

ISSN 1308-7576
e-ISSN 1308-7584

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ

YYÜ TAR BİL DERG

YUZUNCU YIL UNIVERSITY
JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES

YYU J AGR SCI

Cilt (Volume): 31 Sayı (Number): 1 Mart (March) 2021

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 65080 Van, Türkiye
Van Yuzuncu Yil University Agriculture Faculty, 65080 Van, Turkey
<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Previous Names of the Journal: Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi (Yuzuncu Yil University, Agriculture Faculty Journal of Agriculture Science) and Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (Yuzuncu Yil University, Journal of Agriculture Faculty)

Dergimiz CAB Abstracts, FAO AGRIS/CARIS ve TÜBİTAK/ULAKBİM Veri Tabanlarına girmektedir. Ulrich's Directory, EBSCO, ISC, Directory of Open Access Journals (DOAJ), ISI Thompson Master Journal List (Zoological Record) ve SCOPUS'a dahildir.

Our Journal is abstracted in CAB Abstracts, FAO AGRIS/CARIS and TUBITAK/ULAKBİM Data Bank. Listed in Ulrich's Directory, EBSCO, ISC, Directory of Open Access Journals (DOAJ), ISI Thompson Master Journal List (Zoological Record) and SCOPUS.

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ
(Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences)

SAHİBİ (OWNER)
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ ADINA
(Behalf on Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture)

(Dekan /Dean)
Prof. Dr. Semra DEMİR

Sorumlu Müdür (Manager in Charge) / Baş Editör (Chief Editor)
Prof. Dr. Suat ŞENSOY

Yardımcı Editörler (Associated Editors)

ERDİNÇ, Çeknas (Assoc. Prof. Dr.) Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
ÇAKMAKCI, Talip (Assist. Prof. Dr.) Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN

Yayın Kurulu (Editorial Board)

ARPALI, Diğdem (Prof. Dr.) Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
ERDİNÇ, Çeknas (Assoc. Prof. Dr.) Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
KARACA, Serhat (Assoc. Prof. Dr.) Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
KAYA, İlhan (Prof. Dr.) Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
KURT, Şener (Prof. Dr.) Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, HATAY
KURTAR, Ertan Sait (Prof. Dr.) Selçuk University, Faculty of Agriculture, KONYA
ÖZASLAN PARLAK, Altıngül (Prof. Dr.) Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, ÇANAKKALE
ÖZGÖKÇE, M. Salih (Prof. Dr.) Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
TERİN, Mustafa (Assist. Prof. Dr.) Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
TÖLÜ, Cemil (Assoc. Prof. Dr.) Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, ÇANAKKALE
TÜRKOĞLU, Nalan (Prof. Dr.) Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN

İstatistik Editörleri (Statistical Consultants)

TAKMA, Çiğdem (Prof. Dr.) Ege University, Faculty of Agriculture, İZMİR
YEŞİLOVA, Abdullah (Prof. Dr.) Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN

Konu Editörleri ve Bilimsel Danışma Kurulu (Section Editors and Scientific Board)

ALP, Şevket (Prof. Dr.) Peyzaj Mimarlığı / Landscape Architecture, Van Yüzüncü Yıl University
ALYOKHIN, Andrei V. (Assoc. Prof. Dr.) Uyg. Entomoloji (Applied Entomology) / Maine Univ., Orono ME, USA
AYGÜN, Turgut (Prof. Dr.) Hayvan Yetiştirme ve Islahı / Animal Breeding, Van Yüzüncü Yıl University
DANESH, Younes Rezaee (Prof. Dr.) Bitki Koruma / Plant Protection, Urmia University, Iran
DEMİREL, Murat (Prof. Dr.) Hayvan Besleme / Animal Nutrition, Van Yüzüncü Yıl University
GÜLSER, Füsün (Prof. Dr.) Top. Bil. ve Bit. Bes. / Soil Science and Plant Nutrition, Van Yüzüncü Yıl University
JAVED, Khalid (Prof. Dr.) Veterinerlik ve Hayvan Bilimleri Üniv., (Animal Science) / Lahore, Pakistan
KAZANKAYA, Ahmet (Prof. Dr.) Bahçe Bitkileri / Horticulture, Ahi Evran University
KOCŞİS, László (Prof. Dr.) Bağcılık (Viticulture) / Georgikon Fak.Pannonia Univ., Keszthely, Hungary
ŞEN, Fazıl (Prof. Dr.) Su Ürünleri / Fisheries, Van Yüzüncü Yıl University
RÖSCH, Roland (Dr.) Balıkçılık Araş. İst (Fisheries) / Baden-Württemberg Langenargen, Germany
TEPE, Işık (Prof. Dr.) Bitki Koruma / Plant Protection, Van Yüzüncü Yıl University
TUNÇTÜRK, Murat (Prof. Dr.) Tarla Bitkileri / Field Crops, Van Yüzüncü Yıl University
TUNÇTÜRK, Yusuf (Prof. Dr.) Gıda Mühendisliği / Food Science, Van Yüzüncü Yıl University
TÜFENKÇİ, Şefik (Prof. Dr.) Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering, Van Yüzüncü Yıl University
TÜRKOĞLU, Nalan (Prof. Dr.) Süs Bitkileri / Ornamental Plant Production, Van Yüzüncü Yıl University
YILDIRIM, İbrahim (Prof. Dr.) Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics, Van Yüzüncü Yıl University
YILDIZ, Mehtap (Assoc. Prof. Dr.) Tarımsal Biyoteknoloji /Agricultural Biotechnology, Van Yüzüncü Yıl University

Bu Sayının Hakem Listesi (Referee List in This Number)

ADANACIOĞLU, Hakan (Assoc. Prof.) Ege University, Faculty of Agriculture, İZMİR
AKBAĞ, Hande Işıl (Assist. Prof. Dr.) Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, ÇANAKKALE
ALATÜRK, Fırat (Assist. Prof. Dr.) Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, ÇANAKKALE
ALPTEKİN, Yaşar (Assist. Prof. Dr.) Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture, KAHRAMANMARAŞ
ASLAN, Gülçin (Assist. Prof. Dr.) Akdeniz University, Faculty of Agriculture, ANTALYA
ATICI, Ataman A. (Assist. Prof. Dr.) Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Fisheries, VAN
BALKAYA, Ahmet (Prof. Dr.) Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, SAMSUN
ÇAKMAK, İbrahim (Prof. Dr.) Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, AYDIN
DAĞDEMİR, Vedat (Prof. Dr.) Atatürk University, Faculty of Agriculture, ERZURUM
DİKMEN, Hasan Turkish Atomic Energy Authority, ANKARA
DOĞAN, Hasan Gökhan (Assoc. Prof.) Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, KIRŞEHİR
DURSUN, Atilla (Prof. Dr.) Atatürk University, Faculty of Agriculture, ERZURUM
EKİNCİALP, Aytekin (Assoc. Prof.) Van Yüzüncü Yıl University, Başkale Vocational School, VAN
ERKOVAN, Halil İbrahim (Prof. Dr.) Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, ESKİŞEHİR
ERTÜRK, Yakup Erdal (Assoc. Prof.) İğdir University, Faculty of Agriculture, İGDIR
ERYİĞİT, Tamer (Assoc. Prof.) Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN

EVCİ ÇÜRÜK, Pembe (Assoc. Prof.)
GİRAY, Handan (Prof. Dr.)
GÜRCAN, KAHRAMAN (Assoc. Prof.)
GÜREL, Aydın (Prof. Dr.)
İLBAŞ, Ali İrfan (Prof. Dr.)
İŞLER, Necmi (Prof. Dr.)
KADANALI, Esra (Assoc. Prof.)
KARAKAYA, Ersin (Dr.)
KARAKAYACI, Zühal (Assoc. Prof.)
KARATAŞLI, Muhammet (Assoc. Prof.)
KOÇ, Beşir (Assoc. Prof.)
KUŞVURAN, Şebnem (Prof. Dr.)
KÜSEK, Mustafa (Assoc. Prof.)
MANAŞIRLI, Meltem (Assoc. Prof.)
OKCU, Melih (Assoc. Prof.)
ÖZKÖSE, Abdullah (Assoc. Prof.)
ÖZMEN ÖZBAKIR, Gonca (Assist. Prof. Dr.)
PAKSOY, Mücahit (Assist. Prof. Dr.)
SAY, Ahmet (Research Assistan)
SEFAOĞLU, Fırat (Assist. Prof. Dr.)
SEYMEN, Musa (Assist. Prof. Dr.)
ŞAHİN, Ahmet (Assoc. Prof.)
ŞENSOY, Suat (Prof. Dr.)
ŞEVİK, Mehmet Ali (Assoc. Prof.)
TAŞKIN, Hatıra (Assoc. Prof.)
TONÇER, Özlem (Assoc. Prof.)
TUNCER, Burcu (Assoc. Prof.)
TUNÇTÜRK, Rüveyde (Prof. Dr.)
UÇAR, Yusuf (Prof. Dr.)
USTA, Mustafa (Assist. Prof. Dr.)
YAZICI, Keziban (Assoc. Prof.)

Osmaniye Korkut Ata University, Kadırlı Applied Sci. Vocational School, OSMANİYE
Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, ESKİŞEHİR
Erciyes University, Seyrani Agriculture Faculty, KAYSERİ
Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, TEKİRDAĞ
Erciyes University, Seyrani Agriculture Faculty, KAYSERİ
Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, HATAY
Ağrı İbrahim Çeçen University, Faculty of Economics and Administrative Sci., AĞRI
Bingöl University, Faculty of Agriculture, BİNGÖL
Selçuk University, Faculty of Agriculture, KONYA
Beykent University, Faculty of Engineering and Architecture, İSTANBUL
Bingöl University, Faculty of Economics & Administrative Sciences, BİNGÖL
Çankırı Karatekin University, Kızılırmak Vocational School, ÇANKIRI
Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture, KAHRAMANMARAŞ
Çukurova University, Faculty of Fisheries ADANA
Atatürk University, Faculty of Agriculture, ERZURUM
Selçuk University, Faculty of Agriculture, KONYA
Harran University, Faculty of Engineering, ŞANLIURFA
Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture, KAHRAMANMARAŞ
Erciyes University, Seyrani Agriculture Faculty, KAYSERİ
Kastamonu University, Faculty of Engineering and Architecture, KASTAMONU
Selçuk University, Faculty of Agriculture, KONYA
Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture, KAHRAMANMARAŞ
Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, SAMSUN
Çukurova University, Faculty of Agriculture, ADANA
Dicle University, Faculty of Agriculture, DİYARBAKIR
Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
Isparta Applied Sciences University, Faculty of Agriculture, ISPARTA
Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Agriculture, RİZE

Yayın Koordinatörleri (Typesetting)

Arş. Gör. M. Reşit KARAGEÇİLİ
Ziraat Yüksek Mühendisi Yekbun ALP
Ziraat Yüksek Mühendisi Yağmur YILMAZ

Web Sorumlusu (Internet Office)

Arş. Gör. M. Reşit KARAGEÇİLİ
Ziraat Yüksek Mühendisi Yekbun ALP
Ziraat Yüksek Mühendisi Yağmur YILMAZ

Yayın Türü (Publication Type)

Uluslararası Süreli Bilimsel Yayın (International Scientific Periodical)

Yönetim Yeri ve Yazışma Adresi (Correspondence Address)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, (Agriculture Faculty) Ziraat Fakültesi, Zeve Yerleşkesi, 65080, VAN

Cilt (Volume): 31

Sayı (Number): 1

Mart (March) 2021

Telefon (Phone)

+90 (432) 2251056; 2251024

Belgegeçer (Fax)

+90 (432) 2251104

e-posta (e-mail)

yyujagrsci@gmail.com

İnternet adresi: <http://dergipark.gov.tr/vyutbd>

ISSN 1308-7576 e-ISSN 1308-7584

Basıldığı Yer ve Tarih (Press and Date): Efe Kırtasiye, Mart (March) 2021, VAN

“Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi” önceden yayınlanan **“Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi”** ve **“Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi”**nin devamıdır. **Previous names of the journal: “Yuzuncu Yıl University, Agriculture Faculty Journal of Agriculture Sciences”** and **“Yuzuncu Yıl University, Journal of Agriculture Faculty”**



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



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

Araştırma Makalesi (Research Article)

Arapgir Dolma Biber Popülasyonundan Seleksiyonla Seçilen Ümitvar Genotiplerin Bitkisel Özellikleri Yönünden İncelenmesi

Özlem ALTUNTAŞ¹, Rabia KÜÇÜK^{*2}, Miraç DEĞİRMENCI³

^{1,2,3}Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 44210, Malatya, Türkiye
¹<https://orcid.org/0000-0002-6508-7368> ²<https://orcid.org/0000-0001-6772-7448> ³<https://orcid.org/0000-0001-6079-3530>
^{*}Sorumlu yazar e-posta: rabia.kucuk@ozal.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 17.09.2020
Kabul: 30.12.2020
Online Yayınlanma 30.03.2021
DOI: 10.29133/yyutbd.793803

Anahtar kelimeler

Biber (*Capsicum annuum*),
Çeşit,
Gen kaynağı,
Seleksiyon,
Verim.

Öz: Bu çalışma, Malatya ve çevresinde biber yetiştiriciliğinde % 80 gibi yüksek bir oranda tercih edilen, yöre halkı tarafından severek tüketilen ve sebze yetiştiriciliği yapılan alanlarda en fazla yetiştirilen sebzelerden birisi olan Arapgir biberi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı popülasyonun saflaştırılması, verim ve kalitesi yüksek hatları ortaya çıkararak, standart ve hibrit çeşitler geliştirmek üzere başlangıç materyali elde etmektir. Arapgir biberi'nin yoğun olarak yetiştiriciliğinin yapıldığı yörelerden tohumluk toplanmış, bu tohumlardan yetiştirilen bitkiler değerlendirilmiş olup, seçilen hatların saflaştırılması "Döl Kontrollü Teksel Seleksiyon" yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. İyi özellikteki 20 hat belirlenerek, iki yılın sonunda elde edilen hatlarda verim ve bazı meyve özellikleri tespit edilmiştir. Sonuç olarak, S3 (3234.3 g/m²), S4 (2959.7 g/m²) ve S12 (2662.6 g/m²) hatlarından verim bakımından diğer hatlara göre üstün sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca Arapgir biberinin morfolojik özellikleri, verim ve meyve özellikleri olarak devam eden bir çalışmanın iki yıllık ortalama sonuçları sunulmuştur. Bu bağlamda gruplar arası benzerlik dendogramı 2 farklı grup oluşturmuş ve biber örnekleri bu gruptan tanımlama yapılmıştır.

Investigation of Promising Genotypes Selected From Arapgir Bell Pepper Population in Terms of Their Plant Characteristics

Article Info

Received: 17.09.2020
Accepted: 30.12.2020
Online Published 30.03.2021
DOI: 10.29133/yyutbd.793803

Keywords

Pepper (*Capsicum annuum*),
Variety,
Genetic resources,
Selection,
Yield.

Abstract: In this study, 80% preferred pepper cultivation in Malatya, one of the most grown vegetables in the areas which are consumed by the local people and grown in vegetable is realized with local Arapgir pepper landrace. The purpose of the study is to obtain from the starting material to develop a standard and hybrid variety by revealing lines of high purity, yield, and quality of the population. Seeds were collected from the regions where Arapgir pepper was cultivated intensively. Plants grown from these seeds were evaluated and the lines were purified by the method of "Progeny Controlled the Single Plant Selection". The lines with 20 good characteristics were determined and yield and some fruit characteristics were determined in the lines obtained at the end of two years. As a result, superior results were obtained from compared to the other lines in terms of S3 (3234.3 g m⁻²), S4 (2959.7 g m⁻²) and S12 (2662.6 g m⁻²) efficiency. In addition to, we present the two-year results of an ongoing study on morphological characteristics, yield and some fruit characteristics of Arapgir pepper. Average linkage cluster analysis extracted 2 different groups and pepper samples were identified according to this analysis.

1. Giriş

Tohum ya da tohumluk bitki yetiştiriciliği açısından en önemli unsurdur. Bitkinin verimi ya da ürün kalitesi tohumun taşıdığı özelliklerle direkt ilgilidir. Ayrıca bitki yetiştirmede uygulanan bakım işlemleri ne kadar iyi olursa olsun üretimi arttırmada tohum tarafından belirlenen genetik sınırların ötesine geçemez. Yıllarca bulunduğu ekolojiye uyum sağlamak için belirli biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı ayakta kalabilmiş ve devamlılığını sağlamış olan yerel popülasyonlar iyi bir materyaldir. Ülkemiz, üreticilerin gerçekleştirdiği doğal seleksiyon sonucu oluşan ve halen büyük çeşitlilik gösteren eski kültür bitkilerine ait yerel çeşitler bakımından eşsiz kaynaklara sahiptir. Tohumun tarımsal üretimde kullanılması, insanoğlunun tarıma başladığı yıl kadar eskidir. Tohum ya da tohumluk her zaman bitki yetiştiriciliği açısından en önemli unsurdur. Bir bitkinin verimi ya da ürün kalitesi tohumun taşıdığı özelliklerle direkt ilgilidir. Zira bitki yetiştirmede uygulanan bakım işlemleri ne kadar iyi olursa olsun üretimi arttırmada tohum tarafından belirlenen genetik sınırların ötesine geçemez. Bu anlamda yeni ve üstün bitki çeşitlerinin tarımsal üretime kazandırılması ile önemli derecede verimlilik artışı sağlamak mümkündür. Çeşit geliştirirken en iyi kaynak yerel popülasyonlardır (Arslan, 2010). İnsanoğlu süregelen yetiştiricilik sezonları boyunca tecrübeleri ve beğenileri doğrultusunda kalite özellikleri yüksek doğal seleksiyonun etkisiyle ıslah ettikleri ve buldukları yöreye adapte olmuş bir kültür bitkisine ait çeşitler, yerel çeşit ya da köy çeşidi olarak adlandırılır. Yerel gen kaynakları, çeşit ıslah çalışmalarının başarılı bir şekilde uygulanabilmesinde en önemli unsurlardan biri olan fenotipik varyasyonun esasını oluşturmaktadır (Balkaya ve ark., 2010).

Ülkemiz, birçok türün bitki genetik kaynakları ve genetik çeşitliliğinin gen merkezi konumunda olması bakımından dünyanın önemli ülkelerinden biridir (Karagöz ve ark., 2020). Yerel popülasyonlar bu açıdan zengin gen kaynakları olup, yeni genotiplerin elde edilmesinde kullanılacak başlangıç materyallerini oluşturmaktadır. Bu yerel çeşitlerin tüketici isteklerine uygun yeni çeşit olarak kullanılması ancak ıslah çalışmalarında kullanılması yoluyla gerçekleştirilebilir. Kayıt dışı olarak ıslah edilen yerel çeşitler, tarımı yapılan alandaki çevre koşullarına özel adaptasyonu ile karakterize edilmekte olup bunları geliştiren ve yetiştirmeye devam eden toplumların kutlama, alışkanlık, bilgi ve geleneksel kullanımları ile yakın ilişki içindedirler (Negri, 2007).

FAO 1999' a göre dünya tarımsal biyolojik çeşitliliğinin % 75'i 20. yüzyılda kaybolmuştur. Yerel çeşitler hızla yok olmaktadır. Son senelerde yerel (ata) çeşitleri yetiştiren ve bu bağlamda genetik zenginliğimizin devamını sağlayan küçük aile işletmeleri modern çeşitlerle daha büyük alanlarda yetiştiriciliği tercih etmeye başlamışlardır. Bunun yanı sıra, artan nüfus, yoksulluk, toprak bozulmaları, çevresel değişiklikler gibi unsurlarda kültür bitkilerine ait genetik kaynaklarda erozyona yol açmıştır. Bunun yanı sıra, hızlı bir şekilde köyden kente göç olması, birçok köyde yaşlıların çoğunluğu oluşturması yerel tohumların hızla yok olmasını şiddetlendirmektedir. Ayrıca küresel ısınma nedeni ile dünyada yaşanan iklimsel ve çevresel olumsuzluklarla yerel popülasyonların güçlü bir başa çıkma kapasitesinin olduğu da bilinmektedir (Arslan, 2010).

Biber, dünyada ve ülkemizde değişik şekillerde yoğun olarak tüketilen, bahçe ve tarla sebzeçiliği yanında en önemli sera sebzelerinden birisidir. Ülkemizin hemen her bölgesinde biber yetiştiriciliği yapılmaktadır. Geniş tür ve tip zenginliğine sahip olması, değişik şekillerde tüketilebilmesi ve tarıma dayalı sanayi için önemli bir hammadde olması biberi öne çıkaran özellikleridir. Biber besin içeriği bakımından oldukça yüksek değere sahiptir. 100 gram taze yeşil tatlı biberde, 29 kalori, 0.2 g yağ, 96.2 g su, 1.1 g protein, 4.2 g karbonhidrat, 1.4 g selüloz bulunmaktadır (Günay, 2005). Dünyada biber üretiminde ülkemiz yıllar bazında değişiklik gösterse de ilk üçte olmayı korumakta olup, bazı yıllar Çin'den sonra ikinci sırada bazı yıllarda ise Çin ve Meksika'dan sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Ülkemizde 2019 yılı verilerine göre; 2 625 669 ton biber üretimi olup bunun 378 918 tonu dolmalık biber olarak yetiştirilmektedir (Tüik, 2019).

Malatya ili ve çevresindeki üreticiler, "Arapgir biberi" nin tohumunu geleneksel yöntemler kullanarak daha çok kendi tohumunu kendileri almak suretiyle biber üretimini yapmaktadır. Biberde tohum üretiminde izolasyon tekniklerine özen gösterilmediği sürece genotipler arasında heterojenite meydana gelebilmektedir. Son yıllarda Adıyaman yöresinden getirilen biber popülasyonu da yörede üretilmeye başlamış bunun yanında diğer üretimi yapılan çeşit ve popülasyonlarla Arapgir biberinin karışması, verim, meyve iriliği, şekli, rengi, aroma yönünden farklı özelliklere sahip bireylerden oluşan karışık bir popülasyon halini alması kendi gerçek özelliklerini kaybetmesi olasıdır. Bu durumda bir örnek üretim ve aynı kalitede sofralık ürün elde edilmesi kısıtlanır.

Bir türde toplanan gen kaynaklarının karakterizasyonları yapılarak özellikleri tanımlanmadıkları sürece ıslah programlarına girmemekte, tanımlama yapılmadan ıslah programlarına alınsa bile kısa bir zaman diliminde kayba uğramaktadırlar (Balkaya ve ark., 2010). Bu nedenle gelecek nesiller için yerel çeşit çeşitliliğinin kayıtlanması, ex situ ve in situ sistematik koruma durumlarının tanımlanması ve uygulanabilmesi, değişikliklerin izlenebilirliği, değişen pazar taleplerinin karşılanmasında yerel çeşit kullanımlarını artırma ve ülkemiz gıda güvenliğine katkı sağlaması bakımından ulusal yerel çeşit envanterinin hazırlanması öncelik taşımaktadır (Taş ve ark., 2017).

Ülkemizde ise biber ıslahı çalışmaları 1980’li yıllarda başlamış ve başarılı sonuçlar alınmıştır. Bu çalışmaların sonucunda birçok standart çeşit geliştirilmiştir (Sürmeli ve Erdoğan, 1985; İnan, 1988; Sürmeli ve Şimşek, 1991; Ekiz ve Kemer, 1995). Ülkemizde son yıllarda hibrit biber çeşitlerinin kullanım oranı artmış olmasına rağmen halen seleksiyon yoluyla geliştirilmiş olan çeşitlerin kullanımı oldukça yaygındır. Malatya Tarım İl Müdürlüğü verilerine göre 2019 yılında Malatya ve ilçelerinde dolmalık biber ekilen alan 5 625 dekar ve buradan elde edilen üretim miktarı 11 527 tondur (Tüik, 2019). Bu üretimin yaklaşık % 80’i Arapgir biberidir. Arapgir biberi dolmalık biber çeşidi olmakla birlikte; yörede taze ya da pişirilerek tüketiminin yanında turşuluk olarak da tercih edilmektedir. Meyvelerinin özellikleri; rengi açık sarı olup, ağırlığı 80-100 gram arasında, meyve eti kalınlığı 2-2.5 mm, tatlı ve aroması güzel, 3-4 lobludur. Piyasaya giren yeni çeşitlerin devreye girmesi ve üreticiler tarafından bu çeşitlerin tercih edilmesi ve kullanılmasıyla yerel çeşitlerin her geçen gün üretimi azalmakta ve zamanla kaybolmaktadır. Bu çalışmadaki amacımız, popülasyon halindeki “Arapgir biberi”ni saflaştırma çalışmalarına başlamak, meyve kalitesi, verimi üstün olan homojen hatları belirleyerek yerel çeşidi standart çeşit haline getirmek ya da biber ıslahında kullanılacak nitelikli genetik materyalin oluşturulmasıdır.

2. Materyal ve Yöntem

Deneme, Malatya Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait Araştırma ve Uygulama Alanında yürütülmüştür. Arapgir biberinin geniş alanlarda yetiştirildiği, Malatya’nın biber yetiştiriciliği yoğun yapılan ilçelerinden özellikle Arapgir ve köylerinden bitki, meyve özellikleri ve verim yönünden üstün değerler gösteren bitkilerin meyvelerinden alınan tohumlar, bitkisel materyali oluşturmuştur. İlk yıl 16 farklı lokasyonda her lokasyonda 10 farklı üreticiden alınan 160 hat tohumla çalışılmıştır. Üreticilerin lokasyonları Arapgir ilçesi merkez dahil olmak üzere; Alıçlı, Çakırsu, Eynir, Günyüzü, Kaynak, Kılıçlı, Paçalı, Sugeçti, Selamlı, Tarhan, Taşdibek köyleri olmakla birlikte Yazıhan ilçe merkezi ve Akyazı, Balaban ve Boztepe köyleridir. Çalışma 2016-2018 yıllarında gerçekleştirilmiş, “Döl Kontrollü Teksel Seleksiyon” yöntemi kullanılarak ilk yıl popülasyondan elit bitkiler seçilmiş ve her bitkinin tohumları bir hat oluşturacak şekilde yetiştirilmiştir. İlk yıl popülasyondan elit bitkiler seçilmiş ve her bitkinin tohumları bir hat oluşturacak şekilde yetiştirilmiş, hatlar bitki ve meyve özellikleri ile verim yönünden gözlenerek, üstün hatlardan en iyi bitkiler seçilerek kendilenmiş ve yeni hatlar oluşturulmuştur. İkinci yıl kendilenen yeni hatlar ile deneme kurulmuştur. İkinci yıl hatları arasında yine en iyileri belirlenerek hat sayısı 20’ye düşürülmüş ve makalede üçüncü yıl 20 hat üzerinden deneme sonuçları sunulmuştur.

2.1. Denemenin kurulması

Arapgir biber tohumları torf+perlit (1/2+1/2) karışımı harcın bulunduğu viyollere Mart ayının ilk haftası ekilerek fide üretimleri serada gerçekleştirilmiştir. Fideler 28 Mayıs 2018 tarihinde arazideki yerlerine 0.8 x 0.5 m dikim mesafesi ile tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü ve her tekerrürde yedi bitki olacak şekilde dikilmiştir. Genotiplerin morfolojik varyabilitesini belirlemek amacıyla toplam 14 farklı fenotipik özellikten yararlanılmıştır. Parsellerden hasat iriliğinde alınan yaklaşık 30 adet meyvede meyve boyu, çapı, ağırlığı, lob sayısı ve et kalınlığı belirlenmiştir. Meyve ve bitki ölçümlerinde cetvel ve dijital kumpas kullanılmıştır. Biyomas ölçümleri yeşil yaş aksamlar kese kâğıtlarına konulup hava dolaşımı kurutma fırınında 65-70 °C’de kurutulularak (g) olarak belirlenmiştir. Verilecek gübre miktarları, deneme alanının toprak analizi sonuçlarına (Çizelge 1) göre belirlenmiş olup dekara; 12 kg da⁻¹ N, 5 kg da⁻¹ P, 15 kg da⁻¹ K, 5 kg da⁻¹ Ca ve 3 kg da⁻¹ Mg olacak şekilde uygulanmıştır (Şalk ve ark., 2008).

Çizelge 1. Deneme alanında yapılan toprak analiz sonucu

	Derinlik (0-30 cm)	Sonuç
Saturasyon (%)	55.0	Killi Tınlı
pH (1:2,25)	8.17	Orta Alkali
EC (mmhos/cm)	1.066	
% Tuz	0.04	Tuzsuz
Kireç (%)	43.7	Çok Yüksek
Organik Madde (%)	3.80	Yeterli
Azot (%)	0.202	Yüksek
Alınabilir Fosfor (ppm)	39.07	Yüksek
Alınabilir Potasyum (ppm)	765.00	Çok Yüksek

Bitkilerde incelenmiş olan özellikler: Bitkide incelenecek kriterler IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources) tanımlamalarına (descriptor) göre belirlenmiştir.

Çizelge 2. Bitkilerde incelenmiş olan özellikler

Bitki özellikleri	Meyve özellikleri
Bitki büyüme şekli	Meyve boyu
İlk çiçeklenme için geçen gün sayısı	Meyve çapı
İlk meyve olgunlaşması için geçen gün sa	Meyve ağırlığı
Bitki yeşil aksam yaş ağırlığı	Meyve eti kalınlığı
Bitki yeşil aksam kuru ağırlığı	Meyve rengi
	Meyve odacık sayısı
	Meyve enine kesit şekli
	Meyve çiçek ucu şekli
	Meyve başına tohum ağırlığı

İncelenen özelliklerin istatistiki değerlendirmeleri için JMP 8.0 analiz paket programı kullanılmıştır. Genotipler arasındaki farklılıkların belirlenmesi için Duncan Testinden istifade edilmiştir. Ayrıca biber örneklerinin morfolojik özelliklerine göre yakınlık uzaklık ilişkilerini belirlemek için de kümeleme (cluster) analizi SAS-JMP/8 istatistik programı kullanılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Bitkilerde yapılan gözlem ve ölçümlere ait bulgular

Biber genotipleri arasında ölçülebilen gözlem değerleri arasında geniş bir varyasyon olduğu saptanmıştır. Arapgir biber bitkisi ve meyvesine ait görseller Şekil 1'de sunulmuştur. IBPGR tanımlamalarına göre Arapgir biber bitkisinin özellikleri aşağıdaki gibidir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Arapgir biber bitkisinin genel özellikleri

Bitki özellikleri		Meyvelerde alınan özellikler	
Bitki büyüme şekli	dik	Meyve boyu	74 mm
İlk çiçeklenme için geçen gün sayısı	23 gün	Meyve çapı	48 mm
İlk meyve olgunlaşması için geçen gün sayısı	54 gün	Meyve ağırlığı	42 g
Bitki yeşil aksam yaş ağırlığı	2 297 g	Meyve eti kalınlığı	2.22 mm
Bitki yeşil aksam kuru ağırlığı	399 g	Meyve rengi	sarı
1000 tohum ağırlığı	11.95 g	Meyve odacık sayısı	4
Hipokotilde antosiyan oluşumu	yok	Meyve enine kesit şekli	düz
		Meyve çiçek ucu şekli	içe çökmüş
		Meyve başına tohum ağırlığı	0.735 g



Şekil 1. Arapgir biber bitkisi ve meyvesi.

Hatlarda bitkilerde yapılan ölçüm sonuçları ve verim değerleri Çizelge 4’de sunulmuştur. Çizelge 4’deki sonuçlar değerlendirildiğinde, verim, bitki boyu, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlık verileri istatistiksel düzeyde anlamlı sonuçlar verirken gövde çapının sonuçlarında önemli farklılıklar bulunmamıştır. Bu bağlamda sırasıyla S3 (3234.3 g/m²), S4 (2959.7 g/m²), S12 (2662.6 g/m²) ve S5 (2387.7 g/m²) hatlarına ait bitkilerde en yüksek verim sonuçları elde edilmiştir. Bitkisel özelliklerde ise; bitki boyu bakımından, S8 (64.07cm), S9 (63.94cm), S15 (56.76cm) ve S4 (55.02cm) hatları; yeşil aksam yaş ağırlık, S16 (2967.3 g), S2 (2816.2 g), S20 (2683.6 g) ve S17 (2628.1 g) hatları öne çıkmıştır. Yeşil aksam kuru ağırlık bakımından ise S12 (518.33 g), S1 (491.66 g) ve S20 (468.66 g) hatları öne çıkmıştır. Gövde çapı bakımından hatları arasında fark oluşmamasına rağmen diğer bitkisel özellikleri iyi olan hatalara yakın sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 4. Seçilmiş kendilenen hatlarda bitkilere ait bazı ölçüm ve verim sonuçları

Kendilenen hatlar	Bitki Boyu (cm)	Gövde çapı (mm)	Yeşil aksam yaş ağırlık (g)	Yeşil aksam kuru ağırlık (g)	Verim (g/m ²)
S1	50.38 bcde	16.02	2816.2 ab	491.66 ab	1980.2 bcde
S2	49.16 bcde	15.06	2352.1 bcdefg	437.66 bcde	2003.0 bcde
S3	52.67 bcd	17.43	2399.3 bcdef	412.66 cdef	3234.3 a
S4	55.02 abc	19.66	2328.6 bcdfgh	407.66 def	2959.7 ab
S5	53.25 bc	16.49	2571.6 abcde	456.66 bcd	2387.7 abcd
S6	43.25 e	14.06	1889.6 ghı	338.66 ghı	1350.7 de
S7	50.02 bcde	14.27	2032.3 fghı	336.33 ghı	1763.1 bcde
S8	64.07 a	12.98	1979.2 fghı	380.10 efgh	1497.0 cde
S9	63.94 a	16.02	2140.1 defghı	379.20 efgh	2337.5 abcd
S10	51.33 bcde	16.37	1777.1 ı	319.66 hı	1931.8 bcde
S11	50.48 bcde	16.33	2096.1 efghı	352.33 fgh	1991.1 bcde
S12	48.40 bcde	18.28	2374.1 bcdefg	518.33 a	2662.6 abc
S13	47.60 bcde	17.37	1847.3 hı	342.33 ghı	2353.8 abcd
S14	50.48 bcde	15.71	1928.3 fghı	286.00 ı	1861.9 bcde
S15	56.76 ab	15.14	2205.1 cdefghı	357.10 fgh	1798.6 bcde
S16	50.72 bcde	14.54	2967.3 a	468.66 abc	1485.8 cde
S17	46.93 cde	12.93	2628.1 abcd	422.01 cde	1287.2 de
S18	46.33 cde	15.69	2351.1 bcdefg	391.01 efg	1793.3 bcde
S19	45.89 cde	13.43	2580.2 abcde	493.33 ab	1226.9 de
S20	43.29 de	11.37	2683.6 abc	392.02 efg	997.8 e
prob	0.0020**	ÖD	0.0002 **	<0.0001***	0.0450*

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.
(2): ÖD: Önemli Değil; ***: p<0.001; **: p<0.01; *: p<0.05.

3.2. Meyvelerde yapılan ölçümlere ait bulgular

Hatlarda hasat edilen meyvelerde yapılan ölçüm sonuçları ise Çizelge 5’de sunulmuştur. Çizelge 5’te meyvelere ait fiziksel özellikler bakımından incelendiğinde meyve çapı, meyve boyu ve meyve eti kalınlığı istatistiksel anlamda önemli bulunmuş olup tek meyve ağırlığı analiz sonuçların göre önemsiz bulunmuştur. Meyve çapı bakımından S6 (54.64 mm), S1 (52.76 mm), S7 (52.20 mm) ve S18 (52.08 mm) hatları; meyve boyu bakımından değerlendirme yapıldığında, S8 (98.44 mm), S3 (80.79 mm), S10 (79.14 mm) ve S19 (78.29 mm) hatları; meyve eti kalınlığı bakımından ise S6 (2.80 mm), S8 (2.69 mm), S13 (2.41 mm) ve S2 (2.37 mm) hatları diğer hatlara göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

Çizelge 5. Seçilmiş kendilenen hatlarda meyvelere ait ölçüm sonuçları

Kendilenen hatlar	Meyve ağırlığı (g)	Meyve çapı (mm)	Meyve boyu (mm)	Meyve eti kalınlığı (mm)
S1	41.33	52.76 ab	66.13 e	2.11 c
S2	47.27	51.66 abc	68.48 cde	2.37 bc
S3	45.67	47.70 bcde	80.79 b	2.36 bc
S4	49.00	51.97 abc	74.40 bcde	2.10 c
S5	45.67	51.42 abc	76.57 bcde	2.11 c
S6	52.33	54.64 a	78.16 bcd	2.80 a
S7	49.01	52.20 ab	76.14 bcde	2.32 bc
S8	49.66	42.98 ef	98.44 a	2.69 ab
S9	45.33	50.76 abc	75.34 bcde	2.26 c
S10	41.00	43.97 def	79.14 bc	2.16 c
S11	41.00	48.61 bcde	67.60 de	2.14 c
S12	43.00	49.48 abcd	70.04 cde	2.24 c
S13	42.00	46.27 bcde	74.18 bcde	2.41 abc
S14	39.33	47.54 bcde	76.23 bcde	2.09 c
S15	39.00	48.50 bcde	70.74 bcde	2.11 c
S16	41.50	48.47 bcde	76.13 bcde	2.15 c
S17	33.33	44.43 def	72.13 bcde	2.04 c
S18	42.00	52.08 ab	67.04 e	2.04 c
S19	40.00	47.75 bcde	78.29 bc	2.37 bc
S20	25.00	40.11 f	69.59 cde	1.62 d
prob	ÖD	0.0006**	0.0004**	0.0013**

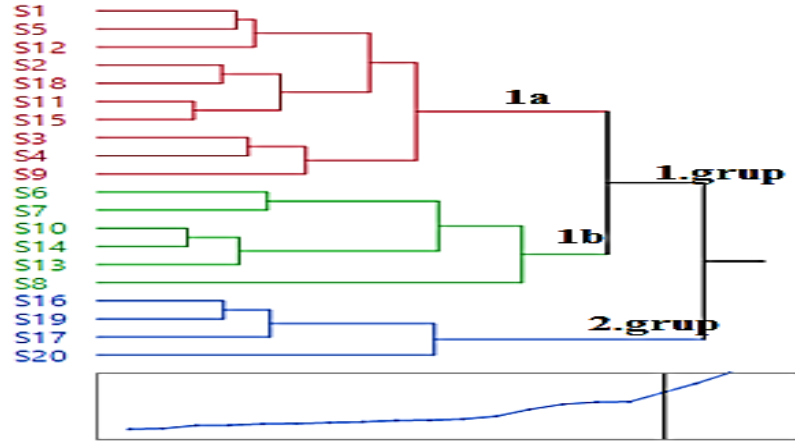
(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.

(2): ÖD: Önemli Değil; ***:p<0.001; **:p<0.01; *:p<0.05.

Kümeleme analizi sonucunda elde edilen veriler ile hazırlanan gruplar arası benzerlik dendogramı Şekil 2’de verilmiştir. Kümeleme analizi sonucunda morfolojik özellikler bakımından biber genotipleri iki farklı ana gruba ayrılmıştır. İlk ana grup kendi içerisinde iki dallanma göstermiş olup birinci dallanma (1a) S1, S2, S3, S4, S5, S9, S11, S12, S15, S18 genotiplerinden oluşurken ikinci dallanma (1b) S6, S7, S8, S10, S13, S14, genotiplerinden oluşmaktadır. Birinci grup tüm incelenen deneme materyallerinin %80’ini kapsamaktadır. Bu grupta yer alan örnekler 43-65 cm arasında bitki yüksekliğine sahip olup en uzun boylu bitkiler bu grupta yer almıştır. Grup üyeleri gövde çapı, dallanma şekli, olgun meyve rengi, çiçek burnu şekli ve meyvenin enine kesiti gibi özellikler yönünden birbirlerine yakın benzerlik göstermektedir. Meyve özellikleri bakımından değerlendirildiğinde tek meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve boyu, meyve eti kalınlığı yönünden popülasyonun en yüksek değerlerine sahiptir. Bu gruptaki genotipler genel anlamda birbirine benzerlik göstermelerine rağmen grup içerisindeki morfolojik özellikler bakımından varyasyonun göstermiştir. Birinci alt ana gruplarda yer alan S3 ve S4 genotipleri aynı grup içerisinde yer alarak benzer yakınlık göstermekte olup deneme kullanılan popülasyon içinde en yüksek meyve verimine sahip genotipler olmuştur.

İkinci ana grupta S16, S17, S19 ve S20 genotipleri yer almaktadır (Şekil 2). Bu grup incelenen tüm popülasyonun %10’unu kapsamıştır. Bu grupta toplanan genotiplerin meyve çapı, tek meyve ağırlığı, meyve eti kalınlığı bakımından en düşük değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu

bağlamda bu grupta yer alan örneklerin meyve eti diğerlerine nazaran daha ince yapıdadır. Kümeleme analizi sonucunda S16 kodlu genotipinin birinci grup üyelerinden S1 genotipi ile agronomik ve morfolojik akrabalık derecesi bakımından birbirine en uzak genotip olduğu belirlenmiştir. İkinci ana grupta bulunan genotipler verim bakımından da birbirlerine yakın benzerlik göstermekle birlikte S20 genotipi tüm popülasyon içinde en düşük verim potansiyeline sahip olan genotip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 2. Kümeleme (cluster) analizi sonucunda elde edilen veriler ile hazırlanan gruplar arası benzerlik dendogramı.

