.2b
	Sanlıurfa			129.0a	7.7a	210.7a	0.89b	15.0d	22.1	3.4de
	Tekirdag			115.8	6.3bc	173.3abc	0.88bc	23.1c	23.2	5.4c
	Kayseri			84.0ghi	7.2ab	199.3ab	0.87bc	49.3a	21.0	10.3a
10 th April	Izmir			122.6ab	5.4cd	149.3abc	0.82bc	5.2efg	20.2	1.0fg
	Ankara			121.2ab	4.5def	152.7abc	0.78c	11.0de	19.5	2.2ef
	Sanlıurfa			108.0b-f	4.7de	127.3cd	0.65d	5.1efg	20.1	1.0fg
	Tekirdag			103.5c-f	5.3d	152.7abc	0.65d	10.5def	21.4	2.2ef
	Kayseri			80.8i	4.7de	147.0abc	0.60de	34.3b	20.9	7.1b
25 th April	Izmir			98.4d-g	3.7fg	68.3de	0.59de	3.6g	17.0	0.6g
	Ankara			98.6d-g	4.0ef	62.7e	0.59de	5.4efg	17.1	0.9fg
	Sanlıurfa			95.2e-i	4.3ef	67.3de	0.57def	4.5g	18.0	0.8fg
	Tekirdag			91.5f-i	3.7fg	71.7de	0.53ef	5.3efg	17.1	0.9fg
	Kayseri			81.1hi	3.0g	59.0e	0.50efg	4.4g	18.8	0.8fg
10 th May	Izmir			44.8j	2.0h	28.3e	0.50efg	0.9g	12.0	0.1g
	Ankara			42.6j	1.6h	29.3e	0.47fg	1.6g	11.7	0.2g
	Sanlıurfa			38.1j	2.0h	27.3e	0.40gh	2.5g	12.0	0.3g
	Tekirdag			39.8j	2.0h	25.0e	0.40gh	1.2g	12.0	0.1g
	Kayseri			41.2j	1.6h	25.3e	0.33h	1.5g	11.7	0.2g
Fvalue _{SD}				254.3**	263.9**	105.8**	199.8**	321.9**	76.4**	227.6**
Fvalue _G				18.1**	11.8**	0.02	89.3**	69.0**	0.6	42.6**
Fvalue _{SD×G}				4.1**	13.6**	0.5**	5.7**	24.7**	0.5	14.9**
CV(%)				8.9	10.1	25.9	7.2	21.7	10.8	27.9

**, $P < 0.01$ significantly different according to the LSD. Data was the means of 3 replications

Taking an average of sowing dates the maximum days to emergence and days to 50% flowering were determined as 18.8 d at Kayseri genotype and 55.8 d for Tekirdag genotype while the minimum days to emergence and days to 50% flowering were obtained as 17.0 d at Tekirdag genotype and 54.0 d for Kayseri genotype, respectively. The days to 90% physiological maturity were determined as 31 d for all genotypes. This can be owing to different genetic potentials of *B. nigra* genotypes and day length effects of photoperiod used in the study. Similar findings were noted by Kumar et al. (2004) and Tobe et al. (2013).

The results showed significantly ($p < 0.01$) different effects sowing dates and genotypes on the agronomic parameters. Similarly, genotypes ×

locations also showed a significantly important interaction ($p < 0.01$) on the agronomic characteristics. As shown in Table 3, the maximum plant height (111.4 cm), number of branches (6.2 branch plant⁻¹), number of capsules (189.1 capsule plant⁻¹), thousand seed weight (0.85 g), seed yield (28.4 g m⁻²), crude oil content (21.7%) and crude oil yield (6.1 g m⁻²) were obtained on 25th March short days while the minimum height (41.3 cm), number of branches (1.8 branch plant⁻¹), number of capsules (27.1 capsule plant⁻¹), thousand seed weight (0.44 g), seed yield (1.5 g m⁻²), crude oil content (11.9%) and crude oil yield (0.2 g m⁻²) were noted on 10th May long days sowing. A comparative analysis of each day length and prevailing environmental characteristics clearly show significant effects of

day length on yield and yield components. Overall, the results revealed that morphological characteristics decreased with delaying sowing dates. This can be due to as sowing date day length effects that changed from 11 hours 27 minutes to 15 hours 38 minutes in April to July hours before flowering (Table 4). The most delayed (long day) sown plants showed shorter vegetative phase and earlier transformation to generative phase with earlier flowering compared to those sown earlier (short days, short–long days, intermediate days) that long took start in day length more suitable to vegetative growth. Long or short maturation duration of the crop sown late induce undesired precocious maturity and entering into early reproductive phase. Long days photoperiod inhibited vegetative growth on the plants and forced plants to earlier generative phase resulting in poor plant height and reduced oil yield. On the grounds of favorable weather conditions, improvement in growth and yield, genotypes sown on 25th March short days produced considerably higher seed yield over subsequent sowings. Delayed sowing resulted in precocious induction of generative phase that decreased the dry matter production. 10th May long days sowing date had the minimum seed yield due to late sowing; when the plants were forced to induce precocious generative phase by lowering vegetative growth period and the plants had very short vegetative phase. This affected completion of seed formation and yield. Thus, the seeds were quite weak rudimentary and feeble (Kayaçetin et al., 2018).

These results are in conformity to those noted by Kar and Chakravarty (2000); Jat (2014) Singh and Lallu-Singh (2014); Gawariya et al. (2015); Muhal and Solanki (2016).

As an average of sowing dates, the maximum plant height was noted as 94.9 cm for Ankara genotype whereas the minimum plant height was obtained as 71.9 cm for Kayseri genotype. The maximum number of 4.8 branches plant⁻¹ for Sanliurfa genotype whereas, the minimum number of 3.7 branches plant⁻¹ were obtained for Izmir genotype. The maximum thousand seed weight was determined with 0.84 g Kayseri genotype while the minimum thousand seed weight was obtained for Sanliurfa genotype (0.5 g). The maximum seed yield was determined in Kayseri genotype (22.4 g m⁻²) whereas the minimum seed yield was obtained for Sanliurfa genotype (6.8 g m⁻²). The maximum crude oil yield was found for Kayseri genotype (4.6 g m⁻²) while the minimum crude oil yield was noted for Sanliurfa genotype (1.4 g m⁻²). The differences in the yield and yield components of *B. nigra* genotypes might be due to well adaptation and genetic potential of *B. nigra* genotypes under the existing agro-climatic conditions of Ankara. The findings under different environmental conditions of Pritchard et al. (2000); Angadi et al. (2003); Tripathi et al. (2005); Tobe et al. (2013); Kumar et al. (2018) also supported that changed plastic genetic potential of the genotypes.

Table 4. Monthly maximum and minimum photoperiod values (h)
Çizelge 4. Aylık en yüksek ve en düşük fotoperiyot değerleri (s)

Photoperiod (h)	Months				
	March	April	May	June	July
Maximum	13 h 26 min	14 h 37 min	15 h 35 min	15 h 39 min	15 h 38 min
Minimum	11 h 27 min	13 h 01 min	14 h 02 min	15 h 01 min	15 h 00 min

Data were obtained from Ankara Meteorology Station (Anonymous, 2018)

Taking an average of sowing dates × genotypes, the maximum plant height was noted as 129.0 cm on 25th March × Sanliurfa genotype whereas the minimum plant height was obtained as 38.1 cm on 10th May × Sanliurfa genotype. The maximum number of 7.7 branch plant⁻¹ on 25th March × Sanliurfa genotype whereas, the minimum number of 1.6 branch plant⁻¹ were obtained on 10th May × Ankara and Kayseri genotypes. The maximum number of 210.7 capsule plant⁻¹ on 25th March × Sanliurfa genotype whereas, the minimum number of 59.0 capsule plant⁻¹ were obtained on 10th May × Ankara and Kayseri genotypes. The maximum thousand seed

weight was determined with 1.02 g on 25th March × Izmir genotype while the minimum thousand seed weight was obtained on 10th March × Kayseri genotype (0.33 g). The maximum seed yield was determined on 25th

March × Kayseri genotype (49.3 g m⁻²) whereas the minimum seed yield was obtained for Izmir genotype (0.9 g m⁻²). The maximum crude oil yield was found on 25th March × Kayseri genotype (10.3 g m⁻²) while the minimum crude oil yield were noted on 10th May × Izmir and Tekirdag genotypes (0.1 g m⁻²).

The findings clearly illustrate that each day length and prevailing environmental characteristics clearly show significant effects of

sowing dates on morphological and phenological characteristics. The crop at early sowing dates (short day length) demonstrated increased yield and yield components compare to the crop late sowing (long day length). The long days or short maturation duration of the crop sown late induce undesired precocious maturity and entering into early reproductive phase.

The research demonstrates that 25th March short days sowing date and the genotype Kayseri proved the best in performance in terms of growth, development and yield performance. Keeping in view the photoperiod or day length requirements of *B. nigra* genotypes provision of short day length in late March sowings are more desirable for increased yield under Dsa type climate of Ankara.

References

- Akan, H., Bakir, Y., 2015. Kâhta (Adiyaman) Merkezi ve Narince Koyunun Etnobotanik Acidan Arastirilmasi. BEU Fen Bilimleri Dergisi, 4 (2): 219-248.
- Akgul, A., 1993. Spice Science and Technology. Selcuk University, Faculty of Agriculture, Food Science and Technology, Food Technology Publications No: 15, Ankara. p: 85-88.
- Angadi, S. V., Cutforth, H. W., McConkey, B. G., Gan, Y., 2003. Early Seeding Improves the Sustainability of Canola and Mustard Production on the Canadian Semiarid Prairie. Canadian Journal of Plant Science, 84 (3): 705-711.
- Anonymous, 2017a. Ankara Meteorology Station, Ankara.
- Anonymous, 2017b. Soil Fertilizer and Water Resources Institute, Ankara.
- Anonymous, 2018. <https://en.climate-data.org> 2018.
- Anonymous, 2019. Bizimbitkiler.org.tr (accessed 08.06.2019).
- Anonymous, 2020. Turkish Plants Data Service. <http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=dizin&&familya=Acanthaceae> (accessed 10.07.2019).
- Darwesh, D. T. D., 2017. Plant Biodiversity and Ethnobotanical Properties of Various Plants in Choman (Erbil–Iraq) (Doctoral dissertation. 130 pp, MSc, Sutcu Imam University, Kahramanmaraş Turkey).
- Gawariya, S. C., Chopra, N. K., Chopra, N., Harika, A. S., 2015. Effect of Date of Sowing and Crop Geometry on Growth and Yield Parameters of Forage Mustard (Var. Chinese Cabbage). African Journal of Agricultural Research, 10 (33): 3292-3295.
- Guner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babac, M. T., 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarli Bitkiler). Nezahat Gökyigit Botanik Bahcesi Yayinlari Flora Dizisi I, Istanbul.
- Gupta, M., Sharma, C., Sharma, R., Gupta V, Khushu MK., 2017. Effect of Sowing Time on Productivity and Thermal Utilization of Mustard (*Brassica juncea* L.) Under Sub-Tropical Irrigated Conditions of Jammu. Journal of Agrometeorology, 19 (2): 137-141.
- Jat, J., 2014. Influence of Different Sowing Dates on Growth, Development and Yield of Indian Mustard [*Brassica juncea* (L.) Czernj and Cosson] Varieties Under Irrigated Condition. M.Sc. Thesis. JNKVV. Jabalpur (M.P.).
- Kar, G., Chakravarty, N. V. K., 2000. Phenological Stages and Growth Dynamics of Brassica as Influence by Weather. J. Agromet, 2 (1): 39-46.
- Kayacetin, F., Onemli, F., Yilmaz, G., Kinay, A., Hatipoglu, H., Kivilcim, M. N., Kara, N., Kose, A., Sefaoglu, F., 2018. Effect of row spacing on yield, yield components and crude oil of autumn and spring sowed mustard (*Sinapis arvensis* L.) in eight locations of Turkey. Journal of Agricultural Sciences 24 (4): 483-499.
- Kayacetin, F., Onemli, F., Yilmaz, G., Khawar, K. M., Kinay, A., Hatipoglu, H., Kivilcim, M. N., Kara, N., Kose, A., Sefaoglu, F., Ozaydin, K. A., 2019. Growing Degree Day and Seed Yield Relationships in Mustard (*Brassica juncea* L.) Under Different Sowing Seasons and Locations of Turkey. Journal of Agricultural Sciences, 25 (3): 298–308.
- Kayacetin, F., 2019. Morphological Characterization and Relationship Among Some Important Wild and Domestic Turkish Mustard Genotypes (*Brassica* spp.). Turkish Journal of Botany, 43 (4): 499-515.
- Kokcu, B., Esen, O., Uysal, I., 2015. Medicinal Plants Sold in Canakkale/Turkey City Center Herbalists. Biological Diversity and Conservation, 8/3: 80-91.
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., Rubel, F., 2006. World Map of the Koppen-Geiger Climate Classification Updated. Meteorologische Zeitschrift, 15 (3): 259-263.
- Kumar, A., Lal, M., Mohan, N., Kumar, M., Kumar, N., 2018. Effect of different sowing dates on yield and yield attributes of Indian mustard (*Brassica juncea* L.) genotypes. Int. J. Pure App. Biosci. 6(2): 848-853.
- Kumar, A., Singh, B., Ashpal, Y., Yadava, J. S., 2004. Effect of Sowing Time and Crop Geometry on Tetra Loculor Indian Mustard Under Southwest Haryana. Indian Journal of Agriculture Science, 74 (11): 594-596.
- Laureti, D., Fieri, S., 2001. Fodder and Industrial Rape in Marche. Informatore Agrario, 51 (42): 121-122.
- Major, D. J., 1987. Photoperiod Response Characteristics Controlling Flowering of Nine