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışmada, Malatya ili ve çevresinde yaygın olarak yetiştirilen popülasyon ve hatlarının çeşitli bitkisel özellikler bakımından gösterdikleri varyasyonlar incelenmiştir. Ülkemizde sebzelerde çeşit geliştirmenin ilk çalışmaları, 1960'lı yıllarda tarımsal araştırma enstitülerinde başlamıştır. Bu çalışma sonucunda 1964 yılında, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından Topan 374, Kemer 27 patlıcan çeşitleri ile Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 11B-14 biber çeşitleri ilk olarak tescil ettirilmiştir. Son elli yılda yerel genetik kaynaklardan yararlanılarak yürütülen çeşit ıslah programları sonucunda 15 sebze türünde 75 adet açıkta tozlanan sebze çeşidi tescil edilmiştir. Günümüzde yerli standart çeşitlerin kullanım oranı oldukça azalmıştır. Buna rağmen; domateste H.2274, biberde Yağlık-28 ve Serademre-8, taze fasulyede Özayşe çeşitleri gibi bazı yerli çeşitler piyasada üreticiler tarafından talep gören çeşitlerdir (Balkaya ve Karaağaç, 2005). Bu saptamalar doğrultusunda bölgede talep gören Arapgir Biberi de yerli çeşidimiz olarak piyasada yerini bulmalıdır. Bu amaçla yapılan çalışmada Malatya ili ve çevresinde üretimi yapılan ve severek tüketilen, taze tüketiminin yanında kurutmalık ve turşu yapımında da değerlendirilen Arapgir biberinde verim ve meyve fiziksel özellikleri istatistiksel analiz sonuçları incelenmiş olup, verim değerleri bakımından S3, S4 ve S12, bitkisel özellikler bakımından S8, S9, S4, S12, meyve özellikleri bakımından da S3, S4, S6, S7, S8 ve S7 hatlarının diğer hatlardan daha üstün gruplar olduğunu söyleyebiliriz. Bu hatların kendilenererek saflaştırmaya devam edilmesi, standart çeşit elde etmek için kullanılması ya da F1 hibrit çeşit eldesinde ebeveyn hat olarak kullanılması mümkündür.

Çalışmamıza benzer bir çalışmada morfolojik ve agronomik özelliklere göre genotipler dendrogramda 15 gruba ayrılmıştır. Kümeleme analizi sonucunda; S1, S2, S62, S3, S9, S67 ve TR69737 kodlu genotiplerin agronomik ve morfolojik akrabalık derecesi bakımından birbirine en uzak genotipler olduğunu belirlemiştir (Başak 2019). Belay ve ark. 2019, kuzey Etiyopya çalışmış oldukları 64 acı biber genotipinde çalışmada test genotipleri arasında önemli %79 oranında genetik çeşitlilik olduğunu ve ıslah çalışmaları için önemli fırsat oluşturabileceğini bildirmişlerdir. Patel ve ark., (2017)'nin 72 patlıcan genotipinde genetik çeşitliliğin ortaya konması için yürüttükleri çalışmada önemli verimli kraterlerine ulaşmışlardır. Bu bağlamda çalışmamıza benzer şekilde ülkemizde; üniversiteler ve araştırma enstitüleri tarafından da yerel sebze popülasyonlarının değerlendirmesine yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır.

Yerel genetik kaynaklarımızın toplanması ve özelliklerinin incelenmesine yönelik çalışmalar Kabakgillerde (Sarı ve ark., 2005; Yetişir ve ark., 2008; Karıpcin ve ark., 2010; Şensoy ve Şahin, 2012;), patlıcangillerde (Sürmeli ve ark., 2007; Karaağaç ve Balkaya, 2009; Oğuz ve ark., 2014; Sönmez ve ark., 2015; Keleş ve ark., 2016, Cakir ve ark., 2017), lahanagillerde (Balkaya ve ark., 2005), fasulyede (Madakbaş ve ark., 2006; Erdiñç ve ark., 2013; Karaağaç ve ark., 2014), Fidan ve ark., 2016), soğanda (Hancı ve Gökçe, 2016) ve havuçta (Kiracı, 2013; Ipek ve ark., 2016) çalışmışlardır. Ancak genelde bu tür çalışmaların gen bankalarından materyal temin edilmesi şeklinde gerçekleştirilmesinden dolayı, materyaller toplandıkları coğrafik ve ekolojik koşulların dışındaki şartlarda da incelenebilmektedir. Bu sebeple morfolojik ve agronomik karakterizasyon çalışmalarında materyallerin daha sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilmesi için öncelikle toplandığı ekolojik koşullarda veya benzer koşullarda tanımlanmasının yapılması daha uygun olabilir (Başak, 2019; Öntürk ve Çürük; 2019). Binbir (2010), 26 biber genotipini 54 morfolojik özellik bakımından karakterize etmiş, genotiplerin biber tiplerinin birçoğunu içermesinden dolayı geniş varyasyon gösterdiğini bildirmiştir. Çalışmada incelenen popülasyonların biber tiplerinin gruplar arası benzerlik dendogramında 3 farklı grup oluşturduğunu bildirmiştir. İslah çalışmalarında kullanılacak materyallerin yüksek varyasyon göstermesi istenilen bir durumdur (Gözen, 2008; Bozokalfa ve Eşiyok, 2010). Bulgularımızla benzer şekilde bir çok araştırmacı da tespit edilen varyasyonun büyük bir kısmının meyve ile ilgili agronomik ve morfolojik özelliklerden kaynaklandığını bildirmiştir (Mutlu ve ark., 2009; Bozokalfa ve Eşiyok, 2010). Meyve özellikleri açısından yüksek varyabilitenin oluşmasında, biberde yüksek oranda görülen yabancı tozlanmanın etkisi önemlidir.

Çalışmada kullanılan materyallerin bir kısmı da çeşit ıslah çalışmalarında değerlendirilmiştir. Bu bağlamda kümeleme analiz sonuçlarını da dikkate alırsak 1. grup popülasyondan seçilecek olan genotiplerin ıslah çalışmaları için kullanılabilmesi görülmektedir. Sonuç olarak önerimiz; farklı özelliklerdeki yerel çeşitlerin, coğrafi işaret tescil çalışmalarının yaygınlaştırılarak tanınırlıklarının artırılması gerekmektedir.

Teşekkür

Bu proje, İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2016/54 nolu Araştırma Projesi olarak desteklenmiştir. Projenin yürütülmesinde destek olan İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine ve İnönü Üniversitesi Rektörlüğüne teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Arslan, N. (2010). Uluslararası biyoçeşitlilik yılı münasebetiyle tarımsal biyoçeşitlilik ve yerel çeşitlerin/ekotiplerin önemi. *Ziraat Mühendisliği*, (354), 4-9.
- Balkaya, A., & Karaağaç, O. (2005). Vegetable genetic resources of Turkey. *J. of Vegetable Science*, 11 (4), 81-102.
- Balkaya, A., Özbakır, M., & Karaağaç, O. (2010). Karadeniz bölgesi'nden toplanan bal kabağı (*Cucurbita moschata* Duch.) popülasyonlarındaki meyve özelliklerinin karakterizasyonu ve varyasyonun değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 16, 17-25.
- Balkaya, A., Yanmaz, R., Apaydin, A., & Kar, H. (2005). Morphological characterisation of white head cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* subvar. *alba*) genotypes in Turkey. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 33 (4), 333-341.
- Başak, H., (2019). Kırşehir yerel sivri biber (*Capsicum annuum* L. var. *longum*) popülasyonlarının agronomik ve morfolojik karakterizasyonu. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg.*, 22(2), 202-216.
- Belay, F., Abate, B., & Tsehaye, Y. (2019). Genetic diversity studies for morphological traits of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes in Central Zone of Tigray Region, Northern Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research*, 14 (33), 1674-1684.
- Binbir, S., (2010). *Bazı yerel biber (Capsicum annuum L.) Popülasyonlarında karakterizasyon çalışmaları*. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Bozokalfa, MK., & Eşiyok, D. (2010). Biber (*Capsicum annuum* L.) aksesyonlarında genetik çeşitliliğin agronomik özellikler ile belirlenmesi. *E.Ü. Ziraat Fak. Derg.*, 47(2), 123-134.

- Cakir, Z., Balkaya, A., Saribas, S., & Kandemir, D. (2017). The morphological diversity and fruit characterization of Turkish eggplant (*Solanum melongena* L.) Populations. *Ekin Journal of Breeding and Genetic*, 3 (2), 34-44.
- Ekiz, H., & Kemer, M., (1995). *Breeding of Demre pepper*. IX th Meeting on Genetics and Breeding on Capsicum and Eggplant. Budapest, Hungary.
- Erdinç, Ç., Türkmen, Ö., & Şensoy, S. (2013). Türkiye'nin bazı fasulye genotiplerinin çeşitli bitkisel özelliklerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 23 (2): 112-125.
- Fidan, S., Lokoğlu, N., & Sarıçam, Ş. (2016). Ülkesel ıspanak genetik kaynaklarının karakterizasyonu
- Gözen, V., (2008). *Hıyarda (Cucumis sativus L.) örtüaltı yetiştiriciliğine uygun hibrit çeşit islahında morfolojik karakterizasyon, hibrit kombinasyonları ile hibrit tohum verim ve kalitesinin belirlenmesi*. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 185 s, Ankara.
- Günay, A., (2005). *Sebze Yetiştiriciliği. Cilt 1*. İzmir.
- Hancı, F., & Gökçe, A.F. (2016). Molecular characterization of Turkish onion germplasm using ssr markers. *Czech J. Genet. Plant Breed*, 52 (2), 71-76.
- Ipek, A., Türkmen, Ö., Fidan, S., Ipek, M., & Karci, H. (2016). Genetic variation within the purple carrot population grown in ereğli district in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40 (4), 570-576.
- İnan, Y., (1988). Çarliston Biber Islahı. TAGEM Sonuç Raporu, Yalova, s.15.
- Karaağaç, O., & Balkaya, A. (2009). Bafra kırmızı biber popülasyonları [*Capsicum annum* L. var. *conoides* (Mill.) Irish] tanımlanması ve mevcut varyasyonun değerlendirilmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 25 (1), 10-20.
- Karaağaç, O., Kar, H., Özer, M., & Doğru, Ş. (2014). Lahana ıslahı Programları için nitelikli genitörlerin geliştirilmesi ve tohum teknolojisi projesi. TAGEM-BBSS-10-17 No.Lu Proje Ara Sonuç Raporu.
- Karagöz, A., Tan A., Özbek K., Yıldız A., Keskin E., Bilgin A., Aykas L., Deniz D. & Odası, Z. M. (2020). *Tarımda Bitki Genetik Kaynakları Alanında Mevcut Durum ve Gelecek Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1* s. 257-281.
- Karipcin, Z., Sarı, N., & Kırnak, H. (2010, September). *Effects of drought on yield and pomological features of wild and domestic Turkish watermelon genotypes*. IV International Symposium on Cucurbits, Changsha, Hunan (China).
- Keleş, D., Rastgeldi, U., Karipcin, Z., Karagül, S., Soylu, M. K., Çömlekçioğlu, N., & Büyükalaca, S. (2016). Seleksiyon yoluyla Şanlıurfa biber ıslahı. *Alatarım*, 15 (1), 39-44.
- Kiracı, S. (2013). *Konya ve yöresinde üstün teknolojik özelliklere sahip mor havuç tiplerinin seleksiyonu*. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye.
- Madakbaş, S.Y., Özçelik, H., & Ergin, M. (2006). Çarşamba Ovası'nda bodur taze fasulye popülasyonlarından belirlenmiş olan hatlar arasındaki farklılıkların belirlenmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10 (3/4), 71-77.
- Mutlu, S., Haytaoğlu, M.A., Kır, A., & İçer, B. (2009). Ulusal Gen Bankası Biber (*Capsicum Annum* L.) Materyalinde Morfolojik Karakterizasyon. *Anadolu: Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi (J. of AARI)*, 19 (1), 63-91.
- Negri, V. (2007). *Towards a more comprehensive definition of "landrace" than currently published*. Report of a Task Force on On-farm Conservation and Management, Second Meeting, 19-20 June 2006, Stegelitz, Germany. 20 pp. Bioversity International, Rome, Italy.
- Oğuz, A., Gözen, V., Kabaş, A., Zengin, S., Sönmez, K., & Ellialtıoğlu, Ş. (2014). Determination of relationship between some turkish local tomato genotypes by using phenotypic characterization. *Derim*, 31 (1), 25-34.
- Öntürk, G., & Çürük, S. (2019). Hatay'ın Farklı İlçelerinde Yetiştirilen Biber Köy Popülasyonlarında Bitki ve Meyve Özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bil. Dergisi*, 29 (4) , 689-701.
- Patel, V. K., Singh, U., Goswami, A., Tiwari, S. K., & Singh, M. (2017). Genetic variability, interrelationships and path analysis for yield attributes in eggplant. *Environ. Ecol*, 35(2A), 877-880.
- Sarı, N., Solmaz, I., Yetisir, H., & Unlu, H. (2005, Eylül). *Watermelon genetic resources in turkey and their characteristics*. III International Symposium on Cucurbits,

- Sönmez, K., Oğuz., A., Özdamar, K., & Ellialtıoğlu, Ş. (2015). Bazı yerel sofralık domates genotiplerinin morfolojik ve fenolojik olarak akrabalık derecelerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25 (1), 24-40.
- Sürmeli, N., & Erdoğan, S., (1985). Yağlık (salçalık) biber ıslahı. *Bahçe Dergisi*, 14 (1-2), 31-35. Yalova.
- Sürmeli, N., & Şimşek, G., (1991). Çorbacı biber ıslahı. *Yalova Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 20 (1-2), 3-8.
- Sürmeli, N., Beşirli, G., Başay, S., Kaynaş, K., Erdoğan, S., Sönmez, İ., & Göçmen, M. (2007). Yeni bir biber çeşidi "Sürmeli Biberi". *Bahçe*, 36 (1), 61-75.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M. & Polat, S. (2008). *Özel Sebzeçilik*; Tekirdağ, Turkey: p. 485.
- Şensoy, S., & Şahin, U. (2012). Farklı Sıhke yerel kavun genotipleri arasındaki genetik ilişkiler. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 22 (3), 147-154.
- Taş, N., Kırçalıoğlu, G., Kırıcı, K. K., & Özer, U. (2017). Türkiye yerel çeşit genetik kaynaklarının muhafazası. *Turkish Journal of Scientific Reviews*, 10(1), 48-52.
- Tüik, (2019). http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001. Erişim Tarihi:25.05.2020.
- Yetişir, H., Şakar, M., & Serçe, S. (2008). Collection and morphological characterization of *Lagenaria siceraria* germplasm from the mediterranean region of turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 55 (8), 1257-1266.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



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

Araştırma Makalesi (Research Article)

Bazı Soya (*Glycine max* L.) Çeşitlerinin IPBS Markörleriyle Moleküler Karakterizasyonu

Ahmet Metin KUMLAY¹, Serap DEMİREL², Fatih DEMİREL^{*3}, Bünyamin YILDIRIM⁴

^{1,4}Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Iğdır, Türkiye

²Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Van, Türkiye

³Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Iğdır, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-9765-8674> ²<https://orcid.org/0000-0002-3102-4924> ³<https://orcid.org/0000-0002-6846-8422>

⁴<https://orcid.org/0000-0003-2463-6989>

*Sorumlu yazar e-posta: drfdemirel@gmail.com

Makale Bilgileri

Geliş: 15.10.2020

Kabul: 25.11.2020

Online Yayınlanma 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.811158

Anahtar kelimeler

Genetik ilişki,
Glycine max L.,
IPBS,
İslah.

Öz: Küresel ısınma ve insan popülasyonunun sürekli artması besin kaynağı üzerinde baskı oluşturmaktadır. Soya fazlaca protein ve yağ içermesinden dolayı insan beslenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmada 12 soya çeşidinin (Nova, Nazlıcan, SA88, Ataem7, Arısoy, A3127, Türksoy, Adasoy, Yemsoy, ANP2018, Yeşilsoy ve Samsoy) 6 IPBS markörü ile genetik ilişkisi incelenmiştir. IPBS analizi sonucuna göre toplam 44 polimorfik bant elde edilmiş olup ortalama polimorfizm oranı %85.83 olmuştur. Primer başına elde edilen ortalama polimorfik bant sayısı 7.33 olarak belirlenmiştir. Genotipler arasında Dice benzerlik indeksi 0.1 ile 0.9091 arasında değişmiş olup ortalama benzerlik indeksi 0.4506 olarak hesaplanmıştır. Analizlerin sonuçlarına göre, en yakın akrabalık gösteren genotiplerin Yeşilsoy ile Arısoy çeşitleri iken, en az benzeyen genotiplerin ise Samsoy ile Yemsoy çeşitleridir. Sonuç olarak, IPBS markörleri soya ıslahı programlarında uygun ebeveynlerin seçiminde genotipleri karakterize etmek için etkili bir şekilde kullanılabilir.

Molecular Characterization of Some Soybean (*Glycine max* L.) Varieties

Article Info

Received: 15.10.2020

Accepted: 25.11.2020

Online Published 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.811158

Keywords

Genetic diversity,
Glycine max L.,
IPBS,
Breeding.

Abstract: Global warming and the continuous increasing in human population have adverse effects on the food source. Soybean plays a significant role in human nutrition due to its high protein and fat content. In this study, the genetic relationship of 12 soybean varieties (Nova, Nazlıcan, SA88, Ataem7, Arısoy, A3127, Türksoy, Adasoy, Yemsoy, ANP2018, Yeşilsoy and Samsoy) was investigated using 6 IPBS markers. According to the results of the IPBS analysis, totally 44 polymorphic bands were obtained and the average polymorphism rate was 85.83%. The average number of polymorphic bands obtained per primer was determined as 7.33. The Dice similarity index between genotypes varied between 0.1 and 0.9091 with the average being 0.4506. According to the results of the analysis, the genotypes showing the closest relationship are Yeşilsoy and Arısoy varieties, while the farthest genotypes are Samsoy and Yemsoy. As a result, IPBS markers can be used effectively to characterize genotypes in the selection of suitable parents in soybean breeding programs.

1. Giriş

Rosales takımının Leguminosae familyasından, Papilionaceae alt familyasının *Glycine* cinsine ait bir bitki olan soyanın ana vatanı Doğu Asya'dır. Soya bitkisinin milattan önce gıda üretimi amacıyla ekiminin yapıldığı bildirilmektedir. Soya (*Glycine max* L.), tek yıllık bitkiler arasında dünya bitkisel yağ üretim ve tüketiminde ilk sırada yer alan önemli bir yağ bitkisidir (Arıoğlu, 2007). Soya aynı zamanda bir baklagil bitkisi olduğu için ihtiyacı olan azotu havanın serbest azotunu kullanarak karşılamakta ve kendinden sonra kullanılacak bitkiler için toprağa azot bağlamaktadır. Bu yüzden iyi bir münavebe bitkisi olarak kabul edilmektedir (Kökten, 2014).

Yazlık ekimi yapılan ve tek yıllık olan soya bitkisinin tohumlarında ortalama %36-40 protein, %18-24 yağ (Omega-3 ve benzeri yağ asitleri), B1, B2, K ve E vitaminleri, Zn, Fe ve Ca elementleri, %27 karbonhidrat ve %18 madensel maddeler bulunmaktadır. Ayrıca, soya küspesi hayvan beslenmesinde yem rasyonları için önemli bir yer tutmaktadır (Sarımehmetoğlu, 2006; Arıoğlu, 2007). Diğer taraftan soya bitkisi bisküvi, çikolata, hazır çorba gibi birçok gıda maddesinin yapımında da kullanılmaktadır (Polat, 2015).

Soya fasulyesi insan beslenmesinde önemli yer tutmaktadır. İnsan kaynaklı soya tüketimi giderek artmasının yanında, soyanın birçok alanda sanayi ham maddesi olarak kullanımı da artmaktadır. 1980'li yıllarda ABD'de biyodizel yakıt olarak kullanılabilmesi de saptanmış ve yenilenebilir enerji kaynaklarıyla beraber kullanımı üzerine dikkat çekilmiştir (Kinney ve Clemente, 2004).

Gerek sanayi hammaddesi gerekse beslenme olarak önemli bir yere sahip olan soya bitkisinin dünyadaki önemi her geçen gün artmasına rağmen, Türkiye'de sulamaya bağlı olarak uygun yetişme ortam koşullarını bulabilmesine karşın yeterli ilgiyi bulamamıştır. Farklı iklim koşullarının hüküm sürdüğü Türkiye'de bu bitkinin yaygın olarak ekilmesi ve ülke ticaretinde önemli bir yere sahip olması için gerekli adımların atılması gerekmektedir. Bu yüzden soya bitkisinin ekim alanlarının genişletilmesi, üretim ve veriminin artırılması için Türkiye'deki mevcut durumun ve bitkinin ortam koşullarının saptanarak, potansiyel soya bitkisi yetiştirilebilecek alanlarının belirlenmesi gereklidir. Ayrıca, soya bitkisinden, yeni ıslah materyallerinin geliştirilmesi, genetik akrabalık düzeylerinin belirlenmesi ve gen havuzunun oluşturulması önem arz etmektedir. Bu kapsamda, agromorfolojik özellikler ile genetik özelliklerin moleküler tanımlanması ıslah çalışmalarına hız kazandırırken genetik çeşitliliğin ortaya konulması yeni ıslah materyallerinin geliştirilmesi için önem taşımaktadır (Escribano ve ark., 1998).

Bir bitkiye ait çeşitlerin tanımlanması ve tescili, esas olarak morfolojik ve fizyolojik özelliklere dayanmaktadır. Bu tanımlayıcılar yararlı olsalar da sayıları sınırlıdır ve çevresel faktörlerden etkilenebilirler. Moleküler belirteçler, çeşitlerin morfolojik ve fizyolojik karakterizasyonunun yararlı bir tamamlayıcısıdır, çünkü bunlar bol miktarda bulunur, doku veya çevresel etkilerden bağımsızdır ve bitki gelişiminin erken aşamalarında genotip tanımlanmasına izin verir. Çeşitlerin moleküler karakterizasyonu aynı zamanda genetik çeşitliliğin zamanla azalması olarak tanımlanan potansiyel genetik erozyonu değerlendirmek için de geniş ölçüde kullanılmaktadır (Manifesto ve ark., 2001).

Az miktar DNA ile yüksek polimorfizm veren dominant markör teknikleri (RAPD, ISSR, IPBS gibi) ekonomik yönden ucuz oldukları gibi çabuk sonuç verdikleri ve daha az iş gücü gerektirdiği için tercih edilmektedir (Yorgancılar ve ark., 2015; Demirel, 2020; Koçak ve ark., 2020; Nkongolo ve ark., 2020). Kalendar ve ark. (2010)'nın geliştirdiği DNA-IPBS (Inter-Primer Binding Site) moleküler markörleri farklı LTR (long terminal repeat) sekanslarını tanımlamak için kullanılan ve çeşitler arasında polimorfizmi doğrudan görselleştiren bir metottur. IPBS markörleri klon analizlerinde, genetik çeşitlilik analizlerinde ve filogenetik çalışmalarda başarılı bir şekilde uygulanmıştır (Smýkal ve ark., 2011; Baránek ve ark., 2012; Gailite ve Rungis, 2012). IPBS, polimorfizmi açığa çıkarma konusunda eşit veya daha yüksek kapasiteye sahiptir ve tür içi ve türler arası çeşitliliği belirlemek için büyük bir potansiyel sunmaktadır (Andeden ve ark., 2013).

Bu çalışmada soya genotiplerinin genetik çeşitliliği DNA temelli IPBS moleküler markörler ile PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Bu çalışmayla, genetik çeşitliliğin belirlenmesi ile kullanılacak markörlerin soya genotipleri üzerindeki tanımlamanın belirlenmesi hedeflenmiştir. Bununla birlikte, IPBS markörleri ile soya (*Glycine max* L.) genotipleri üzerinde çalışılmamıştır. Dolayısıyla bu çalışmada, IPBS markör sisteminin soyada kullanılabilirliği

belirlenerek, markörlerin ayırt ediciliğini belirlemek için markörlere ait PIC gibi bazı parametreler de hesaplanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada 12 adet (Nova, Nazlican, SA88, Ataem7, Arısoy, A3127, Türksoy, Adasoy, Yemsoy, ANP2018, Yeşilsoy ve Samsoy) soya çeşidi kullanılmıştır. Araştırma Erciyes Üniversitesi Genom ve Kök Hücre Merkezi Bitki Biyoteknolojisi biriminde yürütülmüştür. Materyaller İğdır Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü bünyesinden temin edilmiştir.

DNA izolasyonu, genç yapraklardan 0.4 g kullanılarak DNA kiti aracılığıyla gerçekleştirilmiştir (Fermentas, Maryland, USA). İzole edilen DNA'ların miktarları 230/280 nm dalga boyunda BioSpec-nano Shimadzu Biotech spektrofotometre cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Miktarı ölçülen DNA'lar PCR analizi için 5 ng/µl olacak şekilde hazırlanmıştır. PCR kokteyli toplamda 20 µl olacak şekilde hazırlanmıştır. PCR işleminde reaksiyon için 94 °C'de 1 dakika 1 döngü, 94 °C'de 45 saniye markör bağlanma sıcaklığında 45 saniye 72 °C'de 1 dakika 42 döngüyle yapıldıktan sonra 72 °C'de 5 dakika 1 döngü basamakları ile sonlandırılmıştır (Demirel, 2020).

PCR işlemi sonrasında çoğaltılan DNA'lar TBE tampon içerisinde %2'lik agaroz jel üzerinde elektroforez kullanılarak 120 V'da 3 saat yürütülmüştür. Elektroforez işleminde kuyulara PCR ürünü, 2 µl yükleme boyası ve 100-3000 bç'lik 100 bp DNA Ladder H3 RTU (GeneDirex) eklenmiştir (Cat. No. DM003-R500). Elektroforez işlemi sonunda agaroz jeller UV ışını altında fotoğrafları çekilip kayıt edilmiştir.

Görüntüler incelenerek bant profilleri binary olarak (bant varlığında "1", bant yokluğunda "0") kodlanmıştır. Kullanılan markörlere ait I (Shannon bilgi içeriği) ve H (Nei'nin gen çeşitliliği) değerleri GENALEX V6.5 programı kullanılarak belirlenmiştir (Shannon, 1948; Nei, 1973; Peakall ve Smouse, 2006). PIC (polimorfizm bilgi içeriği) değeri PowerMarker V3.25 programı kullanılarak hesaplanmıştır (Liu and Muse, 2005). Genotipler arasındaki benzerlik katsayıları hesaplanarak (Dice, 1945) UPGMA (Aritmetik Ortalamayı Kullanan Ağırlıksız Çift Grup Metodu) metodu ile dendrogram NTSYS-pc V2.11 programı kullanılarak oluşturulmuştur. Ayrıca, Eigen vektörü hesaplanarak iki boyutlu ve üç boyutlu grafikler elde edilmiştir (Rohlf, 2000).

3. Bulgular

Çalışmada 12 soya çeşidi 6 IPBS markörleri kullanılarak polimorfizm araştırılmıştır. Markörlere ait bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir. Çalışmada elde edilen toplam 49 banttan 44'ü polimorfik bant oluşturmuştur. Ortalama polimorfik bant sayısı 7.33'dür. En yüksek polimorfik bant (15) veren IPBS-2080 markörüdür ve polimorfizm oranı %100'dür. En düşük polimorfizm oranı %50 olup IPBS-2384 markörüne aittir.

Çizelge 1. IPBS markörlerinin karakterizasyon değerleri

Markör Adı	Markör Bilgileri		Bantların Bilgileri			Çeşitlilik Değerleri			
	Markör Sekansları 5'-3'		Sıcaklık	Toplam Bant	Polimorfik Bant	P%	I	H	PIC
IPBS2384	GTAATGGGTCCA		45	6	3	50	0.67	0.48	0.36
IPBS2382	TGTTGGCTTCCA		45	4	3	75	0.32	0.21	0.17
IPBS2381	GTCCATCTTCCA		45	8	8	100	0.47	0.31	0.25
IPBS2231	ACTTGGATGCTGATACCA		55	6	6	100	0.31	0.21	0.16
IPBS2080	CAGACGGCGCCA		50	15	15	100	0.31	0.18	0.16
IPBS2077	CTCACGATGCCA		45	10	9	90	0.44	0.27	0.23
Toplam				49	44				
Ortalama				8.16	7.33	85.83	0.42	0.28	0.22

Çalışmamızdan elde edilen verilere göre en yüksek I değeri IPBS-2384 (I=0.67) marköründe, en düşük ise IPBS-2080 (I=0.31) ve IPBS-2231 (I=0.31) markörlerinde görülmüştür. Markörlere ait ortalama I değeri ise 0.42 olarak hesaplanmıştır.

Bu araştırma sonucunda en yüksek H değeri IPBS-2384 (H=0.48) marköründe, en düşük ise IPBS-2080 (H=0.18) marköründe oluşmuştur. Markörlere ait ortalama H değeri ise 0.42 olarak hesaplanmıştır.

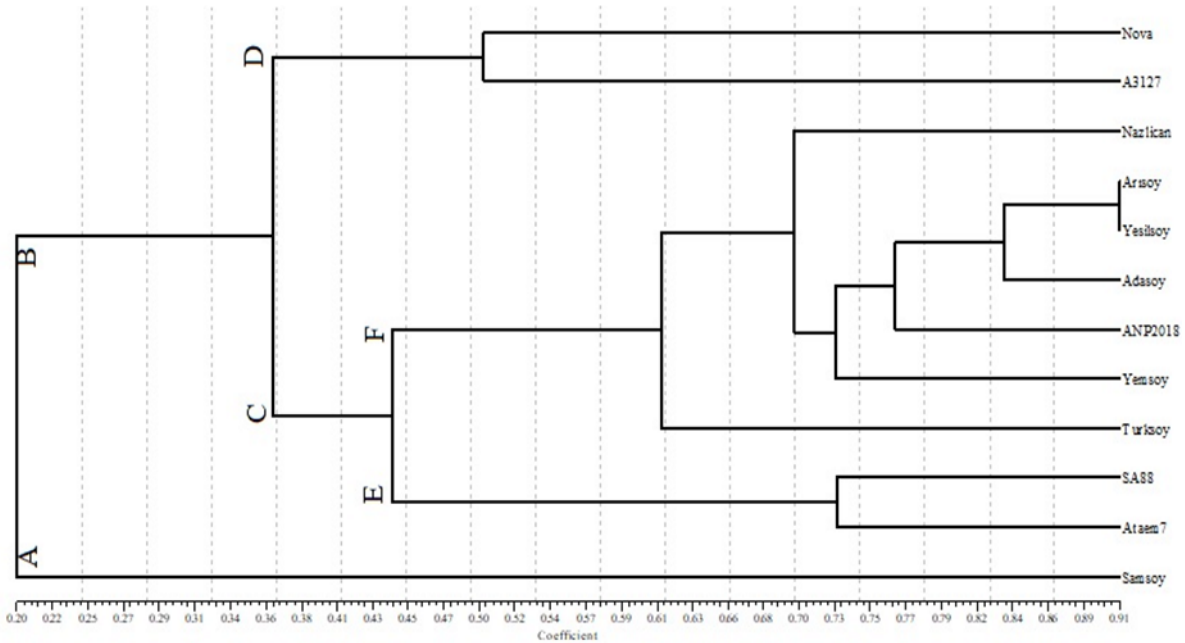
PIC, mevcut her bir bandın ilişki frekanslarını hesaba kattığı için, ham bant sayısından biraz daha iyi bir çeşitlilik tahmini sağlar (Cömertpay ve ark., 2012). Bu nedenle bu sonuçlar, güvenilir genotip ayrımı için gerekli lokusların sayısını azaltmada ve en bilgilendirici markörlerin saptanmasında bize yardımcı olmaktadır. Çalışmamızda en yüksek PIC değeri IPBS-2384 (PIC=0.36) marköründe, en düşük ise IPBS-2080 (PIC=0.16) ve IPBS-2231 (PIC=0.16) markörlerinde görülmüştür. Markörlere ait ortalama PIC değeri ise 0.22 olarak hesaplanmıştır.

Soya genotiplerine ait Dice benzerlik indeksleri Çizelge 2'de verilmiştir. Genotiplerin benzerlik düzeyleri 0.1 ile 0.9091 arasında değişmiş olup ortalama benzerlik değeri 0.4506 olarak hesaplanmıştır. Birbirine en çok benzeyen soya genotipleri Yeşilsoy ile Arısoy çeşitleri iken birbirine en uzak genotipler Samsoy ile Yemsoy çeşitleri arasında olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2. DICE benzerlik katsayıları

	Nova	Nazlıcan	SA88	Ataem7	Arısoy	A3127	Türksoy	Adasoy	Yemsoy	ANP2018	Yeşilsoy
Nazlıcan	0.4211	1									
SA88	0.3529	0.5000	1								
Ataem7	0.1429	0.4000	0.7273	1							
Arısoy	0.6000	0.7368	0.5882	0.4286	1						
A3127	0.5000	0.2105	0.4706	0.1429	0.4000	1					
Türksoy	0.4762	0.6000	0.6667	0.4000	0.6667	0.381	1				
Adasoy	0.5217	0.7273	0.5000	0.3529	0.8696	0.3478	0.7500	1			
Yemsoy	0.3846	0.6400	0.3478	0.3000	0.6923	0.2308	0.5185	0.7586	1		
ANP2018	0.3810	0.7273	0.4444	0.3529	0.7619	0.1905	0.5455	0.7500	0.7407	1	
Yeşilsoy	0.5455	0.6667	0.5263	0.3750	0.9091	0.3636	0.6087	0.8000	0.7143	0.7826	1
Samsoy	0.2857	0.1538	0.3636	0.5000	0.1429	0.1429	0.1333	0.1176	0.1000	0.1333	0.1250

Dice benzerlik indeksinden yararlanarak UPGMA metodu ile kümeleme analizi yapılmıştır ve bunların dendrogramı (Şekil 1) elde edilmiştir. Elde edilen dendrograma göre genotipler iki ana kümeye ayrılmıştır (A ve B). Samsoy genotipi A kümesi içerisinde yer alarak diğer genotiplerden ayrılmıştır. B kümesi kendi içerisinde iki kümeye ayrılmıştır (C ve D). D kümesi içerisinde Nova ve A3127 genotipleri kendi arasında bir grup oluşturmuştur. C kümesi de kendi içerisinde E ve F kümelerine ayrılmıştır. E kümesi içerisinde SA88 ve Ataem7 genotipleri bir grup oluşturmuştur. F kümesi içerisinde geriye kalan Türksoy, Yemsoy, ANP2018, Adasoy, Yeşilsoy ve Arısoy genotiplerinin kendi aralarında gruplandığı tespit edilmiştir.



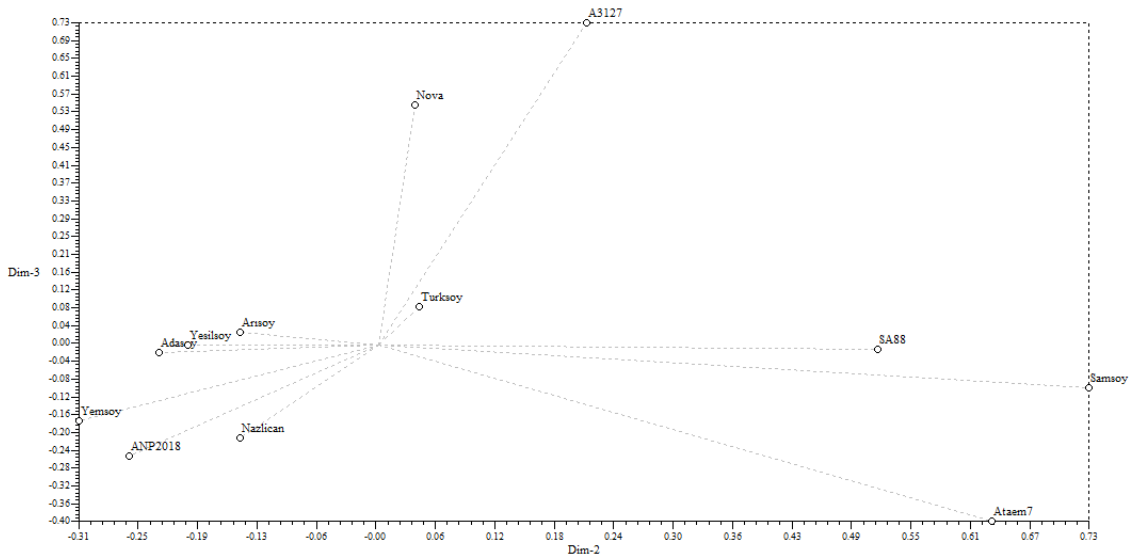
Şekil 1. UPGMA dendrogramı.

Genotipleri arasındaki genetik farklılığı ortaya çıkarmak için moleküler verilere dayalı Temel Bileşen Analizi (PCA: Principal Component Analysis) yapılmıştır. PCA sonucuna göre ilk üç ana bileşenin eklemeli toplamı %76.74 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. İlk üç ana faktörün eigen değerleri

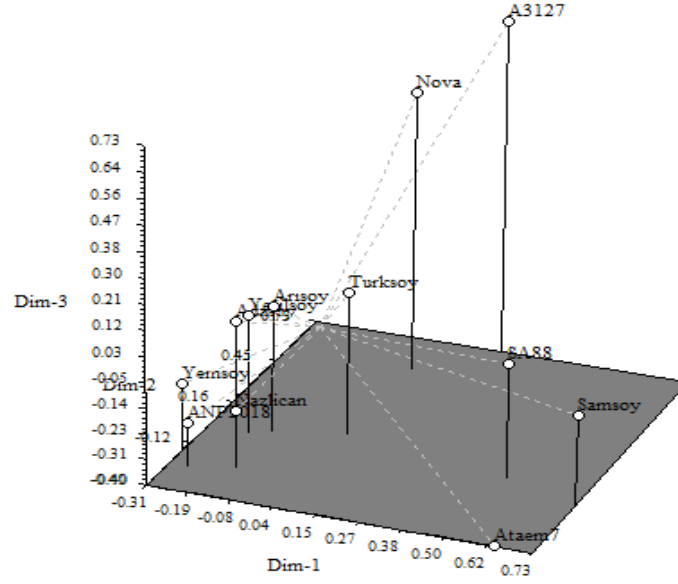
Ana Bileşenler	Eigen Değerleri	Yüzdeleri (%)	Eklemeli Toplamları (%)
1	6.53	54.45	54.45
2	1.53	12.78	67.23
3	1.14	9.51	76.74

Genetik çeşitlilik modelini analiz etmek için kümeleme tekniklerinden yararlanılmaktadır. Kümeleme teknikleri karmaşık ve çok boyutlu çeşitlilik modelleri sunabilirken, temel koordinat ve bileşen analizleri iki boyutlu ve üç boyutlu sunumlarla kümeleri tanımlamak için birlikte kullanılabilir (Ganeva ve ark., 2010; Gurcan ve ark., 2017).



Şekil 2. İki boyutlu (2D) temel bileşenler (PCA) grafiği.

Temel bileşen analizi (PCA) yapılarak iki boyutlu (2D) ve üç boyutlu (3D) grafikler elde edilmiştir. 2D grafiği Şekil 2’de, 3D grafiği de Şekil 3’de görülmektedir. 2D grafikte SA88, Samsöy ve Ataem7 bir arada kümelenmiş gibi gözükse de 3D grafikte Samsöy genotipi Ataem ve SA88 genotiplerinden ayrı gruplanmıştır. Dendogramda da (Şekil 1) Samsöy diğer genotiplerinden ayrılmış ve A kümesi içerisinde yer almıştır. Aynı şekilde, Ataem ve SA88 genotipleri de 3D grafik ile benzer şekilde ayrı gruplanmış olup dendogramda (Şekil 1) E kümesi içerisinde yer almıştır. Dendogramda (Şekil 1) Nova ve A3127 D kümesi içerisinde yer alsa da 3D grafik incelendiğinde Nova genotipinin A3127 genotipinden farklılık gösterdiği gözlenmektedir. Dendogramda (Şekil 1) Türksöy genotipi F kümesi içerisinde yer alsa da, 2D ve 3D grafikleri incelendiğinde F kümesini oluşturan diğer genotiplerden farklı noktada yer aldığı belirlenmiştir.



Şekil 3. Üç boyutlu (3D) temel bileşenler (PCA) grafiği.

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışmamızda toplam 6 IPBS markörü kullanılmış ve 12 soya çeşidinde toplam 44 polimorfik bant saptanmıştır. Bu çalışmada kullanılan soya çeşitlerinin moleküler karakterizasyonu IPBS markörleri aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. DICE benzerlik katsayıları belirlenmiş ve birbiri ile en yakın akrabalık gösteren genotiplerin Yeşilsoy ile Arısoy çeşitleri olduğu belirlenmiştir. Akrabalık yönünden birbirine en az benzeyen genotiplerin ise Samssoy ile Yemsoy çeşitleri olduğu tespit edilmiştir.

Ude ve ark. (2003) Çin, Japonya ve Kuzey Amerika'dan topladıkları toplam 190 soya genotipini AFLP markörü ile analiz etmişler ve %27 (polimorfizm oranı) gibi çok düşük bir rakam belirlemişlerdir. Brick ve Sivalop (2001), farklı ekolojik ve coğrafi kökenlerden 19 soya fasulyesi çeşidini incelemek için 5 ISSR markörlerini kullanarak %75 polimorfizm tespit ettiklerini raporlamışlardır. Bizim çalışmamızda kullandığımız IPBS markörleri ise bu çalışmalardan elde edilen verilere göre soya çeşitlerinde yüksek polimorfizm göstermiştir. Stathi ve ark. (2020), *Cicer graecum*'da ISSR markörlerini kullanarak elde ettikleri ortalama I değerini 0.31 olarak rapor etmişlerdir. Mevcut çalışmamızdaki I değeri Stathi ve ark. (2020)'ın elde ettikleri sonuçtan yüksektir. Baloch ve ark. (2015), IPBS markörleri kullanarak bezelye (*Pisum sativum* L.) genotiplerinde ortalama H değerini 0.26 olarak, Andeden ve ark. (2013) ise nohut genotiplerinde IPBS markörleri kullanarak ortalama H değerini 0.27, ISSR markörlerini kullanarak ortalama H değerini 0.29 olarak bulduklarını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızdaki ortalama H değeri literatürdeki çalışmalar ile benzerlik göstermiştir. Baloch ve ark. (2015) bezelye (*Pisum sativum* L.) genotiplerini IPBS yöntemiyle incelemişler ve ortalama PIC değeri (0.61) bizim çalışmamızdan yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum bizim çalışmamızdaki allelik farklılığın düşük olduğunu göstermektedir. Chowdhury ve ark. (2002) RAPD markörleri kullanarak soya genotiplerinde ortalama Dice benzerlik katsayılarını 0.449 olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda kullandığımız soya genotiplerinin ortalama Dice değerleri ile örtüşmektedir.

İslah programları yapılırken belirli bir genetik özelliğin seçilmesiyle sonuca varıldığı bilinmektedir. Bu durum, soya gibi kültürü yapılan bitkilerde çeşitler arasında benzer genetik yapıların oluşmasına neden olabilmektedir. IPBS tekniği, soya yetiştirme programları için ebeveynlerin belirlenmesine yardımcı olmak için ucuz ve uygun bir tekniktir. Bu çalışma ülkemizde soya bitkisinde IPBS markörleri ile genetik ilişkinin değerlendirildiği ilk çalışma niteliğine sahip olup daha sonra soyada yapılacak genetik ve moleküler çalışmalara katkı sağlayacaktır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, soya fasulyesi ıslahçıların genetik çeşitlilik hakkında bilgi edinmelerine yardımcı olmasının yanında, soyanın genetik temelini genişletmek için kullanılacak stratejilerin geliştirilmesi adına bilgi sağlayacaktır.

Teşekkür

Bu çalışmanın (2019-FBE-A09) gerçekleştirilmesinde maddi imkanları destekleyen Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimine katkılarından dolayı teşekkür ederiz. Ayrıca laboratuvar çalışmalarındaki yardımları için Moleküler Biyolog (doktora öğrencisi) Aybüke Erol'a da teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Andeden, E. E., Baloch, F. S., Derya, M., Kilian, B., & Özkan, H. (2013). iPBS-Retrotransposons-based genetic diversity and relationship among wild annual *Cicer species*. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*, 22(4), 453-466.
- Arioğlu, H. H. (2007). *Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı Ders Kitapları*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana.
- Baloch, F. S., Alsaleh, A., de Miera, L. E. S., Hatipoğlu, R., Çiftçi, V., Karaköy, T., Yıldız, M., & Özkan, H. (2015). DNA based IPBS-retrotransposon markers for investigating the population structure of pea (*Pisum sativum*) germplasm from Turkey. *Biochemical Systematics and Ecology*, 61, 244-252.
- Baránek, M., Meszaros, M., Sochorova, J., Cechova, J., & Roddova, J. (2012). Utility of retrotransposon-derived marker systems for differentiation of presumed clones of the apricot cultivar Velkopavlovicka. *Scientia Horticulturae*, 143, 1-6.
- Brick, A. F., & Sivolap, Y. M. (2001). Molecular genetic identification and certification of soybean (*Glycine max* L.) cultivars. *Russian Journal of Genetics*, 37(9), 1061-1067.
- Chowdhury, A. K., Srinives, P., Tongpamnak, P., Saksoong, P., & Chatwachirawong, P. (2002). Genetic relationship among exotic soybean introductions in Thailand: Consequence for varietal registration. *Science Asia*, 28, 227-239.
- Cömertpay, G., Baloch, F. S., Kilian, B., Ülger, A. C., & Özkan, H. (2012). Diversity assessment of Turkish maize landraces based on fluorescent labelled SSR markers. *Plant Molecular Biology Reporter*, 30(2), 261-274.
- Demirel, F. (2020). Bazı siyez buğdaylarının ISSR Markörleri ile karakterizasyonu. *Journal of Agriculture*, 3(2), 33-39.
- Dice, L. R., (1945). Measures of the amount of ecologic association between species. *Ecology*, 26, 297-302.
- Escribano, M. R., Santalla, M., Casquero, P. A., & De Ron, A. M. (1998). Patterns of genetic diversity in landraces of commonbean (*Phaseolus vulgaris* L.) from Galicia. *Plant Breeding*, 117(1), 49-56.
- Gailite, A., & Rungis, D., (2012). An initial investigation of the taxonomic status of *Saussurea esthonica* Baer ex Rupr. utilising DNA markers and sequencing. *Plant Systematics and Evolution*, 298, 913-919.
- Ganeva, G., Korzun, V., Landjeva, S., Popova, Z., & Christov, N. K. (2010). Genetic diversity assessment of Bulgarian durum wheat (*Triticum durum* Desf.) landraces and modern cultivars using microsatellite markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 57(2), 273-285.
- Gurcan, K., Demirel, F., Tekin, M., Demirel, S., & Akar, T. (2017). Molecular and agromorphological characterization of ancient wheat landraces of Turkey. *BMC Plant Biology*, 17(1), 171.
- Kalendar, R., Antonius, K., Smýkal, P., & Schulman, A. H. (2010). iPBS: a universal method for DNA fingerprinting and retrotransposon isolation. *Theoretical and Applied Genetics*, 121(8), 1419-1430.
- Kinney, A. J. A., & Clemente, T. E. (2004). Modifying soybean oil for enhanced performance in biodisel blends. *Fuel Processing Technology*, 86(10), 1137-1147.
- Koçak, M., Karataş, M., Alp, Ş., Baloch, F., & Yıldız, M. (2020). Van gölü havzasından toplanan terslale (*Fritillaria imperialis* L.) genotiplerinde genetik farklılığın iPBS retrotranspozon markörleri ile belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(2), 398-406.
- Kökten, K., Seydosoglu, S., Kaplan, M., & Boydak, E., (2014). Forage nutritive value of soybean varieties. *Legume Research-An International Journal*, 37(2), 201-206.

- Liu, K., & Muse, S. V. (2005). PowerMarker: an integrated analysis environment for genetic marker analysis. *Bioinformatics*, 21(9), 2128-2129.
- Manifesto, M. M., Schlatter, A. R., Hopp, H. E., Suárez, E. Y., & Dubcovsky, J. (2001). Quantitative evaluation of genetic diversity in wheat germplasm using molecular markers. *Crop science*, 41(3), 682-690.
- Nei, M. (1973). Analysis of gene diversity in subdivided populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 70(12), 3321-3323.
- Nkongolo, K., Alamri, S., & Michael, P. (2020). Assessment of Genetic Variation in Soybean (*Glycine max*) Accessions from International Gene Pools Using RAPD Markers: Comparison with the ISSR System. *American Journal of Plant Sciences*, 11(9), 1414-1428.
- Peakall, R. O. D., & Smouse, P. E. (2006). GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Molecular ecology notes*, 6(1), 288-295.
- Polat, N. (2015). *Bazı soya türevlerinin sığır ve tavuk etlerinin emülsiyon karakteristikleri üzerine etkisi*. (PhD), Selcuk University, Institute of Natural and Applied Science, Konya, Turkey.
- Rohlf, J. F. (2000). NTSYS-pc: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Exeter Software, Setauket, New York.
- Sarımehmetoğlu, O. (2006). *The determination of some important quality characteristics of soybean grown in farmer condotions in Çukurova region*. Master Thesis. Cukurova University, Institute of Natural and Applied Science, Adana, Turkey.
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell system technical journal*, 27(3), 379-423.
- Smýkal, P., Bačová-Kertesová, N., Kalendar, R., Corander, J., Schulman, A. H., & Pavelek, M. (2011). Genetic diversity of cultivated flax (*Linum usitatissimum* L.) germplasm assessed by retrotransposon-based markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 122(7), 1385-1397.
- Stathi, E., Kougioumoutzis, K., Abraham, E. M., Trigas, P., Ganopoulos, I., Avramidou, E. V., & Tani, E. (2020). Population genetic variability and distribution of the endangered Greek endemic *Cicer graecum* under climate change scenarios. *AoB Plants*, 12(2), plaa007.
- Ude, G. N., Kenworthy, W. J., Costa, J. M., Cregan, P. B., & Alvernaz, J. (2003). Genetic diversity of soybean cultivars from China, Japan, North America, and North American ancestral lines determined by amplified fragment length polymorphism. *Crop Science*, 43(5), 1858-1867.
- Yorgancılar, M., Yakışır, E., & Erkoyuncu, M. T. (2015). Moleküler markörlerin bitki ıslahında kullanımı. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 4(2), 1-12.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



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

Araştırma Makalesi (Research Article)

Bazı Turunçgil Melezlerinin *in vitro* Koşullarda Mikroçoğaltım ve Köklenme Performanslarının Araştırılması**

Oğuzcan KURTULUŞ¹, Dicle DÖNMEZ², Belgin BİÇEN³, Özhan ŞİMŞEK⁴, Berken ÇİMEN⁵, Turgut YEŞİLOĞLU⁶, Ayzin KÜDEN⁷, Yıldız AKA KAÇAR^{*8}

¹Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 01330, Adana, Türkiye

^{2,3,7}Çukurova Üniversitesi, Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi, 01330, Adana, Türkiye

⁴Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 38280, Kayseri, Türkiye

^{5,6,7,8}Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 01330, Adana, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-9183-610X> ²<https://orcid.org/0000-0002-7446-9405> ³<https://orcid.org/0000-0001-8931-4759>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-5552-095X> ⁵<https://orcid.org/0000-0002-9376-1823> ⁶<https://orcid.org/0000-0001-5820-838X>

⁷<https://orcid.org/0000-0002-0811-6695> ⁸<https://orcid.org/0000-0001-5314-7952>

*Sorumlu yazar: ykacar@cu.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 14.10.2020

Kabul: 28.01.2021

Online Yayınlanma 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.810784

Anahtar kelimeler

Bitki doku kültürü,
Köklenme,
Mikroçoğaltım.

Öz: Turunçgiller yetiştiriciliği yapılan en önemli ve yüksek tür çeşitliliğine sahip meyve gruplarından biridir. Taze olarak tüketilmesi ve farklı endüstrilerde ham madde olarak kullanılması turunçgillerin önemini artırmaktadır. Bu nedenle turunçgillerde yeni çeşit ve anaç geliştirme çalışmaları oldukça önemlidir. Melezleme çalışmaları sonucunda elde edilen değerli bitkilerin çoğaltılması için bitki doku kültürü çalışmaları güçlü bir alternatiftir. Bu çalışmada, Sunki mandarin X Rubidoux üç yapraklı melezlerinin *in vitro* koşullarda mikroçoğaltımında genotip ve farklı besin ortamlarının (Murashige and Skoog Medium -MS, Woody Plant Medium -WPM, Rugini Olive Medium -ROM) etkisi incelenmiştir. Ayrıca bitkilerin köklendirilmesi üzerine genotip ve farklı bitki büyüme düzenleyicilerin (indol bütirik asit - IBA ve naftalen asetik asit - NAA) etkisi araştırılmıştır. Elde edilen köklü bitkiler dış koşullara alıştırmıştır. Çalışmada kullanılan genotiplerden mikroçoğaltım aşamasında en başarılı genotipler SR-60 ve SR-75 olurken, köklenme aşamasında en başarılı genotipler SR-41, SR-47 ve SR-60 olmuştur. Besin ortamlarının mikroçoğaltım üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P < 0.05$). Köklenme denemelerinde bitki boyu ve kök uzunluğu için en başarılı bitki büyüme düzenleyici IBA, kök sayısı için en başarılı bitki büyüme düzenleyici ise NAA olarak belirlenmiştir.

Investigation of Micropropagation and Rooting Performances of Some Citrus Hybrids in *in vitro* Conditions

Article Info

Received: 14.10.2020

Accepted: 28.01.2021

Online Published 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.810784

Keywords

Plant tissue culture,

Abstract: Citrus is one of the most important fruit species that is cultivated and has a high species diversity. Consuming fresh and using as a raw material in different industries increases the importance of citrus fruits. Therefore, development of new varieties and rootstocks in citrus fruits is very important. Plant tissue culture studies are a powerful alternative to reproduce valuable plants obtained as a result of crossbreeding studies. In this study, the effect of genotype and media on micropropagation performances of Sunki mandarin X Rubidoux trifoliolate hybrids (Murashige and Skoog Medium -MS, Woody Plant Medium -WPM, Rugini Olive Medium -ROM) were investigated. In addition, the effect of genotype and different plant growth regulators (indole butyric acid

Rooting,
Micropropagation.

- IBA and naphthalene acetic acid - NAA) on rooting of plants was investigated. Rooted plants acclimatized to greenhouse conditions. Among the genotypes, the most successful genotypes were SR-60 and SR-75 in the micropropagation stage, while the most successful genotypes were SR-41, SR-47 and SR-60 in the rooting stage. The effect of nutrient media on micropropagation was found statistically insignificant ($P < 0.05$). In rooting assay, the most successful plant growth regulator for plant height and root length was determined as IBA, and the most successful plant growth regulator for root number was determined as NAA.

** Bu çalışma yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

1. Giriş

Turunçgiller yüksek besin değeri ve yüksek üretim potansiyeli ile yetiştiriciliği yapılan en önemli meyve gruplarından biridir. Turunçgillerin sahip olduğu tür ve çeşit zenginliği, meyvelerinin olgunlaşmasının uzun bir döneme yayılması ve olgunlaşan meyvelerin ağaç üzerinde bekletilebilmesi turunçgillerin önemini artırmakta ve dünyada yetiştiriciliği yapılan önemli meyve gruplarından biri olmasını sağlamaktadır (Şimşek ve ark., 2018). Turunçgiller, ticari önemini sağlık açısından büyük değeri olan, taze tüketilen veya meyve suyu elde etmek için preslenmiş meyvelerinden almaktadır. Ayrıca, kabuklarından şekerleme yapılabilen, canlı hayvan yemi olarak, parfümerilerde, fırınlarda ve sabun endüstrisinde kullanılmaktadır (Iqbal ve ark., 2019).

Turunçgiller, yaygın coğrafi dağılımları ve bu nedenle değişken toprak-iklim koşulları altında yetiştirilmeleri nedeniyle, nihai üretime zarar veren ve meyve kalitesini düşüren abiyotik ve biyotik streslerle karşı karşıyadır (Ayadi ve ark., 2016). Buna ek olarak, Türkiye’de mevcut turunçgil çeşitlerinde meyve hasat zamanı, meyve irilik ve kaliteyle ilgili problemler vardır. Özellikle iri ve çekirdeksiz çeşitlerin dünya pazarlarında kolay ve iyi fiyatlarla ihraç edilebildiği bilinen bir gerçektir. Bu nedenle yeni çeşit geliştirme programlarının yapılarak erkenci; orta-geçci ve verimi yüksek çeşitlerin turunçgil sektörüne kazandırılması ihtiyacı doğmuştur. Turunçgil endüstrisi gelişmiş ülkelerde, turunçgil çeşit/anaç ıslahına yönelik çalışmalar uzun yıllardan beri sürdürülmektedir (Yeşiloğlu ve ark., 2013). Ülkemizde de melezleme çalışmaları ile yeni turunçgil çeşit/anaçlarının elde edilmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Bitki ıslahında daha iyi kazanımlar elde edebilmek için bitki doku kültürü çalışmalarının da yer aldığı modern biyoteknolojik yöntemler kullanılmaktadır. Bitki doku kültürü teknikleri ıslah yoluyla yeni çeşitlerin geliştirilmesi için temel bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır (Dönmez ve ark., 2016). Bitki doku kültürü teknikleri içerisinde yer alan mikroçoğaltım, çeşitli ekonomik bitkilerin hızlı klonal çoğaltılması, germplazmın korunması için giderek daha fazla kullanılmaktadır. Ayrıca, melezleme çalışmaları sonrasında elde edilen değerli materyallerin çoğaltılmasında mikroçoğaltım güçlü bir araçtır.

Bu çalışmada, Sunki mandarin X Rubidoux üç yapraklı melezlerinin mikroçoğaltımı üzerine genotip ve farklı besin ortamlarının (MS, WPM ve ROM) etkisi incelenmiştir. Ayrıca, köklenme üzerine genotip ve farklı bitki büyüme düzenleyicilerinin (IBA ve NAA) etkisi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak Sunki mandarin (*Citrus sunki*) X Rubidoux üç yapraklı (*Poncirus trifoliata* var. Rubidoux) melezlerinden 22 genotip kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Sürgün uçlarının sterilizasyonu

Çalışmada kullanılan melez bireylere ait sürgün uçları aktif sürgün döneminde alınarak laboratuvara getirilmiştir. Bitkisel materyale ait sürgün uçları kültüre alınmadan önce yüzey

sterilizasyonları gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla laboratuvara getirilen sürgün uçları çeşme suyu altında 10 dk yıkanmış, ardından %70'lik etil alkolde 3 dk, daha sonra %20'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 10 dk bekletilmiştir. Son olarak sterilant maddelerin uzaklaştırılması amacıyla steril kabin içerisinde 3 defa steril saf su ile yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir.

2.2.2. Besin ortamı ve kültür koşulları

Yüzey sterilizasyonu tamamlanan sürgün uçları 1mg/l BAP (6-benzilaminopurin) içeren MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Besin ortamına 30 g/l sukroz, 0.5 g/l malt ekstraktı ve 7 g/l agar eklenerek pH 5.7'ye ayarlanmıştır. Besin ortamları kültür kaplarına dökülerek 121 °C'de ve 1.05 atm basınçta otoklavda steril edilmiştir. Steril edilen besin ortamlarında sürgün uçları kültüre alınmıştır. Sürgün uçları, 16 saat aydınlık 8 saat karanlık ve 25±2 °C koşullarında kültüre alınmıştır. Mikroçoğaltım ve köklenme denemelerinde de bitkiler bu koşullarda kültüre alınmıştır.

Farklı besin ortamlarının ve genotipin melez turunçgil bireylerinin mikroçoğaltımı üzerine etkisini belirlemek amacıyla kurulan denemelerde ilk olarak başlangıç materyalleri MS besin ortamında çoğaltılmıştır ve elde edilen bitkiler ile mikroçoğaltım denemeleri yürütülmüştür.

2.2.3. Mikroçoğaltım denemelerinin kurulması

2.2.3.1. Turunçgil melezlerinin mikroçoğaltımı üzerine genotipin etkisi

Turunçgil melezlerinin mikroçoğaltımı üzerine genotipin etkisini belirlemek amacıyla 22 farklı Sunki mandarin X Rubidoux üç yapraklı melezi 1 mg/l BA içeren MS besin ortamında çoğaltılmıştır. Bitkicikler dört haftada bir olmak üzere toplamda 3 defa altkültüre alınmıştır. Denemede kullanılan genotipler Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Mikroçoğaltım üzerine genotip etkisinin belirlenmesinde kullanılan bitkiler

No	Genotip kodu	No	Genotip kodu	No	Genotip kodu
1	SR-2	9	SR-61	16	SR-86
2	SR-5	10	SR-63	17	SR-87
3	SR-34	11	SR-69	18	SR-91
4	SR-41	12	SR-72	19	SR-92
5	SR-47	13	SR-75	20	SR-94
6	SR-49	14	SR-82	21	SR-98
7	SR-56	15	SR-83	22	SR-99
8	SR-60				

2.2.3.2. Turunçgil melezlerinin mikroçoğaltımı üzerine farklı besin ortamlarının ve genotipin etkisi

Turunçgil melezlerinin mikroçoğaltımı üzerine farklı besin ortamlarının ve genotipin etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen denemelerde kullanılan genotipler, kültüre alınan 22 genotip arasından çoğalma performansı yüksek ve denemeler için yeterli sayıda bitki elde edilen genotiplerden seçilmiştir. Denemede, 4 farklı Sunki mandarin X Rubidoux üç yapraklı melezi MS, WPM ve ROM besin ortamlarında çoğaltılmıştır (Çizelge 2). Bitkicikler dört haftada bir olmak üzere toplamda 3 defa altkültüre alınmıştır.

Çizelge 2. MS, WPM ve ROM ortamlarında çoğaltılan genotipler

No	Genotip kodu
1	SR-60
2	SR-69
3	SR-75
4	SR-86

2.2.4. Köklenme denemelerinin kurulması

Turunçgil melezlerinin köklendirilmesi üzerine genotip ve farklı bitki büyüme düzenleyicilerin etkisini belirlemek amacıyla MS besin ortamlarına 1 mg/l IBA veya 1 mg/l NAA ilave edilmiştir. Mikroçoğaltım denemeleri sonucunda köklendirme denemesi için yeterli sayıda bitki elde edilen genotipler ile köklendirme denemeleri kurulmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Turunçgil melezlerinin köklenmesi üzerine farklı bitki büyüme düzenleyicileri ve genotip etkisinin belirlenmesinde kullanılan genotipler

No	Genotip kodu	No	Genotip kodu
1	SR-41	6	SR-69
2	SR-47	7	SR-75
3	SR-49	8	SR-82
4	SR-60	9	SR-86
5	SR-63		

2.2.5. Bitkilerin dış koşullara alıştırılması

Köklenen bitkiler dış koşullara aktarılmadan önce bitkilerin bulunduğu kültür kaplarının kapakları kademeli olarak açılmış, laboratuvarında ön alıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bitkiler su ile agardan tamamen uzaklaştırıldıktan sonra serada 1:1 oranda steril torf:perlit karışımı içeren viyollere aktarılmıştır. Her besin ortamından gelen bitkiler ayrı ayrı viyollerde gözlenmiştir

2.2.6. Deneme planı, incelenen kriterler ve istatistik analizleri

Çalışmada, melez turunçgil bireylerinin *in vitro* koşullarda çoğaltımı ve köklendirilmesi üzerine farklı genotip ve besin ortamlarının etkisi karşılaştırılmıştır. Bu amaçla, denemelerin tamamı 3 tekerrürlü olacak şekilde, tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Mikroçoğaltım denemelerinde 4 haftada bir olmak üzere 3 altkültür yapılmıştır. Her altkültür sonunda 20'şer bitki incelenmiştir. İstatistik analizlerde altkültürlerin ortalamaları alınmıştır.

Mikroçoğaltım denemelerinde her altkültür sonunda;

- Mikroçoğaltım oranı (bitkicik/bitki)
- Bitki boyu (cm)
- Köklenme denemelerinde, bitkiler kültüre alındıktan 6 hafta sonra;
- Bitki uzunluğu (cm),
- Kök sayısı (adet),
- Kök uzunluğu (cm) parametreleri incelenmiştir.

Çalışmada elde edilen veriler ile varyans analizleri gerçekleştirilmiştir. Önemli çıkan ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testi ile belirlenmiştir. İstatistik analizlerinde JMP 8.01 programı kullanılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Mikroçoğaltım denemelerine ait bulgular

3.1.1. Turunçgil melezlerinin mikroçoğaltımı üzerine genotipin etkisinin belirlenmesine ait bulgular

Genotipin mikroçoğaltıma etkisini belirlemek amacıyla 1 mg/l BA içeren MS besin ortamında 22 farklı melez bireyin çoğalma performansları araştırılmıştır. Deneme sonunda mikroçoğaltım oranı ve bitki boyuna ait veriler incelenmiştir. Çalışmada kullanılan genotiplerin MS besin ortamında gelişimlerine ait veriler Çizelge 4'te sunulmuştur. Bitkilere ait görüntü Şekil 1'de sunulmuştur.

Çizelge 4. Çalışmada kullanılan genotiplerin MS besin ortamında gelişimlerine ait veriler

Genotip	Mikroçoğaltım oranı (bitkicik/ bitki)	Bitki boyu (cm)
SR-2	1.11f	0.54de
SR-5	1.77def	0.62bcde
SR-34	1.22f	0.58bcde
SR-41	1.33f	0.75bcd
SR-47	2.44cde	0.82b
SR-49	1.66def	0.66bcde
SR-56	2.55cd	0.75bcd
SR-60	5.00b	2.11a
SR-61	1.33f	0.45e
SR-63	1.55def	0.52de
SR-69	1.55def	0.71bcd
SR-72	3.33c	0.60bcde
SR-75	6.33a	1.88a
SR-82	2.11def	0.80bc
SR-83	1.77def	0.60bcde
SR-86	1.44ef	0.63bcde
SR-87	1.77def	0.52de
SR-91	1.44ef	0.56cde
SR-92	1.55def	0.54de
SR-94	1.33f	0.52de
SR-98	1.22f	0.72bcd
SR-99	1.44ef	0.71bcd

LSDçoğalma oranı:1.009

LSDbitki boyu:0.244

Mikroçoğaltım denemelerinde kullanılan 22 genotip için, mikroçoğaltım oranı, bitki boyu, yaprak sayısının istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0.05$). Çizelge 4 incelendiğinde, en iyi çoğalma performansı gösteren genotipin SR-75 (6.33 bitkicik/bitki) olduğu gözlemlenirken, çoğalma oranı en düşük genotip SR-2 (1.11 bitkicik/bitki) olarak saptanmıştır. Çalışmada kullanılan genotiplerin MS besin ortamında bitki boyları incelendiğinde, en yüksek bitki boyu SR-60 genotipinde (2.11 cm) gözlemlenirken, en kısa bitki boyu SR-61 genotipinde (0.45 cm) tespit edilmiştir. Tüm veriler değerlendirildiğinde, mikroçoğaltım performansı en iyi genotipler SR-75 ve SR-60 olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. SR-82 genotipinin çoğalmasına ait görüntü.

3.1.2. Turunçgil melezlerinin mikroçoğaltımı üzerine farklı besin ortamları ve genotip etkisinin belirlenmesine ait bulgular

MS, WPM ve ROM besin ortamlarının turunçgil melezlerinin mikroçoğaltım oranı üzerine etkisi incelendiğinde, genotip ve genotip*besin ortamı interaksiyonları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunurken, yalnızca besin ortamlarının etkisi arasında istatistiksel fark gözlemlenmemiştir ($P<0.05$) (Çizelge 5).

Çizelge 5. Farklı besin ortamlarının mikroçoğaltım oranına etkisine ait veriler

	Genotip				Besin ortamı ortalama
	SR-60	SR-69	SR-75	SR-86	
MS	4.00bc	7.55a	5.66abc	5.33abc	5.63
WPM	3.66c	3.55c	4.22bc	6.55ab	4.5
ROM	4.22bc	4.22bc	6.88a	7.55a	5.72
Genotip ortalama	3.96B	5.11AB	5.59A	6.48A	

LSDgenotip: 1.492

LSDbesin ortamı: ÖD

LSDgenotip*besin ortamı: 2.584

Çizelge 5 incelendiğinde, en iyi çoğalma performansı gösteren genotiplerin SR-69 MS (7.55 bitkicik/bitki) ve SR-86 ROM (7.55 bitkicik/bitki) olduğu gözlemlenirken, çoğalma oranı en düşük genotip ise SR-69 WPM (3.55 bitkicik/bitki) olarak belirlenmiştir. MS besin ortamında en iyi çoğalmı gösteren genotip SR-69 (7.55 bitkicik/bitki), WPM ortamında en iyi çoğalmı gösteren genotip SR-86 (6.55 bitkicik/bitki) ve ROM ortamında en iyi çoğalmı gösteren genotip SR-86 (7.55 bitkicik/bitki) olarak saptanmıştır.

MS, WPM ve ROM besin ortamlarının turunçgil melezlerinin bitki boyu üzerine etkisi incelendiğinde, genotip, besin ortamı ve genotip*besin ortamı interaksiyonları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). En yüksek bitki boyu SR-60 genotipinde MS (3.33 cm) besin ortamında gözlemlenirken, bitki boyu en kısa olan genotip ise SR-75 WPM (1.22 cm) olarak belirlenmiştir. MS besin ortamında en yüksek bitki boyu gösteren genotip SR-69 (2.44 cm), WPM ortamında en yüksek bitki boyu gösteren genotip SR-60 (1.88 cm) ve ROM ortamında en yüksek bitki boyu gösteren genotip SR-60 (3.33 cm) olarak belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Farklı besin ortamlarının bitki boyuna etkisine ait veriler

	Genotip				Besin ortamı ortalama
	SR-60	SR-69	SR-75	SR-86	
MS	2.11bcd	2.44b	2.00bcd	2.22bc	2.19A
WPM	1.88cde	1.33fg	1.22g	1.44efg	1.47B
ROM	3.33a	2.27bc	2.00bcd	1.72def	2.33A
Genotip ortalama	2.44A	2.01B	1.74B	1.79B	

LSDgenotip:0.278

LSDbesin ortamı:0.240

LSDgenotip*besin ortamı:0.481

3.2. Köklenme denemelerine ait bulgular

Dokuz turunçgil melezinin köklenmesi üzerine genotip ve farklı bitki büyüme düzenleyicilerin etkisini belirlemek amacıyla, IBA ve NAA'nın 1 mg/l konsantrasyonu kullanılmıştır. Çalışmada, bitki boyuna ait veriler incelendiğinde, genotip ve bitki büyüme düzenleyiciler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). En uzun bitki boyu SR-69 genotipinde (5.00 cm-IBA ve 4.66 cm-NAA) tespit edilmiştir. En kısa bitki boyu ise SR-63 genotipinde (1.05 cm-IBA ve 1.08 cm-NAA) ölçülmüştür. Bitki büyüme düzenleyici ayırt etmeden, gelişen genotip her iki ortamda da iyi gelişim gösterirken, kısa kalan genotip her iki ortamda fazla gelişim gösterememiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Genotip ve farklı büyüme düzenleyicilerin bitki boyu üzerine etkisine ait veriler

Genotip	IBA	NAA	Genotip Ortalama
SR-41	2.77cd	2.00efg	2.38C
SR-47	2.66cde	2.11def	2.38C
SR-49	1.83fg	1.38gh	1.61D
SR-60	3.55b	2.62cde	3.09B
SR-63	1.05h	1.08h	1.07E
SR-69	5.00a	4.66a	4.83A
SR-75	1.55fgh	1.50fgh	1.52DE
SR-82	3.16bc	2.88bc	3.02B
SR-86	1.38gh	1.72fgh	1.55D
BBD Ort.	2.55A	2.22B	

LSDgenotip: 0.472

LSDbbd: 0.223

LSDbbd*genotip: Ö.D.

IBA ve NAA bitki büyüme düzenleyicilerinin turunçgil melezlerinin kök uzunluğu üzerine etkisine ait veriler incelendiğinde, yalnızca genotipin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). En fazla kök uzunluğu SR-47 genotipinde (4.83 cm-NAA) tespit edilmiştir. En düşük kök uzunluğu ise SR-75 genotipinde (1.00 cm-NAA) ölçülmüştür (Çizelge 8).

Çizelge 8. Genotip ve farklı büyüme düzenleyicilerin turunçgil melezlerinin kök uzunluğu üzerine etkisine ait veriler

Genotip	IBA	NAA	Genotip Ortalama
SR-41	3.00cde	3.77bc	3.38BC
SR-47	3.33cd	4.83a	4.08AB
SR-49	4.50ab	3.83abc	4.16A
SR-60	2.05efg	1.43gh	1.74D
SR-63	1.35gh	1.41gh	1.38D
SR-69	3.00cde	2.66def	2.33C
SR-75	1.61gh	1.00h	1.30D
SR-82	1.93fgh	1.93fgh	1.93D
SR-86	1.38gh	1.55gh	1.47D
BBD Ort.	2.46A	2.49A	

LSDgenotip: 0.717

LSDbbd: Ö.D.

LSDbbd*genotip: Ö.D.

IBA ve NAA bitki büyüme düzenleyicilerinin turunçgil melezlerinin kök sayısı üzerine etkisine ait veriler incelendiğinde, genotip, bitki büyüme düzenleyici ve BBD*genotip etkileşimleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). En fazla kök sayısı NAA içeren MS ortamında köklenen SR-47 genotipinde (2.22 cm) tespit edilmiştir (Çizelge 9). Köklenen bitkilere ait görüntü Şekil 2’de sunulmuştur.

Çizelge 9. Genotip ve farklı büyüme düzenleyicilerin turunçgil melezlerinin kök sayısı üzerine etkisine ait veriler

Genotip	IBA	NAA	Genotip Ortalama
SR-41	1.11b	2.00a	1.55A
SR-47	1.22b	2.22a	1.72A
SR-49	1.00b	1.00b	1.05B
SR-60	1.11b	1.25b	1.18B
SR-63	1.00b	1.22b	1.11B
SR-69	1.00b	1.33b	1.16B
SR-75	1.00b	2.00a	1.50A
SR-82	1.00b	1.22b	1.11B
SR-86	1.00b	1.00b	1.00B
BBD Ortalama	1.04B	1.48A	

LSDgenotip: 0.283

LSDbbd: 0.133

LSDbbd*genotip:0.400



Şekil 2. SR-49 genotipinde 1 mg/l IBA içeren MS besin ortamında köklenen bitkiler.

3.3. Bitkilerin dış koşullara alıştırılmasına ait veriler

Köklenme denemeleri sonucunda elde edilen köklü bitkiler dış koşullara alıştırılmıştır. Dış koşullara alıştırılan bitkilerin yaşama oranları %30-90 arasında değişmiştir (Çizelge 10). SR-82 ve SR-86 genotiplerinde kök gelişimi gözlenmemiştir. Dış koşullara alıştırılan bitkilere ait görüntü Şekil 3'te sunulmuştur.

Çizelge 10. Dış koşullara alıştırılan bitkilere ait veriler

Genotip	Bitkilerin dış koşullarda yaşama oranları (%)
SR-41	90
SR-47	80
SR-49	55
SR-60	80
SR-63	45
SR-69	30
SR-75	45



Şekil 3. SR-60 genotipinin dış koşullara alıştırıldıktan 2 ay sonraki görüntüsü.

4. Tartışma ve Sonuç

Küresel iklim değişikliği ve değişen çevre şartlarına uygun bitkilerin ıslahı son derece önemlidir. Bitki doku kültürlerinin de içerisinde yer aldığı biyoteknolojik tekniklerin bitki ıslahında kullanımı önemli faydalar sağlamaktadır (Simsek, 2018). Günümüzde, abiyotik ve biyotik stres

koşullarına dayanıklı turunçgil anaç ve çeşit geliştirme çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Anaç ve çeşit geliştirme çalışmalarında yürütülen melezlemeler sonucunda elde edilen melez bitkilerin, anaç/çeşit olma potansiyellerinin değerlendirilebilmesi için öncelikle bu materyallerin çoğaltılması gerekmektedir. *In vitro* mikroçoğaltım, melezleme çalışmaları sonrasında elde edilen değerli materyallerin çoğaltılması için güçlü bir araçtır. Turunçgillerde farklı melezleme kombinasyonlarından elde edilen bitkiler *in vitro* koşullarda çoğaltılmıştır. Bitkiler 0.5 g/l malt ekstraktı ve 1 mg/l BA içeren MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Çalışma sonunda *in vitro* koşullarda çoğalma ve köklenme performansı en iyi olan bireyler Çin turuncu X Rubidoux üç yapraklı ve Volkameriana X Rubidoux üç yapraklı melezlemesi sonucunda elde edilen bireyler olmuştur (Yeşiloğlu ve ark., 2017). Yürütülen bu çalışmada ise, Sunki mandarin X Rubidoux üç yapraklı melezlerinin *in vitro* koşullarda çoğaltım ve köklendirilmesi incelenmiştir. Çalışma sonucunda her bireyin farklı gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan genotiplerden mikroçoğaltım aşamasında en başarılı genotipler SR-60 ve SR-75 olurken, kök aşamasında en başarılı genotipler SR-41, SR-47 ve SR-60 olmuştur.

Mikroçoğaltım teknikleri az sayıdaki değerli materyallerin klonal ve hızlı çoğaltılmasında yaygın olarak kullanılmasına rağmen her bitki türünün verdiği cevap farklı olmaktadır. Turunçgiller bitki doku kültürüne zor cevap veren rekalsitran bitki türleri arasındadır. Bu nedenle, melezleme çalışmaları sonucunda elde edilen bireylerin de çoğalma performansları başka bitki grupları ile karşılaştırıldığında düşük olmaktadır. Çalışmada kullanılan Sunki mandarin X Rubidoux üç yapraklı melezlerinin *in vitro* koşullarda mikroçoğaltım ve köklenme performansları birbirinden farklılık göstermiştir. Çalışmada, öncelikle 22 melez MS besin ortamında çoğaltılmıştır. Genotipler arasındaki bu çoğalma performansları arasındaki farklılıktan dolayı, çalışmada kullanılan tüm genotiplerin farklı besin ortamlarındaki performansları incelenememiştir. Ancak, çoğalma performansı iyi olan 4 bireyin MS, WPM ve ROM besin ortamlarında çoğaltımı gerçekleştirilebilmiştir. Elde edilen bu bulgu, bitkilerin *in vitro* kültürlerindeki başarının genotipe göre farklılık gösterdiğini doğrular niteliktedir.

Birçok bitki türünde olduğu gibi, turunçgilde de, herhangi bir *in vitro* rejenerasyon sisteminin başarısı, kültür koşulları, büyüme düzenleyicilerinin uygulanması ve konsantrasyonları ve eksplant tipi gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Genotip ayrıca doku kültürü sonuçları üzerinde çok güçlü bir etkiye sahiptir (Santiago ve ark., 2019). Literatür incelendiğinde, doku kültürü süresince elde edilen cevapların bitki türüne göre değiştiğine dair çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Bazı örneklerde, bitki doku kültürü çalışmaları süresince gözlenen cevapların nükleer genler, sitoplazmik genler ve gen interaksiyonları gibi genetik faktörler ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Genotipik farklılıklardan dolayı optimum besin ortamı ve kültür şartları türden türe farklılık göstermektedir. Bitki doku kültürü için genel bir protokol kullanılabilmesine rağmen, yakın akraba bitki çeşitleri bile birbirinden farklı besin ortamına ve kültür koşullarına ihtiyaç duyabilmektedir. Bu nedenle mikroçoğaltım ve köklendirme çalışmalarında en iyi metot denemelerle belirlenmelidir. Bitki büyüme düzenleyicileri kullanılarak *in vitro* çoğaltım ve köklendirme teşvik edilmektedir, ancak birbirine yakın genotiplerin bile eğilimleri farklı olabilmektedir (George ve ark., 2007). Santiago ve ark. (2019), 10 farklı turunçgil anacının ('Indio', 'Riverside' ve 'San Diego' citrandarinleri, 'Sunki Tropical' mandarin, ve RL × TR-001, FRL × (RL × TR)-005, CSM × (RL × TR)-059, TRH-051, TRH-069 ve CSM × TRBK-Colombia melezleri) *in vitro* koşullarda WPM ortamında çoğaltımını araştırmışlardır. Çalışma sonunda, en yüksek bitki sayısı Indio citrandarin anacından elde edilmiştir. Çalışmada, 4 bireyin MS, WPM ve ROM besin ortamlarında mikroçoğaltımında besin ortamları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır (P<0.05).

Bitki büyüme düzenleyicileri oksinler, absisik asit, sitokininler, etilen ve gibberellinler olmak üzere beş ana sınıfa ayrılır. Oksinler ve sitokininler bitki doku kültürü çalışmalarında büyümeyi ve organize gelişimi düzenlemek için kullanılan en önemli bitki büyüme düzenleyicileridir. Bitki doku kültürü çalışmalarında etkin sonuç alabilmek için aynı anda ya da ardışık olarak farklı sınıflardaki iki veya daha fazla bitki büyüme düzenleyicinin kombine edilmesi gerekebilir (Gaspar ve ark. 1996). Amgai ve ark. (2016), MS ortamında 10 farklı hormon (BAP ve IAA) düzeyinin ve 3 farklı kültür süresinin (4, 8, 12 hafta) mandarin (*C. reticulata* Blanco)'in *in vitro* koşullarda çoğaltımını üzerine etkilerini araştırmışlardır. En yüksek sürgün oluşumu 0.5 mg/l BAP ve 0.2 mg/l IAA içeren besin ortamında elde edilmiştir. İnçoğlu (2018), dört farklı turunçgil anacının (Carrizo sitranjı, Tuzcu 31-31 turuncu, Gou Tou turuncu) *in vitro* koşullarda kök eksplantlarından bitki rejenerasyonunu optimize etmişlerdir. Bu amaçla BAP ve NAA'nın 21 farklı konsantrasyonunu içeren MS besin ortamı

kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, sürgün oluşum oranlarına bakıldığında Carrizo sitranjı en başarılı genotip olarak belirlenmiştir (%60.95). Carrizo sitranjında 0.5 mg/l BA, 1.0 mg/l BA+0.5 mg/l NAA ve 2.0 mg/l BAP içeren MS ortamlarında %100 başarı elde edilmiştir. Tallon ve ark (2012), Alemow (*C. macrophylla*) ve turunç (*C. aurantium*) bitkilerinden alınan nodal eksplantlarla *in vitro* organogenesis çalışmışlardır. Çalışmada farklı besin ortamlarının (MS, WPM ve DKW (Driver and Kuniyuki Walnut Medium) optimum koşullarda farklı konsantrasyonlardaki bitki büyüme düzenleyicilerle kombinasyonu denenmiştir. En iyi sonuçlar Alemow için 3 mg/l BA, turunç için 2 mg/l BA içeren ortamlarda elde edilmiştir. Anaçlarda 3 farklı temel ortamdan Alemow için WPM ya da DKW en iyi sonuçları verirken, turunç için DKW en iyi ortam olarak belirlenmiştir. Chamandoosti (2017), *C. latifolia* Tan bitkisinde *in vitro* sürgün oluşumunu araştırmıştır. Çalışmada sürgün gelişiminin en iyi 4.44 µM BA ve 0.053 µM NAA içeren besin ortamında olduğu tespit edilmiştir. Bitki boyu için en başarılı ortam ise 4.44 µM BA ve 0.049 µM IBA içeren besin ortamı olarak belirlenmiştir. Çalışmada, 9 genotipin köklendirmesi üzerine 1 mg/l IBA ve 1 mg/l NAA'nın etkisi incelenmiştir. Köklendirme denemelerinde bitki boyu, kök uzunluğu ve kök sayısına ait veriler incelenmiştir. Köklenme denemelerinde bitki boyu ve kök uzunluğu için en başarılı bitki büyüme düzenleyici IBA, kök sayısı için en başarılı bitki büyüme düzenleyici ise NAA olarak belirlenmiştir. Turunçgillerde yürütülen mikroçoğaltım çalışmaları incelendiğinde genotipi etkisinin oldukça yüksek olduğu gözlenmektedir. Yürütülen bu çalışmada da genotip etkisinin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Her melez bireyin aynı ortamlarda farklı tepkiler verdiği ortaya konulmuştur.