- Crop Species. Can. J. Plant Sci., 60 (3): 777-784.
- Muhal, S., Solanki, N. S., 2016. Effect of Seeding Dates and Salicylic Acid Foliar Spray on Growth Yield Phenology and Agrometeorological Indices of Brassica Species. Journal of Oilseed Brassica, 1 (1): 183-190.
- Oguz, F., 2017. Yüksekova (Hakkâri) Yoresinde Halk Tababetinde Kullanılan Bitkiler ve Kullanım Alanları. Turkish Journal of Weed Science, 20 (2): 28-37.
- Palle-Reisch, M., Wolny, M., Cichna-Markl, M., & Hohegger, R. (2013). Development and Validation of a Real-Time PCR Method for the Simultaneous Detection of Black Mustard (*Brassica nigra*) and Brown Mustard (*Brassica juncea*) in Food. Food Chemistry, 138: 348-355.
- Pritchard, F. M., Eagles, H. A., Norton, R. M., Salisbury, S. A., & Nicolas, M. (2000). Environmental Effects on Seed Composition of Victoriana Canola. Australian Journal of Experimental Agriculture, 40: 679-685.
- Singh, M. P., Lallu-Singh, N. B., 2014. Thermal Requirement of Indian Mustard (*Brassica juncea*) at Different Phonological Stages Under Late Sown Condition. Ind J Plant Physiol, 19 (3):238-243.
- Tobe, A., Hokmalipour, S., Jafarzadeh, B., Darbandi, M. H., 2013. Effect of Sowing Date on some Phenological Stages and Oil Contents in Spring Canola (*Brassica napus* L.) Cultivars. Middle-East Journal of Scientific Research, 13 (9): 1202-1212.
- Tripathi, M., Singh, D., Rao, V., Singh, R., 2005. Biomass Partitioning in Indian Mustard (*Brassica juncea* L.) Under Different Growing Environments. Haryana Journal Agronomy, 21(2): 179-182.
- Uhl, S. R.. 2000. Handbook of Spices Seasonings and Flavourings. Technomic Publishing Co Inc Lancaster pp. 132-6.

Fuerte Avokado (*Persea americana* Mill.) Çeşidinin *In Vitro* Çoğaltımı

Leyla AKKAYA, Gonca GÜNVER DALKILIÇ*

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Aydın, Türkiye
[ORCID:https://orcid.org/0000-0002-8360-5317 (L. Akkaya), 0000-0002-8064-3676 (G. Günver Dalkılıç)]

*Sorumlu yazar: gdalkilic@adu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, farklı ortam kombinasyonlarının ve eksplant tiplerinin Fuerte avokado çeşidinin *in vitro* çoğaltımı üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada eksplant olarak sürgün ucu ve boğum segmentleri, besin ortamı olarak MS (1/2 makro), MS (3/4 makro) ve WPM ortamları kullanılmıştır. Farklı dönemlerde kurulan denemelerin bir kısmı yoğun enfeksiyon gelişimi ve yoğun fenolik madde salgısından dolayı kararmalar nedeniyle kaybedilmiştir. Denemelerde elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, en yüksek tomurcuk sürme oranı (%100), MS (1/2 makro) ortamının tüm kombinasyonlarında kültüre alınan sürgün ucu eksplantlarında gözlenmiştir. Boğum segmentleri sürgün ucu eksplantlarına oranla yüksek miktarda kallus oluşturmuştur. En yüksek yaprak sayısı/eksplant (4 adet) MS (1/2 makro) + 1.0 ve 1.5 mg/L BAP + 0.1 mg/L GA₃ ortamından elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Fuerte, Avokado, *in vitro*, MS, WPM

In Vitro Propagation of Fuerte Cultivar in Avocado (*Persea americana* Mill.)

Abstract

The aim of this study was to determine the effects of different media combinations and explant types on *in vitro* propagation of Fuerte avocado cultivar. In the research were used shoot tip and nodal segments as an explant sources, MS (1/2 macro), MS (3/4 macro) and WPM as nutrient medium. Some of the experiments established at different periods were lost due to intense infection development and browning due to intense secretion of phenolic substances. When the results obtained in the experiments were evaluated in general, the highest bud sprout rate (100%) was observed in the shoot tip explants cultured in all combinations of MS (1/2 macro) medium. Nodal segments produced a high amount of callus compared to shoot tip explants. The highest number of leaves/ explants (4 pieces) were obtained from MS (1/2 macro) + 1.0 and 1.5 mg/L BAP + 0.1 mg/L GA₃ medium.

Keywords: Fuerte, Avocado, *in vitro*, MS, WPM

1. Giriş

Avokado, yaprağını dökmeyen subtropik bir meyve türü olup Dünya üzerinde 5 kıtada ve yaklaşık 70 ülkede yetiştiriciliği yapılmaktadır. Anavatanı, Meksika, Guatemala ve Orta Amerika'nın Pasifik okyanusu kıyılarıdır (Yıldırım ve Yılmaz, 2012). *Persea americana* içinde, ticari yetiştiriciliği yapılan çeşitlerin yer aldığı, botanik olarak 3 alt tür bulunmaktadır. Bu alt türler; Guatemala (*P. americana* var. *guatemalensis* Williams), Meksika (*P. americana* var. *drymifolia* Blake) ve Batı Hint (*P. americana* Mill. var. *americana*) olarak bilinmektedir

(Whiley, 1991). Botanik olarak avokado, tek çekirdekli üzüksü bir meyvedir. Meyveleri iklimlerik özellik göstermektedir (Yıldırım ve Yılmaz, 2012).

Dünya 2018 yılı toplam avokado üretimi 6407171 tondur. Meksika 2184663 ton avokado üretimi ile ilk sıradadır (Anonim, 2019a). 1970'li yılların başında FAO aracılığıyla Kaliforniya'dan, Türkiye'ye Zutano, Bacon, Hass ve Fuerte avokado çeşitleri getirilmiştir. Getirilen çeşitler Antalya, Muğla, Mersin, Adana ve Hatay ekolojik koşullarında denemeye alınmıştır (Bayram, 2010; Anonim, 2013). Türkiye'de 2018 yılı toplam

avokado üretim miktarı, 3164 tondur (Anonim, 2019b).

Avokadoda çeşit çoğaltımı aşı ile yapılmaktadır. Kolay çoğaltılabilmesi, düşük maliyetli olması ve kuvvetli büyümesi nedeniyle genetik değişkenliğine rağmen, birçok ülkede tohum anaçları kullanılmaktadır. Ancak, modern yetiştiricilikte klonal anaç kullanılması zorunluluğu vardır. Dünyada yaygın olarak Duke 7, Thomas, D9, G-6, Toro Canyon klonal anaç olarak kullanılmaktadır. T veya yama göz aşılı ile diltikli, yarma, kakma, kabuk ve yan kalem aşılı uygulanabilmektedir. Ticari avokado yetiştiriciliğinde çelikle üretimi kısıtlayan en önemli faktör, birçok çeşidin çeliklerinin zor köklenmesidir (Yıldırım ve Yılmaz, 2012; Anonim, 2013). Klonal olarak çoğaltılması zor olan çeşitlerin, *in vitro* kültür teknikleri ile çoğaltılması, talep edilen fidan ihtiyacının kısa sürede karşılanması için önem taşımaktadır.

Avokado *in vitro* koşullarda yüksek oranda rekalsitran davranmaktadır (Castro ve ark., 1995, Zulfiqar ve ark., 2009). Olgun (çiçeklenme sonrası) avokado dokularının doku kültüründe morfojenetik kapasitesi, genç dokulara göre daha düşük olmaktadır (Zirari ve Lionakis, 1994; Bandaralage ve ark., 2015). Çoğu odunsu bitki türleri gibi avokado için de boğum kültürü uygundur ve sürgün ucu kültürüne göre daha başarılı görülmüştür (Martinez-Pacheco ve ark., 2010). Zulfiqar ve ark. (2009), Fuerte çeşidinde apikal tomurcuklara (1.58 sürgün/eksplant) kıyasla, aksillar tomurcuklarda maksimum proliferasyon hızı (2.5 sürgün/eksplant) gözlemlenmiştir.

Avokado sürgünlerinin *in vitro* olarak köklenmesini teşvik etmek için IBA ile yapılan süreli uygulamalarda en iyi köklenme sonucu (%20), 72 saat boyunca 100 mg/L IBA uygulamasından elde edilmiştir (Barrera-Guerra ve ark., 1998).

Bandaralage ve ark. (2015), Velvick avokado çeşidinde aşı kalemi üzerine sitokinin ve giberellin sinerjisini araştırmışlardır. Sürgün rejenerasyon ortamında 2.0 mg/L AgNO₃, 20 g/L sukroz, 2.5 g/L phytigel, meta topolin (MT) ve GA3'ün farklı dozları ile WPM ortamı kullanılmıştır. Tek başına 0.1 mg/L MT veya GA3 ile kombinasyonunda %100 tomurcuk patlaması gözlenmiştir. GA3, hormonsuz ortama göre sürgün büyümesini teşvik etmiş, ancak yüksek GA3 konsantrasyonunda (1.0 mg/L), MT uygulanan sürgünlere göre çok ince uzamış yaprak oluştuğu bildirilmiştir. MT'nin sürgün ucu ölmesi ve strese bağlı yaprak dökümünü önlediği, yüksek GA3 seviyelerinin

sürgün kalitesinde olumsuz etki yarattığı gözlemlenmiştir. 45. güne kadar, 0.1 mg/L MT + 0.1 mg/L GA3 dozu, bu hormonların sürgün uzunluğunda sinerjik bir etki göstermiş, daha uzun sürgünler üretmiştir. 0.1 mg/L GA3 konsantrasyonu ile 2.0 mg/L MT birleşmesi % 100 sürgün rejenerasyonu vermiştir.