Turunçgil ıslah programlarının en kritik aşamalarından biri melez bitkilerin çoğaltılmasıdır. Melez bitkilerin çoğaltılmasında bitki doku kültürü yöntemleri güçlü bir alternatiftir. Bitki doku kültürü çalışmalarında başarı genotip ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle kültüre alınan genotiplerin mikroçoğaltım ve köklenme performansları birbirinden farklılık göstermiştir. Genotipler arasındaki farklılığa rağmen mikroçoğaltımda kullanılan 3 farklı besin ortamı benzer tepkiler göstermiştir. Melez bitkilerin köklenme çalışmalarında ise IBA bitki ve kök boyunda daha etkili olmuş, NAA ise kök sayısını arttırmıştır. Ancak her iki bitki büyüme düzenleyicisi içerisinde köklenen bitkiler başarılı bir şekilde dış koşullara aktarılmıştır. Sonuç olarak genotip etkisi gözlenmekle beraber mikroçoğaltım çalışmalarında 1 mg/l BAP içeren MS, WPM ve ROM ortamlarının, köklenme çalışmalarında ise yine 1 mg/l IBA ve NAA içeren MS ortamının kullanılabilirliği ortaya konulmuştur.

Teşekkür

Bu çalışmada, TÜBİTAK-KAMAG 112G025 no'lu projede elde edilmiş olan melez bitkilerin materyal olarak kullanıldığı 'Akdeniz Bölgesindeki Bazı Meyve Türlerinin İklim Değişikliğine Adaptasyonları' başlıklı TÜBİTAK-PRIMA projesi (Proje No: 118O055) kapsamında yürütülen çalışmalarda materyallerden yararlanılmıştır. Çalışmanın finansal desteği Çukurova Üniversitesi Yüksek Lisans Tez Projesi (Proje No: FYL-2019-11735)'den sağlanmıştır.

Kaynakça

- Amgai, R. B., Prasai, H. K., & Pandey, Y. R. (2016). Hormonal effect on mandarin orange (*Citrus reticulata* Blanco) micropropagation. *Nepal Journal of Biotechnology*, 4(1), 33-36.
- Ayadi, M., Hanana, M., Kharrat, N., Merchaoui, H., Marzoug, R. B., Lauvergeat, V., Rebai, A. & Mzid, R. (2016). The WRKY transcription factor family in Citrus: Valuable and useful candidate genes for citrus breeding. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 180(3), 516-543.
- Chamandoosti, F. (2017) Effect of interaction between different plant growth regulators on *in vitro* shoot multiplication of *Citrus latifolia* Tan. (persian lime). *International Journal of Environmental and Agriculture Research*, 3(7), 51-54.
- Dönmez, D., Şimşek, Ö. & Kaçar, Y. A. (2016). Genetic engineering techniques in fruit science. *International Journal of Environmental and Agriculture Research*, 2(12), 115-128.
- Gaspar, T., Kevers, C., Penel, C., Greppin, H., Reid, D. M., & Thorpe, T. A. (1996). Plant hormones and plant growth regulators in plant tissue culture. *In vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 32(4), 272-289.

- George, E. F., Hall, M. A., & De Klerk, G. J. (2007). *Plant propagation by tissue culture: volume 1. the background (Vol. 1)*. Springer Science & Business Media.
- Iqbal, M., Wali, V. K., Bakshi, P., Kour, K., Razdan, V. K., Sinha, B. K., & Sood, K. K. (2019). In vitro propagation of Citrus species through callus induction and regeneration: A review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(10), 2282-2295.
- İnceoğlu, Ü., Dönmez, D., Şimşek, Ö., Yeşiloğlu, T., & Kaçar, Y. A. (2018). Carrizo sitranjı (*Citrus sinensis* Osb. X *Poncirus trifoliata* Raf. Var "Carrizo")'nın kök eksplantlarından bitki rejenerasyonunun optimizasyonu. *Alatarım*, 17(1), 18-26.
- Santiago, R. T., dos Santos, K. C. F., Ledo, C. D. S., Gesteira, A. D. S., Soares Filho, W. D. S., & Souza, A. D. S. (2019). Micropropagation of different citrus rootstocks using WPM medium culture. *Journal of Agricultural Science*, 11(4), 1-6.
- Simsek, O. (2018). Effect of Drought stress in *in vitro* and drought related gene expression in Carrizo citrange. *Fresenius Environmental Bulletin*, 7(12 A), 9167-9171.
- Şimşek, Ö., Dönmez, D., & Kaçar, Y. A. (2018). Bazı turunçgil anaçlarının *in vitro* kuraklık stresi koşullarında performanslarının araştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(3), 305-310.
- Tallón, C. I., Porras, I., & Pérez-Tornero, O. (2012). High efficiency *in vitro* organogenesis from mature tissue explants of *Citrus macrophylla* and *C. aurantium*. *In vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 49(2), 145-155.
- Yeşiloğlu, T. (2017). Turunçgil anaçlarının tarihçesi ve yeni anaçların geliştirilmesi. *TÜRKTOB Dergisi*, 22, 12-14.
- Yeşiloğlu, T., Çimen, B., İncesu, M., Yılmaz, B., Kaçar, Y. A., & Şimşek, Ö. (2013). Turunçgil sektörünün gereksinim duyduğu yeni çeşitlerin geliştirilmesi. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 6(2), 127-132.



Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Science

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



Research Article (Araştırma Makalesi)

Determination of Radioactivity Levels in Different Mushroom Species from Turkey

Aysun PEKŞEN¹, Aslı KURNAZ², Nezahat TURFAN³, Beyhan KİBAR^{*4}

¹Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Samsun, Turkey

²Kastamonu University, Science and Art Faculty, Department of Physic, Kastamonu, Turkey

³Kastamonu University, Sciences and Arts Faculty, Department of Biology, Kastamonu, Turkey

⁴Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Bolu, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-9601-5041> ²<https://orcid.org/0000-0002-7910-3461> ³<https://orcid.org/0000-0002-5753-0390>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-9253-5747>

*Corresponding author e-mail: beyhan.kibar@ibu.edu.tr

Article Info

Received: 18.09.2020

Accepted: 29.11.2020

Online Published 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.797101

Keywords

Annual effective dose,
Lifetime cancer risk,
Mushroom,
Radioactivity,
Radionuclide.

Abstract: Radioactivity in the environment occurs due to natural, terrestrial, extra-terrestrial factors or caused by human activity. Foodstuffs such as plants and mushrooms that grown in the soil which containing radioactive elements can absorb radioactive elements from the soil. Wild mushrooms can accumulate many types of toxicological, nutritional, and radioactive elements. Knowing the levels of radioactivity in the foodstuffs is of great importance for the protection of human health. In this study, the activity concentrations of the naturally occurring ²³⁸U, ²³²Th, ⁴⁰K nuclides and artificially occurring ¹³⁷Cs nuclide were determined and annual effective doses and excess lifetime cancer risk values were calculated in mushrooms commonly consumed by the Turkish people. Fifteen types of mushroom samples were collected from different locations of Turkey. The results showed that the activity concentrations of ²³⁸U, ²³²Th, ⁴⁰K and ¹³⁷Cs varied from 9.2±1.6 to 75.4±8.8 Bq kg⁻¹, 10.9±1.6 to 76.3±8.9 Bq kg⁻¹, 925.9±29.0 to 3848.0±73.2 Bq kg⁻¹ and 6.1±1.1 to 2824.8±79.8 Bq kg⁻¹, respectively. The mean total annual effective dose was found to be 11.5 µSv y⁻¹. ⁴⁰K radionuclide was the highest contributor to the mean total annual effective dose as 5.35 µSv y⁻¹. The mean excess lifetime cancer risk (ELCR) caused by consumption of mushrooms in the study was determined as 4.6 x10⁻⁵.

Türkiye'den Farklı Mantar Türlerinde Radyoaktivite Seviyelerinin Belirlenmesi

Makale Bilgileri

Geliş: 18.09.2020

Kabul: 29.11.2020

Online Yayınlanma 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.797101

Anahtar kelimeler

Yıllık etkin doz,
Yaşam boyu kanser riski,
Mantar,
Radyoaktivite,
Radyonüklid.

Öz: Radyoaktivite; doğal, karasal, dünya dışı faktörler veya insan aktivitesinden kaynaklanmaktadır. Radyoaktif elementler içeren toprakta yetişen bitkiler ve mantarlar gibi gıda maddeleri, topraktaki radyoaktif elementleri absorbe edebilmektedir. Yabani olarak yetişen mantarlar pek çok türde toksikolojik, besleyici ve radyoaktif element biriktirebilmektedir. Gıda maddelerindeki radyoaktivite seviyelerinin bilinmesi insan sağlığının korunması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Türk halkı tarafından yaygın olarak tüketilen mantarlarda doğal olarak oluşan ²³⁸U, ²³²Th ve ⁴⁰K nüklidleri ile yapay olarak oluşan ¹³⁷Cs nüklidinin aktivite konsantrasyonları, yıllık etkin dozlar ve yaşam boyu kanser riski değerleri belirlenmiştir. Türkiye'nin farklı yerlerinden 15 çeşit mantar örneği toplanmıştır. Sonuçlar ²³⁸U, ²³²Th, ⁴⁰K ve ¹³⁷Cs aktivite konsantrasyonlarının sırasıyla 9.2±1.6 - 75.4±8.8 Bq kg⁻¹, 10.9±1.6 - 76.3±8.9 Bq kg⁻¹, 925.9±29.0 - 3848.0±73.2 Bq kg⁻¹ ve 6.1±1.1 - 2824.8±79.8 Bq kg⁻¹ arasında değiştiğini göstermiştir. Ortalama toplam yıllık etkin doz 11.5 µSv y⁻¹ olarak bulunmuştur. ⁴⁰K radyonüklidi, ortalama toplam yıllık etkin doza 5.35 µSv y⁻¹ ile

en yüksek katkıda bulunan radyonüklid olarak belirlenmiştir. Çalışmada yer alan mantarların tüketiminden kaynaklanan ortalama yaşam boyu kanser riski (ELCR) değeri 4.6×10^{-5} olarak belirlenmiştir.

1. Introduction

Mushrooms have been used as an important food in the human nutrition for thousands of years all over the world. However, it is well known that mushrooms have the ability to efficiently accumulate high concentrations of radionuclides from the soil/substrate or environment owing to high surface area of their mycelia (Kalac, 2001; Falandysz and Borovicka, 2013). Wild mushrooms can be exposed to more radioactivity than cultivated mushrooms, and their radioactive element contents can be too high, particularly in areas heavily polluted with radionuclides. Accordingly, mushrooms can be used as a useful bioindicator to determine the level of radioactive contamination in any environment (Kuwahara et al., 2005; Bazala et al., 2008).

Nowadays, the radioactive pollution is a serious problem throughout the world (Hatra, 2018). The radioactive substances adversely affect the health of people, animals and plants and also disrupt the environment and ecological balance. People are continuously exposed to different radiation sources. The major sources of radioactive substances released into the environment are nuclear weapon tests, manufacture of radioactive compounds, nuclear power plants, radioactive waste disposal and nuclear researches. Radionuclides are the radioactive isotopes of elements, are unstable and have excess nuclear energy. Some of them toxic for the human health. They can cause many cancers, birth defects, and cognitive disabilities. Radionuclides may occur naturally or artificially. Humans are exposed to mostly natural radionuclides (Mazzilli et al., 2002). The uranium (^{234}U , ^{235}U and ^{238}U), potassium (^{40}K) and thorium (^{228}Th , ^{230}Th and ^{232}Th) are common natural radionuclides. On the other hand, ^{137}Cs is the most important artificially occurring radionuclide. It is released to the atmosphere as a result of nuclear experiments made for many years or nuclear accidents. It is a crucial fission product due to its high fission yield and its long half-life period (30.17 years). It is estimated that, approximately 3.8×10^{16} Bq of ^{137}Cs was released into the environment after the Chernobyl disaster (UNSCEAR, 1988).

Natural or artificial radiation sources can enter into people's food chain by the consumption of foods containing radionuclides. The wild foods including mushrooms, berries and fishes are principal sources of radionuclides for peoples. The radionuclide contents of mushrooms are generally higher than plants in the same forest (Bannai et al., 2005). Therefore, the determination of radioactivity in edible mushrooms is extremely important in recent years. Many radionuclides including ^{137}Cs , ^{40}K , ^{238}U , ^{234}U , ^{228}Th , ^{230}Th , ^{232}Th , ^{210}Po , ^{85}Sr , ^{90}Sr , ^{238}Pu , ^{226}Ra and ^{60}Co were investigated in the mushrooms in different countries of the world (Baeza et al., 2004; Mietelski et al., 2010; Taira et al., 2011; Castro et al., 2012).

As well as in all of Europe, the principal sources of radioactive elements in Turkey are the fallout from the nuclear weapon tests in the 1950s and 1960s, and from the Chernobyl accident in 1986. Turkey has great wild mushroom potential. Many wild edible mushroom species are fondly consumed by Turkish people. According to Yamaç et al. (2007), Turkey is an important exporter of wild edible mushrooms. Wild edible mushrooms grown in Turkey are exported to mainly European countries, The United States of America, Japan, Central Asia and Middle East countries (Pekşen and Akdeniz, 2012). The radiation certificate is required to export the wild edible mushrooms and the radionuclide contents of mushrooms must be within safe limits for human health. So, it is required to research the levels of radioactive contents in the mushrooms grown in Turkey. However, there are limited works concerning determining the levels of toxicologically important natural and artificial radionuclides such as ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K , ^{134}Cs and ^{137}Cs in the mushrooms grown in Turkey (Karadeniz and Yaprak, 2007; Turhan et al., 2007; Akça, 2011; Akça et al., 2014; Yılmaz et al., 2016; Türkekul et al., 2018; Gürgen et al., 2019).

The objective of this study was to determine the activity concentrations of ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K and ^{137}Cs radionuclides and to calculate annual effective doses and excess lifetime cancer risks in some commonly consumed wild growing and cultivated mushrooms collected from different locations of Turkey.

2. Material and Methods

2.1. Collection of mushrooms and preparation of the samples for radiometric analyzes

The detailed information about mushroom species examined in the study is given in Table 1. These mushroom species except for *Ganoderma lucidum* are commonly grown and consumed in Turkey (Pekşen and Akdeniz, 2012). *G. lucidum* is the most important medicinal mushroom species both in the world and in Turkey (Bulam et al., 2019). The sporocarps of wild edible (*Boletus edulis*, *Craterellus cornucopioides*, *Lactarius deliciosus*, *Laetiporus sulphureus*, *Marasmius oreades*, *Morchella conica*, *Ramaria botrytis*, *Tricholoma terreum*) and cultivated mushrooms (*Ganoderma lucidum*, *Hericium erinaceus*, *Lentinula edodes*, *Pleurotus ostreatus*-1, 2, 3 and 4) were collected from different locations of Turkey in spring and autumn of 2015-2016. The identifications of the mushroom species were made according to Phillips (1994). After collection, mushroom samples (approximately 0.5 kg for each species) brought to the laboratory were cleaned from the soil, forest debris or substrate debris by gently. Then, whole sporocarps (pileus + stipe) were cut into small pieces, placed in a paper envelope and dried in an oven at 65°C to a constant weight. Afterward, dried mushroom samples were ground into a fine powder using a laboratory mill. The ground samples were put into polyethylene bags, sealed and stored in a refrigerator at 4°C until analysis.

Table 1. Mushroom species examined in the study

No.	Mushroom Species	Family	Local Name	Location	Ecology	Growing	Edibility
1	<i>Boletus edulis</i>	Boletaceae	Ayı mantarı	Giresun	Mycorrhizal	Wild	Edible
2	<i>Craterellus cornucopioides</i>	Cantharellaceae	Borazan mantarı	Samsun, Ladik	Saprophytic	Wild	Edible
3	<i>Ganoderma lucidum</i>	Ganodermataceae	Reishi	Denizli, Agroma	Saprophytic /Parasitic	Cultivated	Not edible, but medicinal
4	<i>Hericium erinaceus</i>	Hericiaceae	Aslan yeleşi mantarı	Ondokuz Mayıs University	Parasitic	Cultivated	Edible
5	<i>Lactarius deliciosus</i>	Russulaceae	Kanlıca mantarı	Giresun, Bektaş plateau	Mycorrhizal	Wild	Edible
6	<i>Laetiporus sulphureus</i>	Polyporaceae	Kükürt mantarı	Giresun, Bulancak	Saprophytic /Parasitic	Wild	Edible
7	<i>Lentinula edodes</i>	Tricholomataceae	Shiitake, Meşe mantarı	Denizli, Agroma	Saprophytic	Cultivated	Edible
8	<i>Marasmius oreades</i>	Marasmiaceae	Cincile, Mih tepesi	Sinop	Saprophytic	Wild	Edible
9	<i>Morchella conica</i>	Morchellaceae	Kuzu göbeği mantarı	Samsun, Vezirköprü	Mycorrhizal/ Saprophytic	Wild	Edible
10	<i>Pleurotus ostreatus</i>	Pleurotaceae	Kayın mantarı, Kavak mantarı	Giresun, Eynesil	Saprophytic	Cultivated (Poplar log)	Edible
11	<i>Pleurotus ostreatus</i>	Pleurotaceae	Kayın mantarı, Kavak mantarı	Rize	Saprophytic	Cultivated (Poplar log)	Edible
12	<i>Pleurotus ostreatus</i>	Pleurotaceae	Kayın mantarı, Kavak mantarı	Bursa	Saprophytic	Cultivated	Edible
13	<i>Pleurotus ostreatus</i>	Pleurotaceae	Kayın mantarı, Kavak mantarı	Rize	Saprophytic	Cultivated (Beech log)	Edible
14	<i>Ramaria botrytis</i>	Gomphaceae	Pürpürüm	Samsun, Ladik	Mycorrhizal	Wild	Edible
15	<i>Tricholoma terreum</i>	Tricholomataceae	Karakız mantarı	Samsun, Vezirköprü	Mycorrhizal	Wild	Edible

2.2. Gamma-ray measurements

Gamma-ray spectrometric analyzes of the samples were performed by using FoodGuard-1 3 x 3-inch NaI (TI) model radiation detector (ORTEC, Oak Ridge, USA) in the Central Research Laboratory of Kastamonu University. The dried and powdered mushroom samples were placed into plastic boxes with a diameter of 8 cm and a height of 8 cm, prepared in accordance with the geometry of the detector. Then, the mouths of the boxes were tightly closed and the boxes were waited for 1 month. Thus, the formation of radioactive equilibrium between ²³⁸U, and ²³²Th and their decay products was provided and the samples were made ready for counting. The detector was calibrated before the analysis of the samples was started. To analyze the spectra collected in computer memory, it must be known which channel corresponds to which energy. Thus, the types of radioactive nuclei present in the sample can be found.

To accomplish the energy calibration, it is needed a standard source or resources consisting of nuclei previously known their energies. After calibration was completed, each sample was counted in the gamma spectrometer for 50000 sec.

The energy resolution of the detector measured in terms of full width at half maximum is 46 keV at 661.8 keV ¹³⁷Cs. The light decay time constant for a NaI (Tl) crystal is about 0.23 ms. Typical charge-sensitive preamplifiers translate this into an output voltage pulse with a rise-time of about 0.5 ms. The pulse processing and data analysis system matched to a computer and the spectral analysis was performed using ScintiVision computer software. The detector was housed in a cylindrical lead shield of about 22 cm diameters, 56 cm in overall height and 7 cm thickness. The efficiency calibration of the spectrometer was performed using the IAEA gamma-ray spectrometry reference materials of RG sets (RGU-1, RGTh-1 and RGK-1). The energy calibrations and quality assurance of measurements were carried out by periodical calibrations using calibration sources that contained ¹³³Ba, ¹⁰⁹Cd, ⁵⁷Co, ²²Na, ¹³⁷Cs, ⁵⁴Mn and ⁶⁰Co and generated photon emission peaks in the energy range between 80 and 1400 keV and repeating sample measurements. The gamma photopeak of the 2614.4 keV from ²⁰⁸Tl was used to measure the activity concentration of ²³²Th, while the gamma photopeak of the 1764.5 keV from ²¹⁴Bi was used to measure the activity concentration of ²²⁶Ra. The activity concentrations of ⁴⁰K and ¹³⁷Cs were measured directly by its own gamma photopeak at 1460.8 and 661.8 keV, respectively. After correcting for background and Compton contribution, the activity concentrations per unit mass of the above radionuclides were obtained for each sample in units of Bq kg⁻¹. All results in this research are based on dry weight masses (Kurnaz et al., 2016). The combined standard uncertainty of the activity concentration is calculated by the following formula:

$$\Delta A = A \cdot \sqrt{\left(\frac{\Delta C}{C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta P_\gamma}{P_\gamma}\right)^2 + \left(\frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon}\right)^2 + \left(\frac{\Delta M}{M}\right)^2} \quad (1)$$

where A and ΔA are, respectively, the activity concentration and its uncertainty; C and ΔC are the count rate and its uncertainty; P_γ and ΔP_γ are the gamma emission probability and its uncertainty, ε and Δε are the absolute efficiency of the detector and its uncertainty; M and ΔM are the mass and its uncertainty. The minimum detectable activity (MDA) of the gamma-ray measurement system was calculated by using the following formula (Altıkulaç et al., 2016):

$$MDA = \frac{4.66 \cdot \sqrt{B}}{\varepsilon P_\gamma \cdot T \cdot M} \quad (2)$$

where, B is the background counts, ε is the absolute efficiency of the detector, P_γ is the gamma emission probability and T is the counting time (s) and M is the mass of the sample (kg). The average value of the MDA for ²³²Th, ²²⁶Ra, ⁴⁰K and ¹³⁷Cs was found as 2.8, 3.4, 8.2 and 1.6 Bq kg⁻¹, respectively.

2.3. Calculation of annual effective dose and excess lifetime cancer risk

The annual effective dose was determined using the following equation as reported by Abbady (2006).

$$AEDE = RAC \times AAMC \times DCC \quad (3)$$

where: AEDE - annual effective dose (μSv y⁻¹), RAC - radionuclide activity concentration (Bq kg⁻¹), AAMC - average annual mushroom consumption (kg y⁻¹), DCC - dose conversion coefficient (Sv Bq⁻¹). In the above equation, average annual mushroom consumption for an adult Turkish people was regarded as 0.4 kg y⁻¹ (Çevik, 2019). The dose conversion coefficient were 4.5×10⁻⁸ Sv Bq⁻¹ for ²³⁸U, 2.3×10⁻⁷ Sv Bq⁻¹ for ²³²Th, 6.2×10⁻⁹ Sv Bq⁻¹ for ⁴⁰K and 1.3×10⁻⁸ Sv Bq⁻¹ for ¹³⁷Cs (IAEA, 2011).

The excess lifetime cancer risk was determined by using the following formula.

$$ELCR = AEDE \times DL \times CRF \quad (4)$$

where: ELCR - excess lifetime cancer risk, AEDE - annual effective dose equivalent (μSv y⁻¹), DL - duration of life (y), CRF - cancer risk factor (Sv⁻¹). In the above formula, duration of life was considered as 70 year. Also, cancer risk factor was regarded as 0.057 (ICRP, 2007).

2.4. Assessment of data

For each mushroom species, analyses were performed in triplicate. The mean values and standard deviations were determined and the results were indicated as means \pm standard deviations. Principal Components Analysis Biplot (PCA Biplot) was established by using XLSTAT Version 2016.

3. Results

The activity concentrations of radionuclides, annual effective doses and excess lifetime cancer risk values in the examined mushrooms are presented in Table 2. The mean activity concentrations of radionuclides across all the mushrooms studied were in the decreasing order: $^{40}\text{K} > ^{137}\text{Cs} > ^{238}\text{U} > ^{232}\text{Th}$.

The accumulation of ^{238}U by different mushroom species was very variable. The activity concentrations of ^{238}U in the mushrooms were found to be ranging from 9.2 to 75.4 Bq kg⁻¹. *T. Terreum* had the lowest activity concentration of ^{238}U , while the highest activity concentration of ^{238}U was determined in *P. ostreatus-1*. It was closely followed by *M. oreades*.

With regard to ^{232}Th , activity concentrations of this radionuclide in the mushroom species varied from 10.9 (*T. terreum*) to 76.3 Bq kg⁻¹ (*M. conica*). The activity concentration of ^{232}Th in *M. conica* was seven times that of *T. terreum*.

All of the analyzed mushrooms had considerable high activity concentrations of ^{40}K radionuclide. The lowest and the highest activity concentrations for ^{40}K were observed in *C. cornucopioides* (925.9 Bq kg⁻¹) and *L. edodes* (3848.0 Bq kg⁻¹), respectively. Although potassium element found abundant in mushrooms is an essential mineral element for humans, the natural isotope ^{40}K is toxic for health.

The levels of ^{137}Cs in investigated mushrooms had highly high variability ranging from 6.1 to 2824.8 Bq kg⁻¹. Among the studied mushroom species, the lowest activity concentration of ^{137}Cs was determined in *P. ostreatus-4*. On the contrary, *M. conica* which is a commercially very important species for Turkey accumulated by far the highest level of ^{137}Cs .

The mean activity concentrations of ^{137}Cs and ^{238}U in wild mushrooms were found to be higher than cultivated mushrooms. Conversely, activity concentrations of ^{40}K and ^{232}Th were higher in cultivated mushrooms when compared with wild ones. In this study, radioactivity of cultivated mushrooms was caused mostly by natural ^{40}K radionuclide.

As seen in Table 2, the total annual effective dose values in the mushrooms varied widely ranging from 4.49 (*T. terreum*) to 30.20 $\mu\text{Sv y}^{-1}$ (*M. conica*). The mean total annual effective dose was found to be 11.5 $\mu\text{Sv y}^{-1}$. ^{40}K radionuclide (5.35 $\mu\text{Sv y}^{-1}$) was the highest contributor to the total annual effective dose. It was followed by ^{232}Th (4.13 $\mu\text{Sv y}^{-1}$). The annual effective dose values for ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K and ^{137}Cs radionuclides in the mushrooms observed in this study ranged from 0.17 (*T. terreum*) to 1.36 $\mu\text{Sv y}^{-1}$ (*M. oreades*), 1.00 (*T. terreum*) to 7.02 $\mu\text{Sv y}^{-1}$ (*M. conica*), 2.30 (*C. cornucopioides*) to 9.54 $\mu\text{Sv y}^{-1}$ (*L. edodes*), and 0.03 (*P. ostreatus-4*) to 14.69 $\mu\text{Sv y}^{-1}$ (*M. conica*), respectively.

Table 2. The activity concentrations of radionuclides, annual effective dose and lifetime cancer risk values in various mushroom species

Mushroom species	Activity concentrations of radionuclides (Bq kg ⁻¹)				Annual effective dose (µSv y ⁻¹)					Excess lifetime cancer risk
	²³⁸ U	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	²³⁸ U	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	Total	
<i>B. edulis</i>	52.5±4.4	33.5±3.9	2306.3±43.9	53.3±12.0	0.94	3.08	5.72	0.28	10.00	4.00 x 10 ⁻⁵
<i>C. cornucopioides</i>	58.5±4.1	29.8±4.9	925.9±29.0	90.7±12.9	1.05	2.74	2.30	0.47	6.56	2.62 x 10 ⁻⁵
<i>G. lucidium</i>	57.2±3.9	56.2±6.2	3288.9±72.1	24.1±5.1	1.03	5.17	8.16	0.13	14.50	5.78 x 10 ⁻⁵
<i>H. erinaceus</i>	13.6±2.2	58.9±9.7	2442.4±77.1	156.0±9.7	0.25	5.42	6.06	0.81	12.50	5.00 x 10 ⁻⁵
<i>L. deliciosus</i>	69.4±7.8	49.0±8.4	2885.7±74.5	25.7±2.2	1.25	4.51	7.16	0.13	13.00	5.21 x 10 ⁻⁵
<i>L. sulphureus</i>	27.4±6.9	53.0±5.2	1816.7±25.1	17.6±1.7	0.49	4.88	4.50	0.09	9.97	3.98 x 10 ⁻⁵
<i>L. edodes</i>	37.6±4.7	20.9±1.7	3848.0±73.2	87.2±6.7	0.68	1.92	9.54	0.45	12.60	5.03 x 10 ⁻⁵
<i>M. oreades</i>	75.3±7.6	47.4±6.8	1415.2±67.2	18.5±1.9	1.36	4.36	3.51	0.10	9.32	3.72 x 10 ⁻⁵
<i>M. conica</i>	66.9±7.9	76.3±8.9	2922.3±65.6	2824.8±79.8	1.20	7.02	7.23	14.69	30.20	12.00 x 10 ⁻⁵
<i>P. ostreatus-1</i>	75.4±8.8	64.3±6.1	3133.3±68.1	25.3±2.3	1.36	5.92	7.77	0.13	15.20	6.05 x 10 ⁻⁵
<i>P. ostreatus-2</i>	26.4±2.3	58.1±7.9	1672.7±53.0	44.9±1.7	0.47	5.35	4.15	0.23	10.20	4.07 x 10 ⁻⁵
<i>P. ostreatus-3</i>	49.8±3.1	22.2±1.9	1744.4±75.4	32.6±2.3	0.90	2.04	4.33	0.17	7.43	2.97 x 10 ⁻⁵
<i>P. ostreatus-4</i>	53.1±6.7	37.9±1.6	1547.2±56.7	6.1±1.1	0.96	3.49	3.84	0.03	8.31	3.32 x 10 ⁻⁵
<i>R. botrytis</i>	25.2±2.3	54.4±6.8	1268.4±39.5	13.1±1.2	0.45	5.00	3.15	0.07	8.67	3.46 x 10 ⁻⁵
<i>T. terreum</i>	9.2±1.6	10.9±1.6	1145.0±58.0	92.7±5.1	0.17	1.00	2.84	0.48	4.49	1.79 x 10 ⁻⁵

Excess lifetime cancer risk values (ELCR) in investigated mushrooms were between 1.79×10^{-5} and 12.00×10^{-5} and were in the following descending order: *M. conica* > *P. ostreatus-1* > *G. lucidum* > *L. deliciosus* > *L. edodes* > *H. erinaceus* > *P. ostreatus-2* > *B. edulis* > *L. sulphureus* > *M. oreades* > *R. botrytis* > *P. ostreatus-4* > *P. ostreatus-3* > *C. cornucopioides* > *T. terreum*. There was no remarkable difference in terms of the mean lifetime cancer risk values between wild growing (4.59×10^{-5}) and cultivated mushrooms (4.60×10^{-5}). According to the values observed, the mean excess lifetime cancer risk of fifteen mushroom samples was determined as 4.6×10^{-5} (Table 2).

The results of the PCA analysis are presented in Table 3 and 4. The first three principal components, which are the most important components, explained 100% of the total variability for activity concentrations and annual effective doses of radionuclides in examined mushroom species. In addition, biplots of the first two principal components based on PCA for activity concentrations and annual effective doses of radionuclides in examined mushroom species are shown in Figure 1 and 2. Biplot graphics provide visual evaluation of the relationships between mushroom species and characteristics. There were two values of each principal component, positive and negative. The blue points in Figure 1 and Figure 2 represent the activity concentrations and annual effective doses of radionuclides (n = 45). With regard to the activity concentrations of radionuclides, *M. conica* was quite far from other species and the biplot origin. *T. terreum*, *H. erinaceus* and *C. cornucopioides* were quite close to each other. Except for the mentioned above 4 mushroom species, all species showed similar characteristics in terms of the activity concentrations of radionuclides. *M. conica* was also far from other species with regard to the annual effective doses of radionuclides. *G. lucidum* and *L. deliciosus* were the closest species to each other.

Table 3. Principal component analysis of activity concentrations of radionuclides for examined mushroom species

	PC axis		
	PC1	PC2	PC3
Eigen values	14.364	0.634	0.002
Explained variance (%)	95.758	4.227	0.016
Cumulative variance (%)	95.758	99.984	100.000

Table 4. Principal component analysis of annual effective doses of radionuclides for examined mushroom species

	PC axis		
	PC1	PC2	PC3
Eigen values	12.391	1.574	1.035
Explained variance (%)	82.608	10.493	6.900
Cumulative variance (%)	82.608	93.100	100.000

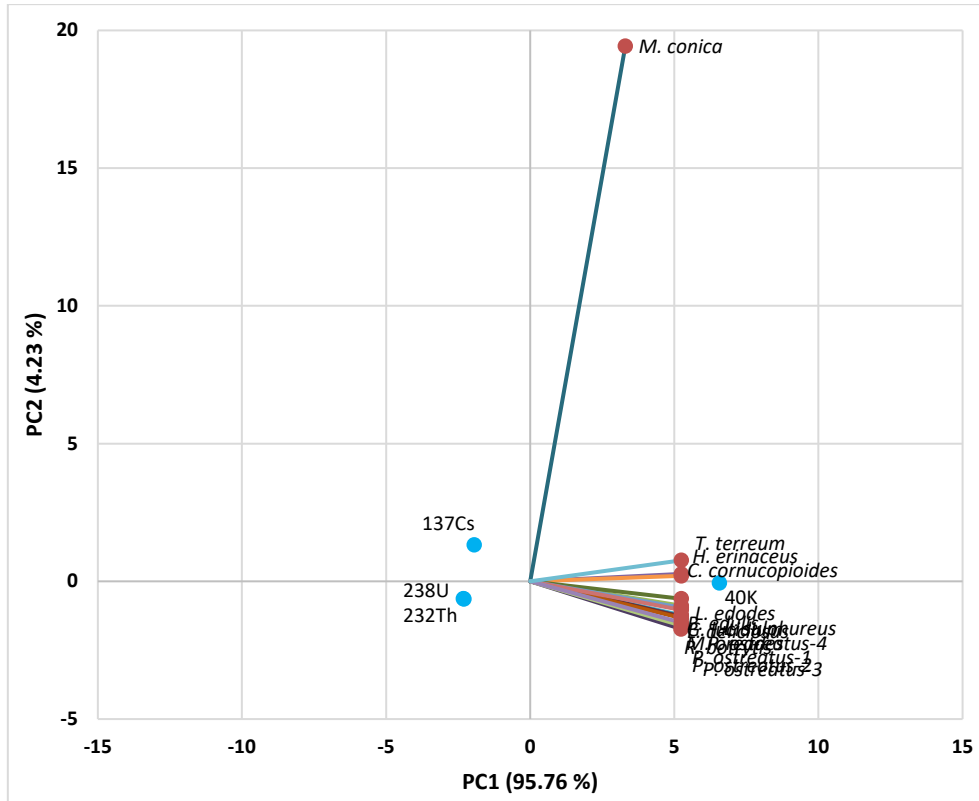


Figure 1. Biplot graph of the first two principal components for activity concentrations of radionuclides in examined mushroom species.

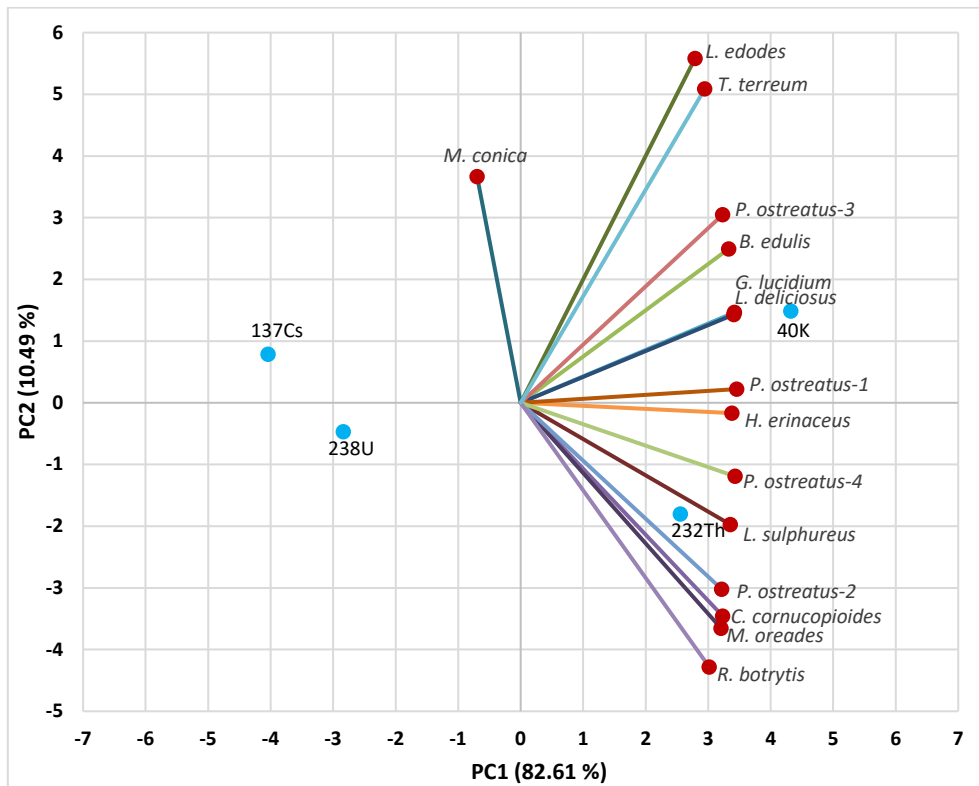


Figure 2. Biplot graph of the first two principal components for annual effective doses of radionuclides in examined mushroom species.

4. Discussion and Conclusion

In this study, the mean activity concentrations of radionuclides across all the mushrooms studied were in the decreasing order: $^{40}\text{K} > ^{137}\text{Cs} > ^{238}\text{U} > ^{232}\text{Th}$. In previous studies, activity concentrations of ^{40}K in the mushrooms were also found higher than that of other radionuclides examined (Akça, 2011; Changizi et al., 2012; Akça et al., 2014; Yılmaz et al., 2016; Gürgen et al., 2019).

The activity concentrations of ^{238}U in the mushrooms were found to be varied from 9.2 to 75.4 Bq kg⁻¹. The obtained values in this study related to the activity concentrations of ^{238}U in the mushroom samples were in accordance with the results of Baeza et al. (2006). The range for ^{238}U was 0.0011-0.270 Bq kg⁻¹ in Poland and the Czech Republic (Mietelski et al., 2002; Borovicka et al., 2011). However, our results were higher than those of Akça (2011), Akça et al. (2014) and Yılmaz et al. (2016). ^{238}U values of mushrooms were found to be ranging from 19-168 Bq kg⁻¹ (Türkecul et al., 2018) and 14.6-26.6 Bq kg⁻¹ (Gürgen et al., 2019).

With regard to ^{232}Th , activity concentrations of this radionuclide in the mushroom species varied from 10.9 to 76.3 Bq kg⁻¹. These results were compatible with Rosa et al. (2011), who reported that the activity concentrations of ^{232}Th in wild mushrooms collected from different locations of Brazil were 0.6-142 Bq kg⁻¹. ^{232}Th was reported in Poland and the Czech Republic within the range 0.0008-0.496 Bq kg⁻¹ (Mietelski et al., 2002; Borovicka et al., 2011). Our results were higher than the values reported by Akça (2011), Akça et al. (2014) and Yılmaz et al. (2016) for mushrooms collected from different provinces of Turkey.

The values determined in this study for activity concentrations of ^{40}K (925.9-3848.0 Bq kg⁻¹) were similar to the results of Mietelski et al. (2010) for different mushroom species collected from Poland. Karadeniz and Yaprak (2010) found that activity concentration of ^{40}K were 588-2024 Bq kg⁻¹ in 25 different mushrooms collected from Turkey. Castro et al. (2012) determined to be as 461-1535 Bq kg⁻¹ activity concentration of ^{40}K in 17 mushroom samples belonging to *Agaricus*, *Pleurotus* and *Lentinula* species in Brazil. The minimum and maximum values for ^{40}K of 50 mushroom samples obtained from the same station were 201-966 Bq kg⁻¹ (Türkecul et al., 2018). ^{40}K values of *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* mushrooms cultivated in different commercial companies were varied between 330.4-739.7 Bq kg⁻¹ (Gürgen et al., 2019). In contrast to our results, Gaso et al. (2000), Akça (2011), Akça et al. (2014) and Yılmaz et al. (2016) observed lower activity concentrations of ^{40}K in various mushrooms.

The activity concentrations of natural radionuclides for agricultural products can be until is 2000 Bq kg⁻¹ according to WHO (1989). So, the mushrooms investigated in this study do not carry any health risk for consumers in terms of ^{238}U and ^{232}Th . However, mushroom species with high activity concentrations of ^{40}K such as *L. edodes*, *G. lucidum*, *P. ostreatus*-1 should be consumed with caution. On the other hand, radionuclide concentration in the portion may decrease due to the procedures to be applied according to the consumption type of the mushrooms such as soaking, cooking, boiling, freezing, drying, pickling or blanching (Saba and Falandysz, 2020).

The levels of ^{137}Cs in investigated mushrooms ranged from 6.1 to 2824.8 Bq kg⁻¹. Yoshida et al. (2004) reported that the activity concentrations of ^{137}Cs in wild mushrooms significantly increased after Chernobyl nuclear accident. Baeza et al. (2004) stated that the ^{137}Cs accumulation among nutritional types of mushrooms was in the following order: mycorrhizal > saprophytic > parasitic. When compared to other radionuclides, ^{137}Cs were investigated more intensively in wild mushrooms in different countries of the world. The levels of ^{137}Cs for many mushroom species were found in the ranges of 9.84-401 Bq kg⁻¹ in Turkey (Karadeniz and Yaprak, 2007), 2-15000 Bq kg⁻¹ in Germany (Kammerer et al., 1994), 2-1357 Bq kg⁻¹ in Mexico (Gaso et al., 1998), 110-4290 Bq kg⁻¹ in Poland (Malinowska et al., 2006), 167-376 Bq kg⁻¹ in Norway (Gwynn et al., 2013) and 200-19900 Bq kg⁻¹ in Finland (Lehto et al., 2013). Our findings were within the limits reported in the studies mentioned above. The guideline level reported by IAEA (2016) for activity concentration of ^{137}Cs is 1000 Bq kg⁻¹. Accordingly, all other species except for only *M. conica* among mushroom species studied in this study did not exceed the permissible limit.

The accumulation of radionuclides by mushrooms is actually an extremely complicated event that depends on many factors such as ecological/environmental factors, mushroom species/strain, structure and characteristics of substrate/soil, concentration of radionuclides in the substrate/soil, development and age of mycelium, the maturity degree of fruiting body, fruiting body size,

morphological parts of fruiting body, the nutritional type of mushroom (mycorrhizal, saprophytic, parasitic), distance from any source of pollution and time after the disaster or fallout (Kalac and Svoboda, 2000; Kuwahara et al., 2005; Guillen and Baeza, 2014).

The total annual effective dose values in the mushrooms varied from 4.49 to 30.20 $\mu\text{Sv y}^{-1}$. Our values were higher than those of Karadeniz and Yaprak (2010) and Akça et al. (2014). However, our results were lower than the reported levels by Yılmaz et al. (2016). The annual effective dose values obtained in this study were found to below reference level (1 mSv y^{-1}) reported by ICRP (2007).

Excess lifetime cancer risk values (ELCR) in investigated mushrooms were between 1.79×10^{-5} and 12.00×10^{-5} . The mean excess lifetime cancer risk of fifteen mushroom samples was determined as 4.6×10^{-5} . These results were lower than that of Yılmaz et al. (2016). According to Taskin et al. (2009), the average excess lifetime cancer risk value in the world is 0.29×10^{-3} . Therefore, our results were lower than average excess lifetime cancer risk value of world.

Turkey has a very rich wild mushroom diversity. Many wild edible mushroom species are fondly consumed as a popular and favourite delicacy in Turkey. However, mushrooms can accumulate toxicologically significant amounts of radionuclides. Therefore, the determination of radionuclide concentrations in the edible mushrooms is highly important. In this study, the activity concentrations of natural (^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K) and artificial (^{137}Cs) radionuclides, annual effective doses and excess lifetime cancer risks in various mushroom species collected from Turkey were determined.

The results revealed that the activity concentrations of radionuclides varied considerably depending on the species. The activity concentrations of radionuclides of ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K and ^{137}Cs were found in the ranges of $9.2\text{-}75.4 \text{ Bq kg}^{-1}$, $10.9\text{-}76.3 \text{ Bq kg}^{-1}$, $925.9\text{-}3848.0 \text{ Bq kg}^{-1}$ and $6.1\text{-}2824.8 \text{ Bq kg}^{-1}$, respectively. The mean activity concentrations of ^{137}Cs and ^{238}U in wild mushrooms were found to be higher than cultivated mushrooms. The mean total annual effective dose in mushroom samples was found to be $11.5 \mu\text{Sv y}^{-1}$. The mean excess lifetime cancer risk of mushrooms was determined as 4.6×10^{-5} . The considerable consumption of mushrooms which have high concentrations of radionuclides is toxic. In the present study, *M. conica* collected from Samsun accumulated fairly high levels of ^{137}Cs . So, this species should be consumed with caution. In conclusion, most of the mushrooms analyzed in this study can be consumed safely.

Acknowledgment

This study was published as a summary report in the Abstract Book of Ecology Symposium, 11-13 May 2017 Kayseri, Turkey.

References

- Abbady, A. (2006). Level of natural radionuclides in foodstuffs and resultant annual ingestion radiation dose. *Nuclear Science and Techniques*, 17, 297-300.
- Akça, S. (2011). Mantar çeşitlerinde elemental analiz ve doğal radyoaktivite ölçümü. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Akça, S., Sögüt, Ö., Küçükönder, E., Karatepe, S., & Dogru, M. (2014). Radioactivity levels in some mushroom species and consequent doses. *Asian Journal of Chemistry*, 26, 879-882.
- Altıkulaç, A., Turhan, S., & Gümüş, H. (2016). Activity concentration of terrestrial and anthropogenic radionuclides (^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{232}Th , ^{40}K , and ^{137}Cs) in soil samples. *Environmental Earth Sciences*, 75, 1-8.
- Baeza, A., Hernandez, S., Guillen, J., Moreno, G., Manjoon, J. L., & Pascuala, R. (2004). Radiocaesium and natural gamma emitters in mushrooms collected in Spain. *Science of the Total Environment*, 408, 84-91.
- Baeza, A., Guillen, F. J., Salas, A., & Manjon, J. L. (2006). Distribution of radionuclides in different parts of a mushroom: Influence of the degree of maturity. *Science of the Total Environment*, 359, 255-266.
- Bannai, T., Yoshida, S., Muramatsu, Y., & Suzuki, A. (2005). Uptake of radiocaesium by hypha of Basidiomycetes radiotracer experiments. *Journal of Nuclear and Radiochemical Sciences*, 6, 111-113.

- Bazala, M. A., Golda, K., & Bystrzejewska-Piotrowska, G. (2008). Transport of radiocesium in mycelium and its translocation to fruitbodies of a saprophytic macromycete. *Journal of Environmental Radioactivity*, 99, 1200-1202.
- Borovicka, J., Kubrova, J., Rohovec, J., Randa, Z., & Dunn, C. E. (2011). Uranium, thorium and rare earth elements in macrofungi: what are the genuine concentrations? *Biometals*, 24, 837-845.
- Bulam, S., Üstün, N. Ş., & Pekşen, A. (2019). Health benefits of *Ganoderma lucidum* as a medicinal mushroom. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7, 84-93.
- Castro, L. P., Maihara, V. A., Silva, P. S. C., & Figueira, R. C. L. (2012). Artificial and natural radioactivity in edible mushrooms from Sao Paulo, Brazil. *Journal of Environmental Radioactivity*, 113, 150-154.
- Changizi, V., Angaji, M., Zare, M. R., & Abbasnejad, K. (2012). Evaluation of ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs and ^{40}K "*Agaricus bisporus*" activity in cultivated edible mushroom formed in Tehran province-Iran. *Iranian Journal of Medical Physics*, 9, 239-244.
- Çevik, M. (2019). Mantarcılık sektörü son 10 yılda daha da gelişti. *Türk Tarım ve Orman Dergisi, Mart-Nisan*, 10-12.
- Falandysz, J., & Borovicka, J. (2013). Macro and trace mineral constituents and radionuclides in mushrooms: Health benefits and risks. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97, 477-501.
- Gasó, M. I., Segovia, N., Herrera, T., Perez-Silva, E., Cervantes, M. L., Quintero, E., Palacios, J., & Acosta, E. (1998). Radiocesium accumulation in edible wild mushrooms from coniferous forests around the Nuclear Centre of Mexico. *The Science of the Total Environment*, 223, 119-129.
- Gasó, M. I., Segovia, N., Morton, O., Cervantes, M. L., Godinez, L., Pena, P., & Acosta, E. (2000). ^{137}Cs and relationships with major and trace elements in edible mushrooms from Mexico. *Science of the Total Environment*, 262, 73-89.
- Gürgen, A., Yıldız, S., Çevik, U., & Çelik, A. (2019). Radionuclide activity concentrations of *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* mushrooms cultivated in different commercial companies. *Journal of International Environmental Application and Science*, 14, 13-20.
- Guillen, J., & Baeza, A. (2014). Radioactivity in mushrooms: a health hazard? *Food Chemistry*, 154, 14-25.
- Gwynn, J. P., Nalbandyan, A., & Rudolfson, G. (2013). ^{210}Po , ^{210}Pb , ^{40}K and ^{137}Cs in edible wild berries and mushrooms and ingestion doses to man from high consumption rates of these wild foods. *Journal of Environmental Radioactivity*, 116, 34-41.
- Hatra, G. (2018). Radioactive pollution: An overview. *The Holistic Approach to Environment*, 8, 48-65.
- IAEA. (2011). International Atomic Energy Agency. Safety Standards for Protecting People and the Environment, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. General Safety Requirements. Vienna, Austria.
- IAEA. (2016). International Atomic Energy Agency. Criteria for Radionuclide Activity Concentrations for Food and Drinking Water. IAEA-TECDOC-1788, Vienna, Austria.
- ICRP. (2007). International Commission on Radiological Protection. Annals of the ICRP, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37, 2-4.
- Kalac, P. (2001). A review of edible mushroom radioactivity. *Food Chemistry*, 75, 29-35.
- Kalac, P., & Svoboda, L. (2000). A review of trace element concentrations in edible mushrooms. *Food Chemistry*, 69, 273-281.
- Kammerer, L., Hiersche, L., & Wirth, E. (1994). Uptake of radiocesium by different species of mushrooms. *Journal of Environmental Radioactivity*, 23, 135-150.
- Karadeniz, Ö., & Yaprak, G. (2007). Dynamic equilibrium of radiocesium with stable cesium within the soil-mushroom system in Turkish pine forest. *Environmental Pollution*, 148, 316-324.
- Karadeniz, Ö., & Yaprak, G. (2010). ^{137}Cs , ^{40}K , alkali-alkaline earth element and heavy metal concentrations in wild mushrooms from Turkey. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 285, 611-619.
- Kurnaz, A., Gezelge, M., Hançerlioğulları, A., Çetiner, M. A., & Turhan, Ş. (2016). Radionuclides content in grape molasses soil samples from Central Black Sea region of Turkey. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 22, 1375-1385.
- Kuwahara, C., Fukumoto, A., Ohson, A., Furuya, N., Shibata, H., Sugiyama, H., & Kato, F. (2005). Accumulation of radiocesium in wild mushrooms collected from a Japanese forest and cesium

- uptake by microorganisms isolated from the mushroom-growing soils. *The Science of the Total Environment*, 345, 165-173.
- Lehto, J., Vaaramaa, K., & Leskinen, A. (2013). ^{137}Cs , $^{239,240}\text{Pu}$ and ^{241}Am in boreal forest soil and their transfer into wild mushrooms and berries. *Journal of Environmental Radioactivity*, 116, 124-132.
- Malinowska, E., Szefer, P., & Bojanowski, R. (2006). Radionuclides content in *Xerocomus badius* and other commercial mushrooms from several regions of Poland. *Food Chemistry*, 97, 19-24.
- Mazzilli, B. P., Silva, P. S. C., & Nisti, M. B. (2002). Enhancement of natural radioactivity in the surrounding of a phosphate fertilizer complex in Santos basin, Brazil. *Radioprotection*, 37, 795-799.
- Mietelski, J. W., Baeza, A. S., Guillen, J., Buzinny, M., Tsigankov, N., Gaca, P., Jasinska, M., & Tomankiewicz, E. (2002). Plutonium and other alpha emitters in mushrooms from Poland, Spain and Ukraine. *Applied Radiation and Isotopes*, 56, 717-729.
- Mietelski, J. W., Dubchak, S., Blazeja, S., Anielska, T., & Turnau, K. (2010). ^{137}Cs and ^{40}K in fruiting bodies of different fungal species collected in a single forest in southern Poland. *Journal of Environmental Radioactivity*, 101, 706-711.
- Pekşen, A., & Akdeniz, H. (2012). Organik ürün olarak doğa mantarları. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 8, 34-40.
- Phillips, R. (1994). *Mushrooms and Other Fungi of Great Britain and Europe*. Milan, Italy.
- Rosa, M. M. L., Maihara, V. A., Taddei, M. H. T., Silva, M. A., & Ferreira, M. T. (2011). *Determination of ^{228}Th , ^{232}Th , and ^{228}Ra in wild mushroom from a naturally high radioactive region in Brazil*. International Nuclear Atlantic Conference, Belo Horizonte, Brazil.
- Saba, M., & Falandysz, J. (2020). The effects of different cooking modes on the ^{137}Cs , ^{40}K , and total K content in *Boletus edulis* (King Bolete) mushrooms. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-6.
- Taira, Y., Hayashidai, N., Brahmanandhan, G. M., Nagayama, Y., Yamashita, S., Takahashi, J., Gutenic, A., Kazlovsky, A., Urazalin, M., & Takamura, N. (2011). Current concentration of artificial radionuclides and estimated radiation doses from ^{137}Cs around the Chernobyl nuclear power plant, the Semipalatinsk nuclear testing site, and in Nagasaki. *Journal of Radiation Research*, 52, 88-95.
- Taskin, H., Karavus, M., Ay, P., Topuzoglu, A., Hidiroglu, S., & Karahan, G. (2009). Radionuclide concentrations in soil and lifetime cancer risk due to gamma radioactivity in Kırklareli, Turkey. *Journal of Environmental Radioactivity*, 100, 49-53.
- Turhan, Ş., Köse, A., & Varinlioğlu, A. (2007). Radioactivity levels in some wild edible mushroom species in Turkey. *Isotopes in Environmental and Health Studies*, 43, 249-256.
- Türkekul, İ., Yeşilkanat, C. M., Ciriş, A., Kölemen, U., & Çevik, U. (2018). Interpolated mapping and investigation of environmental radioactivity levels in soils and mushrooms in the Middle Black Sea Region of Turkey. *Isotopes in Environmental and Health Studies*, 54, 262-273.
- UNSCEAR. (1988). United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Sources, Effects and Risk of Ionizing Radiation, United Nations, New York.
- WHO. (1989). World Health Organization, Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants, in: Thirty-third Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.
- Yamaç, M., Yıldız, D., Sarıkürkcü, C., Çelikkollu, M., & Solak, M. H. (2007). Heavy metals in some edible mushrooms from the Central Anatolia, Turkey. *Food Chemistry*, 103, 263-267.
- Yılmaz, A., Yıldız, S., Çelik, A., & Çevik, U. (2016). Determination of heavy metal and radioactivity in *Agaricus campestris* mushroom collected from Kahramanmaraş and Erzurum provinces. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 4, 208-215.
- Yoshida, S., Muramatsu, Y., Dvornik, A. M., Zhuchenko, T. A., & Linkov, I. (2004). Equilibrium of radiocesium with stable cesium within the biological cycle of contaminated forest ecosystems. *Journal of Environmental Radioactivity*, 75, 301-313.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



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

Araştırma Makalesi (Research Article)

Dihaploidization in Promising Summer Squash Genotypes (*Cucurbita pepo* L.) via Irradiated Pollen Technique

Ertan Sait KURTAR^{*1}, Musa SEYMEN², Ayşe Nur ÇETİN³, Önder TÜRKMEN⁴

^{1,2,4}Selcuk University, Horticulture Department of Agriculture Faculty, 42010, Konya, Turkey

³Ahi Evran University, Horticulture Department of Agriculture Faculty, Kırşehir, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-7203-7430> ²<https://orcid.org/0000-0002-2742-137X> ³<https://orcid.org/0000-0002-0826-1243>

⁴<https://orcid.org/0000-0003-3218-6551>

*Corresponding author e-mail: ertansaitkurtar@selcuk.edu.tr

Article Info

Received: 26.09.2020

Accepted: 01.12.2020

Online Published 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.800475

Keywords

Cucurbitaceae,

Haploid,

Plant tissue culture,

Pure lines.

Abstract: Summer squash (*Cucurbita pepo* L.) is one of the important vegetable species preferred by the people of Turkey in terms of their nutritional value. F1 hybrid summer squash varieties are widely used both in the open field and protected cultivation. The majority of these varieties come from abroad, and our dependence on abroad continues. In this study, the effectiveness of the dihaploidization method, which has an important place in variety breeding studies, was investigated to reduce our import dependency and to produce new F1 hybrid varieties that are high yielded, quality, resistant to diseases and pests. In this context, 14 summer squash genotypes were used as plant material. Dihaploidization studies were carried out using the irradiated pollen technique. In total, 165 flowers were pollinated and 64 fruits, 7034 seeds, 521 embryos, and 144 plants were obtained. 111 plants were successfully acclimatized and cultivated in controlled conditions. As a result of ploidy analysis, 28 plants were haploid ($2n=x=20$), 77 were diploid ($2n=2x=40$) and 6 were mixoploid (containing diploid and haploid cells). Haploid plants were doubled with 1% 42olchicines treatment, grown in the greenhouse, selfed, and seeds were obtained.

Nitelikli Yazlık Kabak (*Cucurbita pepo* L.) Genotiplerinde Işınlanmış Polen Tekniği ile Dihaploidizasyon

Makale Bilgileri

Geliş: 26.09.2020

Kabul: 01.12.2020

Online Yayınlanma 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.800475

Anahtar kelimeler

Cucurbitaceae,

Haploid,

Bitki doku kültürü,

Saf hatlar.

Öz: Yazlık kabak (*Cucurbita pepo* L.) sahip olduğu besleyici değer ile ülkemizde insanlar tarafından tercih edilen önemli bir sebze türüdür. F1 hibrid yazlık kabak çeşitleri hem açık tarla hem de örtüaltı yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılmakta, bu çeşitlerin büyük çoğunluğu yurt dışı kaynaklıdır ve yurt dışı bağımlılığımız devam etmektedir. Çalışmada, yüksek verimli ve kaliteli, hastalık ve zararlılara dayanıklı yeni F1 hibrit yazlık kabak çeşitlerini üretmek, yurt dışı bağımlılığımızı azaltmak amacıyla, çeşit ıslahı çalışmalarında önemli bir yere sahip olan dihaploidizasyon metodunun etkinliği araştırılmıştır. Bu bağlamda, 14 yazlık kabak genotipi bitkisel materyal olarak kullanılmış, dihaploidizasyon çalışmaları ışınlanmış polen tekniği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Toplamda 165 çiçek tozlanmış, 64 meyve, 7034 tohum, 521 embriyo ve 144 bitki elde edilmiştir. 111 bitki başarılı bir şekilde dış koşullara alıştırmış ve kontrollü koşullarda yetiştirilmiştir. Ploidi analizleri sonucunda, 28 bitki haploid ($n = 20$), 77 bitki diploid ($2n = 40$) ve 6 bitki miksploid (haploid ve diploid hücreli) yapıda olmuştur. Haploid bitkiler %1'lik kolhisin uygulamasıyla katlanmış, sera koşullarında yetiştirilmiş, kendilenmiş ve tohumları alınmıştır.

1. Introduction

Turkey allows for the cultivation of many vegetable species related to the *Cucurbitaceae* family with its favorable climatic conditions and our total summer squash production is 474.527 tons (TÜİK, 2018). *Cucurbita pepo* L., defined as summer squash, has a very wide range in our country's food culture. Although squash is generally produced for fruit, its seeds are also used as appetizers, high-quality edible oil, and food production materials, which are demanded in the market, thus it is cultivated in both open field and greenhouse conditions. Some squash populations with mostly domestic names exist in many regions in Turkey. However, these local varieties are preferred their taste and flavor, they are not at the desired agricultural traits as high-yield, quality, and especially resistant to disease and pests. Thus, superior F₁ hybrid summer squash varieties are widely used in vegetable production. As in many vegetable varieties, F₁ hybrid summer squash varieties are mostly imported and our foreign dependency continues. Reducing foreign dependency on seed production is among the priority subject in Turkey. In this context, the use of the dihaploidization technique will provide a great convenience in breeding efforts to reduce our foreign dependency in summer squash, to reveal our domestic varieties that are high yielded, quality, resistant to diseases and pests, and to obtain new F₁ hybrid varieties.

The dihaploidization technique is one of the plant tissue culture techniques and they are widely used in F₁ hybrid seed production. The most important advantage of this technique shortens the cultivar breeding process. It also increases breeding efficiency by reducing the size of the population that needs to be addressed to achieve the targeted genotype. In classical breeding, the fact that selection cannot be done effectively in early generations is an important problem. Achieving double-haploid plants in a short time with the dihaploidization technique enables an effective selection in early generations and accelerates responding to changing consumer demands (Forster and Thomas, 2005).

Classical breeding processes take a long time because the flower types of the species that belong to the *Cucurbitaceae* family have very different characteristics (monoic, andromonoic, gynoic, gynomonoic, hermaphrodite) and naturally high rate of open-pollinated. However, the haploid plant obtaining technique, which has been used successfully in some species instead of classical breeding, has important advantages. The purpose of dihaploidization (DH) technique is to obtain male (anther - pollen culture), female (ovule - ovary culture), and/or parthenogenesis (irradiated pollen technique) originating haploid (n) plants and to generate 100% pure (homozygous) lines (2n) by doubling the chromosome numbers of haploid plants with various antimitotic agents (colchicine, oryzalin, trifluralin, amiprofos methyl). Thus, the purification process, which takes many years (8-10 years) especially in open-pollinated species, can be carried out in a shorter time (1-2 years). The breeding of hybrid cultivar can be completed in a short time with the desired agronomic traits and high combination ability from these pure lines obtained.

Considering the species of the *Cucurbitaceae* family, irradiated pollen is the most used technique in dihaploidization process. In this technique, the pollen is irradiated by different irradiation source (usually with Co⁶⁰-induced gamma-ray), but since the germination capabilities continue, it stimulates the female organ and causes the parthenogenetic haploid embryos. With the use of this technique, successful results have been obtained in watermelon (Gürsöz et al., 1991; Sarı et al., 1994), melon (Sauton and Dumas de Vault, 1987; Sarı et al., 1992; Abak et al., 1996; Lotfi et al., 2003), cucumber (Truong-Andre, 1988; Sauton, 1989; Çağlar and Abak, 1999; Dolcet-Sanjuan et al., 2006), summer squash (Kurtar, 1999; Kurtar et al., 2002; Berber, 2009; Bektemur et al., 2014; Kurtar et al., 2017), pumpkin (Kurtar et al., 2009) and winter squash (Kurtar and Balkaya, 2010) species. The most important factor that restricts the effectiveness of the irradiated pollen technique is genotype dependence. Besides, some factors such as irradiation and pollination studies, the composition of the media, culture conditions, embryo development stages, and growing season and conditions of donors can also affect the haploidy frequency.

In this study, it is aimed to determine the effectiveness of the dihaploidization process on producing pure lines in summer squash selected from our gene pool via irradiated pollen technique.

2. Materials and Methods

The research was carried out in the laboratory and greenhouse of Selcuk University Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Vegetable Growing and Breeding in 2018 and 2019. Seeds of 14 genotypes obtained from the gene pool of this department were sown in trays filled with peat-moss on May 4, 2018, and seedlings at the 2-3-leaf stage were planted in the greenhouse at a distance of 1.2 x 1 m on 21 May 2018. Twenty plants were used for each genotype (Figure 1). In the growing period, considering the soil analysis results, 8 kg N (Nitrogen), 6 kg P₂O₅ (Phosphorus), and 7 kg K₂O (Potassium) were supplied per decare with drip irrigation, and pest and disease management were applied regularly.



Figure 1. Planted seedlings in the greenhouse and growing squash plants.

Anthers were collected one day before the anthesis from genotypes when the plants were in the full-flowering period and the female flowers to be pollinated the next day were isolated with cloth bags. The anthers were irradiated on the same day with a dose of 150 Gy gamma rays in TAEK (Turkish Atomic Energy Authority) (Figure 2). The isolated female flowers were pollinated with irradiated pollen the next morning and re-isolated to prevent undesired pollen contamination. After 2-3 days of pollination, cloth bags were removed and the fruits were labeled.



Figure 2. Female flower isolated 1 day before anthesis, anthers collected 1 day before anthesis, and irradiation of anthers on Co⁶⁰ equipment.

About 3-4 weeks after pollination, the fruits were harvested before they were not fully ripened and the embryos were not aged and lost their regeneration ability. Harvested fruits were washed under tap water before extraction, cleaned from external contamination, weighed on a digital scale with a sensitivity of 2 g after drying. Then the fruit stems were removed and fruits were soaked in a 20% commercial bleach solution for 30 min. Finally, after thoroughly pulverizing with 96% ethyl alcohol under a sterile bench, surface sterilization was performed by burning. The surface-sterilized fruits were carefully cut with the help of a sterile knife without damaging the seeds, and all the seeds (except very small, dice or scar) were opened one by one and the embryos were cultured.

All the embryos obtained from the opened seeds, less than half the seed size were taken into culture tubes containing approximately 10 ml of modified E20A medium. Because, according to our previous experiences, embryos larger than half the seed size have formed completely diploid plants. During this period, embryos were kept in the climate room, whose temperature was 28 ± 1 °C, the photoperiod was 16/8 day-night, and the illumination was set to 5000 lux with daylight type fluorescent lamps (Kurtar and Balkaya, 2010) (Figure 3). The composition of the modified E20A medium is presented in Table 1.



Figure 3. Cultured and developed embryos.

Table 1. The composition of modified E20A medium

Macroelements (mg l ⁻¹)		Microelements (mg l ⁻¹)	
KNO ₃	1075.0	MnSO ₄ .H ₂ O	11.065
NH ₄ NO ₃	619.0	ZnSO ₄ .7H ₂ O	1.812
MgSO ₄ .7H ₂ O	206.0	H ₃ BO ₃	1.575
CaCl ₂ .2H ₂ O	156.5	KI	0.345
KH ₂ PO ₄	71.0	Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	0.094
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	25.0	CuSO ₄ .5H ₂ O	0.008
NaH ₂ PO ₄ .4H ₂ O	19.0	CoCl ₂ .6H ₂ O	0.008
(NH ₄) ₂ SO ₄	17.0		
KCl	3.5		
Na ₂ EDTA : 37.3 mg l ⁻¹ , FeSO ₄ .7H ₂ O : 27.8 mg l ⁻¹			
Vitamins and amino acids		Others	
Myo-inositol	50.300	Sucrose	20.00 g l ⁻¹
Pyridoxine-HCl	5.500	Agar-Agar	8.00 g l ⁻¹
Nicotinik asit	0.700	IAA	0.01 mg l ⁻¹
Thiamine-HCl	0.600	pH	5.90
C. Pantothenate	0.500		
Glycine	0.100	Autoclave: 1.1atm, 121 °C, 15 min	
Biotin	0.005		

To prevent the loss and increase the number of plants, micro-propagation was carried out in developed plants (had a favorable root and shoot ratio) under laboratory conditions for 2-3 times. Micro-propagation was realized in MS medium (Murashige and Skoog, 1962) with the addition of 0.1 mg l⁻¹ IAA and 1.0 mg l⁻¹ BAP (Figure 4).

The plantlets were acclimatized to the open field conditions as reported by Kurtar and Balkaya (2010). The ploidy levels of the plants were determined by both stomatal (stoma number and stoma size) and morphological observations. As a result of ploidy analyses, haploid plants were doubled by applying 1% colchicine solution to the shoot-tips of the plants (Figure 5). Double-haploid plants were grown in the climate room and 69 plants (2-3 plants from each dihaploid line) were planted in a heated greenhouse in April 2019 (Figure 6).

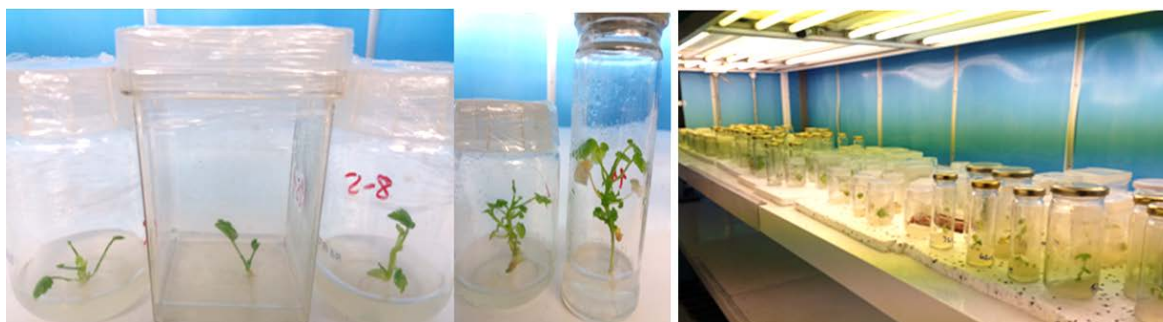


Figure 4. Micro-propagated plants.



Figure 5. Chromosome doubling in haploid plants.



Figure 6. Double-haploid plants grown in the climate room and planted in the greenhouse.

2.1. Data analyses

Since the number of fruits of the genotypes is not equal and a different number of materials are used, only the averages of the data are provided.

3. Results and Discussion

3.1. Effects of pollination with irradiated pollen on fruit weight, seed formation, and embryo stimulation

In pollination studies, the number of pollinated flowers (PF), the number of fruit set (FS), the fruit set rate (FR), and the average fruit weight (AW) were evaluated and presented in Table 2. As a result of the pollination studies, 165 flowers were pollinated, 64 fruits were obtained from the

pollinated flowers and the fruit set rate was 38.8%. Fruit set ratio varied between 20% (G6) and 61.5% (G7) and the average fruit weight (AW) ranged from 1650 g (G6) to 4465 g (G4).

Table 2. The number of pollinated flowers (PF), the number of fruit set (FS), the fruit set rate (FR, %), and the average fruit weight (AW, g) in genotypes (G).

G	PF	FS	FR	AW
1	14	5	35.7	1280
G2	17	7	41.2	1875
G3	9	3	33.3	3480
G4	8	2	25.0	4465
G5	13	6	46.2	1785
G6	5	1	20.0	1650
G7	13	8	61.5	2870
G8	9	4	44.4	1965
G9	15	6	40.0	2845
G10	13	5	38.5	3565
G11	11	4	36.4	4060
G12	8	3	37.5	1895
G13	14	4	28.6	3085
G14	16	6	37.5	3995
	165	64	38.8	2773

As a result of the extraction of 64 fruits, 7034 seeds and 521 embryos were obtained. The average number of seeds per fruit was 109.9 and the number of embryos per fruit was 8.14. Of the 521 embryos obtained, 144 transformed into a complete plant and the conversion rate to the plant was 27.6%. Among the genotypes, the average number of seeds ranged from 69 (G8) to 183 (G9), the number of embryos per fruit was between 2.2 (G14) and 14.7 (G3), and the conversion rate to the plant was between 19.0% (G2) and 38.2% (G12) (Table 3). These results are following our previous studies in the summer squash (Kurtar, 1999; Kurtar et al., 2002; Kurtar et al., 2017).

Table 3. The number of fruit (FS), the number of seeds (SN), the average number of seeds (AS), the total number of embryos (NE), the number of embryos per fruit (ENF), the number of embryos transformed into plants (ENP) and the rate of conversion to plants (RP, %) in genotypes (G).

G	FS	SN	AS	NE	ENF	ENP	RP
G1	5	490	98	68	13.6	13	19.1
G2	7	819	117	84	12.0	16	19.0
G3	3	489	163	44	14.7	11	25.0
G4	2	148	74	9	4.5	3	33.3
G5	6	654	109	23	3.8	6	26.1
G6	1	107	107	11	11.0	3	27.3
G7	8	904	113	62	7.8	17	27.4
G8	4	276	69	24	6.0	8	33.3
G9	6	1098	183	51	8.5	18	35.3
G10	5	405	81	42	8.4	16	38.1
G11	4	288	72	29	7.3	9	31.0
G12	3	342	114	34	11.3	13	38.2
G13	4	488	122	27	6.8	7	25.9
G14	6	528	88	13	2.2	4	30.8
	64	7034	109.9	521	8.14	144	27.6

3.2. Ploidy analyses and dihaploidization process

The ploidy levels of the plants were determined by both stomatal (stoma number, stoma size) and morphological observations. While the average stoma length and stoma widths were 32.24 and 21.67 μm in diploids, these values were determined as 20.41 and 16.84 μm in haploids. While the number of stomata per unit area (mm^2) was 306.2 in diploids, it was 435.1 in haploids.

While diploid plants formed larger leaves and habitus, haploid plants had smaller leaves and plants. Besides, pollen formation was not observed in the anthers of haploid plants (Figure 7). Similar results have been found in the previous studies in squash (Kurtar, 1999; Kurtar et al., 2002; Kurtar et al., 2017), pumpkin (Kurtar et al., 2009), and winter squash (Kurtar and Balkaya, 2010).



Figure 7. Diploid (left) and haploid (right) plantlets developing *in vitro* conditions (A); Haploid (left) and diploid (right) plants acclimatized to open field conditions (B); Anthers of diploid (left - fertile) and haploid (right - sterile) plants (C).

As a result of the ploidy analyses of 111 plants, 28 plants were haploid ($n = x = 20$), 77 plants were diploid ($2n = 2x = 40$) and 6 plants were mixoploid (containing diploid and haploid cells) (Table 4).

Table 4. The number of plants (PS), the number of acclimatized and examined plants (AP), haploid plants (H), diploid plants (D), mixoploid plants (M) and haploidy efficiency (HE, %) in genotypes (G).

G	PS	AP	H	D	M	HE
G1	13	11	2	9	-	18.2
G2	16	13	4	8	1	30.8
G3	11	9	3	6	-	33.3
G4	3	2	-	2	-	0.0
G5	6	4	1	3	-	25.0
G6	3	1	-	1	-	0.0
G7	17	14	4	8	2	28.6
G8	8	5	2	3	-	40.0
G9	18	12	3	7	2	25.0
G10	16	14	3	11	-	21.4
G11	9	8	2	6	-	25.0
G12	13	11	3	7	1	27.3
G13	7	5	1	4	-	20.0
G14	4	2	-	2	-	0.0
	144	111	28	77	6	25.2

Haploid production efficiency (HE) has also been determined by considering the criteria of 100 seed/haploid plants, 100 embryo/haploid plants, and haploid plants per fruit in genotypes. As a result of pollination with irradiated pollen, haploid plants could not be obtained from some genotypes (G4, G6, and G14), while the number of haploid plants per fruit varied between 0.25 (G13) and 1.00 (G3 and G12). The number of haploid plants in 100 seeds and the number of haploid plants in 100 embryos ranged from 0.15 (G5) to 0.88 (G12) and 2.90 (G1) and 8.82 (G12), respectively (Table 5). These findings in accordance with our previous studies in summer squash (Kurtar, 1999; Kurtar et al., 2002; Kurtar et al., 2017), pumpkin (Kurtar et al., 2009), and winter squash (Kurtar and Balkaya, 2010).

Table 5. The number of haploid plants (HP), the number of fruits (NF), the number of seeds (NS), the total number of embryos (TE), the number of haploid plants per fruit (HPF), the number of haploid plants in 100 seeds (HPS), the number of haploid plants in 100 embryos (HPE) in genotypes (G).

G	HP	NF	NS	TE	HPF	HPS	HPE
G1	2	5	490	68	0.40	0.41	2.90
G2	4	7	819	84	0.57	0.49	4.76
G3	3	3	489	44	1.00	0.61	6.81
G4	-	2	148	9	0.00	0.00	0.00
G5	1	6	654	23	0.17	0.15	4.34
G6	-	1	107	11	0.00	0.00	0.00
G7	4	8	904	62	0.50	0.44	6.45
G8	2	4	276	24	0.50	0.72	8.33
G9	3	6	1098	51	0.50	0.27	5.88
G10	3	5	405	42	0.60	0.74	7.14
G11	2	4	288	29	0.50	0.69	6.89
G12	3	3	342	34	1.00	0.88	8.82
G13	1	4	488	27	0.25	0.20	3.70
G14	-	6	528	13	0.00	0.00	0.00
	28	64	7034	521	0.44	0.40	5.37

The double-haploid plants have been shown to very different growth characteristics and it has been demonstrated that the dihaploidization technique is also important for creating variation beyond obtaining pure lines (Figure 8).



Figure 8. The appearance of double-haploid plants with different formations in the greenhouse.

4. Conclusion and perspective

The dihaploidization technique, which enables obtention of pure homozygous lines in many vegetable types and greatly shortens the breeding time, improves the breeding efficiency, and is successfully applied in the summer squash. However, the most important factor preventing the widespread use of the technique is that it is genotype-dependent and the haploid frequency shows a large variation among the genotypes.

It has been observed that the dihaploid lines we have obtained have very different growth characteristics and that the dihaploidization technique is an important technique for creating variation besides pure line production. In the light of our results, we believe that it will increase the success of working with genotypes with high haploid frequency, hybridization between high frequency and low-frequency genotypes, the spread of irradiation and pollination studies to a wider vegetation period in future studies. Also, as an alternative to the irradiated pollen technique, anther-microspore or ovule-ovary cultures should be engaged (Kurtar et al., 2020).

In this context, our goals are to continue irradiation and pollination activities with high haploid frequency genotypes, on the other hand, to produce suitable candidates for the breeding of F₁ hybrid summer squash with promising dihaploid lines that have desired agronomic traits we obtained as a result of the study.

Acknowledgments

This research was funded by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Selcuk University, Turkey (Project No.18401059).

References

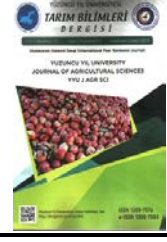
- Abak, K., Sarı, N., Paksoy, M., Yılmaz, H., Aktaş, H., & Tunalı, C. (1996). Genotype response to haploid embryo induction with pollination by irradiated pollen in melon, obtaining of dihaploid lines, determination of haploid plants by different techniques. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 20, 425–430.
- Bektemur, G., Yücel, N. K., Taşkın, H., Çömlekçiöğlü, S., & Büyükalaca, S. (2014). Effects of different genotypes and gamma-ray doses on haploidization using irradiated pollen technique in squash. *Turkish Journal of Biology*, 38, 318–327.
- Berber, M. (2009). *Production of haploids in naked seed pumpkins (Cucurbita pepo L. var. styriaca) by pollination with irradiated pollen*. Ins of Nat and App Sci Univ of Çukurova, MSc Thesis, 144 p.
- Çağlar, G., & Abak, K. (1999). Obtention of *in vitro* haploid plants from *in situ* induced haploid embryos in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23, 283–290.
- Dolcet-Sanjuan, R., Claveria, E., & Garcia-Mas, J. (2006). Cucumber (*Cucumis sativus* L.) dihaploid line production using *in vitro* rescue of *in vivo* induced parthenogenic embryos. *Acta Horticulturae*, 725, 837–844.
- Forster, B. P., & Thomas, W. T. B. (2005). Doubled haploids in genetics and plant breeding. *In: Janick J(ed) Plant Breeding Review*, 25, 57–88.
- Gürsöz, N., Abak, K., Pitrat, M., Rode, J. C., & Dumas de Vaulx, R. (1991). Obtention of haploid plants induced by irradiated pollen in watermelon (*Citrullus lanatus*). *Cucurbit Genetic Cooperative*, 14, 109–110.
- Kurtar, E. S. (1999). *Research on the effects of genotypes and growing seasons on in situ haploid embryo induction and in vitro plant obtention via irradiated pollen in squash*. PhD Thesis, Univ of Cukurova, 203 p.
- Kurtar, E. S., & Balkaya, A. (2010). Production of *in vitro* haploid plants from *in situ* induced haploid embryos in winter squash (*Cucurbita maxima* Duchesne ex Lam.) via irradiated Pollen. *Plant Cell Tiss Org Cult*, 102, 267–277.

- Kurtar, E. S., Balkaya, A., Göçmen, M., & Karağaç, O. (2017). Dihaploidization in squash genotypes (*Cucurbita spp*) as a rootstock candidate for cucumber (*Cucumis sativus* L.) via irradiated pollen technique. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Science*, 31(1), 34-41.
- Kurtar, E. S., Balkaya, A., Özbakır, M., & Ofluoglu, T. (2009). Induction of haploid embryo and plant regeneration via irradiated pollen technique in pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne ex. Poir). *African Journal of Biotechnology*, 8, 5944–5951.
- Kurtar, E. S., Sarı, N., & Abak, K. (2002). Obtention of haploid embryos and plants through irradiated pollen technique in squash (*Cucurbita pepo* L.). *Euphytica*, 127, 335-344.
- Kurtar, E.S., Seymen, M., & Kal, Ü. (2020). An overview of doubled haploid plant production in *Cucurbita* species. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(3), 510-520.
- Lotfi, M., Alan, A. R., Henning, M. J., Jahn, M. M., & Earle, E. D. (2003). Production of haploid and doubled haploid plants of melon (*Cucumis melo* L.) for use in breeding for multiple virus resistance. *Plant Cell Reports*, 21, 1121–1128.
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiology Plantarum*, 15, 473-497.
- Sarı, N., Abak, K., & Pitrat, M. (1994). Induction of parthenogenetic haploid embryos after pollination by irradiated pollen in watermelon, *Hort Science*, 29 (10), 1189-1190.
- Sarı, N., Abak, K., Pitrat, M., & Dumas de Vaulx, R. (1992). Induction of parthenogenetic haploid embryos and plant obtention in melon (*Cucumis melo* L. var. inodorus Naud and *C. melo* L. var. reticulatus Naud). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 16, 302-314.
- Sauton, A. (1989). Haploid gynogenesis in *Cucumis sativus* induced by irradiated pollen. *Cucurbit Genetic Cooperative*, 12, 22–23.
- Sauton, A., & Dumas De Vaulx, R. (1987). Obtention de plantes haploides chez le melon (*Cucumis melo* L.) par gynogéne induite par du pollen irradié. *Agronomie*, 7, 141–148.
- Truong-Andre, I. (1988). *In vitro* haploid plants derived from pollinisation by irradiated pollen on cucumber. In: *Proc of the Eucarpia Meet on cucurbit genetics and breeding*. May 31– June 2, Avignon-Montfavet, pp 143–144.
- TÜİK, (2018). Turkish Statistical Institute. Retrieved on April 7, 2018, from <http://www.tuik.gov.tr>



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)

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



Araştırma Makalesi (Research Article)

Hakkari Bölgesindeki Bazı Sulama Havuzlarının Sulama Suyu Kalitesi Açısından Değerlendirilmesi**

Kayhan KAÇAR^{1*}, Şefik TÜFENKÇİ²

¹Hakkari İl Özel İdaresi, Tarımsal Hizmet Müdürlüğü, Hakkari, Türkiye

²Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Van, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-7584-2980> ²<https://orcid.org/0000-0002-3350-1085>

*Sorumlu yazar: kayhangacar@gmail.com

Makale Bilgileri

Geliş: 21.02.2020

Kabul: 14.01.2021

Online Yayınlanma 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.692553

Anahtar kelimeler

Hakkari,
Sulama havuzları,
Sulama suyu kalitesi,
Sulama.