Son 45 yılda avokado mikroçoğaltma çalışmalarının çoğu, genç bitkilerde protokollerin optimize edilmesi yönünde yoğunlaşmıştır. Ancak şimdiye kadar, olgun bitkilere bu protokollerin sorunsuz aktarılması avokadoda mümkün olmamıştır. Olgun avokado çoğaltımı için geliştirilmiş sınırlı protokoller, yüksek derecede çeşide özgüdür ve karşılaşılan problemlerden dolayı endüstriyel uygulama olarak benimsemek için gereksinimleri karşılamamaktadır. Bunlar arasında sınırlı çoğaltma, düşük köklenme yüzdesi ve tutarsız köklenme sayılabilir. Ayrıca mevcut protokollerde tekniklerin kolayca transferi, kitlesel ölçekli endüstriyel kurulumda zor olmaktadır. Bu nedenle, elit avokado çeşitlerinin mikroçoğaltımı için verimli ve etkili protokollere ulaşmak, çoğaltma ve köklenme başarısını artırmak için çeşide özgü optimizasyonlara yüksek derecede gerek duyulmaktadır (Bandaralage ve ark., 2017).

Bu çalışmanın amacı farklı besin ortamı kombinasyonlarının ve eksplant tiplerinin Fuerte avokado çeşidinin *in vitro* çoğaltımı üzerine etkilerinin belirlenmesidir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Denemede materyal olarak, Fuerte avokado çeşidinin sürgün ucu eksplantları ile bir yan tomurcuk içeren boğum segmentleri kullanılmıştır.

Bitki materyali, Alanya'daki bir avokado üreticisinin bahçesinde bulunan 5 yaşlı ağaçlardan temin edilmiştir.

2.2. Metot

Avokadonun *in vitro* çoğaltımında yaygın olarak kullanılan Murashige and Skoog (MS) ve Woody Plant Medium (WPM) besin ortamları kullanılmıştır.

2018 yılında kurulan denemelerde MS (1/2 makro) ve MS (3/4 makro) besin ortamı, 2019 yılında kurulan denemelerde MS (1/2 makro) ve WPM ortamları kullanılmıştır.

Büyüme düzenleyici madde olarak bütün denemelerde besin ortamına BAP (0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 mg/L) ve GA3 (0.1 mg/L) ilave edilmiştir.

Besin ortamına 40 mg/L glutamin eklenmiştir. 2019 yılı denemeleri için ilk hazırlanan besin ortamlarına 50.44 mg/L Phloroglucinol (PG) ilave edilmiştir. Daha sonra PG içermeyen besin ortamları hazırlanmıştır.

Karbon kaynağı olarak 30 g/L sakkaroz, katılaştırıcı olarak ise 7 g/L agar kullanılmıştır. Ortam pH'sı 5.8 e ayarlanmıştır (Zulfiqar ve ark., 2009).

Dikimden sonra kültürler 25°C de yedi gün boyunca karanlık ortamda, sonrasında 16/8 saat fotoperiyot (2000 lüks) koşullarında tutulmuştur.

Çalışma, Mart 2018–Haziran 2019 tarihleri arasında sekiz farklı dönemde kurularak yürütülmüştür.

Sürgün ucu ve boğum segmentleri yaklaşık 1cm uzunluğunda kesilerek musluk suyu altında bekletilmiş, daha sonra bitki parçacıkları bulaşık deterjanı ile 5dk yıkanarak durulanmıştır.

İkinci denemeden itibaren, eksplantlar yüzey sterilizasyonu öncesi thiram etken maddeli thianosan ticari isimli fungusit (2g/L) içerisinde 1 saat boyunca bekletilmiştir.

Eksplantlar %4.5 aktif sodyum hipoklorit (NaOCL) içeren ve 2-3 damla Tween 80 ilave edilmiş %25 ticari sodyum hipoklorit (Klorak) solüsyonunda 15 dk sterilize edilmiş ve 3 defa 5'er dk steril distile su içinde bekletilerek durulanmıştır.

Eksplantların yara yerleri yenilenerek besin ortamı içeren kavanozlara 4 sürgün ucu, 5 boğum segmenti dikey olarak yerleştirilmiştir.

Deneme 3 tekerrürlü olacak şekilde tesadüf parselleri deneme deseninde kurulmuştur. Kültür sırasında bazı tekerrürlerde, enfeksiyon ve kararmalar nedeniyle kayıplar ve eksiklikler olduğu için istatistiki analiz yapılamamıştır.

Kültürlerde gözlenen gelişmelere bakarak üç özellik incelenmiştir. Bunlar:

2.2.1.Eksplantların kallus oluşturma oranı (%): Kallus oluşturan eksplant sayısının toplam eksplant sayısına oranının 100 ile çarpımıyla bulunmuştur.

2.2.2.Tomurcuk sürme oranı (%): Tomurcuğu süren eksplant sayısının toplam eksplant sayısına oranının 100 ile çarpımıdır.

2.2.3.Eksplant başına yaprak sayısı (Yaprak sayısı/eksplant): Oluşan toplam yaprak sayısının, yaprak oluşturan eksplant sayısına oranıdır.

3. Bulgular ve Tartışma

Farklı dönemlerde kurulan denemelerin bir kısmı (Deneme-1, 5, 6 ve 8) yoğun enfeksiyon gelişimi ve yoğun fenolik madde salgısından dolayı kararmalar nedeniyle kaybedilmiştir.

2018 yılında kurulan denemelerde, en yüksek tomurcuk sürme oranı (%100), ikinci (Mart ayı sonu) ve üçüncü (Nisan ayı ortası) denemelerde MS (1/2 makro) ortamında bulunan tüm kombinasyonlarda ve sürgün ucu eksplantlarında gözlemlenmiştir. Dördüncü denemede (Mayıs ayı başı) ise en yüksek tomurcuk sürme oranı (%100), MS (3/4 makro) ortamında bulunan kontrol, 0.1 mg/L GA3 ve 0.5 mg/L BAP+0.1 mg/L GA3 kombinasyonlarında ve MS (1/2 makro) +0.5 mg/L BAP + 0.1 mg/L GA3 kombinasyonunda olmuştur. Bandaralage ve ark. (2015), Velvick avokado çeşidi ile yaptıkları çalışmada hormon olmayan ortamda tomurcuk patlaması elde etmezken, yalnızca 0.1 mg/L MT içeren veya GA3 ilave edilen kombinasyonlarda %100 tomurcuk patlaması gözlemlenmiştir. 2.0 mg/L MT + 0.1 mg/L GA3 konsantrasyonlarının birleşmesi ile %100 sürgün rejenerasyonu elde edildiği bildirilmiştir.

Kültüre alınan eksplantların yara yerlerinde kallus gelişmeleri olmuştur. Kallus oluşumu bakımından ortamlar ve eksplant tipleri karşılaştırıldığında ortamlar arasında bir farklılık gözlenmemiş, ancak eksplant tipleri arasında farklılıklar bulunmuştur. Klonal çoğaltımda kallus gelişmesi önemli olmasa da elde edilen sonuçlar, avokadoda yapılacak kallus kültürü ve somatik embriyo çalışmalarında değerlendirilebilir. Genel olarak tüm denemelerde boğum segmentleri daha yüksek kallus gelişimi gösterirken, sürgün ucu eksplantları daha düşük kallus gelişimi göstermiştir. İkinci denemede boğum segmentleri, MS (3/4 makro) ortamının 0.1 mg/L GA3 kombinasyonu dışındaki tüm kombinasyonlarda ve MS (1/2 makro) ortamında bulunan tüm kombinasyonlarda %100 kallus oluşturmıştır. Üçüncü denemede bulunan boğum segmentlerinde %100 kallus oluşumu, MS (3/4 makro) + 0.5 mg/L BAP + 0.1 mg/L GA3 kombinasyonu ve MS (1/2 makro) + 1.5 mg/L BAP + 0.1 mg/L GA3 kombinasyonunda gözlemlenmiştir. Dördüncü denemede bulunan tüm kombinasyonlarda boğum segmentleri %100 kallus oluşturmıştır. Sürgün ucu eksplantlarında en yüksek kallus oluşum oranı (%100) ikinci denemenin MS (1/2 makro) + 0.1 mg/L GA3 ve 1.0 mg/L BAP + 0.1 mg/L GA3 kombinasyonlarında gözlemlenmiştir. Üçüncü ve

dördüncü denemelerde sürgün ucu eksplantlarında kallus oluşmamıştır. Young (1983), Lula ve Waldin avokado çeşitlerinde yaprak eksplantlarında optimum kallus oluşumunu 1.0 mg/L 2,4-D içeren ortamda ve 27°C 'de muhafaza edilirken gözlemlendiğini bildirmiştir. Eksplantların alt veya üst yüzeyinin ortam ile doğrudan temas halinde bulunması, en yüksek kallus oluşumu (%41) ile sonuçlanmıştır. Gövde kısımlarında en yüksek kallus oluşumu 0.2 mg/L 2,4-D içeren ortamda %67, 1.0 mg/L BA içeren ortamda %82 olduğu belirtilmiştir.

Eksplant başına yaprak sayısı incelendiğinde tüm denemelerde en iyi sonuç MS (1/2 makro) ortamında kültüre alınan sürgün ucu eksplantlarından elde edilmiştir. Sürgün ucu eksplantlarının en iyi sonuç verdiği (4 adet/eksplant) ortam, ikinci denemede MS (1/2 makro) + 1.0 mg/L BAP + 0.1 mg/L GA3 kombinasyonu olmuştur. MS (3/4 makro) ortamında bulunan sürgün ucu eksplantlarında en fazla yaprak oluşumu, ikinci denemede, 0.5 mg/L BAP + 0.1 mg/L GA3 kombinasyonunda olmuştur. Boğum segmentlerinin yaprak oluşturduğu en iyi kombinasyon MS (1/2 makro) + 1.0 mg/L BAP + 0.1 mg/L GA3 olurken, eksplant başına yaprak sayısı 4 adet olmuştur.

İkinci, üçüncü ve dördüncü denemelerde MS (3/4 makro) ortamında kültüre alınan boğum segmentlerinde yaprak gelişimi gözlenmemiştir. Lula ve Velvick çeşitleri ile, WPM ortamı kullanılarak, iki aşamadan oluşan bir denemede, en uygun ortam 0.5 ve 0.1 mg/L CPPU olmuş, 1.4 sürgün/eksplant elde edilmiştir (Castro ve ark.,1995).

2019 yılında boğum eksplantları ile kurulan yedinci (ikinci yıl Mart sonu) denemede ise en yüksek tomurcuk sürme oranı (%50), WPM + 1.5 mg/L BAP + 0.1 mg/L GA3 kombinasyonunda olmuştur. Kallus oluşumu bakımından ortalamalar incelendiğinde, en yüksek kallus oluşum oranı (%90.55) WPM ortamında kültüre alınan boğum segmentlerinde gözlenmiştir. Eksplant başına yaprak sayısı bakımından en iyi sonuç (4adet/eksplant), MS (1/2 makro) ortamının 1.5 mg/L BAP + 0.1 mg/L GA3 kombinasyonundan elde edilmiştir.

Denemelerde elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde (Çizelge 1), en yüksek tomurcuk sürme oranı (%100), MS (1/2 makro) ortamının tüm kombinasyonlarında kültüre alınan sürgün ucu eksplantlarında gözlenmiştir.

Çizelge 1. Deneme 2’de MS (1/2 Makro) ortamında kültüre alınan sürgün ucu ve boğum segmentlerinde 1 ay sonra yapılan gözlemlerde tomurcuk sürmesi, kallus oluşumu ve eksplant başına düşen yaprak sayısı

Table 1. In Experiment 2, in the observation made after one month in the shoot tip and in the nodal segments cultured in MS (1/2 Macro) medium, bud sprout, callus formation and number of leaves per explant

Büyüme Düzenleyici Maddeler Growth Regulators (mg/L)	Tomurcuk Sürme Oranı Bud Sprout Rate (%)		Kallus Oluşum Oranı Callus Formation Rate (%)		Yaprak Sayısı/Eksplant Number of Leaves/Explant	
	Sürgün Ucu Shoot tip	Boğum Seg. Nodal seg.	Sürgün Ucu Shoot tip	Boğum Seg. Nodal seg.	Sürgün Ucu Shoot tip	Boğum Seg. Nodal seg.
0 (kontrol)	100.00	0.00	11.10	100.00	0.33	0.00
0.1 GA ₃	100.00	0.00	100.00	100.00	2.00	0.00
0.5 BAP+0.1 GA ₃	100.00	0.00	50.00	100.00	0.00	0.00
1.0 BAP+0.1 GA ₃	100.00	50.00	100.00	100.00	4.00	4.00
1.5 BAP+0.1 GA ₃	100.00	25.00	0.00	100.00	3.66	0.25
2.0 BAP+0.1 GA ₃	100.00	20.00	50.00	100.00	3.50	0.20
Ortalama	100.00	15.83	51.85	100.00	2.25	0.74

Boğum segmentleri, sürgün ucu eksplantlarına oranla yüksek miktarda kallus oluşturmuştur.