Öz: Modern sulamalarda sulama suyunun miktarı, sulama zamanı ve sulama yöntemi kadar sulama suyunun kalitesi de önemlidir. Yeterli ve iyi kalitede su bulunamayınca sulama açısından uygun olmayan sular kullanılmaktadır. Bu da toprakta tuzluluk problemini artırmaktadır. Bu nedenle, Hakkari ilinde sulama amacıyla kullanılan havuzlardaki su kalitelerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, 10 tane sulama havuzundan, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında su örnekleri alınmıştır. Alınan su örneklerinde EC, pH, anyon ve kationlar (Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+ , SO_4^{-2} , NO_3^{-2} , CO_3^{-2} , HCO_3^- ve Cl^-) belirlenmiştir. Ayrıca elde edilen veriler yardımıyla Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR), Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC) ve Sodyum Yüzdesi (% Na) değerleri de hesaplanmıştır. Çalışma sonunda, sulama havuzu sularının pH, EC, SAR, RSC ve % Na değerleri sınır değeri aşmamıştır. Fakat Akçalı Köyü Kanatlı mevkiindeki havuz suyunun Mg^{+2} ve K^+ , Kırıkdağ Köyü-Şişer mevkiindeki havuz suyunun ise K^+ değeri sınır değerlerinin üzerinde tespit edilmiştir.

Evaluation of Some Irrigation Pools in Hakkari Region in Terms of Irrigation Water Quality

Article Info

Received: 21.02.2020

Accepted: 14.01.2021

Online Published 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.692553

Keywords

Hakkari,
Irrigation pools,
Irrigation water quality,
Irrigation.

Abstract: The quality of irrigation water is as important as the amount of irrigation water, irrigation time and irrigation method in modern irrigation. When there is not enough and quality water resource, water that is not suitable for irrigation is used. This increases the salinity problem in the soil. For this reason, it is aimed to evaluate the water quality in the pools used for irrigation in Hakkari province. For this purpose, water samples were taken from 10 irrigation pools in June, July, August and September. EC, pH, anions and cations (Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+ , SO_4^{-2} , NO_3^{-2} , CO_3^{-2} , HCO_3^- , and Cl^-) were determined in the water samples taken. Also, Sodium Adsorption Rate (SAR), Permanent Sodium Carbonate (RSC) and Sodium Percentage (% Na) values were calculated with the data obtained. At the end of the study, pH, EC, SAR, RSC and % Na values of irrigation pool waters did not exceed the limit value. But Mg^{+2} and K^+ of pool water in Akçalı Village Kanatlı area and K^+ value of pool water in Kırıkdağ Village-Şişer area were determined above the limit values.

**Bu çalışma yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

1. Giriş

Su, yeryüzünde bulunan en önemli kaynaklardan biridir. Su, ne kadar yenilenebilir olarak düşünülse de aslında sınırlı bir kaynaktır (Yerli ve ark., 2019). Yeryüzündeki suyun büyük çoğunluğu tarımsal üretim amacıyla kullanılmaktadır (Atıcı ve ark. 2016). Tarımsal üretimde verim ve kalite artışını sağlama yönünde, sulamanın önemi bilinen bir gerçektir (Uçar ve Yardımcı, 2003; Kızıloğlu ve ark., 2018). Modern sulamada sulama suyu miktarı, sulama zamanı ve sulama yöntemi kadar sulama suyunun kalitesi de önemlidir. Kurak ve yarı kurak iklime sahip bölgelerde düşük kaliteli sulama suyunun kullanımı endişe vericidir (Çakmakcı ve Şahin, 2019). Düşük kalitedeki sulama suyu bitkisel verimi azalttığı gibi toprak ekosistemini de olumsuz etkilemektedir (Misaghi ve ark., 2017; Bortolini ve ark., 2018). Sulama sularında bulunan bazı iyonlar bitkiye toksik etki yapabilmekte (Yerli ve ark., 2020), sularda bulunan katı maddeler basınçlı sulama sistemlerinde aşınma ve tıkanmalara neden olabilmektedir. Su kalitesine bağlı olarak değişim gösterebilen toprak reaksiyonu, toprak özelliklerinde farklı etkiler yaratabilmektedir (Zhao ve ark., 2013; Alaboz ve ark., 2017; Bouaroudj ve ark., 2019; Alaboz ve Çakmakci, 2020). En belirgin olarak topraktaki besin elementlerinin yayırlılığını değiştirerek bitki fizyolojisine etki etmektedir.

Sulama sularının kalitesini etkileyen ve toprakların kullanılamaz hale gelmesine yol açan en önemli etkenlerden biri tuzluluktur (Kendirli ve ark., 2005; Ünlükara ve ark., 2006). Yeterli ve iyi kalitede su bulunamayınca, sulama açısından uygun olmayan tuzlu sular sulamada kullanılmakta ve bu olay toprakta tuzluluğu arttırarak, toprak biyolojisinin aktivitesini engellemekte, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini bozarak toprak verimliliğini azaltmakta, bitkiye ozmotik stres ve toksisite ile etkilemekte ve hem bitki de hem de toprakta verim ile kalitenin düşmesine sebep olmaktadır (İşcan ve ark., 2001, Arslan ve ark., 2007; Çakmakcı ve Sahin, 2020).

Hakkari bölgesinde yıllık yağış ortalaması yaklaşık 791 mm'dir (Anonim, 2020). Yağışların büyük çoğunluğu ilkbahar ve sonbahar aylarında görülmektedir. Yaz aylarında, özellikle bitki büyüme döneminde yağış miktarının büyük oranda azalması bölge tarımı için su kaynaklarının önemini arttırmaktadır. Bu sebeple Hakkari bölgesinde sürdürülebilir tarım için sulama zorunlu olmaktadır. Fakat bölgede bu gereksinimi karşılayabilecek yerüstü ve yeraltı su kaynakları potansiyeli, kalitesi ve tarımda kullanılan sulama yöntemleri ile ilgili araştırma ve çalışmaların olmaması, bu araştırmanın önemini daha da arttırmaktadır.

Bu çalışmada, Hakkari ilinde tarımın yoğun yapıldığı merkez köylerde, mevcut olan havuzların, sulama açısından su kalitelerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bunun için 10 farklı (Akçalı köyüne bağlı Kanatlı; Kırıkdağ köyüne bağlı Aşağı Derecik, Şişer; Çimenli köyüne bağlı Merkez, Zorova, Karayolları; Üzümcü köyüne bağlı Cemeabbas, Dağaltı, Derav ve Tütünlü) noktadan sulama sezonunda (Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül) alınan su örneklerinde pH, elektriksel iletkenlik (EC), potasyum (K⁺), kalsiyum (Ca²⁺), magnezyum (Mg²⁺), karbonat (CO₃²⁻), bikarbonat (HCO₃⁻), klor (Cl⁻), sodyum (Na⁺), nitrat (NO₃²⁻) ve sülfat (SO₄²⁻) analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlardan yararlanılarak Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR), Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC) ve Sodyum Yüzdesi (% Na) değerleri saptanarak, bu su kaynaklarının sulamada kullanılabilirliği irdelenmiştir.

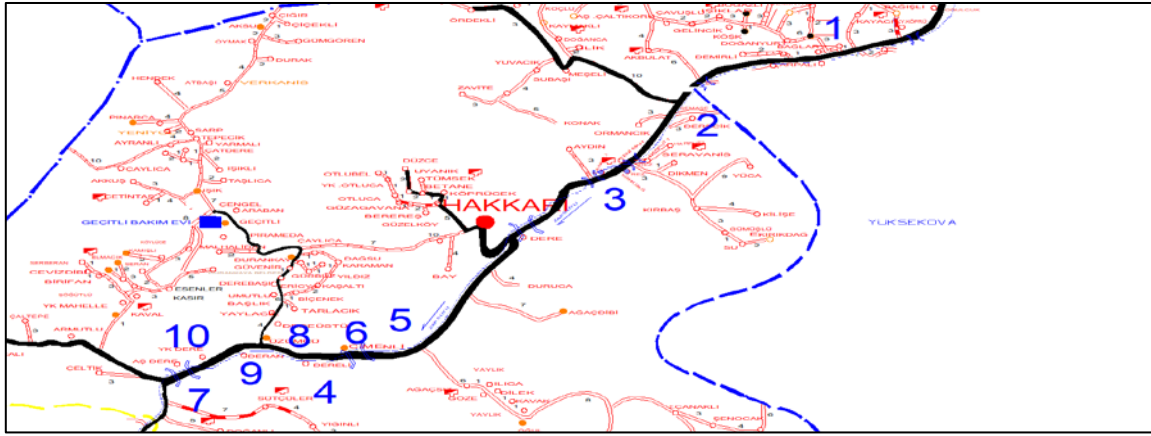
2. Materyal ve Yöntem

Türkiye topraklarının % 0.92'sini oluşturan Hakkari ilinin yüzölçümü 7228 km²'dir. Hakkari ili, 42° 10' ve 44° 50' doğu boylamları ile 36° 57' ve 37° 48' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Hakkari ilinin deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1720 m'dir (Anonim, 2018).

Hakkari ilinde yaşayan insanların % 70'i geçimini tarımla sağlamakta ve tarımla uğraşan insanların 50'si aynı zamanda hayvancılıkla da uğraşmaktadır. Bölge topraklarının 53.520 ha tarım arazisi olup, bu alanın yaklaşık % 75'i sulanmaktadır. Sulamanın bir kısmı halk sulaması olup bir kısmında devlet sulamasıdır. Tarla ürünleri içerisinde ilk beş sırayı ekiliş alanlarına göre Yem bitkileri (Yonca-Korunga ve Fiğ), Buğday, Arpa, Tütün ve Çeltik yer almaktadır. Sebzeler içerisinde domates, hıyar ve karpuz öncelikli ürünlerdendir. Meyvelerden ise en çok ceviz, üzüm, elma, kayısı, nar ve incir yetiştirilmekle olup, bunları diğer meyveler takip etmektedir (Anonim, 2019).

Sulama havuzlarının seçiminde tarımın yoğun olarak yapıldığı köyler ele alınmıştır. Sulama havuzlarına ait koordinatlar Garmin markalı GPSMAP 64s el tipi GPS cihazıyla elde edilmiştir. Su

örneklerinin alındığı noktalar Şekil 1'de harita üzerinde gösterilmiştir. Su örneklerinin alındığı havuzların köy adları, mevkiileri, su kaynakları, koordinatları ve havuz ölçüleri Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Su örneklerinin alındığı köyler.

Çizelge 1. Su örneklerinin alındığı havuzlara ilişkin bilgiler

Sıra	Köy Adı	Mevki	Su Kaynağı	Havuz Ölçüleri (m) (Boy - En - Yükseklik)	Koordinatlar	Açılış Yılı
1	Akçalı	Kanathı	Yeraltı	20 m×10 m×1.30 m	37° 42' 14"N 44° 00' 20"E	2016
2	Kırıkdağ	Aşağı Derecik	Yeraltı	20 m×13 m×1.30 m	37° 38' 19"N 43° 52' 43"E	2016
3	Kırıkdağ	Şişer	Yeraltı	10 m×10 m×1.30 m	37° 36' 17"N 43° 52' 04"E	2017
4	Çimenli	Zorova	Yeraltı	20 m×20 m×1.30 m	37° 29' 05"N 43° 37' 13"E	2014
5	Çimenli	Karayolları	Yeraltı	12 m×10 m×1.30 m	37° 29' 09"N 43° 38' 05"E	2017
6	Çimenli	Merkez	Yeraltı	10 m×15 m×1.30 m	37° 29' 10"N 43° 37' 51"E	2017
7	Üzümcü	Tütünlü	Yeraltı	11.60 m×11.60 m×1.30 m	37° 28' 45"N 43° 33' 17"E	2017
8	Üzümcü	Cemeabbas	Yeraltı	15 m×10 m×1.30 m	37° 29' 29"N 43° 60' 17"E	2016
9	Üzümcü	Derav	Yeraltı	15 m×10 m×1.30 m	37° 29' 01"N 43° 33' 50"E	2015
10	Üzümcü	Dağaltı	Yeraltı	20 m×15 m×1.30 m	37° 29' 50"N 43° 34' 19"E	2016

Araştırma alanları belirlenirken, yerleşim yeri, tarımsal üretim, güvenlik, kaynağa katılım gibi etkenler göz önünde bulundurulmuştur. Havuzda su bekletme süresi 4 saat ve 8 saat arası değişiklik göstermektedir. Su örnekleri 2018 yılının yetiştiricilik dönemi olan Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında alınmıştır. Her örnekleme noktasında, su örnekleri 0.5 litrelik 10 adet plastik pet su şişelerine aktarılmış, sıcaktan olumsuz etkilenmemesi ve gözetilen amaca uygun olması için Hakkari'den Van'a özel termoslarda taşınmıştır. Sulama suyu örnekleri analiz edilene kadar +4° C sıcaklığa duyarlı buzdolabında saklanmıştır.

Elektriksel iletkenlik ve pH dijital göstergeli pH metre ve iletkenlik ölçer cihazıyla ölçülmüştür. CO₃²⁻ ve HCO₃⁻ sülfirik asitle yapılan titrasyon ile belirlenmiştir (Tüzüner, 1990). Na⁺, Ca²⁺, K⁺ ve Mg²⁺ parametreleri laboratuvarında pH 2'den küçük olacak şekilde nitrik asitle asitlendirilmiş EPA 6020 A metoduna göre yapılmıştır. Analizler için ICP - MS (Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometer) ve Agilent Technology 7700 cihazları kullanılmıştır. NO₃²⁻, SO₄²⁻ ve Cl⁻ parametreleri TS EN ISO 10304-1 metoduna göre, IC (İyon Kromatografi) adlı, Thermo scientific markalı ve dionex ICS - 5000 plus modellenli cihazda yapılmıştır. Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR),

Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC) ve Sodyum Yüzdesi (% Na) değerleri aşağıda belirtilen eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır (Kanber ve Ünlü, 2014).

$$\text{Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR)} = \frac{Na}{\sqrt{(Ca + Mg)/2}} \quad (1)$$

$$\text{Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC)} = (CO_3 + HCO_3) - (Ca + Mg) \quad (2)$$

$$\text{Sodyum Yüzdesi (\% Na)} = \frac{Na}{Na + Mg + Ca + K} \times 100 \quad (3)$$

3. Bulgular ve Tartışma

Hakkari merkez sulama havuzlarında sulama sezonu boyunca alınan su örneklerinin analiz sonuçları ve değerlendirmeleri aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir. pH, sulamada kullanılan suların asit, baz veya nötr özellikte olduğunu belirlemek için kullanılan parametredir (Kanber ve ark., 2003). Örnekleme noktalarından alınan su örneklerine ilişkin pH değerleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Sulama havuzları aylara bağlı pH değerleri

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ortalama
Haziran	7.10	7.62	7.78	8.02	7.99	8.10	8.35	7.65	8.33	8.27	7.92
Temmuz	6.88	7.63	7.34	7.88	7.81	8.20	8.45	7.63	8.22	8.11	7.81
Ağustos	6.96	7.80	7.42	7.95	7.91	8.15	8.48	7.82	8.55	8.24	7.92
Eylül	7.30	8.25	7.80	7.92	7.98	8.13	8.44	8.18	8.25	8.24	8.04
Ortalama	7.06	7.82	7.58	7.94	7.92	8.14	8.43	7.82	8.33	8.21	7.92

Sulama sularında pH değerlerinin 6.5 - 8.5 arasında olması istenmektedir (Anonim, 2008). Doğan ve Şahin (2019), Manisa yöresinde pH değerini 7.04 ile 8.59 arasında, Yinanç (2013), Kahramanmaraş Sağ Sahil sulama alanında pH değerini 7.23 ile 8.41 arasında, Demir (2013), Silifke Ovası’nda pH değerini 7.15 ile 8.05 arasında bulduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada, suların pH değerleri 7.06 - 8.43 arasında değişmekte ve su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre birinci ve ikinci sınıf sulara girmektedir. Ancak pH’ı 8’in üstünde olan sulama sularının damla sulama yönteminde tıkanmaya yol açabileceği Anonim (2010)’de bildirilmiştir.

Elektriksel iletkenlik (EC), sulara iyonlarına ayrılmış tuzların toplam konsantrasyonunu açıklamaktadır. Örnekleme noktalarından alınan su örneklerine ilişkin EC değerleri Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. Sulama havuzları aylara bağlı EC değerleri (µS/cm)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ortalama
Haziran	495.4	155.8	162.1	208.5	175.5	190.9	120.1	142.3	88.9	152.8	189.2
Temmuz	487.7	162.3	149.9	206.4	182.5	211.3	108.7	166.5	100.3	138.5	191.4
Ağustos	563.7	160.1	155.7	217.2	186.2	187.3	100.0	150.2	99.9	147.0	196.7
Eylül	644.0	256.4	212.3	256.1	189.6	180.1	156.6	154.5	102.5	157.1	230.9
Ortalama	547.7	183.6	170.0	222.0	183.4	192.4	121.3	153.3	97.9	148.8	202.0

Tuzlu toprakların yıkanarak iyileştirmesinde ve bitkilerin tuza direnç seviyeleri, elektriksel iletkenlik değerlerinden yararlanılarak yapılmaktadır (Kanber ve Ünlü, 2014). Karadavut (2009) Aksaray bölgesinde EC değerini 160 µS/cm ile 3297 µS/cm arasında bulduğunu belirtmişlerdir. Elde edilen EC değerleri, USSS (1954)’ye göre birinci sınıf (C₁) su kalitesinde değerlendirilirken, Akçalı köyü kanatlı mevkiinde (1. örnekleme noktası) ölçülen elektriksel iletkenlik değeri ise ikinci sınıf (C₂) su kalitesine girmektedir. Anonim (2010) sulama suyu kalitesinin değerlendirme ölçütlerine göre de 1. sınıf kaliteli suların olup kullanımında herhangi bir sıkıntı bulunmamaktadır.

Klor, sulama sularında önemli bir ölçüttür. Sulara bulunan yüksek klor değeri bitkiye toksik etki yapabildiği gibi, diğer elementlerle etkileşime girerek toprak yapısında da olumsuzluklar ortaya çıkarabilir. Klorun sınır değerleri yağmurlama sulamada 3 me/L, yüzey sulamada ise 4 me/L olarak

belirlenmiştir (Ayers ve Westcot, 1989). Örnekleme noktalarından alınan su örneklerine ilişkin klor değerleri Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4. Sulama havuzları aylara bağlı klor değerleri (me/L)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ortalama
Haziran	0.12	0.02	0.06	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03
Temmuz	0.12	0.02	0.05	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.14	0.04
Ağustos	0.12	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.16	0.04
Eylül	0.14	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.17	0.05
Ortalama	0.13	0.02	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.12	0.04

Yıldıztekin (2007), Muğla Karabağlar yöresinde 0.4 me/L ile 3.2 me/L arasında, Cerit (2014) Sivas ili Hafik ilçesinde 0 ile 4.33 me/L arasında, Alpözen (2017), Konya Sarayönü’nde 1.00 me/L ile 3.80 me/L arasında bulduklarını belirtmişlerdir. Çalışmadan elde edilen klor değerleri sulama suyu kalitesi için uygun bulunmuştur. Suların klor değerleri yüzey ve damla sulama sistemlerinde kullanım için sınır değerlerin altında bulunmaktadır (Ayers ve Westcot, 1989; Anonim, 2010).

Sulama sularının sınıflandırmasında önemli ölçütlerden biri olan kalsiyum, fazlalığı halinde sulama suyuna sertlik niteliği sağlamaktadır (Kanber ve Ünlü, 2014). Örnekleme noktalarından alınan su örneklerine ilişkin kalsiyum değerleri Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 5. Sulama havuzları aylara bağlı kalsiyum değerleri (me/L)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ortalama
Haziran	8.12	2.77	2.61	3.25	2.70	2.69	1.62	2.30	1.58	2.14	2.97
Temmuz	4.70	2.24	2.98	2.80	2.49	2.46	1.38	2.02	1.37	2.05	2.44
Ağustos	5.36	2.30	2.35	3.43	2.36	2.68	1.25	2.09	1.46	2.42	2.57
Eylül	5.33	2.37	2.44	3.04	2.49	2.52	1.45	2.17	1.52	2.20	2.55
Ortalama	5.87	2.42	2.59	3.13	2.51	2.58	1.42	2.14	1.48	2.20	2.63

Sarı (2007), kalsiyum değerini Konya kent merkezinde 1.46 me/L ile 11.23 me/L arasında, Arslan ve ark. (2007) Bafra Ovası Sağ Sahil’de 2.60 me/L ile 10.75 me/L arasında bulunduğunu belirtmiştir. Çalışmada, kalsiyum değerleri, izin verilebilir değerler arasında bulunmakta (Ayers ve Westcot, 1989) ve sulamada kullanılmasında sakınca bulunmamaktadır.

Magnezyum da kalsiyum gibi fazlalığı halinde suya sertlik özelliği sağlamaktadır. Bitkilerin gelişmesi için gerekli elementlerden olan magnezyumun, sulama sularında 0 - 5 me/L olması istenmektedir (Ayers ve Westcot, 1989). Örnekleme noktalarından alınan su örneklerine ilişkin magnezyum değerleri Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6. Sulama havuzları aylara bağlı magnezyum değerleri (me/L)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ortalama
Haziran	9.48	0.94	0.98	1.91	1.64	1.64	0.58	1.07	0.57	0.80	1.96
Temmuz	5.58	0.78	1.97	1.73	1.48	1.51	0.50	0.99	0.50	0.36	1.54
Ağustos	6.33	0.69	1.04	2.15	1.24	1.47	0.47	0.81	0.56	2.15	1.69
Eylül	6.34	0.80	1.25	1.84	1.52	1.53	0.54	0.98	0.56	0.87	1.62
Ortalama	6.93	0.80	1.31	1.90	1.47	1.53	0.52	0.96	0.54	1.04	1.70

Yinanç (2013), Kahramanmaraş Sağ Sahil yöresinde 1.08 me/L ile 5.16 me/L arasında, Yıldıztekin (2007), Muğla Karabağlar yöresinde yaptığı çalışmada magnezyum değerini 0.60 me/L ile 5.00 me/L arasında olarak belirtmişlerdir. Çalışmada 1. örnekleme noktası (Akçalı Köyü-Kanatlı mevkiindeki) sulama suyunun magnezyum değerleri yüksek bulunmuş olup, bu durumun bölgedeki yüksek gübre kullanımından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Potasyum, bitkilerin gelişmesi için gerekli elementlerdendir. Potasyumun sulama sularında 0 - 0.05 me/L olması istenmektedir (Ayers ve Westcot, 1989). Örnekleme noktalarından alınan su örneklerine ilişkin potasyum değerleri Çizelge 7’de verilmiştir.

Çizelge 7. Sulama havuzları aylara bağlı potasyum değerleri (me/L)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ortalama
Haziran	0.469	0.0279	0.0155	0.0089	0.0095	0.0098	0.0091	0.0093	0.0095	0.0342	0.0602
Temmuz	0.420	0.0242	0.0414	0.0059	0.0082	0.0093	0.0078	0.0089	0.0077	0.0125	0.0545
Ağustos	0.436	0.0201	0.0818	0.0103	0.0084	0.0101	0.0076	0.0082	0.0094	0.0126	0.0604
Eylül	0.431	0.0217	0.0677	0.0083	0.0127	0.0126	0.0091	0.0094	0.0097	0.0414	0.0623
Ortalama	0.439	0.0234	0.0516	0.0083	0.0097	0.0104	0.0084	0.0089	0.0090	0.0251	0.0593

Cerit (2014), Sivas ili Hafik ilçesinde potasyum değerini 0.01 me/L ile 0.22 me/L arasında, Bulum (2015), Arslan ve ark. (2007) Bafra Ovası Sağ Sahil'de potasyum değerlerini 0.06 me/L ile 3.59 me/L arasında değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir. Tüm örnek havuzlarının aylık ortalama potasyum değerleri Ayers ve Westcot (1989)'a göre izin verilebilir değerler arasında bulunmuşken, 1. (Akçalı Köyü - Kanatlı) ve 3. (Kırıkdağ Köyü - Şişer) örnekleme noktalarında değerler ortalamalardan yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni, bu bölgelerde yüksek N-P-K gübrelerinin kullanımından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sodyum, sulara eşik değer üzerinde olduğu takdirde, bitkilerde zehirlenmeye yol açar. Sulara sodyum değerlerinin 0 - 40 me/L arasında olması gerekmektedir (Ayers ve Westcot, 1989). Örnekleme noktalarından alınan su örneklerine ilişkin sodyum değerleri Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Sulama havuzları aylara bağlı sodyum değerleri (me/L)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ortalama
Haziran	1.53	0.25	0.08	0.04	0.03	0.03	0.06	0.02	0.06	0.26	0.23
Temmuz	1.42	0.21	0.25	0.03	0.03	0.03	0.05	0.01	0.05	0.11	0.22
Ağustos	1.72	0.19	0.40	0.05	0.04	0.05	0.06	0.02	0.07	0.04	0.26
Eylül	1.70	0.18	0.45	0.04	0.04	0.05	0.06	0.02	0.06	0.21	0.28
Ortalama	1.59	0.21	0.29	0.04	0.04	0.04	0.06	0.02	0.06	0.15	0.25

Sarı (2007), Konya kent merkezinde sodyum değerini 0.5 me/L ile 5.26 me/L arasında, Anbarcı (2010), Edirne ili Keşan ilçesinde sodyum değerini 1.84 me/L ile 6.37 me/L arasında bulduklarını belirtmişlerdir. Çalışmada sodyum değerleri, Ayers ve Westcot (1989)'a göre izin verilebilir değerlerin altında bulunmuştur. Ayrıca Anonim (2010)'a göre Sodyum değerleri 1. sınıf sular sınıfına girmekte ve bu sonuçlar kapsamında kullanımında sıkıntı bulunmayan sular sınıfında bulunmaktadır.

Suda nitrat kirliliği çok sık karşılaşılan problemlerdendir. Nitratın sulara istenilen değerler üzerinde olması durumunda toprağın geçirgenliğini azalır (Egemen, 2011; Ayyıldız, 1990). Böylece infiltre olamayan su, toprak yüzeyinde göllenir ve bitkiler bu sudan yararlanamaz. Örnekleme noktalarından alınan su örneklerine ilişkin nitrat değerleri Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 9. Sulama havuzları aylara bağlı nitrat değerleri (me/L)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ortalama
Haziran	0.11	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
Temmuz	0.13	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
Ağustos	0.13	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
Eylül	0.13	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02
Ortalama	0.13	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02

Çalışma sonuçlarına göre, 9 havuzunun nitrat değerleri, su kalite kontrolü yönetmeliğine göre birinci (yüksek kaliteli - çok iyi) kalite sınıfında değerlendirilirken, Akçalı köyü Kanatlı (1. örnekleme noktası) mevkiindeki sulama suyu ise ikinci kalite - az kirlenmiş sular sınıfında yer almıştır (Anonim, 2015). Bu durum, Akçalı köyü kanatlı mevki tarım arazilerinde yoğun azotlu gübre kullanımı ve hayvan artıkları ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Ayers ve Westcot (1989)'a göre sulara izin verilebilir üst sülfat sınır değeri 20 me/L'dir. Sulama sularında 20 me/L üzerindeki sülfat bitkilere toksik etki yapabilmektedir (Ayyıldız, 1990; Kanber ve Ünlü, 2014). Örnekleme noktalarından alınan su örneklerine ilişkin sülfat değerleri Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 10. Sulama havuzları aylara bağlı sülfat değerleri (me/L)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ortalama
Haziran	8.15	0.33	0.24	0.66	0.55	0.55	0.12	0.20	0.12	0.45	1.14
Temmuz	6.59	0.33	0.32	0.71	0.74	0.74	0.14	0.26	0.14	0.40	1.04
Ağustos	6.82	0.34	0.55	0.78	0.86	0.86	0.15	0.31	0.15	0.37	1.12
Eylül	7.37	0.37	3.08	0.86	0.92	0.92	0.15	0.33	0.15	0.38	1.45
Ortalama	7.23	0.34	1.05	0.75	0.77	0.77	0.14	0.27	0.14	0.40	1.19

Yinanç (2013) Kahramanmaraş Sağ Sahil yöresinde 0 ile 2.89 me/L arasında, Cerit (2014) Sivas ili Hafik ilçesinde 0 ile 0.90 me/L arasında bulduklarını belirtmişlerdir. Scofield (1936)'a göre çalışmadan elde edilen sülfat değerleri, çok iyi sulama suyu sınıfında değerlendirilmektedir. Fakat Akçalı - Kanatlı mevkiindeki sulama suyu sülfat içeriği Anonim (2010)'a göre IV. Sınıf sular sınıfında bulunmaktadır.

Karbonat; kireç taşı, dolomit ve demir karbonat formunda bulunur. Eriyebilir karbonatlar, sulama suyu ile birlikte toprağa verilirse ve toprakta kalsiyum ve potasyum iyonu yoksa sodyumlulaşma riski ortaya çıkar (Kanber ve Ünlü, 2014). Böylece topraklar verimsizleşir ve bitki üretim potansiyeli azalır. Örnekleme noktalarından alınan su örneklerine ilişkin karbonat değerleri Çizelge 11'de verilmiştir.

Çizelge 11. Sulama havuzları aylara bağlı karbonat değerleri (me/L)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ortalama
Haziran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Temmuz	0	0	0	0	0	0	0.00003	0	0.00003	0	0.000006
Ağustos	0	0.00003	0	0.00003	0.00003	0	0.00003	0	0.00003	0	0.000015
Eylül	0	0.00003	0	0	0.00003	0	0	0	0.00003	0	0.000009
Ortalama	0	0.000015	0	0.000007	0.000015	0	0.000015	0	0.000025	0	0.000007

Ayers ve Westcot (1989)'a göre sulama sularında karbonatta izin verilebilir sınır 0-1 me/L'dir. Şenel (2017), Antalya Boğaçayı'nda karbonat değerlerinin 0.4 me/L ile 2.02 me/L arasında değişiklik gösterdiğini belirtmiştir. Çalışmadan elde edilen karbonat değerleri, Ayers ve Westcot (1989)'a göre izin verilebilir sınırlar içerisinde yer almıştır.

Ayers ve Westcot (1989)'a göre sulama sularında bikarbonatta izin verilebilir sınır 0-10 me/L'dir. Aynı zamanda bikarbonatta yağmurlama sulama yöntemi için sınır değer 1.5 me/L olarak belirtilmiştir (Ayers ve Westcot, 1989; Kanber ve Ünlü, 2014). Örnekleme noktalarından alınan su örneklerine ilişkin bikarbonat değerleri Çizelge 12'de verilmiştir.

Çizelge 12. Sulama havuzları aylara bağlı bikarbonat değerleri (me/L)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ort.
Haz.	0.00068	0.00037	0.00040	0.00042	0.00037	0.00036	0.00018	0.00032	0.00018	0.00045	0.00037
Tem.	0.00077	0.00037	0.00042	0.00049	0.00036	0.00034	0.00018	0.00029	0.00018	0.00029	0.00036
Ağu.	0.00067	0.00031	0.00027	0.00037	0.00032	0.00032	0.00018	0.00029	0.00018	0.00031	0.00032
Eyl.	0.00072	0.00039	0.00031	0.00047	0.00037	0.00040	0.00014	0.00027	0.00024	0.00027	0.00032
Ort.	0.00071	0.00036	0.00035	0.00043	0.00035	0.00035	0.00017	0.00029	0.00019	0.00033	0.00035

Cerit (2014), Sivas ili Hafik ilçesinde bikarbonat değerlerini 3.92 me/L ile 9.20 me/L arasında belirtmiştir. Çalışmada bikarbonat değerleri, Ayers ve Westcot (1989)'a göre izin verilebilir sınır değerler içerisinde yer almıştır.

Sodyum adsorbsiyon oranı (SAR), sulama suyundaki veya çamur süzüğündeki sodyum (Na⁺) elementinin, başka elementlerle değişim durumunu belirtmek için kullanılmaktadır (Kanber ve Ünlü, 2014). Örnekleme noktalarından alınan su örneklerine ilişkin Sodyum adsorbsiyon oranı değerleri Çizelge 13'de verilmiştir.

Çizelge 13. Sulama havuzları aylara bağlı SAR değerleri (me/L)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ortalama
Haziran	0.51	0.18	0.06	0.02	0.02	0.02	0.05	0.01	0.05	0.21	0.11
Temmuz	0.62	0.17	0.16	0.02	0.02	0.02	0.05	0.01	0.05	0.10	0.12
Ağustos	0.71	0.16	0.30	0.03	0.03	0.03	0.07	0.01	0.07	0.02	0.14
Eylül	0.70	0.14	0.33	0.02	0.03	0.04	0.06	0.02	0.06	0.17	0.16
Ortalama	0.63	0.16	0.21	0.02	0.02	0.03	0.06	0.01	0.06	0.12	0.13

Yinanç (2013), Kahramanmaraş Sağ Sahil yöresinde yaptığı çalışmada sodyum adsorbsiyon oranı değerini 0.01 me/L ile 1.20 me/L arasında bulunduğunu belirtmiştir. USSS (1954)'ye göre sulama havuzlarından sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) değerleri birinci sınıf (S₁) sulama suyu sınıfında yer almıştır.

Sulama sularında sodyum yüzdesinin (% Na) 50-60'dan büyük olması istenmemektedir. Sulama suyunun topraklarda meydana getireceği sodyum tehlikesi, katyon konsantrasyonuna bağlı olarak değişmektedir (Güngör ve ark., 2002; Kanber ve Ünlü, 2014). Örneklem noktalarından alınan su örneklerine ilişkin sodyum yüzdesinin değerleri Çizelge 14'te verilmiştir.

Çizelge 14. Sulama havuzları aylara bağlı sodyum yüzdesi (% Na) değerleri

Aylar	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ortalama	
Haziran	7.82	6.33	2.19	0.76	0.86	0.89	2.72	0.64	2.74	8.03	3.30
Temmuz	11.73	6.59	4.91	0.70	0.82	0.84	2.73	0.62	2.79	4.60	3.63
Ağustos	12.44	6.14	10.37	0.95	1.23	1.25	3.62	0.78	3.38	0.97	4.11
Eylül	12.33	5.42	10.84	0.89	1.10	1.38	3.05	0.84	2.97	6.35	4.51
Ortalama	11.08	6.12	7.08	0.82	1.00	1.09	3.03	0.72	2.97	4.99	3.89

Yinanç (2013), Kahramanmaraş Sağ Sahil'de sodyum yüzdesi değerlerinin % 0.21 ile % 28.34 arasında değişiklik gösterdiğini belirtmiştir. Sulama havuzlarından elde edilen sodyum yüzdesi (% Na) değerleri, Scofield (1936) ve Christiansen ve ark. (1977)'a göre birinci sınıf yani çok iyi sulama suyu sınıfında bulunmuştur.

Kalıcı sodyum karbonat (RSC), toprakların fiziksel yapısına zarar vermekte ve siyah alkali diye adlandırılan sodyumlu toprakların meydana gelmesine sebep olmaktadır (Kanber ve Ünlü, 2014). Örneklem noktalarından alınan su örneklerine ilişkin kalıcı sodyum karbonat değerleri Çizelge 15'de verilmiştir.

Çizelge 15. Sulama havuzları aylara bağlı RSC değerleri (me/L)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ortalama
Haziran	-17.59	-3.70	-3.58	-5.15	-4.33	-4.32	-2.19	-3.36	-2.14	-2.93	-4.92
Temmuz	-10.27	-3.01	-4.94	-4.52	-3.96	-3.96	-1.87	-3.00	-1.86	-2.40	-3.97
Ağustos	-11.68	-2.98	-3.38	-5.57	-3.59	-4.14	-1.71	-2.89	-2.01	-4.56	-4.25
Eylül	-11.66	-3.16	-3.68	-4.87	-4.00	-4.04	-1.98	-3.14	-2.07	-3.06	-4.16
Ortalama	-12.80	-3.21	-3.89	-5.02	-3.97	-4.11	-1.93	-3.09	-2.02	-3.23	-4.32

Alpözen (2017), Konya Sarayönü'nde kalıcı sodyum karbonat değerini 0, Karadavut (2009), Aksaray'da -6.00 me/L ile 10.30 me/L arasında değişiklik gösterdiğini belirtmiştir. Sulama havuzlarından elde edilen kalıcı sodyum karbonat değerleri, Eaton (1950)'a göre birinci sınıf sulama sınıfında bulunmuştur.

4. Sonuç

Çalışma sonunda, havuzlardan alınan sulama sularının pH değerleri 7.06-8.43 arasında değişmiştir. Toprağa uygulanacak bazı besin elementlerinin suların pH değerini artıracığı göz önünde bulundurulursa başta damla sulama sistemi olmak üzere basınçlı sulama sistemlerinde tıkanmaya yol açabileceği düşünülmektedir. Su örneklerinin, elektriksel iletkenlik değerleri 97.90-547.7 µS/cm arasında bulunmuştur. ABD Tuzluluk Laboratuvarı sınıflandırma sistemine (C₁S₁ ve C₂S₁), Anonim (2008) ve Anonim (2010) kriterlerine göre uygun bulunmuştur.

Yapılan çalışmada Akçalı Köyü Kanatlı mevkiindeki sulama havuz suyunun Anonim (2010)'a göre EC ve nitrat değerleri 2. sınıf, Potasyum değerleri IV. sınıf sular sınıfında belirlenmiştir. Akçalı Köyü Kanatlı havuz suyunun Magnezyum ve Potasyum, Kırıkdağ Köyü-Şişer mevkiindeki havuz suyunun ise potasyum değerleri sınır değerlerinin üzerinde belirlenmiştir. Sulama havuzu sularının ileriki zamanlarda toprakta tuzluluk, sodyumlulaşma veya çoraklaşmaya neden olmaması için gerekli analiz ve takiplerin yapılması, gerekli olmadıkça gübrelemenin yapılmaması konusunda çiftçilerin bilgilendirilmesi gerekmektedir.

Kaynakça

- Alpözen, C. M. (2017). *Konya-Sarayönü gözlü tarım işletmesi müdürlüğüne ait sulu ziraat alanlarındaki su kaynaklarının sulama suyu kalitesi yönünden değerlendirilmesi*. (YL), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Konya, Türkiye.
- Anonim. (2008). Su kirliliği kontrol yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/02/20080213-13.htm> Erişim tarihi: 15.07.2018.
- Anonim. (2010). Atıksu arıtma tesisleri teknik usuller tebliği. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/03/20100320-7.htm> Erişim tarihi: 20.03.2018.
- Anonim. (2015). Kıtaçi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150415-18.htm> Erişim tarihi: 01.12.2018.
- Anonim. (2018). Hakkari il kültür ve turizm müdürlüğü verileri. <http://www.hakkarikulturturizm.gov.tr/TR,159078/hakkarinin-konumu.html> Erişim tarihi: 14.09.2018.
- Anonim. (2019). Hakkari il gıda tarım ve hayvancılık bilgilendirme verileri. Erişim tarihi: 25.11.2019.
- Anonim, (2020). Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <http://www.mgm.gov.tr> Erişim tarihi: 28.01.2020.
- Alaboz, P., Işıldar, A. A., Müjdecı, M., & Şenol, H. (2017). Effects of different vermicompost and soil moisture levels on pepper (*Capsicum annuum*) grown and some soil properties. *Yyü tar bil derg (yyu j agr sci)*, 27(1), 30-36.
- Alaboz, P., & Çakmakcı, T. (2020). Kumlu tın ve killi tın toprakta kokopit uygulamasının tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası üzerine etkisi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33(2), 285-290.
- Anbarcı, M. (2010). *Keşan ve çevresinde yetiştirilen sebzelerin sulanmasında kullanılan sulama sularının kalitelerinin belirlenmesi*. (YL), Tekirdağ Üniv., Fen Bil. Ens. Tekirdağ, Türkiye.
- Arslan, H., Güler, M., Cemek, B., & Demir, Y. (2007). Bafra ovası yeraltı suyu kalitesinin sulama açısından değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(2), 219-226.
- Atıcı, A.A., Gültekin, A., Şen, F., & Elp, M. (2016). Erciş (Van) İlçesi içme sularının su kalitesi özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(4), 517-528.
- Ayers, R. S., Westcot, D. W. (1989). *Water Quality for Agriculture*. Irrigation and Drainage Paper, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 29, Rev. 1. Rome, 173 s.
- Ayyıldız, M. (1990). *Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayınları Adana, Türkiye.
- Bortolini, L., Maucieri, C., & Borin, M. (2018). A tool for the evaluation of irrigation water quality in the arid and semi-arid regions. *Agronomy*, 8(2), 23.
- Bouaroudj, S., Menad, A., Bounamous, A., Ali-Khodja, H., Gherib, A., Weigel, D. E., & Chenchouni, H. (2019). Assessment of water quality at the largest dam in Algeria (Beni Haroun Dam) and effects of irrigation on soil characteristics of agricultural lands. *Chemosphere*, 219, 76-88.
- Bulum, Ö. B. (2015). *Bendimahi Çayı'nın (Van) su kalite kriterleri üzerine bir araştırma*. (YL), Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Van, Türkiye.
- Cerit, Y. (2014). *Sivas ili Hafik ilçesinde yetiştirilen sebzelerin sulanmasında kullanılan sulama sularının kalitelerinin belirlenmesi*. Namık Kemal Üniv., Fen Bil. Ens. Tekirdağ, Türkiye.
- Christiansen, J. E., Olsen E. C., & Willardson, L. S. (1977). Irrigation water quality evaluation. *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, 103(2), 155-69.
- Çakmakcı, T., & Sahin, U. (2019). Arıtılmış atık su kalitesinin sulama suyu açısından ilgili mevzuatlar çerçevesinde değerlendirilmesi: Van ili örneği. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24, 249-256.