En yüksek yaprak sayısı/eksplant (4 adet) MS (1/2 makro) + 1.0 ve 1.5 mg/L BAP + 0.1 mg/L GA3 ortamından elde edilmiştir.

4. Sonuç

Yapılan bu çalışmada; besin ortamı kombinasyonlarının yanında, eksplant tiplerinin ve bitki materyalinin ana bitkiden alınma zamanının sonuçlara etki ettiği görülmektedir.

İlkbahar döneminde alınan bitkisel materyal, yaz döneminde alınanlara göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Yazın kurulan denemeler, yoğun fenolik madde salgısı sonucu oluşan kararmalar nedeniyle kaybedilmiştir.

Yeni yapılacak çalışmalarda; bitkisel materyalin sadece ilkbahar döneminde alınması ve eksplant yara yerlerinde kallus gelişmesi olmadan kısa süre içinde direkt sürgün regenerasyonunun başlaması ve oluşacak sürgün sayısının artırılması için denemelerde besin ortamları, bitki büyüme düzenleyicileri ve dozlarında değişiklik yapılması uygun olacaktır.

Teşekkür

Denemede kullanılan bitki materyali temininde yardımcı olan avokado üreticisi, Sayın Ahmet DALABASMAZ'a teşekkür ederiz.

Ek

Bu makale 5-9 Mart 2020 tarihleri arasında Tunus Hammamet'te düzenlenen 'III. International Agriculture Congress' adlı etkinlikte sözlü bildiri olarak sunulmuş ve özeti kongre bildiri özet kitabında basılmış bildirinin tam metin halindedir.

Kaynaklar

- Anonim, 2013. Avokado yetiştiriciliği. Bahçecilik, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Bireysel Öğrenme Materyali, Ankara, 63s.
- Anonim, 2019a. Agricultural Statistical Database. (<http://www.fao.org/>). (Erişim: Aralık 2019).
- Anonim; 2019b. Türkiye İstatistik Kurumu, TÜİK. (<http://www.tuik.gov.tr/>). (Erişim: Aralık 2019)
- Barrera-Guerra, J.L., Ramirez-Malagon, R., Martinez-Jaime, O. A. 1998. In vitro propagation of avocado (*Persea drymifolia* Ness.). Proceedings of the Induced Mutations in Connection with

- Biotechnology for Crop Improvement of the FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, Peru, 5-9 October 1998, 63-69.
- Bandaralage, J.C.A.H., Hayward, A., O'Brien, C., Mitter, N. 2015. Gibberellin and cytokinin in synergy for a rapid nodal multiplication system of avocado. Proceedings of the World Avocado Congress VIII, Lima, 13-18 September, 95-98.
- Bandaralage, J.C.A.H., Hayward, A., Mitter, N. 2017. Micropropagation of avocado (*Persea americana* Mill.). American J. of Plant Sciences, 8, 2898-2921.
- Bayram, S. 2010. Avokado (*Persea americana* Mill.). BATEM 2010 Yılı Avokado Gelişim Raporu. (<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/batem/Belgeler/Kutuphane/Teknik%20Bilgiler/2010%20Aavokado%20gelisim.pdf>)
- Castro, M., Oyanedel, E., Cautín, R., 1995. In vitro shoot proliferation in avocado (*Persea americana* Mill.) induced by cppo. Scientia Horticulturae 165 44-50.
- Martinez-Pacheco, M.M., Suarez-Rodriguez, L.M., Hernández-García, A., Salgado-Garciglia, R., Fernández, I.V., Palomares, M.E.A., Cortés-Rodríguez, M.A., Lopez-Gomez, R. 2010. In vitro propagation of Mexican race avocado (*Persea americana* Mill. var *Drymifolia*). Acta Horticulturae, 923, 47-52.
- Whiley, A.W., 1991. *Persea americana* Miller. Pp 249-354 In: Plant Resources of South East Asia 2: Edible Fruits and Nuts. Verheij, E. W. M., Coronel, R. E.(Eds.) Pudor, Wageningen.
- Yıldırım, B., Yılmaz, C. 2012. Avokado yetiştiriciliği. T.C. Gıda, Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Alata Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu Broşürü, Erdemli-Mersin.
- Young, M.J. 1983. Avocado callus and bud culture. Proc. Fla. State Hort. Soc. 96: 181-182.
- Zirari, A., Lionakis, S.M. 1994 Effect of cultivar, explant type, etiolation pre-treatment and the age of plant material on the in vitro regeneration ability of avocado (*Persea Americana* Mill.). Acta Horticulturae, 365, 69-76.
- Zulfiqar, B., Abbasi, N.A., Ahmad, T. Hafiz, I.A. 2009. Effect of explant sources and different concentrations of plant growth regulators on in vitro shoot proliferation and rooting of avocado (*Persea americana* Mill.) cv. 'Fuerte'. Pakistan Journal of Botany, 41, 2333-2346.

Endüstri 4.0 ve Hayvancılık

Gökhan GÖKÇE*, Serap GÖNCÜ, Sibel BOZKURT

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Adana, Türkiye
[ORCID: 0000-0001-6980-8989 (G. GÖKÇE), 0000-0002-0360-2723 (S. GÖNCÜ),
0000-0002-9995-0027 (S.BOZKURT)]

*Sorumlu yazar:ggokce@cu.edu.tr

Özet

Endüstriyel devrimlerin incelenmesi sonucu, bu sürecin aslında insan zekasının yarattığı yapıdan kaynaklandığı ve amacının daha iyi koşullarda yaşamak için yeni yollar bulmak olduğu söylenebilir. Bunun nedeni, insanlığın varlığından beri sahip olduğu şeylerden memnun olmamış olması ve sürekli olarak yaşam standartlarını iyileştirmek istemesidir. Her canlı gibi yaşamak için doğmuş olan insan, daha iyi koşullarda yaşamayı ve mümkünse, diğer canlılara, makinelere ve sistemlere müdahale edebilmeyi amaçlamıştır. İlk sanayi devrimi mekanizasyon ve buhar motorları alanında; ikinci sanayi devrimi, elektrik enerjisi ve seri üretimin yoğun kullanımına dayanmakta ve üçüncü sanayi devrimi ise çevrede ve yaygın dijitalleşmede yaşanmıştır. İnsandan tamamen bağımsız olan akıllı üretim yöntemi, yukarıda bahsedilen bileşenlerle birlikte Bilişim ve İletişim teknolojileri kullanılarak “Endüstri 4.0” olarak adlandırılmıştır. Teknoloji, tarım sektöründe de her geçen gün kendini daha fazla hissettirmektedir. Tarımda ve hayvancılık da verimlik, kazanç ve kaliteyi artırarak üreticinin işlerini kolaylaştıran teknolojiler Endüstri 4.0’la birlikte daha da akıllı bir hal almıştır. Dünya 4. Sanayi Devrimi’ni hızla benimserken, Endüstri 4.0’ın sonuçlarından olan tarım makinelerinin birbirleriyle etkileşim halinde olmasıyla hız ve verimliliğin kat ve kat artırılması hedeflenmektedir. Bu çalışmada karlı ve sürdürülebilir üretim açısından hayvancılıktaki yeni teknolojik uygulamaların değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Endüstri 4.0, Hayvancılık, Uygulamalar

Industry 4.0 and Livestock Breeding

Abstract

As a result of the examination of industrial revolutions, it can be said that this process actually originates from the structure created by the intelligence of humanity and its purpose is to find new ways to live in better conditions. The reason is that he has been dissatisfied with what he has had since the existence of mankind and wants to constantly improve living standards. Man, born to live like every living creature, aimed to live in better conditions and, if possible, to interfere with other lives, machines and systems. First industrial revolution took place in the field of mechanization and steam engines; Second industrial revolution was based in the intensive use of electrical energy and mass production; and third industrial revolution was founded in the environment and the wide spread of digitalization. The intelligent production method, which is completely independent from human, has been named as “Industry 4.0” using Information and Communication technologies together with the above mentioned components. Technology makes itself felt more and more every day in the agriculture and livestock breeding sector. Technologies that facilitate the producers' works by increasing productivity, profit and quality in agriculture have become even smarter with Industry 4.0. While rapidly adopting the 4th Industrial Revolution of the World, it is aimed to increase the speed and efficiency by floor and floor by interacting with the agricultural machinery, which are the results of Industry 4.0. In this study, it is aimed to evaluate new technological applications in animal husbandry in terms of profitable and sustainable production.

Keywords: Industry 4.0, Livestock breeding, Practice

1.Giriş

Sanayi ve endüstriyel süreçler sürekli olarak gelişmektedir. İmalatta rekabet edebilmek için ihtiyaçlar tarihsel olarak ileri ve uygun maliyetli yeni mekanizmaların geliştirilmesinde lokomotif olmuştur. Bu çabada ve sanayileşmenin başlangıcından bu yana, zaman zaman, endüstriyel devrimler olarak adlandırılan, endüstriyel üretim kavramında devrim yaratan teknolojik sıçramalar gerçekleşmiştir. Bunlar; **İlk sanayi devrimi** mekanizasyon ve buhar motorları alanında gerçekleşti; **İkinci sanayi devrimi**, elektrik enerjisi ve seri üretimin yoğun kullanımına dayanıyordu ve **Üçüncü sanayi devrimi** dijitalleşme üzerine kuruldu.

Birinci sanayi devrimi ile sanayide makineleşme gerçekleşirken hayvansal üretimde kullanılan hayvanların verimlerinde genetik yapılarının önemi anlaşılmış, genetik ıslaha yönelik seleksiyon çalışmaları başlatılmıştır.

İkinci sanayi devrimi ile sanayide üretim standardize edilirken hayvancılıkta verimi artırmak amaçlı saf ırkların önemi, farklı ırk veya hatların melezlenmesi ile genetik iyileştirme başlamıştır. Yem ve beslemenin önemi giderek daha iyi kavranmıştır. Çiftlik hayvanlarının besin madde gereksiniminin tek bir yemle değil, farklı yem maddelerinin karışımı ile sağlanabileceği, yaşam ve verim için vitamin ve mineral gibi mikro besin maddelerinin de önemi anlaşılmıştır.

Üçüncü sanayi devrimi ile elektronik kontrol sistemleri ve robot teknolojisi uygulamaya aktarılırken hayvancılıkta ıslaha özel seleksiyon/ayıklama, döl testi, kullanma melezlemesi sonucu tavukçulukta hibriteltesi, yüksek verimli saf damızlıkların/spermaların üretimi ve üretimde bunlardan yararlanma dönemi başlamıştır. Üçüncü sanayi devrimi özellikle karma yem üretiminde teknolojik gelişmeye, bu kapsamda bilgisayar kullanımına ve yemde kalite artışına büyük katkı sağlamıştır. Hayvansal üretimde sürü yönetimi, bakım ve beslemeye bağlı iyileşmeler sayesinde endüstrileşme hız kazanmıştır (Kutlu, 2017).

Dijital dönüşüm tüm endüstriler üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Üretim kuruluşları dijital dönüşümün avantajlarını kabul etmeye ve hatta deneyimlemeye başlamışlardır. Çoğu şirket Endüstri 4.0'a doğru yönelmenin gerekliliğini anlamıştır.