- Çakmakçı, T., & Şahin, Ü. (2020). Arıtılmış atık suyun farklı sulama yöntemleriyle uygulanmasının silajlık mısırdaki makro-mikro element ve ağır metal birikimine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1), 12-23.
- Demir, D. R. (2013). *Silifke Ovası seracılık işletmelerinde, su kaynaklarının kalite yönünden incelenmesi*. (YL), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Konya, Türkiye.
- Doğan, P., & Şahin, Ü. (2019). Manisa yöresi sulama suyu kaynaklarının toprak, bitki ve damla sulama sistemi yönünden değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 7(10), 1648-1656.
- Eaton, F. M. (1950). Significance of carbonates in irrigation waters. *Soil Science*, 69, 123-134.
- Egemen, Ö. (2011). *Su Kalitesi*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayınları İzmir, Türkiye.
- Güngör, Y., Eröz, Z., & Yıldırım, O. (2002). *Sulama*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Genel Yayınları Adana, Türkiye.
- İşcan, S., Tepeli, E., Uyan, A., Yaşar, M., & Çavdar, A. (2001). *Sulamanın Temel Esasları 1*. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Adana Ziraat Üretim İşletmesi ve Mekanizasyon Eğitim Merkezi Müdürlüğü Genel Yayınları Adana, Türkiye.
- Kanber, R., Çakır, R., & Tarı, A. F. (2003). *Sulama ve Drenaj Mühendisliği*. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Genel Yayınları Ankara, Türkiye.
- Kanber, R., & Ünlü, M. (2014). *Tarımda Su ve Toprak Tuzluluğu*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayınları Adana, Türkiye.
- Karadavut, S. (2009). *Aksaray bölgesi yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının potansiyeli kalitesi ve etkin sulama açısından değerlendirilmesi*. (YL), Namık Kemal Üniv., Fen Bil. Enstitüsü Tekirdağ.
- Kendirli, B., Çakmak, B., & Ucar, Y. (2005). Salinity in the Southeastern Anatolia Project (GAP), Turkey: issues and options. *Irrigation and Drainage: The journal of the International Commission on Irrigation and Drainage*, 54(1), 115-122.
- Kızıloğlu, F. M., Şahin, Ü., Diler, S., Çakmakçı, T., & Öztaşkın, S. (2018). Aşağı Pasinler Ovası sulama şebekesinin performansının (2012-2016) değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(4), 466-472.
- Misaghi, F., Delgosha, F., Razzaghmanesh, M., & Myers, B. (2017). Introducing a water quality index for assessing water for irrigation purposes: A case study of the Ghezel Ozan River. *Science of the Total Environment*, 589, 107-116.
- Sarı, E. (2007). *Konya kent merkez yeşil alan sulamasında kullanılan yeraltı sularının su kalitesi yönünden değerlendirilmesi*. (YL), Selçuk Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü Konya, Türkiye.
- Scofield, C. S. (1936). *The Salinity of Irrigation Water*. Smithson Inst. Ann. Rpt., 1935.s. 275-287.
- Şenel, M. S. (2017). *Antalya Boğaçayı'nda kirlilik düzeyi ve su kalitesinin belirlenmesi*. (YL), Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Antalya, Türkiye.
- Tüzüner, A. (1990). *Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı*. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Genel Yayın, Ankara, Türkiye.
- Uçar, Y., & Yardımcı, N. (2003). Isparta İli Sulama Şebekelerinin Sorunları ve Çözüm Önerileri. Süleyman Demirel Üniversitesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(3), 30-35.
- USSR, (1954). *Salt Problems in Irrigation Soils*. USDA Agr. Inf. Bull. 190.
- Ünlükara, A., Cemek, B., & Karadavut, S. (2006). Farklı çevre koşulları ile sulama suyu tuzluluğu ilişkilerinin domatesin büyüme, gelişme, verim ve kalitesi üzerindeki etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(1), 15-23
- Yerli, C., Çakmakçı, T., Şahin, Ü., & Tüfenkçi, Ş., (2020). Ağır Metallerin Toprak, Bitki, Su ve İnsan Sağlığına Etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 9, 103-114.
- Yerli, C., Şahin, Ü., Kızıloğlu, F.M, Tüfenkçi, Ş., & Örs, S. (2019). Van ilinde silajlık mısır, patates, şeker pancarı ve yoncanın su ayak izi. *Yüzüncü Yıl Üniv. Tarım Bilimleri Der.*, 29(2):195-203.
- Yıldıztekin, M. (2007). *Muğla Karabağlar yöresi kuyu sularının sulama suyu kalitesi yönünden araştırılması*. (YL), Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Muğla, Türkiye.
- Yinanç, K. (2013). *Kahramanmaraş Sağ Sahil sulama alanında yeraltı suyu kalitesi ve sulamada kullanılabilirliğinin araştırılması*. (YL), Kahramanmaraş Sütcü İmam Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü Kahramanmaraş, Türkiye.
- Zhao, D., Hao, Z., Wang, J., & Tao, J. (2013). Effects of pH in irrigation water on plant growth and flower quality in herbaceous peony (*Paeonia lactiflora* Pall.). *Scientia Horticulturae*, 154, 45-53.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



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

Araştırma Makalesi (Research Article)

Investigation of Drought Tolerance of Dwarf Landrace *Phaseolus vulgaris* L. Genotypes

Kamile ULUKAPI^{*1}, Ayse Gul NASIRCILAR²

¹Akdeniz University, Vocational School of Technical Sciences, Organic Agriculture Program, Antalya, Turkey

²Akdeniz University, Department of Mathematics and Science Education, Faculty of Education, Antalya, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0001-8184-8967> ²<https://orcid.org/0000-0002-2602-804X>

*Sorumlu yazar e-posta: kamileonal@akdeniz.edu.tr

Article Info

Received: 12.11.2020

Accepted: 27.12.2020

Online Published 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.825094

Keywords

Common bean,
Drought stress,
Landrace,
Phaseolus vulgaris L.,
Stress tolerance index.

Abstract: Landrace genotypes which are important gene resources, are used as starting material in breeding studies. Common beans are sensitive to abiotic stress. For this reason, early screening tests performed under stress conditions will provide convenience for breeders to perform the breeding process accurately and fast. In this study, an early-stage drought stress index was formed for fifteen genotypes whose salt tolerance indices were determined previously. For this purpose, genotypes were exposed to four different drought stresses until the first flowering period [25% (I_{25}), 50% (I_{50}), 75% (I_{75}), and 100% (I_{100})]. As drought-related plant growth parameters to determine the drought adaptability of genotypes; shoot length (cm), root length (cm), shoot fresh and dry weight (g), root fresh and dry weight (g), leaf width and length (cm), stem diameter (cm) and stomatal conductance were measured. Later, genotypes were classified according to the drought stress index. It was determined that genotypes and drought stress had a statistically significant effect on all parameters examined, and Genotype x Drought interaction for all properties to be significant at the 0.01 level. According to the drought stress index data, three of the genotypes (ADY4, AGB1 and AGB5) were moderately sensitive and twelve (AGun6, AGun19, AGun25, BKara1-A, Bkara2, BY4, BY24, ISGa1, ISGa7, ISGa10, IYoz10 and IYoz14) were sensitive. In conclusion, although the studied genotypes were not drought tolerant, this was determined in the early stage using the drought tolerance index. This study is important as an example of the early classification of vegetable genotypes using drought tolerance indexes in future studies.

Bodur Yerel Fasulye Genotiplerinin Kuraklık Stresine Tolerans Düzeylerinin Araştırılması

Makale Bilgileri

Geliş: 12.11.2020

Kabul: 27.12.2020

Online Yayınlanma 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.825094

Anahtar kelimeler

Fasulye,
Kuraklık stresi,
Yerel çeşit,
Phaseolus vulgaris L.,

Öz: Önemli gen kaynağı olan yerel çeşitler, ıslah çalışmalarında başlangıç materyali olarak kullanılmaktadır. Fasulye abiyotik strese duyarlı bir türdür. Bu nedenle stres koşullarında yapılan erken tarama testleri ıslah sürecinin doğru ve hızlı olarak yapılabilmesi için ıslahçılara kolaylık sağlayacaktır. Bu çalışmada, tuz tolerans indeksleri önceden belirlenmiş on beş genotip için erken dönem kuraklık stresi indeksi oluşturulmuştur. Bu amaçla genotipler ilk çiçeklenme dönemine kadar dört farklı kuraklık stresine maruz bırakılmıştır [%25 (I_{25}), %50 (I_{50}), %75 (I_{75}) ve %100 (I_{100})]. Genotiplerin kuraklık adaptasyonunu belirlemek için kuraklıkla ilişkili bitki büyüme parametreleri olarak; sürgün uzunluğu (cm), kök uzunluğu (cm), sürgün yaş ve kuru ağırlığı (g), kök yaş ve kuru ağırlığı (g), yaprak genişliği ve uzunluğu (cm), gövde çapı (cm) ve stomatal iletkenlik ölçülmüştür. Daha sonra genotipler kuraklık stres indeksine göre

Stres tolerans indeksi.

sınıflandırılmıştır. Genotiplerin ve kuraklık stresinin incelenen tüm parametreler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu ve tüm özellikler için Genotip x Kuraklık etkileşiminin 0.01 düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Elde edilen kuraklık stresi indeksi verilerine göre genotiplerin üçünün (ADY4, AGB1 ve AGB5) orta derecede duyarlı, on iki tanesinin ise (AGun6, AGun19, AGun25, BKara1-A, Bkara2, BY4, BY24, ISGa1, ISGa7, ISGa10, IYoz10 ve IYoz14) duyarlı olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, çalışılan genotipler kuraklığa tolerat olmamakla birlikte bu durum kuraklık tolerans indeksi kullanılarak erken dönemde belirlenmiştir. Bu çalışma seleksiyon indeksleri kullanılarak farklı sebze genotiplerinin erken dönemde sınıflandırılmasına bir örnek oluşturması açısından önem taşımaktadır.

1. Introduction

Common bean is a very important crop in terms of its contribution to sustainable agriculture and human nutrition (Önder et al., 2012). Changing climatic conditions necessitate the expansion of the existing gene pool and the identification of the characteristics of landrace genotypes, and the inclusion of these genotypes in future breeding programs. Drought is an important stress factor limiting common bean production. Although different methods are applied to minimize the effects of drought stress, the most basic and permanent solution is to produce with drought-tolerant varieties. For this purpose, determining the tolerance levels of landrace varieties that are important gene sources is an effective method for common beans that already have a narrow genetic diversity because of self-pollination. The drought problem, which directly affects two billion people worldwide and occurs as a result of climate changes, has more severe effects on common beans than other abiotic stress factors and affects 60% of bean production areas (Mortimore, 2005; Beebe et al., 2008; Asfaw and Blair, 2014).

Different morphological and physiological parameters are used to determine drought-tolerant genotypes. Photosynthesis, one of these, is the most fundamental physiological process affected by drought. In connection with photosynthesis, stomatal conductivity is also reported to be an important parameter in terms of being affected by drought stress. Increasing carbon dioxide fixation as a consequence of stomatal conductivity ensures that plants are less affected by drought. Shoot and root properties are some of the characters that can be used to determine drought tolerance. Fresh and dry weights of vegetative organs such as roots and shoots are also parameters used for this purpose. Plants have developed some adaptation mechanisms to avoid drought. In common beans, increasing the root length, minimizing water loss by decreasing the leaf area are some of the strategies developed for this purpose (Blum, 2009; Beebe et al., 2013; Assefa et al., 2015; Lanna et al., 2016). In many studies, stress selection indices have been used to measure the effects of drought stress on common beans and to compare varieties (Darkwa et al., 2016; Dipp et al., 2017; Sánchez-Reinosoet et al., 2020). The stress tolerance index is a quick and easy method for selecting genotypes that are tolerant to stress conditions (Negrão et al., 2017). The most important advantage of this method, which is formed according to the degree of suppression in vegetative growth parameters due to stress, is that it can perform very well in tolerant genotype selection.

In recent years, climate change, which has become more effective day by day, has highlighted the tolerance to abiotic stress conditions. The fact that material exchange through gene banks is a topical issue to develop new varieties in the globalizing world requires screening genetic resources for sustainable agriculture. However, the field trials for drought screening of genotypes are difficult due to the variability of climatic conditions, the inhomogeneity of the soil structure, and the increased need for time and labor owing to the use of a large number of plant materials (Ahmad et al., 2009). Selecting the appropriate genotypes by using selection indices in the early stage will make it facilitate breeders as it will save time and cost. In this study, planned from this point, it was aimed to determine the response of fifteen landrace common bean genotypes to drought stress by using vegetative growth data and stomatal conductivity which are parameters related to drought stress and to early-stage classify genotypes according to drought tolerance indexes.

2. Materials and Methods

2.1. Plant material and growing conditions

The research was carried out in the unheated greenhouse of Akdeniz University Vocational School of Technical Sciences, Department of Plant and Animal Production in 2018 April-May. According to long-year data, the average temperatures in April and May of Antalya are 16.3 and 20.5°C. In the study, fifteen landrace common bean genotypes collected from Antalya, Burdur, and Isparta provinces of the Western Mediterranean Region of Turkey were used. All genotypes were dwarf growth habit.

4.2 l plastic pots of 20 x 18 cm were used as plant growing medium in the study. Common bean genotypes were grown by direct seed sowing in pots containing a mixture of peat + perlite (1: 1). The experiment was carried out according to the randomized complete block design in four replicates, with three pots for each repetition. Twelve plants were included for each application.

2.2. Drought stress application

Different drought levels were applied after the plants reached the period with 3-4 leaves. The required irrigation water for the seedlings in plastic pots was periodically weighted every 2-3 days on a weight basis, and the reduced amount was filled. Stress application continued until the flowering period. Fifteen common bean genotypes were grown in four different irrigation (I) regimes; non-stress (I₁₀₀: 100%), mild stress (I₇₅: 75%), moderate stress (I₅₀: 50%), severe stress (I₂₅: 25%).

2.3. Drought tolerance index

The following formulas are used to determine stress tolerance indices (Ashraf et al., 2006):

$$\text{Plant height stress index} = \left(\frac{\text{Plant height of stressed plant}}{\text{Plant height of control plants}} \right) \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Plant root stress index} = \left(\frac{\text{Root length of stressed plant}}{\text{Root length of control plants}} \right) \times 100 \quad (2)$$

$$\text{Dry matter stress index} = \left(\frac{\text{Dry matter of stressed plant}}{\text{Dry matter of control plants}} \right) \times 100 \quad (3)$$

Stress tolerance index calculations were made using 25% (severe drought) and 100% (optimum irrigation level) values. The drought stress index was obtained by averaging the index data given above formulas. Genotypes were classified using standard mean errors of these data (Al-Ashkar and El-Kafafi 2014). The formula used by Al-Ashkar and El-Kafafi (2014) for the salt tolerance index has been adapted to the drought tolerance index. The classification was divided into four groups as drought tolerant, moderately tolerant, moderately sensitive, and sensitive.

2.4. Measurement in genotypes and statistical analysis

In the genotypes harvested after the first flowering; shoot length (cm), root length (cm), shoot fresh and dry weight (g), root fresh and dry weight (g), leaf width and length (cm), and stem diameter (cm) were measured. Stomatal conductance was measured using the Decagon SC-1 Leaf Porometer (Decagon Devices, Inc., Pullman, Washington) on the abaxial surface of the ear leaf as mmol m⁻²s⁻¹. The measurements were carried out in full clear air conditions between 11.00 am and 02.00 pm.

A total of 10 parametric characters were measured to determine the vegetative development of plants under stress conditions. These measurements were made using a ruler, digital caliper, tape measure, and weighing machine (0.0001). Descriptive statistics, Principal Component Analysis (PCA), regression, and clustering analyses were performed with Minitab 17.0 statistical software.

3. Results

3.1. The effect of drought stress on vegetative growth parameters

The results of variance analysis regarding vegetative growth parameters (shoot and root length, leaf length and width, root and shoot fresh and fresh weight, stem diameter) and stomatal conductance of landrace common bean genotypes grown in different drought levels were given in Table 1. According to these data, a significant correlation at the $p < 0.01$ level was found between all parameters examined. Genotypes and drought stress have been found to be a source of diversity. In the interactions between the sources of variation, it was determined that the G X D interaction was significant at the 0.01 level in all parameters.

Table 1. Variance analysis results with respect to vegetative parameters and stomatal conductivity of landrace common bean genotypes under drought stress

Variation sources	df	SD	LW	LL	RL	SL	SFW	RFW	SDW	RDW	SC
Genotypes (C)	14	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Drought (D)	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
G*D	42	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

SD: Stem diameter, LW: Leaf width, LL: Leaf length, RL: Root length, SL: Shoot length, SFW: Shoot fresh weight, RFW: Root fresh weight, SDW: Shoot dry weight, RDW: Root dry weight, SC: Stomatal conductance, * Significant at $p < 0.01$.

The correlation among vegetative parameters and stomatal conductance under drought stress was given in Figure 2. The important correlations detected can be listed as follows: between leaf width and shoot dry weight ($r=0.617$), root dry weight ($r=0.535$); between leaf length and shoot length ($r=0.532$), shoot dry weight ($r=0.552$); also, between shoot length and shoot dry weight ($r=0.588$); between shoot fresh weight and shoot dry weight ($r=0.539$); between stem diameter and shoot fresh weight ($r=0.583$); between root fresh weight and shoot dry weight ($r=0.558$). It was determined that there is a statistically positive strong relationship between leaf width and leaf length ($r=0.868$), as well as between root fresh weight and root dry weight ($r=0.760$). It was found that negative correlations between parameters were not statistically significant.

Table 2. Correlations of vegetative parameters and stomatal conductance of landrace common bean genotypes under drought stress

	SD	LW	LL	RL	SL	SFW	RFW	SDW	RDW
LW	0.385*								
LL	0.382*	0.868*							
RL	0.159**	0.021 ^{ns}	0.101 ^{ns}						
SL	0.241**	0.392*	0.532*	0.431*					
SFW	0.583*	0.391*	0.480*	-0.041 ^{ns}	0.407*				
RFW	0.383*	0.429*	0.328*	-0.035 ^{ns}	0.194**	0.399*			
SDW	0.237**	0.617*	0.552*	0.119 ^{ns}	0.588*	0.539*	0.558*		
RDW	0.436*	0.535*	0.418*	-0.080 ^{ns}	0.230**	0.188**	0.760*	0.349*	
SC	0.374*	0.281*	0.326*	-0.105 ^{ns}	-0.036 ^{ns}	0.321*	-0.044 ^{ns}	-0.032 ^{ns}	0.153**

* Significant at $p < 0.01$, ** Significant at $p < 0.05$, ns: not significant.

The effects of drought stress on genotypes and interactions are given in Figure 1. Drought stress negatively affected all parameters. As seen in Figure 1, it has been determined that increasing the irrigation level enhances the values of all parameters and promotes plant growth. However, the stem diameter did not differ between I_{75} and I_{100} irrigation levels, and the rising irrigation level did not statistically affect the stem diameter. This increase varied according to genotypes. In terms of root development, which is an important index in tolerance to drought, AGB1 (2) and AGB5 (3) genotypes have the highest root length, while genotype BY-4 (9) has the lowest root length. While other genotypes gave very variable results in root dry and fresh weight, the ADY4 (1) genotype come into prominence with its high values. Besides, genotypes varied in other parameters, and this variability was also seen

depending on the genotypes in the G X D interaction. As can be seen in Figure 1, it was determined that ISGA-7 (14) did not interact with drought stress in terms of stomatal conductance.

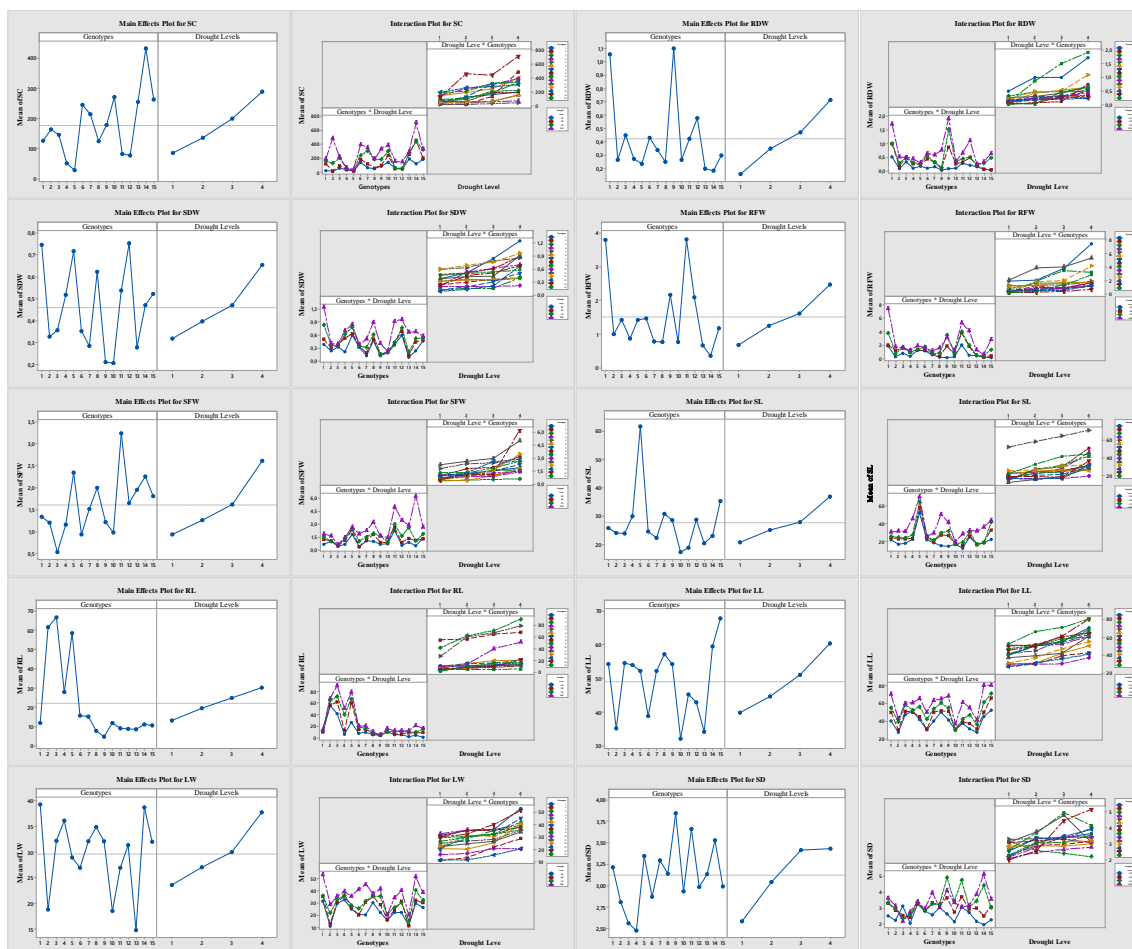


Figure 1. Main effects of genotypes and drought levels on plant growth parameters and stomatal conductance and graphical expression of interactions between cultivars and drought stress levels.

3.2. Classification of genotypes according to drought tolerance index

Classification of genotypes according to drought tolerance index is given in Table 3. DTI based on vegetative growth parameters varied a range of 24% to 63%. According to DTI data, the genotypes were classified into four groups: tolerant (84% and above), moderately tolerant (68-83%), moderately sensitive (52-67%), and sensitive (below 51%) (Table 3). It was determined that there was no tolerant and moderately tolerant genotype among the fifteen genotypes exposed to drought stress. Three of these genotypes ADY4 (1), AGB1 (2), AGB5 (3) were determined as moderately sensitive, and twelve as sensitive.

The principal component analysis (PCA) was performed using a variable the DTI parameters of the genotypes under drought stress conditions and the dendrogram was formed using the DTI parameters (Figure 2). Genotypes were divided into two main groups according to the dendrogram. Although moderately sensitive genotypes were in the same group, there were also sensitive genotypes in this group. This was due to the proximity of the DTI data to each other, and the separation of genotypes is more clearly seen in the PCA analysis. Genotypes with very low DTI values (30% and below) formed the second group. As seen in the cluster of the genotypes and the PCA distribution, the two moderately sensitive genotypes ADY4 (61.30), AGB1 (62.71) which had the highest DTI data were completely separated from the other genotypes. The other moderately sensitive AGB5 (55.95) clustered close to these genotypes, but also near to the BKARA-2 (51.56) genotype which had a close DTI value.

Table 3. Drought tolerance categories of landraces common bean genotypes on the basis of drought tolerance index

Drought Tolerance Category	Range of STI	Number of Genotypes	Name of Landrace Common Bean Genotypes
Tolerant	%84 and above		
Moderately tolerant	68-83%		
Moderately sensitive	52-67%	3	ADY4 (1), AGB1 (2), AGB5 (3),
Sensitive	Below 51%	12	AGUN6, AGUN19, AGUN25, BKARA1-A, BKARA2, BY4, BY24, ISGA1, ISGA7, ISGA10, IYOZ10, IYOZ4

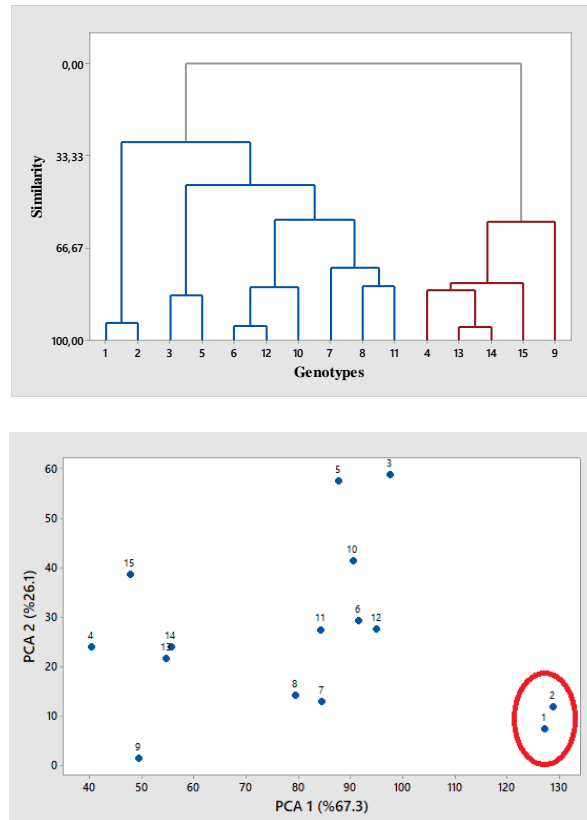


Figure 2. Principal Component Analysis of the distribution of landrace genotypes (right) and dendrogram (left).

PCA1 explained 67.3% of the variation between genotypes and consisted of RL-SI (0.720), PH-SI (0.468). PCA2 explained 26.1% of the variation and PDW-SI (0.910) was the effective parameter. According to the PCA data, it was determined that the effective parameters in water stress are the stress index based on root length and plant length.

4. Discussion and Conclusion

The negative effect of drought stress on plants varies according to the time, the severity of the drought, and genotype and indicate its negative effects in all stages of the plants (Mizgin et al., 2019; Khanzada et al., 2020). It has been demonstrated by different studies that drought stress affects parameters such as total biomass and seed yield, number of seeds and pods per plant, root length in common bean (Asfaw et al., 2012; Asfaw and Blair, 2014). In this study, the decrease in vegetative growth of genotypes increased due to the rise in stress levels. Developing new drought tolerant varieties or screening existing gene resources is a costly process that requires a long time and effort in field

conditions. Stress tolerance index, which is based on the negative effects of stress conditions on vegetative growth, is a fast, easy, applicable, and effective method and is commonly used in field crops (Ahmad et al., 2009; Saima et al., 2018; Khanzada et al., 2020). However, it is used limitedly in vegetable species whose breeding takes years. Plants need water to maintain their metabolic activities, to take in plant nutrients and specially to perform photosynthesis. The rate of water decreased due to drought firstly affects the vegetative growth parameters of the plants and are observed some morphological changes. These processes occurring in plant physiology were also identified in the genotypes in this study. Depending on the continuation of the drought stress, some biochemical activities, and changes in the expression of stress-related genes occur in the plant. Stress factors cause permanent changes in gene expressions through epigenetic mechanisms without a change in the nucleotide sequences in the genome (Jaleel et al., 2009; Farooq et al., 2012; Verslues et al., 2014; Salehi-Lisar and Bakhshayeshan-Agdam 2016; Neves et al., 2017; Raza et al., 2019). In this study, drought stress was terminated after the first flowers were seen. The purpose of this is that genotypes can be evaluated not only in seedling development but also in more advanced stages of vegetative development. Thus, it was determined to what extent plant growth was affected by stress during the vegetative period. All parameters of common bean genotypes were negatively affected under stress conditions, and it was determined that there was genotype, drought, and G x D interaction for all parameters. As seen in Figure 2, the rise in the irrigation level has increased the growth parameters. This effect was more clearly seen when the irrigation level was increased to the level of I₁₀₀. However, there was no statistically significant difference in I₁₀₀ and I₇₅ irrigation issues in stem diameter. Khanzada et al (2020) reported that the effect of drought on root development is important in *Brassica napus*. In this study, the ADY4 genotype determined as moderate sensitive and having the highest index values was the least affected genotype in terms of root fresh and dry weight. The fact that AGB1 in the same classification is the least affected genotype in terms of root length also supports the effect of root development on drought tolerance. The root length during the seedling period can be informative about adaptation to drought (Rehman et al., 2015).

It was found that the variation among the parameters examined was quite high according to genotypes. DTI values of root length (81.15-9.46), plant length (68.69-30.00), and plant dry weight (73.34-9.15) showed wide variation. This situation was reflected in the total DTI values, and a range from 62.71 to 23.52 was determined. These results are an indicator of the differences in the drought exposure levels of genotypes. Khanzada et al. (2020) also obtained a wide variation in wheat for drought tolerance, and it was reported that the data of different indexes providing high-quality data for phenotyping were supported by SNP marker analysis. In the cluster analysis of genotypes according to the DTI data obtained, while ADY4 and AGB1 genotypes were grouped differently from the others, AGB5 in the same tolerance category was the closest classified genotype. Variation in early-stage plant development is a reliable source of information for screening large numbers of plants for drought tolerance (Saima et al., 2018; Khanzada et al., 2020). Consistent with this study, there are many studies revealing the reduction and variation in plant development due to drought stress (Shamim et al., 2014; Saima et al., 2018; Sallam et al., 2018; Khanzada et al., 2020). In determining the drought tolerance in the early seedling stage, the indexes obtained by considering different criteria instead of a single criterion are a very effective method in determining the tolerance to stress (Sallam et al., 2018).

Because drought tolerance and salinity tolerance share to some extent the osmotic adjustment mechanism, salt and drought tolerance in common beans are parallel (Asraf and Imran, 2015). In a study conducted by Ulukapi (2020), the genotypes used in this study were screened using salt tolerance index in terms of tolerance to salt stress and molecularly characterized. Similar to the results of this study, it was determined that there was no genotype with salt tolerance among the genotypes showing dwarf growth habit among all the genotypes examined. This situation was explained by the quite limited sharing of alleles of the climbing and dwarf genotypes as a result of molecular analysis. The stress tolerance index used in both studies was effective in the separation of genotypes. The coherence of the results and their molecular support showed that DTI analysis which is examining complex stress-related vegetative relationships is both reliable and can be easily used in breeding studies.

References

- Ahmad, S., Ahmad, R., Ashraf, M. Y., Ashraf, M., & Waraich, E. A. (2009). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages. *Pakistan Journal of Botany*, 41(2), 647-654.
- Al-Ashkar, I. M., & El-Kafafi, S. H. (2014). Identification of traits contributing salt tolerance in some doubled haploid wheat lines at seedling stage. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 4(4), 1130-1140.
- Asfaw, A. & Blair, M. W. (2014). Quantification of drought tolerance in Ethiopian common bean varieties. *Agricultural Sciences*, 5, 124–139.
- Asfaw, A., Almekinders, C., Blair, M. W., & Struik, P. (2012.) Participatory approach in common bean breeding for drought tolerance for southern Ethiopia. *Plant Breeding*, 131, 125–134.
- Ashraf, M. & Iram, A. (2005). Drought stress induced changes in some organic substances in nodules and other plant parts of two potential legumes differing in salt tolerance. *Flora*, 200, 535–546.
- Ashraf, M.Y., K. Akhtar, F. Hussain & J. Iqbal. (2006). Screening of different accessions of three potential grass species from Cholistan desert for salt tolerance. *Pakistan Journal of Botany*, 38, 1589-1597.
- Assefa, T., Wu, J., Beebe, S. E., Rao, I. M., Marcomin, D. & Claude, R. J. (2015). Improving adaptation to drought stress in small red common bean: phenotypic differences and predicted genotypic effects on grain yield, yield components and harvest index. *Euphytica*, 203 (3), 477–489.
- Beebe, S. E., Rao, I. M., Cajiao, V. & Grajales, M. (2008). Selection for drought resistance in common bean also improves yield in phosphorus limited and favorable environments. *Crop Science*, 48:582-592.
- Beebe, S. E., Rao, I. M., Blair, M. W. & Acosta-Gallegos, J. A. (2013). Phenotyping common beans for adaptation to drought. *Frontiers in Physiology*, 4, 35.
- Blum, A. (2009). Effective use of water (EUW) and not water-use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress. *Field Crops Research*, 112(2), 119–123.
- Darkwa, K., Ambachew, D., Mohammed, H., Asfaw, A., & Blair, M. W. (2016). Evaluation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes for drought stress adaptation in Ethiopia. *The Crop Journal*, 4(5), 367-376.
- Dipp, C. C., Marchese, J. A., Woyann, L. G., Bosse, M. A., Roman, M. H., Gobatto, D. R., & Finatto, T. (2017). Drought stress tolerance in common bean: what about highly cultivated Brazilian genotypes?. *Euphytica*, 213(5), 102.
- Farooq, M., Hussain, M., Wahid, A., & Siddique, K. H. M. (2012). *Drought stress in plants: an overview*. In *Plant responses to drought stress* (pp. 1-33). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Jaleel, C. A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H. J., Somasundaram, R. & Panneerselvam, R. (2009). Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *International Journal of Agriculture & Biology*, 11(1), 100-105.
- Khanzada, H., Wassan, G. M., He, H., Mason, A. S., Keerio, A. A., Khanzada, S., & Huang, Y. (2020). Differentially evolved drought stress indices determine the genetic variation of *Brassica napus* at seedling traits by genome-wide association mapping. *Journal of Advanced Research*, 24, 447-461.
- Lanna, A. C., Mitsuzono, S. T., Terra, T. G. R., Vianello, R. P. & de Figueiredo Carvalho, M. A. (2016). Physiological characterization of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes, water-stress induced with contrasting response towards drought. *Australian Journal of Crop Science*, 10(1), 1.
- Mizgin, B., Tunçtürk, R. & Tunçtürk, M. (2019). Kuraklık stresi altındaki ekinezya (*Echinacea purpurea* L.)’da deniz yosununun büyüme parametreleri, toplam fenolik ve antioksidan madde üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(3), 496-505.
- Mortimore, M. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*. (Current State ve Trends Assessment-Chapter 22, Millennium Ecosystem Assessment: Ed. Anderson, S., Cotula, L., Facer, K., Hesse, C., Mwangi, A., Nyangena, W., Skinner, J. p, 139. ISBN 1-59726-040-1.
- Negrão, S., Schmöckel, S. M. & Tester M. (2017). Evaluating physiological responses of plants to salinity stress. *Annals of botany*, 119(1), 1-11.

- Neves, D. M., da Hora Almeida, L. A., Santana-Vieira, D. D. S., Freschi, L., Ferreira, C. F., dos Santos Soares Filho, W., & da Silva Gesteira, A. (2017). Recurrent water deficit causes epigenetic and hormonal changes in citrus plants. *Scientific reports*, 7(1), 1-11.
- Önder, M., Ateş, M. K., Kahraman, A., & Ceyhan, E. (2012). Konya ilinde fasulye tarımında karşılaşılan problemler ve çözüm önerileri. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 5(1), 143-148.
- Raza, A., Razzaq, A., Mehmood, S. S., Zou, X., Zhang, X., Lv, Y., & Xu, J. (2019). Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: A review. *Plants*, 8(2), 34.
- Rehman, A., Jingdong, L., Shahzad, B., Chandio, A. A., Hussain, I., Nabi, G., & Iqbal, M. S. (2015). Economic perspectives of major field crops of Pakistan: An empirical study. *Pacific Science Review B: Humanities and Social Sciences*, 1(3), 145-158.
- Saima, S., Li, G., & Wu, G. (2018). Effects of drought stress on hybrids of *Vigna radiata* at germination stage. *Acta Biologica Hungarica*, 69(4), 481-492.
- Salehi-Lisar, S. Y., & Bakhshayeshan-Agdam, H. (2016). *Drought stress in plants: causes, consequences, and tolerance*. In *Drought Stress Tolerance in Plants*, Vol 1 (pp. 1-16). Springer, Cham.
- Sallam, A., Mourad, A. M., Hussain, W. & Baenziger, P. S. (2018). Genetic variation in drought tolerance at seedling stage and grain yield in low rainfall environments in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Euphytica*, 214(9), 169.
- Sánchez-Reinoso, A. D., Ligarreto-Moreno, G. A., & Restrepo-Díaz, H. (2020). Evaluation of drought indices to identify tolerant genotypes in common bean bush (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Integrative Agriculture*, 19 (1), 99-107.
- Shamim, F., Farooq, K., & Waheed, A. (2014). Effect of different water regimes on biometric traits of some tolerant and sensitive tomato genotypes. *The Journal of Animal and Plant Science*, 24(4), 1178-1182.
- Ulukapi, K. (2020). Assessment of the Genetic Structure and Salt Tolerance of *Phaseolus vulgaris* L. Landraces. *SABRAO Journal of Breeding & Genetics*, 52(3), 271-291.
- Verslues, P. E., Lasky, J. R., Juenger, T. E., Liu, T. W. & Kumar, M. N. (2014). Genome-wide association mapping combined with reverse genetics identifies new effectors of low water potential-induced proline accumulation in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, 164, 144–159.



Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences

<https://dergipark.org.tr/en/pub/yyutbd>



Research Article (Araştırma Makalesi)

Reactions of Fifteen Onion Cultivars Commonly Cultivated in Turkey to *Leek yellow stripe virus* (LYSV)**

Adyatma Irawan SANTOSA^{*1}, Filiz ERTUNÇ²

^{1,2}Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ankara University, Ankara, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-2826-5444> ²<https://orcid.org/0000-0002-0557-6119>

*Corresponding author e-mail: adyatma_santosa@yahoo.com

Article Info

Received: 05.06.2020

Accepted: 17.01.2021

Online Published 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.748558

Keywords

Cultivar reactions,
LYSV,
Onion.

Abstract: Onion (*Allium cepa* L.) cultivars commonly cultivated in Turkey were for the first time examined for their reactions to *Leek yellow stripe virus* (LYSV). Fifteen onion cultivars consisted of red, white, and yellow bulb cultivars were grown in pots and mechanically inoculated with LYSV-12.6Po, a newly characterized Turkish isolate. The experiment was in completely randomized block design with three replicates, containing 30 plants in each. One replicate was also planted as control. Serological and molecular detection methods, and statistical analysis on five growth parameters were used to evaluate their reactions to LYSV. LYSV infections in KG kırmızı, UG beyaz, Şampiyon, Perama, Seyhan, and Hazar were not detected by DAS-ELISA, but RT-PCR gave positive results to LYSV for all 15 tested cultivars. t-test results showed that LYSV inoculation caused significant reduction in all growth parameters for most cultivars. Duncan's multiple range test found that Anka, UG kahverengi, and KG kahverengi performed badly in all growth parameters. On the other hand, Şampiyon and Perama were not significantly different to each other in all growth parameters, and performed very well in plant weight, plant height, and no. of leaves parameters. Based on results of this study, Şampiyon and Perama were considered as the most tolerant cultivar to LYSV.

Türkiye’de Yaygın Olarak Üretilen On Beş Soğan Çeşidinin *Leek yellow stripe virus* (LYSV)’üne Karşı Reaksiyonları**

Makale Bilgileri

Geliş: 05.06.2020

Kabul: 17.01.2021

Online Yayınlanma 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.748558

Anahtar kelimeler

Çeşit reaksiyonları,
LYSV,
Soğan.

Öz: Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen soğan (*Allium cepa* L.) türlerinin bu çalışma ile *Leek yellow stripe virus* (LYSV)’üne karşı reaksiyonları ilk olarak araştırılmıştır. Kırmızı, beyaz ve sarı soğan çeşitlerinden oluşan 15 tür saksılarda yetiştirilmiş ve mekaniksel olarak Türkiye’de yeni karakterize edilmiş olan LYSV-12.6Po izolatu ile aşılanmıştır. Denemede rastgele tam blok tasarımıyla 3 tekerrür ve her tekerrürde 30 bitki düzenlenmiştir. Ayrıca 1 tekerrür de kontrol olarak hazırlanmıştır. Serolojik ve moleküler testlerle LYSV’nin bitkilerdeki varlığı test edilmiş ayrıca ele alınan 5 gelişme parametrelerinin belirlenmesi için istatistiksel analizler uygulanmıştır. LYSV enfeksiyonu KG kırmızı, UG beyaz, Şampiyon, Perama, Seyhan ve Hazar çeşitlerinde DAS-ELISA ile belirlenememiştir, ancak RT-PCR testlerinde ele alınan 15 çeşidin tümü de pozitif sonuçlar vermiştir. t-testi sonucuna göre LYSV enfeksiyonu, ele alınan parametrelerde çeşitlerin çoğunda belirgin azalmalara neden olmuştur. Duncan çoklu aralık testine göre, Anka, UG kahverengi ve KG kahverengi tüm gelişme parametreleri açısından çok kötü sonuçlar vermişlerdir. Diğer taraftan Şampiyon ve Perama ele alınan tüm gelişme parametreleri açısından birbirinden çok farklı olmayıp, bitki ağırlığı,

bitki boyu ve yaprak sayısı açısından en iyi sonuçları vermişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre Şampiyon ve Perama, LYSV enfeksiyonuna en tolerans çeşitler olarak belirlenmişlerdir.