Teknoloji hızla gelişmektedir. Bu gelişmede bilgisayar sistemlerinin ve yazılımlarının uygulamaya aktarılması önemli bir katkı sağlamıştır. Yetiştiriciler için yapılan teknolojik

aletler daha rahat çalışabilir ve hayvan üretim verimliliğini ve karlılığını artırabilir. Bu nedenle, teknolojik gelişmeler hayvan verimliliği ve sürdürülebilirliği için ana araştırma alanıdır. Birçok teknolojik donanım ve araç hayvancılığı daha kolay ve konforlu hale getirmiştir. Sürü yönetiminde günlük yapılması gereken uygulamalar kayıtların doğruluğuna göre yapılandırılır. Bu noktada akıllı sistemler çiftçilere birçok fırsat sunmaktadır. Sağım, beslenme, çevresel kontrol, üreme performansı, doğru yönetim kararlarından en fazla etkilenen günlük işleri oluşturur. İnsan hataları ve kararları son ürün kalitesi ve karlılığı üzerinde büyük etkisi olduğundan riske atılmamalıdır. Bu çalışmada karlı ve sürdürülebilir üretim açısından hayvancılıktaki yeni teknolojik uygulamaların değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2.Hayvan Yetiştiriciliğinde Endüstri 4.0 Uygulamaları

Endüstri 4.0 stratejisi ile sanayide üretim süresi, maliyetler ve üretim için ihtiyaç duyulan enerji miktarının azaltılması, üretim miktarı ve kalitesinin artması hedeflenirken hayvansal üretimde de benzer hedeflerin gerçekleştirilmesine imkân sağlanacaktır. Bilişim teknolojileri ile endüstriyi bir araya getiren Endüstri 4.0, temel felsefesi ile bilişim teknolojileri ile hayvancılığı da bir araya getirmeye başlamıştır. Online sistemde yerel yem kaynakları kullanılarak sürünün verim kriterlerine özel rasyon hazırlama, kızgınlık tespiti ve tohumlama programı oluşturmada radyo dalgalarından ve bilişim teknolojilerinden yararlanma, üretimde izlenebilirlik, fonksiyonel gıda üretimi, gıda güvenliği ve sürdürülebilirliği ve pazarlamada bilişim teknolojisi kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

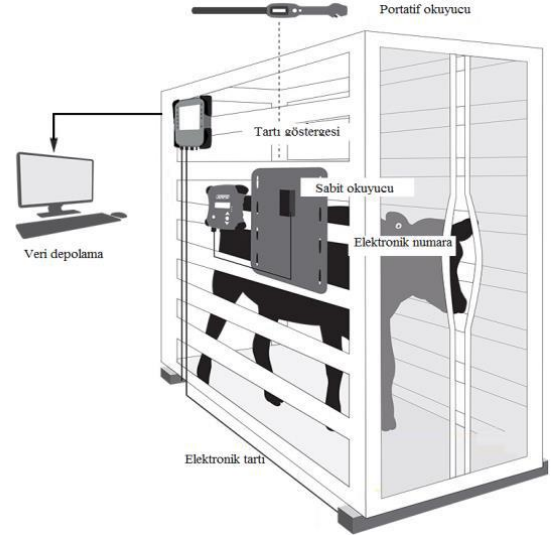
Yetiştiricilerin gereksinimlerini karşılayan ana teknolojiler elektronik kayıtlar, sağım, kızgınlık tespiti, beslenme, ahır ortamı optimizasyonu ve sağlık kayıtlarıdır. Bazı sensörler şu anda bu amaç için kullanılabilir durumdadırlar, ancak tüm talepleri karşılayamamaktadırlar. Örneğin, Bağlantılı Sürü Yönetiminde sürü içerisindeki tüm inekler özel sensörlerle donatılmakta, sürü sorumlusu bu sensörlerden gelen SMS sayesinde sürü içerisinde hangi ineklerin gebe ya da hasta olduğu hakkında bilgilendirilmekte ve her inek için yılda 200 megabayt veri üretilmektedir (Akay, 2018). Ayrıca, biyokimya ve genetik bilimindeki ilerlemelerle birlikte yeni biyobelirteçler hastalıkların daha erken

aşamalarda tespit edilmesine izin vermektedir. Bu gelişmeler hastalık seviyesi hakkında ek nicel bilgi sağlayabilen ve daha hızlı ve daha ucuz olan daha yüksek hassasiyete sahip testlerin geliştirilmesine olanak sağlayacaktır. Bu teknolojiler, süt üreticisine, gelecek planları hakkındaki kararlarını kolaylaştırmak ve daha rahat hale getirmek için birçok fırsat sunmaktadır. Kuşkusuz, bu teknolojiler süt sığırcılığında sürü yönetiminin şeklini değiştirmeye devam edecektir. Bu teknolojik değişim, hem inek hem de çiftçi refahındaki ilerlemeler için umut vaat etmektedir. Endüstrideki birçok değişiklik, süt endüstrisine yeni teknolojilerin hızlı bir şekilde sunulması için zemin hazırlamaktadır.

2.1. Hayvanların Tanımlanması Otomasyonu

Hayvan tanımlama hayvanları tanımlamak ve izlemek için kullanılan bir süreçtir. Biyogüvenlik kontrolü, kayıt tutma, verimli çiftlik yönetimi, kayıt, sigorta ve hayvanların sahipliğinin doğrulanması da dahil olmak üzere çeşitli nedenlerle yapılır. Hayvancılık işletmesinde hayvanın tanımlanması, performanslarının yanı sıra üretimdeki durumlarına da dikkat çekmek için büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, hayvanların uygun şekilde tanımlanması kayıt tutma ihtiyacını anlamak için çok önemlidir ve sürünün yönetimini geliştirmek için bir temel sağlayacaktır. Çiftçilerin sorunu benzersiz ve silinmez bir şekilde tanınabilecek ve tanımlanabilecek semboller veya kodlar sağlamak olmuştur. Hayvancılıkta otomatik tanımlama sistemleri genellikle iki tip uygulamada kullanılır. İlk uygulama, transponder kullanan bir sistemdir. Fonksiyonu, kontrol sistemi için hayvanı tanımlamaktır. Bu tür sistemler Şekil 1'de gösterildiği gibi genellikle bir durak içine (besleme istasyonu, sağım standı) veya koridorlar boyunca (sağım salonuna giriş, otomatik tartma sistemi) yerleştirilmiş sabit bir anten kullanır. İkinci uygulama, sağlık durumu veya hayvanın üreme öyküsü ile ilgili olayların kaydedilmesini içerir. Bu durumda, otomatik tanımlama sistemi sadece hayvanın kimlik kodunu alma, kaydetme ve görüntüleme işlevine sahiptir. Bu uygulama, hayvanın yakınında tutulduğunda, güvenilir tanımlanmasına izin veren ve böylece kodun görsel olarak tanınmasıyla ilgili hata zorluğunu ve riskini ortadan kaldıran taşınabilir anten transponderlerini kullanır. Müteakip veri girişi ve kayıt işlemleri, normalde portatif antene dahil edilen bir klavye ve ekran kullanılarak gerçekleştirilir. Bu sistemler özellikle küçük

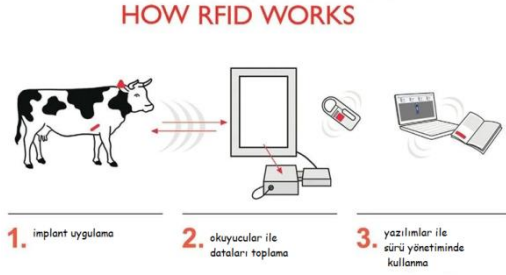
ruminantlar ve domuz yetiştiriciliği ile ilgilenmektedir. Hayvanların elektronik olarak tanımlanması ve izlenmesi çoğunlukla aşağıdaki sistemler tarafından gerçekleştirilir (Panchal ve ark., 2019).



Şekil 1. Elektronik okuyucu (Anonim, 2019a).
Figure 1. Electronic reader (Anonymous, 2019a).

2.1.1. Radyo Frekansı Tanımlama Sistemi

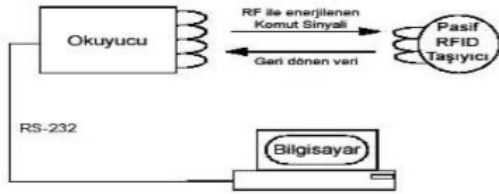
Radyo frekansı tanımlama (RFID) son yıllarda gelişmiş, verimli tanımlama teknolojilerinden biridir. RFID elektronik etiketi kullanarak hayvanların tanımlanması, hızlı güvenli ve otomatik veri toplama için etkin bir rol oynamaktadır. RFID, süt sığırcılığı bilgilerine hızlı erişim sağlayan, besleme stratejileri geliştirmek ve zihinsel uygulamaları yönetmek için kullanılan elektronik iletim teknolojilerinden yararlanarak otomatik veri toplama geliştirebilir. Bir RFID kulak küpesi içine kaydedilmiş bulunan hayvana ilişkin bilgiler, örneğin doğum tarihi, aşılar, üreme özellikleri ve daha fazlası bu hayvanın bilgisayar ortamında takibini ve raporlamasını sağlamaktadır. Mikroçip ya da Transponder olarak isimlendirilen elektronik etiketler radyo frekanslı kimliklendirme cihazlarıdır (Anonim, 2000). Transponder vücudun içine implante edilir. Transponder silikon çip ve antene sahiptir. Şekil 2'de bir RFID sisteminin çalışması gösterilmiştir. Silikon çip hayvanın tanımlanması için 12 hane ve ülke kodu için 3 hane içerir. Radyo frekans aralığına göre şekil ve boyut olarak farklı olan farklı anten ve etiket türleri vardır.



Şekil 2. RFID sistemi.
Figure 2. RFID system.

2.1.2. RFID Sisteminin Çalışması

RFID teknolojisi bilgi göndermek için elektromanyetik enerjiden faydalanır. RFID'nin Şekil 3'de görüldüğü gibi, okuyucu ve taşıyıcı olmak üzere iki elemanı vardır. Bunlardan okuyucu bir bilgisayarabağlanır. Okuyucu tarafından pasif RFID taşıyıcıdan alınan benzersiz numara bilgisayara aktarılır. Bilgisayarda ise RFID ile kimliklendirilen insan, hayvan ya da eşyanın diğer bilgileri tutulur (Erdem ve Tuna, 2008).



Şekil 3. RFID sisteminin çalışması.
Figure 3. Working of the RFID system.

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Türkiye'de akıllı tarım uygulamaları kapsamında bazı Ar-Ge çalışmaları yapılması planlanmaktadır. Bunlardan biri; küçükbaş hayvanların kimliklendirilerek izlenmesi ve hayvan ıslahına yönelik verilerin, bir kayıt sistemi oluşturularak toplanması amacıyla, tamamen yerli, akıllı ölçüm platformu prototipi oluşturulması çalışmasıdır. Geliştirilecek sistemde, hayvanların en az irritasyonla ve güvenilir olarak özelliklerinin belirlenmesi ve kayıt altına alınması hedeflenmektedir. Böylece, hayvanların kimliklendirilmesi için RFID (RadioFrequencyIdentification Device)'li kulak küpeleri hayvanlara takılarak, ıslaha yönelik dinamik tartılmalarının ve görüntü işleme tekniği kullanılarak, vücut ölçülerinin güvenilir, hızlı ve kolay yapılmasını mümkün kılan bir sistem amaçlanmaktadır (Anonim, 2019c).

2.1.3. Küresel Konumlandırma Sistemi

Global Konumlandırma Sistemi (GPS), tüm konum ve zaman bilgilerini sağlayan, uzay tabanlı bir uydu navigasyon sistemidir. Dört uydu vasıtasıyla bu bilgilere ulaşılabilir. GPS uydular tarafından radyo sinyalleri ile iletilen enlem, boylam ve irtifa üçlemesine dayalıdır.

GPS alıcısı, konumu izlediği dört uydunun her birine olan mesafeyi, sinyallerin uydulardan alıcıya gitmesi için geçen süreyi göz önüne alarak hesaplar. Bu, üçgenlere bölmenin yüksek bir teknolojik versiyonudur ve *trilateration* adı verilmektedir. İlk uydu hayvanı dünya üzerinde bir yerde bulur. İkinci uydu, hayvanın yerini, iki uydu küresinin kesişmesiyle oluşturulan bir daireye daraltır. Üçüncü uydu seçimi iki olası noktaya indirir. Son olarak, dördüncü uydu bir zamanlama ve konum düzeltmesinin hesaplanmasına yardımcı olur ve kalan iki noktadan birini hayvanın konumu olarak seçer (Panchal ve ark., 2019).

Akıllı teknolojiler çeşitli süreçlerde kullanılabilir. GPS kontrollü traktörlerin kullanımı çiftçilere yardımcı olur, verimliliği artırır, üretim riskini en aza indirir ve çevreyi kirletmez. Yem tüketimini hayvancılıkta kontrol edilebilir (Husti ve ark., 2017).

2.1.4. Sağım Otomasyonu

Otomatik sağım sistemleri süt endüstrisinde özellikle süt sığırcılığında kullanılan insan emeği olmadan sağım yapan (AutomaticMilkingSystems) veya ayrıca gönüllü sağım sistemleri (VoluntaryMilkingSystems) olarak da adlandırılır. 20. yüzyılın sonlarında geliştirilmiş sistemlerdir. Sağım işlemi, sütü memeden çıkarmak ve laktasyon döneminde süt verimini sürdürmek için devamlı ve dengeli sağım aralıkları gerektiren görevlerin toplanmasıdır. Sağım işlemi, sağımdan önce hayvanların toplanması, hayvanların sağımhaneye yönlendirilmesi, meme başlarının incelenmesi ve temizlenmesi, sağım ekipmanının meme başlarına bağlanması, sütün bazı özelliklerinin tespiti, sağım ekipmanının çıkarılması, hayvanların sağımhane dışına yönlendirilmesi gibi çeşitli alt görevlere ayrılabilir. Modern otomatik sağım sistemleri süt sıcaklığını, süt iletkenliğini, süt rengini, sağım hızında değişikliği, sağım süresinde değişiklik veya her bir meme lobundan salgılanan süt miktarını, ineğin ağırlığı, ineğin aktivitesi (hareketleri), ruminasyon için harcanan zamanı destekleyecek alt yapıya sahiptir.

Geleneksel olarak sığırlar bir sağımhanede günde iki kez sağılırlar. Sığırlar her seferinde,

sağım için sıraya girerler ve beklemek zorunda kalırlar. Gönüllü sağım sistemlerinde hayvanlar, geleneksel sistemlerin aksine sağıma kendi seçtikleri zamanlarda girerler. İnekler, sağım sisteminde hem süt yeminin varlığı ile hem de memeye yapılan uyarılar ile motive edilir. Elektronik etiketleme sayesinde sistem bir ineği diğerinden önceye alabilir ve akıllı kapılar sayesinde sadece bu hayvan için sağım sistemine yönlendirme yapabilir. Otomatik fırçalar memeyi temizledikten sonra, pompalar konumlandırma sensörleri yardımıyla bir robot kol tarafından hassas bir şekilde tutturulur. Diğer sensörler her meme lobundan süt akışını izler ve hayvanın ne fazla ne de az sağılmasını önler. İnek tekrar temizlenirken süt bir tanka yönlendirilir filtre edilir ve soğutulur (Anonim, 2019b).

2.1.5.Yemleme Otomasyonu

Hayvancılıkta yem giderleri ana gider kaynağı olup bu konuda yapılacak en ufak tasarruf işletmelerin karında önemli farklar oluşturabilmektedir. Bu aşamada yem hazırlığında elektronik hassas ölçüm sistemine sahip yem hazırlama makineleri, karıştırıcılar ve dağıtıcılar ilk akla gelen uygulamalardır. Otomatik yoğun yem üniteleri otomatik tanıma sistemi ile birleşik çalışmakta ve bir bilgisayara yüklü yazılımlar tarafından kontrol edilmektedir (Boğa ve ark. 2008; Göncü ve ark. 2015). Yazılım, kullanıcının tanımladığı kriterler doğrultusunda hayvanların günlük yoğun yem tüketim düzeyini ayarlamakta, bir öğünde verilecek miktarı ve öğün frekansını (sıklığını) kontrol etmekte ve ayrıca her hayvan için belirlenen günlük toplam miktardan tüketilmeyen miktarı saptamaktadır (Spahr, 1989). Burada elektronik olarak tanımlanmış hayvanlar otomatik hassas tartım yapan teraziler içeren yemliklere gelip yem yediğinde kayıt alınmakta, yemlikte ne kadar süre kaldı, ne kadar yem yedi hangi saatte geldi gibi bilgiler buradan alınabilmektedir. Elektronik tanımı okuyacak antenler yemliğin hemen yakınına monte edilmekte ve sürekli gelen verileri kaydetmektedir. Yemlikte dakikalık olarak kaydedilen veriler otomatik olarak kablosuz sistemler vasıtasıyla merkezi sisteme gönderilmektedir (Herd ve ark. 2003).

2.1.6.Kızgınlık Tespiti

Kızgınlığın tespiti normalde zordur. 21 günde bir 12-18 saat sürer ve tipik olarak 22.00 ile 08.00 arasında ortaya çıkar. Hayvanı izleyen bir cihaz bir ineğin vücut ısısını sürekli izleyerek kızgınlığın başlayıp başlamadığını belirler. Sistem

ayrıca suni tohumlama için en uygun sürenin bu dönemin başlangıcından itibaren 16 saat olduğunu da bilir (Panchal ve ark., 2019).

3.Sonuç

Sanayi devrimi, dünyadaki üretim yöntem ve sistemlerinde köklü bir değişiklik yapmıştır. Net sonuç, daha refah hayvan, daha yüksek üretim ve azalan iş gücü olmuştur. Bu yeni teknolojilerin hızla yayılması, çiftlik çalışmalarının karmaşıklaşmasını önleyecek ve hayvansal üretimdeki yeni stratejilerin oluşturulmasına katkı sağlayacaktır. Bazı teknolojiler yetiştiriciler için hâlihazırda piyasada bulunmaktadır, ancak çoğu yeni uygulamalar laboratuvarlarda araştırma aşamasındadır. Her yeni teknoloji, verimlilik artışına ihtiyaç duyulan ülkelerin hayvan ve yetiştiricileri için olduğu kadar çiftlik düzeyinde de verimlilik, büyüme ve diğer faydaları sağlayabilir. Bu ülkelerde teknolojik gelişmeler kendi sektörlerini etkileyecek ve ayrıca diğer sektörlerinde birbirinden etkilenmesini sağlayabilecektir. Hayvan yetiştiriciliği teknolojik uygulamalar vedaha uygun üretim için büyük pazardır. Yetiştiricilerin çoğu üretkenliklerini ve rekabet güçlerini artırmak için yeni teknolojik uygulamalara güvenmekle birlikte, birçok ülkedeki çiftliklerde birçok kritik görevi yerine getirmede teknoloji önemli bir rol oynamaktadır.

Kaynaklar

- Akay, M., 2018. Endüstri 4.0 İle Akıllı Tarıma Geçiş.<https://www.researchgate.net/publication/32655078>
- Anonim, 2000. Draft paper on the characteristics of RFID systems. The Association of the Automatic Identification and Data Capture Industry.<http://www.aimned.nl/Frequenties.pdf> (Erişim:07/2010).
- Anonim,2019a.<https://livestock.trutest.com/enau/weighing>. (erişim: 09.02.2019).
- Anonim,2019b.https://www.intechopen.com/books/animal_husbandry_and_nutrition_the_innovative_techniques_in_animal_husbandry, (Erişim:02.06.2019)
- Anonim,2019c.<http://www.tarmakbir.org/haberler/atp/atrapor.pdf>(erişim tarihi:13.03.2020)
- Boga, M., Sahinler, S., Gorgulu, M., Kilic, U., Goncu, S., and Z.Cebeci, 2008. Obtaining Data for Meal Criterion for Dairy Cows in a Computerized Feeding System. 4th International Conference on Information and Communication Technologies in Bio and Earth Sciences (HAICTA 2008), Agricultural

- University of Athens, September 18-20, 2008, Athens, Greece.
- Erdem, O.A., ve Tuna, H., 2008. Büyükbaş Hayvan Takibinde Uluslararası Elektronik Veritabanı Oluşturulması ve Türkiye İçin Uygulanması. e-Journal of New World Sciences Academy 2008, Volume: 3, Number: 2 Article Number: A0069
- Göncü, S., Koluman, N., Mevliyaoğulları, E., 2015. Entansif Süt Sığırcılığında İşletmelerinde Kullanılan Sürü Yönetim Yazılımları Karşılaştırması. 9. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 3-5 Eylül 2015, Konya.
- Herd, R. M., Archer, J. A., Arthur, P. F.. 2003. Reducing the cost of beef production through genetic improvement in residual feed intake: Opportunity and challenges to application J Anim Sci 2003 81: E9-17E.
- Husti, I., Daróczy, M., Kovács, I., 2017. Messages from “Industry 4.0” to agriculture. Towards sustainable agricultural and biosystems engineering book. Universitas-Győr Nonprofit Ltd. 2017. ISBN 978-615-5776-03-8. P:63-79.
- Kutlu, H.R., 2017. Sanayi Devrimleri ve Hayvancılık.<https://www.yasamicingida.com/konuk-yazar/sanayi-devrimleri-hayvancilik/>
- Panchal, ShivangHiren, Patel, Himani Vinay , Mehta, Nishtha, Desai, Urja and Narendra Jag tap, 2019. Survey on use of Industry 4.0 in Animal Husbandry. Know. J. Innov. | 2019 | Vol 1| Art. # 13 | 1.
- Spahr, S.L. 1989. New Techniques in the mechanization and automation of cattle production systems. Chapter 3 in New Techniques in Cattle Production. C.J.C. Phillips, ed. Butterworths, England.

Yonca Tarımında Büyük Sorun: Küsküt (*Cuscuta sp.*)

Ömer Süha USLU^{1*}, Furkan BALCI²

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, Türkiye

[ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0858-0305> (Ö.S. Uslu), 0000-0001-6220-5640 (F. Balcı)]

*Sorumlu yazar: suhauslu@ksu.edu.tr

Özet

Ülkemizde ve dünyada en çok tarımı yapılan yem bitkileri arasında yer alan ve “yem bitkilerinin kraliçesi” olarak bilinen yonca, kaliteli kaba yem ihtiyacını gidermekte önemli bir yere sahiptir. Farklı iklim ve toprak şartlarına toleransı yüksek olan yonca; zengin ham protein, vitamin ve mineral maddeler içeriği bakımından da yem bitkilerinin gözdesi durumundadır. Küsküt (*Cuscuta sp.*) zengin bir içeriğe sahip olan yoncanın, verimine ve besin değerine önemli ölçüde zarar vermektedir. Hatta mücadele yapılmadığında bitkinin ölümüne sebep olmaktadır. Bu çalışmada küskütün daha yakından tanınması ve yoncadaki zararı ve mücadele yöntemlerine dair bilimsel değerlendirmelere yer verilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Cuscuta sp.*, Kaba yem, Küsküt, Yonca

Big Problem in Alfalfa Cultivation: Dodder (*Cuscuta sp.*)

Abstract

Alfalfa, which is one of the most cultivated feed crops in our country and in the world and is known as the "queen of forage plants", has an important place in eliminating the need for high quality roughage. Alfalfa with high tolerance for different climate and soil conditions; it is also a favorite of forage plants in terms of its rich crude protein, vitamins and mineral sourcing. It has a rich content of pulp, which significantly damages the yield and nutritional value of alfalfa. It even causes the death of the plant when there is no struggle. In this study, scientific evaluations were made about the closer knowledge of the dodder, its harm in alfalfa and its control methods.

Keywords: Alfalfa, *Cuscuta sp.*, Dodder, Roughage

1. Giriş

Geniş adaptasyon kabiliyetine sahip olan yonca (*Medicago sativa* L.) ülkemizde ve dünyada kaba yem ihtiyacını karşılamak için en fazla üretimi yapılan yem bitkilerindendir. Yoncanın gen merkezinin ülkemiz olduğu ve yaklaşık 3300 yıl önce Anadolu’da yem bitkisi olarak kullanıldığı bildirilmektedir (Hanson ve ark., 1988). Fabaceae familyasında yer alan yonca, derin ve güçlü kök sistemine sahip çok yıllık bir yem bitkisidir (Davis, 1970). Toplamda 62 türe sahip olan yoncanın 54 tanesi kesin tür olarak kabul edilmektedir (Lesins ve Gillies,

1972). Barnes and Sheaffer (1995), yoncanın Alaska’da -25°C Kaliforniya’da ise 50°C’de hayatta kalabildiğini bildirmişlerdir. Soğuk ve sıcak ekstrem sıcaklıklara dayanabilen yonca, hemen hemen Anadolu’nun da her köşesinde yetiştirilebilmektedir. İçerdiği besin maddeleri, iklim yelpazesinin geniş olması, veriminin yüksek olması ve farklı toprak koşullarına uyum sağlamasından dolayı yonca, “yem bitkilerinin kraliçesi” olarak anılmaktadır.

Üstün yem kalitesi ve verim potansiyeli ile dikkatleri çeken yonca (*Medicago sativa* L.), köklerini 8-10 metre derinliğe kadar indirebilmekte hatta 39 metre derinliğe

ulaşabildiği de bildirilmektedir (Frame ve ark., 1998). Etkili kök derinliği 120-180 cm olan yonca toprağın organik maddesini artırmakta ve toprağın fiziksel yapısına da katkı sağlamaktadır. Kökleri derine indiği için toprak koruyucu özelliği de vardır. Bundan dolayı erozyonla mücadele de yonca etkin bir role sahiptir.

Yonca (*Medicago sativa* L.), yabancı otlarla mücadelesi iyi olan, içerisinde fazla yabancı ot bulundurmayan ve rekabette onlara baskınlık kurabilen bir baklagil yem bitkisidir. Yonca ekili tarlalarda, geniş yapraklı (hardal, sirken, semizotu vb.), dar yapraklı (darıcan, kanyaş, püsküllü çayır otu vb.) ve parazit bazı yabancı otlarla (küsküt, orabaş vb.) karşılaşılabilir. Cinsaçı, veremotu, şeytansaçı, kızilot gibi farklı kültürel isimlere sahip küsküt (*Cuscuta* sp.) diğer yabancı otlara karşın yonca tarımında en fazla engel teşkil eden yabancı otların başında gelmektedir. Yonca verimini düşürüp, gelişmesini engelleyen küsküt, hayvancılıkla uğraşan çiftçilerin en önemli sorunlarından biridir (Uyur, 1991). Stojanovic ve Mijatovic (1973), küskütün yonca başta olmak üzere birçok bitkide önemli ölçüde verim ve kalite kayıplarına sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Dawson ve ark. (1994), yoncada küsküt (*Cuscuta* sp.) temelli verim düşüşünün %20-57 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Yine yapılan araştırmalarda yoncada küskütün %91'e ulaşan verim kayıplarına neden olduğu bildirilmektedir (Nemli ve Öngen, 1982). Mishra (2009), Hindistan'da yaptığı çalışmada küskütün yoncada %60-70 arasında verim düşüşüne sebep olduğunu tespit etmiştir.

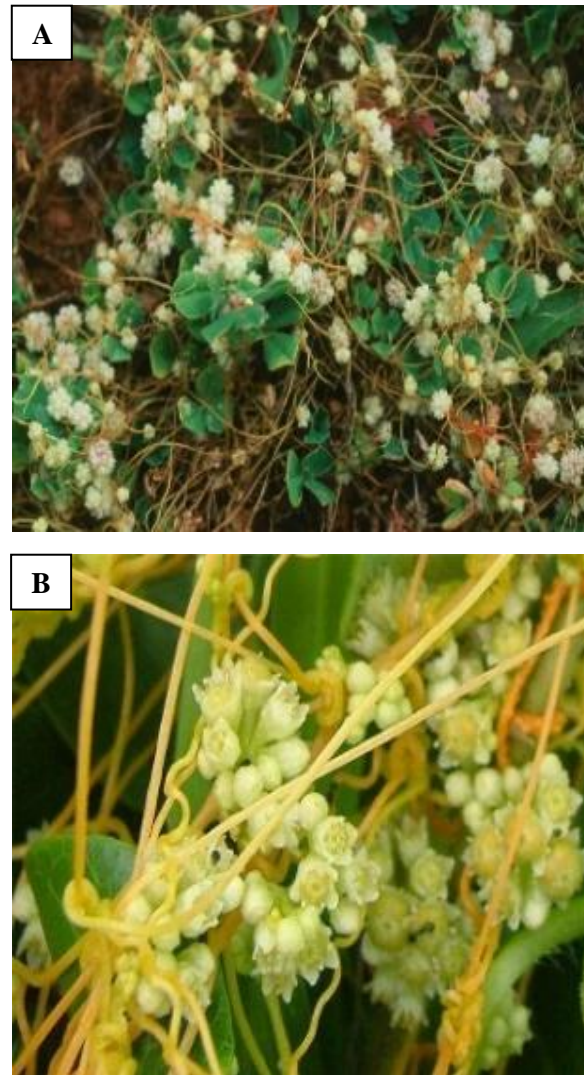
Küskütün bulaşık olduğu bitkiler ile beslenen hayvanlarda zehirlenme vakaları ile karşılaştığı bildirilmektedir (Lubenov, 1985; Töngel ve Ayan, 2005). Ülkemizde en çok karşılan küsküt türünün *Cuscuta campestris* Yunck. olduğu, yonca ekili alanlarda en çok rastlanan türün ise *Cuscuta approximata* Bab. olduğu bildirilmektedir (Kaya ve ark., 2018).

Bu çalışmada yoncaya önemli ölçülerde zarar veren küskütün (*Cuscuta* sp.) tanımı, özellikleri, zarar şekli, yoğunluğu ve dağılımını belirleme için kullanılan bazı yöntemler ve küskütle mücadele yollarına değinilmiştir.

1.1.Küskütün Tanımı ve Özellikleri

Scutaceae ailesinden olan küsküt, tek yıllık ve tam parazit bir bitkidir (Löffler ve ark., 1997). Tüm dünyada yaygınlık gösteren küskütün (*Cuscuta* sp.) iki yüz civarında türü vardır

(Kadioğlu, 1992). Parazit bir yaşam sürdüren küsküt, kültür bitkilerinin gelişiminin yavaşlamasına, durmasına hatta ölümüne dahi sebep olabilmektedir. Kültür bitkisini sararak büyüme ve gelişme faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Klorofile sahip olmayan küsküt, soluk sarı ve/veya turuncu renkli olup yonca üzerinde asalak olarak yaşayan bir yabancı ottur. İplik şeklindeki yapısıyla bitkiye sarılır ve emeçlerini bitkiye sokarak su, besin maddesi, fotosentez maddelerini konukçu bitkiden alır ve bitkiyi zayıf düşürür (Anonim, 2008). Bu süreç bitkinin ölümüne kadar uzayabilir. Şekil 1'de yoncaya parazit olarak yerleşmiş küsküt bitkisi görülmektedir.



Şekil 1. Yoncada küsküt zararı (Anonim, 2020a; Anonim, 2020b)

Figure 1. The damage of dodder in alfalfa (Anonymous 2020a; Anonymous 2020b)

Küsküt (*Cuscuta* sp.) türleri, bir yetiştirme sezonunda 25.000 adede kadar tohum

verebilirler. Uygun yetiştirme ortamında tohumların bir kısmı hemen toprağa düşer ve çimlenir. Diğer tohumlar ise çimlenme gücünü kaybetmeden 5-15 yıl toprağın yüzeye yakın kısmında kalabilirler (Orak ve Gökkaya, 2014). Küsküt (*Cuscuta* sp.), generatif ve vejetatif olarak çoğalabilir. Gelişme dönemlerinde yüksek oranda vejetatif çoğalmayla yayılma yeteneğine sahiptirler (Lanini ve Kogan, 2005). Küsküt, yaşam döngüsünü 3 evrede tamamlar. İlk evre tohum çimlenme evresi, ikinci evre konukçu bitkiye tutunmadan önceki evredir ve üçüncü evre küskütün konukçu üzerinde geliştiği yani parazitik evredir.

1.2.Küskütün Yoncada Zararları

Küskütün yonca üzerinde asalak olarak yaşayan bir yabancı ot olduğu ifade edilmiştir. Yine iplik şeklindeki yapısıyla bitkiye sarıldığı ve emeçlerini bitkiye sokarak su, besin maddesi, fotosentez maddelerini konukçu bitkiden aldığı ve bitkiyi zayıf düşürdüğüne değinilmiştir. Küskütün olduğu bitkiler önce solar sonra kurumaya başlar. Yoğun küsküt olan yerde tüm ürünü yok edebilir. Küsküt, yoncanın ot verimini eğer tohum alınacak ise tohum verimini düşürür (Orak ve Gökkaya, 2014).

2. Yoncada Küsküt Zararının Belirlenmesi

Yoncada küskütle mücadeleye başlamadan önce küskütün arazideki dağılışı, yoğunluğu ve yoncanın durumu hakkında bir değerlendirme yapılmalıdır. Bunun geliştirilmiş ve birbirinden farklı birçok yöntem kullanılmaktadır.

2.1.Birim Alanda Küskütün Bulaşık Olduğu Yonca Sürgünlerinin Yoğunluğunun Belirlenmesi

Metrekareye düşen küskütle bulaşık yonca sürgünün belirlenmesinde Güncan (1972) tarafından tarif edilen ve bulaşık olan sürgünlerin sayımını esas alan yöntem kullanılabilir. Bu yöntem Van'da yapılan bir çalışmada yonca (*Medicago sativa* L.) alanlarında küskütün (*Cuscuta approximata* Bab.) dağılım ve yoğunluğu incelenirken başvurulmuştur (Yıldırım, 2011). Bu yöntemde, 1x1 m ebadında bir çerçeve yonca tarlasına rastgele atılır. Daha sonra birim alanda (1m²) küskütün bulaşmış olduğu yonca sürgünleri sayılır. Gözleme dayanarak yoğunluk zarar verecek raddede ise vakit kaybetmeden ürüne zarar vermeden araziye

girilebiliyorsa girilir ve mekanik mücadele yapılır. Girilemiyorsa kimyasal mücadele yollarına başvurulur.

2.2.Küskütün Arazideki Dağılımını Belirleme

Küskütün arazideki dağılımını bilmek, mücadelenin lokal mi yoksa genel mi yapılacağı hakkında ve yine genel olarak küskütün arazideki yoğunluğunu bilme bakımından da yardımcı olur. Dağılımı belirlemede Odum (1971)'ün kullandığı "Rastlama Sıklığı Eşitliği" kullanılabilir.

$$R.S. (\%) = M / S \times 100$$

M: Türün rastlandığı çerçeve sayısı

S: Atılan toplam çerçeve sayısı

2.3.Skalayla Küsküt Yoğunluğunun Belirlenmesi

Küskütle bulaşık yoncanın oranı, Tepe ve ark. (1997)'nin kullanmış olduğu Çizelge 1'de gösterilen 1-5 skalasıyla belirlenebilir. Gözleme dayalı bu skala, yoncanın genel sağlığı ve verim kaybı açısından fikir sahibi olmada yardımcı olmaktadır.

Çizelge 1. Yoncada küsküt yoğunluğunun belirlenmesinde kullanılan 1-5 skalası

Table 1. 1-5 Scale used in determining dodder density in alfalfa

1	Küsküt yok <i>No dodder</i>
2	Az bulaşık, yonca sağlıklı, verim kaybı gözlenmiyor <i>Less dishwashing, alfalfa healthy, no loss of yield</i>
3	Orta seviyede bulaşık, yoncada gözle görülür bir zarar başlangıcı <i>Moderate dishwashing, noticeable beginning of damage in alfalfa</i>
4	Bulaşık, yoncada önemli ölçüde verim kaybı var <i>Infected, there is significant loss of yield in alfalfa</i>
5	Çok bulaşık, yonca ölmüş <i>Very infected, alfalfa is dead</i>

2.4.Küsküt Türlerinin Kaplama Alanının (%) (TKA) Belirlenmesi

Herhangi bir yabancı ot türünün kapladığı toprak yüzeyinin ortalama değeridir. Yabancı

otun yoğunluğu ve yayılma oranı hakkında bilgi sahibi olmak için kullanılır. Genel kaplama alanı (GKA) ve özel kaplama alanı (ÖKA) olarak 2 çeşittir (Topçu ve Cangı, 2017; Uygur, 1991). Kapsama alanları % olarak değerlendirilir. Aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$\% \text{ GKA} = \text{TKA} / m$$

$$\% \text{ ÖKA} = \text{TKA} / n$$

TKA: Her türün kapladığı alanın toplamı

m: toplam örnekleme sayısı

n: aranan tür ile karşılaşılan örnekleme sayısı

3.Yoncada Küskütle Nasıl Mücadele Edilmelidir?

Cunningham ve Brown (2006), küskütün çok çeşitli yollarla yayılabildiğini bu sebeple uygun mücadele yönteminin çok önemli olduğunu bildirmişlerdir. Küskütle mücadelede başvurulacak birçok yöntem bulunmaktadır. Bunlar koruyucu ve kültürel önlemler, mekanik mücadele yöntemleri ve ilaçlı mücadele yöntemleri şeklinde özetlenebilir. Bu yöntemler önceliklerine göre sıra ile incelenmiştir.

3.1. Koruyucu ve Kültürel Önlemler

Çeşitli kültürel önlemler küskütü öldürmede, baskılamada ya da yayılışının gecikmesinde etkili olabilir. Küskütle mücadele için en başta yonca tesis edilecek alanda küsküt ve diğer yabancı ot kalıntıları toplanıp imha edilmelidir. Kullanılan yonca tohumluğu sertifikalı ve küskütten arındırılmış olmalıdır. Yoğun şekilde küsküt görülen yonca alanlarından tohumluk alınmamalıdır. Kullanılacak ekipmanların temizliğine dikkat edilmelidir. Eğer kullanılacak tohumluk sertifikalı değilse ve tohumluğun yabancı ot veya yabancı madde içeriği bilinmiyorsa, ekimden önce tohumluk selektörden geçirilmelidir. Küsküt tohumları hayvanların sindirim sistemlerinden geçerken çimlenme yeteneğini kaybetmezler. Bu nedenle yonca ekili alanlarda otlatma yapılmamalıdır. Küskütle karışık yem yiyen hayvanların gübresi tarlada kullanılmamalıdır. Kullanılacak çiftlik gübresinin, yeterince yanmış olduğundan emin olmadan yonca ekilecek alanlarında kullanılmamalıdır.

3.2. Mekanik Mücadele

Yonca ekimi yapılan alan sık sık kontrol edilmelidir. Şayet bulaşma tespit edilmişse ilk olarak bölgesel müdahale yapılmalıdır. Bulaşık alanda yonca derinden biçilerek küsküt açığa çıkarılmalıdır. Daha sonra küskütü o alandan uzaklaştırıp imha etmek gerekir. Lokal müdahale yeterli veya mümkün değilse yonca ekili alana selektif (seçici) kimyasal ilaç uygulaması yapılmalıdır. Bulaşma fazla değilse çapayla müdahale edilerek yonca kökünden sökülüp imha edilmelidir. Yoncunun ilk biçiminden sonra kalan küsküt artıkları ve toprakta çimlenmek üzere olan küsküt tohumları mümkünse alev makinesiyle yakılmalıdır.

3.3. İlaçlı Mücadele

Yonca biçilmeden önce ilaçlı mücadeleyi gerektirecek küsküt yoğunluğu varsa selektif kimyasallar kullanılabilir. Biçimden sonra da total herbisitler yonca tesis edilmiş araziye uygulanabilir. Herbisitlerin uygulanma zamanı küskütün çiçek açtığı ve tohum bağlamadan önceki zamandır. İlaçlama çeşitli çalışma prensiplerine sahip sırt pülverizatörleri (mekanik, otomatik) veya hidrolik tarla pülverizatörleri ile yapılabilir. Yoncada küsküte karşı mücadelede kullanılan etken maddeler, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın yayınladığı "Bitki Koruma Ürünleri" adlı kitapta Propyzamide ve Imazamox olarak önerilmektedir (Anonim, 2020c). Paraquat ve Imazethapyr etken maddeli ilaçlar da bazı özel firmalar tarafından yoncada küskütle mücadelede önerilmektedir.

4. Sonuç

Bu çalışmada, en önemli yem bitkileri arasında yer alan yonca tarımında karşılaşılan ve yabancı otların başında gelen, engellenmediği durumlarda ciddi zararlara yol açabilen küsküt (*Cuscuta* sp.) bitkisi ve zararları ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Bu kapsamda yonca tesis edilmiş alanlarda küskütün yoğunluğunu ve dağılımını belirlemede kullanılan bazı tekniklere ve küskütle mücadele yöntemlerine değinilmeye çalışılmıştır. Tam parazit bir yaşam biçimine sahip olan küskütün yoncada dikkate değer verim ve kalite kayıplarına sebep olduğu anlaşılmaktadır. Arazide küsküt sorunuyla karşılaşmamak için önleyici ve koruyucu tedbirler alınması çok önemlidir. Yonca ekili

alanlarda küsküt tespit edildiğinde arazideki yoğunluğuna göre mekanik veya kimyasal mücadele vakit kaybetmeden başlatılmalıdır. Küskütün gerek yoncada gerekse diğer kültür bitkilerinde büyük sorunlar teşkil ettiği görülmektedir. Bu sebeple yoncada küsküt mücadelesine yönelik çalışmaların ciddi ve disiplinli bir şekilde takip edilmesi ve yürütülmesine ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Kaliteli kaba yem kaynaklarımızın hayvan beslemedeki önemi göz önüne alındığında yoncada meydana gelecek her türlü kaybın ve zararın önüne geçilmesi çok önemlidir.

Kaynaklar

- Anonim, 2008. Zirai Mücadele Teknik Talimatları. Cilt 6. S. 168-170
- Anonim, 2020a. http://www.stridvall.se/flowers/albums/Convolvulaceae_1/599_20_sized.jpg. Erişim Tarihi: 21.01.2020
- Anonim, 2020b. <https://alchetron.com/cdn/cuscuta-campestris531928224e0c435f931e57b6747d3a2-resize-750.jpeg>. Erişim Tarihi: 21.01.2020
- Anonim, 2020c. <https://bku.tarim.gov.tr/>. Erişim Tarihi: 21.01.2020
- Barnes, D.K., Sheaffer, C.C., 1995. Alfalfa. In: Barnes RF, Miller DA and Nelson CJ. (eds) Forages. An Introduction to Grassland Agriculture. Iowa State University Press, Ames, Iowa, 1(5): 205-216.
- Cunningham, D.C., Brown, L., 2006. Some Priority Agricultural Sleeper Weeds for Eradication. Australian Government Bureau of Rural Sciences, Australia. 61 pp.
- Davis, P.H., 1970. Flora of Turkey and The East Aegean Islands. Edinburg University Press, Edinburg, (1): 488-489.
- Dawson, J.H., Musselman, L.J., Wolswinkel, P., Dörr, I., 1994. Biology and control of *Cuscuta*. Reviews of Weed Science, (6): 265-317.
- Frame, J., Charlton, J.F.L., Laidlaw, A.S., 1998. Prospects for forage legumes. In: Temperature Forage Legumes. CAB International, Wallingford, UK, pp. 313-317.
- Günçan, A., 1972. Erzurum ve çevresinde problem teşkil eden yabancı otlar ve bu bölgede isimlendirilmeleri. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg., 3 (2): 135-140.
- Hanson, A.A., Barnes, D.K., Hill, R.J.R., 1988. Alfalfa and Alfalfa Improvement. Agronomy, No: 29, Madison, Wisconsin, USA.
- Kadioğlu, I., 1992. Küsküt (*Cuscuta* sp.) ve mücadelesi. Herboloji Haberleri, Ç. Ü., Ziraat Fak., Bitki Koruma Bölümü, 3(5): 1-11.
- Kaya, İ., Nemli, Y., Demir, İ., 2018. Türkiye’de Tarım ve Tarım Dışı Alanlarda Görülen Küsküt Türlerinin (*Cuscuta* sp.) Taksonomik Özellikleri, Dağılımları ve Konukçuları. Turkish Journal of Weed Science 21(1):1-7.
- Lanini W.T., and Kogan, M., 2005. Biology and Management of *Cuscuta* in Crops, Ciencia E Investigacion Agraria, Vol: 32(3) 165-179.
- Lesins, K., Gillies, C.B., 1972. Taxonomy and cytogenetics of medicago. *Alfalfa Science and Technology*, 15: 391-412.
- Löffler, C., Czygan, F.C., Proksch, P., 1997. Phenolic constituents as taxonomic markers in the genus *Cuscuta* (Cuscutaceae). *Biochemical Systematics and Ecology* 25 (4): 297-303.
- Lubenov, Y., 1985. Zararlı Otlar Yaşam ve Ölüm Kaynağıdır (Çev: B. Makaklı, M. Dinçer), Çağ Matbaası, Ankara, 175 s.
- Mishra, J.S., 2009. Biology and Management of *Cuscuta* species, Indian Journal of Weed Science, Volume: 41, Issue: 1&2, 1-11 pp.
- Nemli, Y., Öngen, N., 1982. Türkiye’nin Trakya bölgesi küsküt türleri (*Cuscuta* sp.) üzerinde taksonomik çalışmalar. Doğa Bilimleri Dergisi: Vet. Hay/Tar. Orm., 6(3): 147-154.
- Odum, E.P., 1971. *Fundamental of Ecology*. W. B. Saunders Company Philadelphia, London, Toronto. 3rd edn., 574 pp.
- Orak, A., Gökkaya, G., 2014. Yonca Tarımı. İlgi Matbaacılık, Ankara.
- Stojanovic, D., Mijatovic, K., 1973. Distribution, biology and control of *Cuscuta* sp. in Yugoslavia. Proc. EWRC Symp. On Parasitic Weeds, Malta. 269-279.
- Tepe, I., Deveci, M., Keskin, B., 1997. Küsküt (*Cuscuta approximata* Bab.)’ün bazı yonca çeşitlerini parazitlenme ve zarar seviyeleri üzerinde araştırmalar. *Türkiye II. Herboloji Kongresi Bildirileri*. 1997 İzmir: 355-359.
- Topçu, N., Cangi, R., 2017. Tokat İli Bağ Alanlarında Görülen Yabancı Ot Türlerin Yoğunluğu ve Kaplama Alanlarının Belirlenmesi. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University, 34 (3), 148-158.
- Töngel, M.Ö., Ayan, İ., 2005. Samsun ili çayır ve meralarında yetişen bazı zararlı bitkiler ve hayvanlar üzerindeki etkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(1): 84-93.
- Uygur, F.N., 1991. Herboloji Araştırma Yöntemleri. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Yardımcı Ders Notu, Adana.
- Uygur, F.N., 1991. Yoncada *Cuscuta* sp. (küsküt, verem otu) kontrolü. Herboloji Haberleri, Ç.Ü., Ziraat Fak., Bitki Koruma Bölümü. 2 (3), 1-5.
- Yıldırım, S., 2011. Van’da Yonca Alanlarında Yonca Küskütü (*Cuscuta approximata* Bab.)’nün Dağılımının ve Yoğunluğunun Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Yüksek Lisans Tezi. Van, 26 s.