**This research is part of a Doctoral dissertation in Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ankara University by Adyatma Irawan SANTOSA.

1. Introduction

Leek yellow stripe virus (LYSV) is one of the most frequently found viruses infecting *Allium* spp., such as leek (*Allium ampeloprasum* L.), onion (*Allium cepa* L.), and garlic (*Allium sativum* L.). It is a member of family *Potyviriidae*, genus *Potyvirus* which genome only has one open reading frame (ORF) to encodes a polyprotein, including NIa-Pro (nuclear inclusion a – proteinase), NIb (nuclear inclusion b), VPg (viral protein genome linked) and CP (coat protein) (Adams et al., 2005). Nucleotide sequences of CP gene are useful in phylogenetic analysis of the virus (Vučurović et al., 2016).

LYSV had been detected infecting onion, leek, and garlic cultivated in Iran and New Zealand (Shahraeen et al., 2008; Ward et al., 2009). Other attempts failed to detect LYSV in onion, although they found the virus infecting leek and garlic in the surveyed areas (Dovas and Vovlas, 2003; Vučurović et al., 2017). It was first reported in Turkey in leek planted in Marmara region (Korkmaz and Cevik, 2009). Later on, the virus was shown to infect leek, onion, and garlic grown in East Mediterranean, Amasya province, and Marmara region of Turkey (Fidan and Baloğlu, 2009; Fidan, 2010; Sevik and Akcura, 2013; Tuzlalı, 2018; Sarı et al., 2020).

LYSV was also detected among onion and leek samples collected in Ankara province recently, with infection rate on onion was estimated to be 13.3%. LYSV-12.6Po, one of the newly characterized Ankara isolates, produced moderate symptoms on onion and mild symptoms on leek and garlic when mechanically inoculated to those species. Nucleotide sequence of partial NIb+CP region of LYSV-12.6Po was deposited in NCBI GenBank with accession number MN070127. Host indexing and phylogenetic studies showed that LYSV-12.6Po is biologically and genetically similar to an Argentine isolate, LYSV-L-Arg (AY007693) (Santosa and Ertunç, 2020).

With almost 2 million tons production annually, onion is one of the most economically valuable multipurpose vegetables in Turkey (Güvenç, 2019; Demir, 2020; TUIK, 2020). LYSV, which apparently present in all major *Allium* crops planting regions of Turkey, could pose a significant threat to onion production in the country. LYSV infection was known to lead medium to heavy bulb weight loss in garlies (Lot et al., 1998). Besides that, LYSV is transmissible in non-persistent manner by several aphid species (Brunt et al., 1996; Lunello et al., 2002); potentially making it spreads over long distance further to other regions of world and Turkey. Therefore, control methods against the virus, such as the use of resistant/tolerant varieties, need to be established.

Currently, only little information was known regarding reactions of *Allium* spp. varieties to LYSV infection. Messidrome was observed to have less severe bulb weight loss (17%) than Germidour (26%) and Printanor (54%) in a study to determine reactions of the three French garlic cultivars against LYSV (Lot et al., 1998). A fertile garlic clone named clone 211 was found to have a high level of resistance to LYSV according to another French study (Lot et al., 2001). During a field survey of garlic viruses that was conducted in Czech Republic, all of 87 Vekan variety samples were tested to be LYSV-free, which could signify its resistance to the virus (Klukáčková et al., 2007). Bulb size of Taşkoprü 56, a garlic cultivar widely planted in Turkey, was reported to be significantly reduced upon either natural or mechanical inoculation with LYSV. However, this finding was very limited since it only involved one garlic cultivar, and genome sequence of the LYSV isolate used in the study was not available (Fidan, 2010).

Screening for resistance/tolerance to LYSV presented in this study was for the first time performed on onion cultivars commonly cultivated in Turkey. Furthermore, there were 15 cultivars tested against LYSV-12.6Po, a well characterized Turkish isolate. So, the obtained results could be important in the strategy to control LYSV spread and minimize onion yield loss in the country.

2. Material and Methods

Screening of 15 onion cultivars from three seed companies (Table 1) for their reactions to LYSV-12.6Po was performed in a greenhouse at Plant Protection Department, Ankara University during November 22, 2019 - April 27, 2020. Temperature inside greenhouse was kept between 24 - 28°C.

Table 1. Onion cultivars used in this study.

No.	Cultivars name*	Company	Characteristics
1.	Anka	Aka ziraii ürünleri Ltd. Şti., Bursa	White bulb with dark brown outer skin.
2.	KG kahverengi	Bayram Tohum, Ankara	White bulb with light brown outer skin.
3.	KG kırmızı	Bayram Tohum, Ankara	Red bulb with red outer skin.
4.	UG kahverengi	Bayram Tohum, Ankara	White bulb with light brown outer skin.
5.	UG kırmızı	Bayram Tohum, Ankara	Red bulb with red outer skin.
6.	UG beyaz	Bayram Tohum, Ankara	White bulb with white brown outer skin.
7.	Şampiyon	Tancepa tarım ürünleri Ltd. Şti., Bandırma, Balıkesir	White bulb with yellow-brown outer skin.
8.	Gence	Tancepa tarım ürünleri Ltd. Şti., Bandırma, Balıkesir	White bulb with dark brown outer skin.
9.	İnci	Tancepa tarım ürünleri Ltd. Şti., Bandırma, Balıkesir	White bulb with dark brown outer skin.
10.	Naz	Tancepa tarım ürünleri Ltd. Şti., Bandırma, Balıkesir	White bulb with yellow-brown outer skin.
11.	Perama	Tancepa tarım ürünleri Ltd. Şti., Bandırma, Balıkesir	White bulb with yellow-brown outer skin.
12.	Taraz	Tancepa tarım ürünleri Ltd. Şti., Bandırma, Balıkesir	White bulb with dark brown outer skin.
13.	Seyhan	Tancepa tarım ürünleri Ltd. Şti., Bandırma, Balıkesir	White bulb with yellow-brown outer skin.
14.	Burgaz	Tancepa tarım ürünleri Ltd. Şti., Bandırma, Balıkesir	Red bulb with red outer skin.
15.	Hazar	Tancepa tarım ürünleri Ltd. Şti., Bandırma, Balıkesir	White bulb with yellow-brown outer skin.

*KG = Kısa gün (short day); UG = Uzun gün (long day)

2.1. Experiment design and statistical analyses

Screening experiment was conducted in completely randomized block design with 3 replicates containing 30 plants in each. One replicate was also used as control. Ten onion seedlings were planted on each pot. The pots (16 cm in height and 16 cm in diameter) were sterilized by washing with 5% sodium hypochlorite bleach (clorox), and then filled with sterilized soil mix of perlite and peat moss, 1:3, respectively (Al-Shahwan et al., 2018). Onion plants were germinated from seeds since LYSV is not a seed-borne virus (Brunt et al., 1996).

Treated plants were dusted with abrasive-celite then mechanically inoculated with LYSV-12.6Po at 3-4 true leaf stage. Control plants were rubbed with Potassium phosphate buffer (pH 7) only, as described by Santosa and Ertunç (2020). Twelve weeks post-inoculation, onion plants were carefully harvested then evaluated based on two LYSV detection parameters: serological by ELISA, and molecular by RT-PCR; and five growth parameters: plant weight, plant height, root length, bulb diameter, and number of leaves. Statistical analyses on growth parameters using t-test and ANOVA continued with Duncan's Multiple Range Test (DMRT) were performed on Statistix ver. 8.1 (Analytical Software, USA).

2.2. LYSV detection in treated plants by ELISA and RT-PCR

Since there are total of 1350 treated plants, it is impractical to identify LYSV infection on each of them. Thus, ELISA and RT-PCR were used only to confirm tested cultivars susceptibility to LYSV. A small piece of 25 mg leaf was taken from each of 90 treated plants of each cultivar, then they were put together to create a composite sample of each cultivar to be tested in ELISA and RT-PCR.

Serological test using LYSV specific ELISA kit was performed according to the manufacturer instructions (Bioreba, Switzerland). The results were evaluated using criteria and equipment that were described by Santosa and Ertunç (2020).

Tris-EDTA buffer based procedures were applied to extract total nucleic acids from composite samples (Presting et al., 1995). The obtained nucleic acids were then used in two steps RT-PCR (Santosa and Ertunç, 2020). A pair of specific primer, F-5' TCACTGCATATGCGCACCAT 3' and R-5' GCACCATACAGTGAATTGAG 3' was applied in the PCR to amplify 1020 bp fragment of LYSV partial Nib+CP region (Fajardo et al., 2001).

3. Results

Only nine cultivars were tested positive for LYSV infection by ELISA. On the other hand, RT-PCR gave positive reactions to LYSV for all 15 tested cultivars (Figure 1 and Table 2).

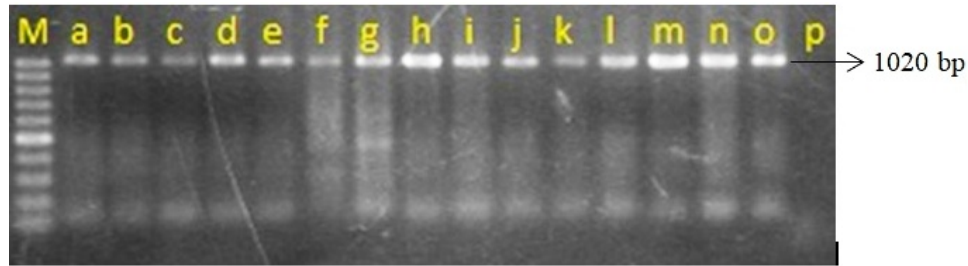


Figure 1. RT-PCR amplified 1020 bp fragment of partial LYSV NIB+CP region on 15 cultivars, thus confirmed LYSV infection on all tested cultivars. a. Anka, b. KG kahverengi, c. KG kırmızı, d. UG kahverengi, e. UG kırmızı, f. UG beyaz, g. Şampiyon, h. Gence, i. İnci, j. Naz, k. Perama, l. Taraz, m. Seyhan, n. Burgaz, o. Hazar, p. Negative control (healthy onion), M. 100 bp marker (GeneDirex, Taiwan)

LYSV inoculation caused 12.4 - 51.7% plant weight, 4.2 - 46.9% plant height, 2.7 - 47.3% root length, 16.5 - 42.2% bulb diameter, and 1.2 - 26.8% no. of leaves reductions in all cultivars except in Seyhan (bulb diameter) (Table 2 and Figure 2). According to t-test, all of cultivars showed significant reduction on their weights upon inoculation by LYSV. All cultivars also showed significant differences with their respective controls in four other parameters, except KG kırmızı (plant height), UG kırmızı (root length), Şampiyon (root length and no. of leaves), Gence (root length), and Seyhan (bulb diameter) (Table 2).

ANOVA which continued with DMRT showed that, in responses to LYSV inoculation, Şampiyon, Perama, and Hazar did not show significant differences to each other in all five growth parameters. UG kahverengi and KG kahverengi which both produce brown colored bulbs were not significantly different to each other in all growth parameters except no. of leaves. Şampiyon, UG beyaz, Perama, and Gence were not significantly different to each other and the best performers in plant height and no. of leaves (Table 2).

Table 2. Effects of mechanical inoculation of LYSV-12.6Po to 15 onion cultivars

Cultivar name*	Plant weight (gram)*			Plant height (cm)*			Root length (cm)*			Bulb diameter (mm)*			No. of leaves*			E L T	R S C	I A R
	C	I	R (%)	C	I	R (%)	C	I	R (%)	C	I	R (%)	C	I	R (%)			
Anka	8.9±1.1	6.2±0.2 ^g	30.3	35.1±5.1	26.5±1.1 ^{defg}	24.5	5.2±2.6	4.9±1.1 ^{efg}	5.8	9.2±0.9	5.8±0.2 ^g	37	7.7±0.5	5.8±0.4 ^g	24.7	+	+	+
KG kahverengi	8.7±1	6.4±0.1 ^{fg}	26.4	33.7±4.5	25.2±1.1 ^{fg}	25.2	7.8±1.5	4.8±0.2 ^{efg}	38.5	11.6±2.4	6.7±0.3 ^{cdef}	42.2	7.9±0.6	6.3±0.3 ^g	20.3	+	+	+
KG kırmızı	10±1.3	7.4±0.2 ^{de}	26	33.4±5	32±0.7^a	4.2	9.2±1	5.2±0.2 ^{def}	43.5	11.6±1.8	8.4±0.6 ^a	27.6	7.5±0.7	7.1±0.1 ^{de}	5.3	-	+	+
UG kahverengi	9±1.2	6.6±0.1 ^{fg}	26.7	34.8±3.3	26.2±0.1 ^{efg}	24.7	6.7±1.5	4.6±0.2 ^{fg}	31.3	9.5±1.3	6.2±0.1 ^{efg}	34.7	8±0.5	6.8±0.2 ^{ef}	15	+	+	+
UG kırmızı	10.8±0.8	6.6±0.2 ^{fg}	38.9	37.1±2.9	25.7±0.4 ^{fg}	30.7	6.3±2	6.1±0.2^{bcd}	3.2	9.5±0.8	6.5±0.2 ^{cdef}	31.6	8±0.5	7.1±0.2 ^{cde}	11.3	+	+	+
UG beyaz	12.7±1.7	8.4±0.1 ^{cde}	33.9	39±5	31.2±0.6 ^{abc}	20	9±0.9	7.5±0.3 ^a	16.7	10.7±1.5	7.3±0.2 ^{bc}	31.8	8.5±0.5	8±0.1 ^a	5.9	-	+	+
Şampiyon	12.1±1.1	10.6±1.2 ^a	12.4	35.2±4.4	31.5±0.7 ^{ab}	10.5	5.8±1.5	5.2±0.2^{def}	10.3	8.8±1	7±0.3 ^{bcd}	20.5	8.1±0.3	8±0.1^a	1.2	-	+	+
Gence	11.9±1.6	8.3±0.5 ^{cde}	30.3	35.7±5.1	28.6±1.4 ^{cde}	19.9	7.5±1.4	7.3±0.3^{ab}	2.7	8±1.2	6.1±0.5 ^{efg}	23.8	8.2±0.4	8±0.2 ^{abc}	2.4	+	+	+
İnci	14.5±1.3	7±0.3 ^{fg}	51.7	47.1±3.6	25±0.9 ^{fg}	46.9	7.8±1.7	4.9±0.7 ^{defg}	37.2	9.5±0.7	6.1±0.2 ^{fg}	35.8	8.9±0.6	6.9±0.2 ^{def}	22.5	+	+	+
Naz	12±2.3	8.5±0.5 ^{bcd}	29.2	32.8±3.8	26.5±1.6 ^{def}	19.2	8.3±0.9	7.3±0.6 ^{ab}	12	8.5±0.7	7.1±0.3 ^{bc}	16.5	8.5±0.8	7.1±0.1 ^{de}	16.5	+	+	+
Perama	12.9±1.5	10.3±0.7 ^a	20.2	35.1±3.2	28.9±0.9 ^{bcd}	17.7	7.3±1.4	5.8±0.8 ^{cde}	20.5	9.3±0.8	7.2±0.2 ^{bc}	22.6	8.1±0.3	7.8±0.1 ^{ab}	3.7	-	+	+
Taraz	13.3±0.6	7.2±0.3 ^{ef}	45.9	35.4±2.1	24.3±1.4 ^g	31.4	74±1.2	3.9±0.4 ^g	47.3	8.2±0.4	6.3±0.3 ^{defg}	23.2	8.2±0.4	6±0.2 ^g	26.8	+	+	+
Seyhan	12.5±1.5	8.8±0.2 ^{bc}	29.6	32.4±2.5	27.2±1.1 ^{def}	16	8.3±1.8	5.1±0.1 ^{def}	38.6	7.1±0.7	7.6±0.2^{ab}	-	7.8±0.4	7±0.1 ^{def}	10.3	-	+	+
Burgaz	12.8±1.5	8.8±0.4 ^{bc}	31.3	35.4±4.6	26.8±0.4 ^{def}	24.3	8±1.5	6.8±0.3 ^{abc}	15	9.5±1.3	6.9±0.3 ^{bcd}	27.4	8.3±0.5	7.1±0.1 ^{de}	14.4	+	+	+
Hazar	13.7±1	9.6±0.7 ^{ab}	29.9	38.8±7.4	28.3±1.3 ^{de}	27.1	6.5±1.4	5.9±0.1 ^{cde}	9.2	8.5±1.6	6.7±0.2 ^{cdef}	21.2	8.4±0.7	7.3±0.3 ^{bcd}	13.1	-	+	+

*C = control; I = inoculated; R = Reduction; Means printed in bold are not significantly different in t-test (p value > 0.05) (n = 100); Means with same letter within column are not significantly different in DMRT (alpha = 0.05) (n=90)

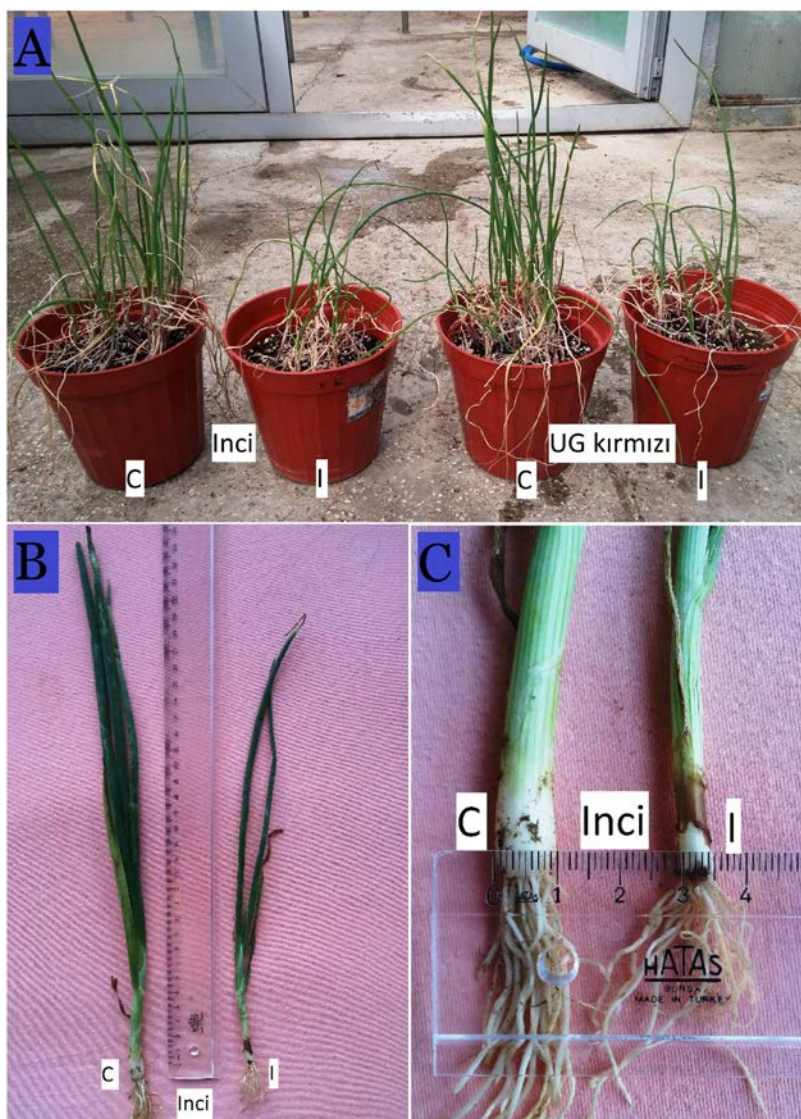


Figure 2. Reactions of some cultivars to LYSV-12.6Po inoculation. A. Control (C) and inoculated (I) plants of İnci and UG kırmızı at 8 weeks post-inoculation. B. Heights of control (C) and inoculated (I) plants of İnci were measured at 12 weeks post-inoculation. C. Bulb diameters of control (C) and inoculated (I) plants of İnci were measured at 12 weeks post-inoculation.

4. Discussion and Conclusion

Currently, at least 167 species infecting a wide variety of monocots and dicots belong to *Potyvirus*, making it the largest plant virus genus. Members of *Potyvirus* are transmissible mechanically, by grafting, and also non-persistently by 200 species of aphids, which allow them to spread to every corner of tropical and subtropical regions (Wylie et al., 2017). Considerable yield losses on various crops caused by *Potyvirus* had been recorded. Output reduction by *Bean common mosaic virus* (BCMV), a prevalent virus on beans (*Phaseolus vulgaris* L.), reached up to 100% (Worrall et al., 2015). LYSV lessened garlic bulb weight and perimeter up to 28% and 9%, respectively, under greenhouse conditions. In the field experiment of the same study, the virus decreased bulb weight and perimeter up to 36% and 13%, respectively (Lunello et al., 2007).

Approaches for *Potyvirus* management mainly fall into three major categories: control of aphids vector, cross protection, and resistant/tolerant varieties. Aphids vector management are not economically viable to be employed in large farming areas. Besides that, the method usually involves synthetic insecticides which could contaminate fields and produces. Cross protection which utilizes mild strain of a virus to induce plant resistance against more virulent strain cannot be applied in all

plant species and against all members of *Potyvirus*. Even if cross protection was successfully developed, the difficulty to provide sufficient mild strain inoculated seedlings to farmers potentially increases production costs. Because of these reasons, plant resistance is considered the most suitable option in *Potyvirus* diseases management (Sharma et al., 2013).

Current plant breeding process has been accelerated by the advent of DNA marker techniques. Random amplified polymorphic DNA (RAPD) and restriction fragment length polymorphism (RFLP) provided “Marker-assisted selection (MAS)” that greatly helps in making accurate selection of viral resistance genotypes in plant species (Collard and Mackill, 2008; Akçalı Giachino and İnan, 2019). Further application of genetic engineering techniques developed SunUp and Rainbow, two papaya (*Carica papaya* L.) varieties highly resistant to *Papaya ringspot virus* (PRSV), a *Potyvirus*, and widely planted in Hawaii, USA (Gonsalves et al., 2010). However, the use of such transgenic varieties is mostly confined only in certain areas due to concern and regulations regarding environmental issues and food safety (Azad et al., 2014).

Two Potyviruses: LYSV and *Onion yellow dwarf virus* (OYDV) are infecting and causing sizeable damage on *Allium* crops worldwide (Lot et al., 1998; Shahraeen et al., 2008; Ward et al., 2009; Elnagar et al., 2011), but resistance against them is still severely lack studied. All 20 leek varieties were found to be susceptible, but Autumn Giant Triumphator, Ligina, Siegfried Frost, and Winta are the most tolerant against LYSV according to a study in Denmark (Paludan et al., 1980). All of tested onion cultivars in this study were also proven by ELISA and RT-PCR to be susceptible to LYSV infection through mechanical inoculation. However, it also should be noticed that LYSV infection in KG kırmızı, UG beyaz, Şampiyon, Perama, Seyhan, and Hazar could only be detected by RT-PCR, which indicated low concentration of LYSV in these cultivars. PCR had been demonstrated as a more sensitive means for *Allium* viruses detection than ELISA (Dovas et al., 2001).

These results also provided further evidences that low LYSV infection rate among onions in Ankara province (13.3%) was mainly due to absence of aphids vector (Santosa and Ertunç, 2020), not resistance of onion varieties. LYSV was not widespread among susceptible onion varieties probably due to the fact that although it has been repeatedly shown to be mechanically transmitted through sap in experimental conditions (including by this study), the virus seems rather difficult to be mechanically transmitted by mere onion plant contacts in nature. LYSV is locally spread mainly by aphids, and transmission over long distance was thought mostly done by infected propagative materials (Lunello et al., 2002).

LYSV inoculation was shown to affect onion root length less than other growth parameters, since there are three cultivars that had no significant means differences to their respective control in root length, according to t-test. However, when percentage of means reductions were also put into consideration, LYSV inoculation seems to harm all growth parameters (more than 40% reduction in some cultivars), except no. of leaves (maximum reduction was only 26.8% on Taraz).

There are likely correlations among cultivars that were produced by same company in their reactions to LYSV. Şampiyon and Perama (both yield white bulb with yellow-brown outer skin and were produced by Tancepa Tarım Ürünleri Ltd. Şti.) performed better in plant weight, plant height, and no. of leaves than most other cultivars, according to DMRT. On the other hand, UG kahverengi and KG kahverengi (white bulb with dark brown outer skin, produced by Bayram Tohum) demonstrated worse reactions than most other cultivars in plant weight, plant height, root length, and no. of leaves based on DMRT calculation. UG kahverengi and KG kahverengi also showed considerable reduction in plant weight, plant height, root length, and no. of leaves, respectively, upon LYSV inoculation. Anka (white bulb with dark brown outer skin, produced by Aka Ziraii Ürünleri Ltd. Şti.) was the worst performer in plant weight, onion diameter, and no. of leaves. It is also worth mentioned that Taraz (white bulb with dark brown outer skin, produced by Tancepa Tarım Ürünleri Ltd. Şti.) was the worst performer in plant weight and root length, according to DMRT, and had >40% reductions in the both growth parameters.

In general, four cultivars that produced white bulb with dark brown outer skin (Anka, Taraz, UG kahverengi, and KG kahverengi) performed badly in all growth parameters. Some cultivars that produced white bulb with yellow-brown outer skin (Şampiyon, Perama, and Hazar) performed very well in plant weight, plant height, and no. of leaves. Burgaz, a cultivar that produced red bulb with red outer skin, performed at average level in all growth parameters after LYSV inoculation. KG kırmızı and UG kırmızı which both yield red bulb with red outer skin, and were produced by Bayram Tohum

were only not significantly different to each other in root length and no. of leaves. These results indicated that there are rather large genetic variations to LYSV resistance among germplasm collections belong to different seed companies in Turkey.

Based on this study's findings, it can be suggested that Şampiyon and Perama had the best reactions to mechanical inoculation of LYSV under greenhouse conditions. Among all tested cultivars, both are considered as the most tolerant to LYSV since the virus infection on them was only detected by sensitive RT-PCR, they had low means reduction in all growth parameters, and t-test and DMRT results showed that they performed better than most other cultivars in three growth parameters.

All of tested onion cultivars need to be further examined for their reactions to LYSV under field conditions, and under mix infection with other viruses. Resistance genes to *Potyvirus*, which probably could cover both LYSV and OYDV, in onion and other *Allium* spp. cultivars in Turkey also need to be mapped using DNA marker techniques. To our knowledge, such screening study using advanced genetic technology has never been done before on *Allium* spp.

Acknowledgements

Authors are thankful to Arya Widyanawan, M.Sc. from Plant Protection Department, King Saud University, Saudi Arabia for his help in statistical calculations.

References

- Adams, M. J., Antoniw, J. F., & Beaudoin, F. (2005). Overview and analysis of the polyprotein cleavage sites in the family *Potyviridae*. *Mol. Plant Pathol.*, 6, 471-487.
- Akçalı Giachino, R. R., & İnan, D. (2019). Assessment of genetic diversity in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) using RAPD markers. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 29(2), 300-308.
- Al-Shahwan, I. M., Santosa, A. I., Abdalla, O. A., & Al-Saleh, M. A. (2018). Behavior of watermelon cultivars after inoculation with *Watermelon mosaic virus* in Saudi Arabia. *Journal of Agricultural Science and Technology A*, 8, 306-314.
- Azad, M. A. K., Amin, L., & Sidik, N. M. (2014). Gene technology for *Papaya ringspot virus* disease management. *The Scientific World Journal*, 2014, 1-11.
- Brunt, A. A., Crabtree, K., Dallwitz, M. J., Gibbs, A. J., & Watson, L. (1996). Plant viruses online: Description and lists from the VIDE database. Leek yellow stripe *potyvirus*. <http://bio-mirror.im.ac.cn/mirrors/pvo/vidе/descr437.htm>. Accessed date: 02.05.2020.
- Collard, B. C. Y., & Mackill, D. J. (2008). Marker-assisted selection: an approach for precision plant breeding in the twenty-first century. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 63(1491), 557-572.
- Demir, İ. (2020). An Ethnobotanical study of medicinal plants used in Hizan District (Bitlis-Turkey). *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 30(4), 732-741.
- Dovas, C. I., Hatzibukas, E., Salomon, R., Barg, E., Shibolet, Y. M., & Katis, N. I. (2001). Comparison of methods for virus detection in *Allium* species. *J Phytopathol*, 149, 731-737.
- Dovas, C. I., & Vovlas, C. (2003). Viruses infecting *Allium* spp. in Southern Italy. *Journal of Plant Pathology*, 85(2), 135.
- Elnagar, S., El-Sheikh, M. A., & Abd El-Wahab, A. S. E. (2011). Effect of natural infection with *Onion yellow dwarf virus* (OYDV) on yield of onion and garlic crops in Egypt. *Journal of Life Sciences*, 5, 634-638.
- Fajardo, T. V. M., Nishijima, M., Buso, J. A., Torres, A. C., Ávila, A. C., & Resende, R. O. (2001). Garlic viral complex: identification of Potyviruses and Carlavirus in central Brazil. *Fitopatologia Brasileira*, 26, 619-626.
- Fidan, H. (2010). *Sarımsak, soğan ve pırasadaki virüs hastalıklarını saptanması ve Taşköprü 56 sarımsak tipinin en yaygın virüse karşı reaksiyonunun belirlenmesi* (in Turkish). (PhD), Çukurova University, Adana, Turkey.
- Fidan, H., & Baloglu, S. (2009). First report of *Onion yellow dwarf virus* and *Leek yellow stripe virus* in garlic in Turkey. *Plant Dis.*, 93(6), 672.
- Gonsalves, D., Tripathi, S., Carr, J. B., & Suzuki, J. Y. (2010). *Papaya ringspot virus*. *The Plant Health Instructor*.

- Güvenç, İ. (2019). Türkiye’de soğan üretimi, fiyat değişimi, dış ticareti ve rekabet gücü (in Turkish). *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 29(4), 634-640.
- Klukáčková, J., Navrátil, M., & Duchoslav, M. (2007). Natural infection of garlic (*Allium sativum* L.) by viruses in the Czech Republic. *J Plant Dis Protect*, 144(3), 97-100.
- Korkmaz, S., & Cevik, B. (2009). *Leek yellow stripe virus* newly reported in Turkey. *Plant Pathol.*, 58, 787.
- Lot, H., Chovelon, V., Souche, S., & Delecolle, B. (1998). Effects of onion yellow dwarf and leek yellow stripe viruses on symptomatology and yield loss of three French garlic cultivars. *Plant Dis.*, 82, 1381-1385.
- Lot, H., Chovelon, V., Souche, S., Delecolle, B., Etoh, T., & Messiaen, C. M. (2001). Resistance to *Onion yellow dwarf virus* and *Leek yellow stripe virus* found in a fertile garlic clone. *Acta Horticulturae*, 555, 243-246.
- Lunello, P., Di Rienzo, J., & Conci, V. C. (2007). Yield loss in garlic caused by *Leek yellow stripe virus* Argentinean isolate. *Plant Dis.*, 91, 153-158.
- Lunello, P., Ducasse, D. A., Helguera, M., Nome, S. F., & Conci, V. C. (2002). An Argentinean isolate of *Leek yellow stripe virus* from leek can be transmitted to garlic. *Journal of Plant Pathology*, 84(1), 11-17.
- Paludan, N. (1980). Virus attack an leek: Survey, diagnosis, tolerance of varieties and winter hardiness. *Institut for Plantepatologi*, 1518, 371-385.
- Presting, G. G., Smith, O. P., & Brown, C. R. (1995). Resistance to *Potato leafroll virus* in potato plants transformed with the coat protein gene or with vector control constructs. *Phytopathology*, 85, 436-442.
- Santosa, A. I., & Ertunç, F. (2020). Serological and molecular detection of *Leek yellow stripe virus* infecting onion (*Allium cepa* L.) and leek (*Allium ampeloprasum* L.) in Ankara, Turkey. *Bitki Koruma Bülteni*, 60(1), 49-56.
- Sarı, M., Karanfil, A., & Korkmaz, S. (2020). Çanakkale ilinde *Leek yellow stripe virus* enfeksiyonunun güncel durumu ve iki farklı gen bölgesine göre kısmi moleküler karakterizasyonu (in Turkish). *Çanakkale Onsekiz Mart University Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences*, 6(1), 39-48.
- Sevik, M. A., & Akcura, C. (2013). Viruses occurring in onion crop in Amasya province, the major onion producing region in Turkey. *Indian Journal of Virology*, 24(1), 78-81.
- Shahraeen, N., Lesemann, D. E., & Ghotbi, T. (2008). Survey for viruses infecting onion, garlic and leek crops in Iran. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 38, 131-135.
- Sharma, P., Sahu, A. K., Verma, R. K., Mishra, R., Choudhary, D. K., & Gaur, R. K. (2013). Current status of *Potyvirus* in India. *Arch Phytopathology Plant Protect*, 47(8), 906-918.
- Tuzlalı, H. T. (2018). *Güney Marmara Bölgesi’nde Allium cinsi bitkilerde Potyviruslerin tanılanması ve karakterizasyonu* (in Turkish). (PhD), Çanakkale Onsekiz Mart University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Çanakkale, Turkey.
- TUIK (Türkiye İstatistik Kurumu/Turkish Statistical Institute). (2020). <http://www.tuik.gov.tr/Start.do> Accessed date: 11.05.2020.
- Vučurović, I., Nikolić, D., Radović, N., Vučurović, A., Ristić, D., Krstić, B., & Stanković, I. (2017). Incidence and distribution of *Leek yellow stripe virus* in *Allium* crops in Serbia. *Pesticides and Phytomedicine (Belgrade)*, 32(3-4), 145-155.
- Vučurović, I., Vučurović, A., Nikolić, D., Bulajić, A., Milošević, D., Krstić, B., & Stanković, I. (2016). First report of *Leek yellow stripe virus* in leek in Serbia. *Plant Dis.*, 100(1), 230.
- Ward, L. I., Perez-Egusquiza, Z., Fletcher, J. D., & Clover, G. R. G. (2009). A survey of viral diseases of *Allium* crops in New Zealand. *Australas Plant Pathol.*, 38, 533-539.
- Worrall, E. A., Wamonje, F. O., Mukeshimana, G., Harvey, J. J. W., Carr, J. P., & Mitter, N. (2015). Chapter One - *Bean common mosaic virus* and *Bean common mosaic necrosis virus*: Relationships, Biology, and Prospects for Control. *Adv Virus Res*, 93, 1-46.
- Wylie, S. J., Adams, M., Chalam, C., Kreuze, J., Lopez-Moya, J. J., Ohshima, K., Praveen, S., Rabenstein, F., Stenger, D., Wang, A., & Murilo Zerbini, F. (2017). ICTV Virus Taxonomy Profile: *Potyviridae*. *J. Gen. Virol.*, 98(3), 352-354.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



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

Araştırma Makalesi (Research Article)

Murat Nehri'ndeki *Garra rufa* (Heckel, 1843)'nın Bazı Populasyon Parametreleri**

Şaban ASLAN¹, Fahrettin YÜKSEL^{*2}, Mehmet Zülfü ÇOBAN³

¹Munzur Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü (mezun), 62000, Tunceli, Türkiye

²Munzur Üniversitesi, Tunceli Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, 62000, Tunceli, Türkiye

³Fırat Üniversitesi, Keban Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, 23000, Elâzığ, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-6602-3470> ²<https://orcid.org/0000-0001-7015-4564> ³<https://orcid.org/0000-0002-5645-5456>

*Sorumlu yazar e-posta: fahrettinyuksel@munzur.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 17.08.2020

Kabul: 01.01.2021

Online Yayınlanma 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.781650

Anahtar kelimeler

Büyüme,
Garra rufa,
Murat Nehri,
Populasyon,
Yaş.

Öz: Bu çalışmada, Murat Nehri'nde yaşayan ve "doktor balık" olarak bilinen *Garra rufa* (Heckel, 1843)'nın bazı populasyon parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada kullanılan toplam 322 adet balık örneği, serpmeye ağı ve elektroşoker cihazı kullanılarak, Mart 2016 ile Şubat 2017 tarihleri arasında Murat Nehri'nden temin edilmiştir. Populasyonun I-V yaş grupları arasında dağılım gösterdiği ve dişi/erkek oranının 1:1.24 olduğu tespit edilmiştir. Boy-ağırlık ilişkisi regresyon analizi ile belirlenmiştir. Buna göre; regresyon katsayısı (b) dişilerde 2.4551 (negatif allometrik büyüme), erkeklerde 2.2039 (negatif allometrik büyüme) ve tüm bireylerde 2.3167 (negatif allometrik büyüme) olarak belirlenmiştir. İncelenen balık örneklerinin total boyları 5.1-15.5 cm, ağırlıkları ise 3.0-50.6 g arasında değişiklik göstermiştir. Populasyonun genelinde tüm yaş gruplarının kondisyon faktörü değerlerinin ortalaması 1.17 olarak tespit edilmiştir. Populasyonun büyüme parametreleri dişilerde; $L_{\infty} = 16.33$ cm, $K = 0.37$ yıl⁻¹, $t_0 = -0.18$ yıl, $W_{\infty} = 42.59$ g, erkeklerde; $L_{\infty} = 15.25$ cm, $K = 0.43$ yıl⁻¹, $t_0 = -0.03$ yıl, $W_{\infty} = 31.37$ g ve tüm bireylerde; $L_{\infty} = 15.88$ cm, $K = 0.39$ yıl⁻¹, $t_0 = -0.13$ yıl, $W_{\infty} = 36.62$ g olarak belirlenmiştir. Büyüme performans indeksi (\hat{O}) dişilerde 4.59, erkeklerde 4.61 ve populasyonun genelinde 4.59 olarak hesaplanmıştır.

Some Population Parameters of *Garra rufa* (Heckel, 1843) in Murat River

Article Info

Received: 17.08.2020

Accepted: 01.01.2021

Online Published 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.781650

Keywords

Growth,
Garra rufa,
Murat River,
Population,
Age.

Abstract: This study conducted to determine some population parameters of *Garra rufa* (Heckel, 1843) known as doctor fish living in Murat River. A total of 322 fish sample examined in the study was caught by using cover net and electro-shocker between March 2016 and February 2017 in the Murat River. The female-male rate of population consisting of I-V age groups was confirmed as 1:1.24. The regression coefficient (b) in the length-weight relationship was determined as 2.4551 (negative allometric) for females, as 2.2039 (negative allometric) for males and as 2.3167 (negative allometric) for all individuals. The total lengths and weights of examined fish samples were varied from 5.1 cm to 15.5 cm and from 3.0 g to 50.6 g, respectively. Mean condition factor of all age groups of populations was calculated as 1.17. Growth parameters of population were calculated as $L_{\infty} = 16.33$ cm, $K = 0.37$ year⁻¹, $t_0 = -0.18$ year, $W_{\infty} = 42.59$ g for female, as $L_{\infty} = 15.25$ cm, $K = 0.43$ year⁻¹, $t_0 = -0.03$ year, $W_{\infty} = 31.37$ g for male and as $L_{\infty} = 15.88$ cm, $K = 0.39$ year⁻¹, $t_0 = -0.13$ year, $W_{\infty} = 36.62$ g for all population. Growth performance index (\hat{O}) was calculated to be 4.59 for female, to be 4.61 for male and to be 4.59 for both.

**Bu çalışma, Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (MÜNİBAP) tarafından desteklenen (YLTUB016-11) yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

1. Giriş

Murat Nehri, 722 km uzunluğa sahip olup, Fırat Nehri'nin kollarından biridir. Van Gölü'nün kuzeyinde Aladağ'dan ve Muratbaşı Dağı'ndan çıkan kolların birleşmesiyle oluşur (Bulut ve Saler, 2014). Nehrin en yaygın balık türü *Capoeta umbla* (Heckel, 1843) olup, balık faunası içerisinde *Garra rufa* (Heckel, 1843) da yer almaktadır.

Cyprinidae familyasına ait olan *Garra rufa*'nın ekonomik değeri alternatif tıpta kullanılıyor olmasından ileri gelmektedir. Bu sebeple “doktor balık” olarak isimlendirilmekte olup, literatürde yağlı balık, Kangal balığı, kaya balığı veya vantuzlu balık olarak da geçmektedir. Cins adı olan Garra, Burma'da (Myanmar) “büyük burun” anlamına gelmektedir. Tür ismi olan rufa ise Latince'de “kırmızı” anlamına gelmektedir ve vücudunun kırmızısı rengini yansıtmaktadır (Ganpolat, 2014). Bunun yanında balıkta sarımsı kahverengi ve tonları daha fazla gözlemlenmektedir.

Bu türün dünyanın farklı bölgelerinde yaş ve büyüme özellikleri ile birtakım çalışmalar bulunmasına karşın Murat Nehri'nde yaşayan populasyonu hakkında yeterli bilimsel çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada Murat Nehri'ndeki *Garra rufa* (Heckel, 1843) populasyonunun büyüme özellikleri belirlenerek, bu türün doğal ortamında korunması ve gelecek nesillere aktarılmasını sağlamak için yapılacak stratejik planlamalara kaynak teşkil etmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Arazi çalışmaları; Murat Nehri'nin kaynağı ile Beyhan Baraj Gölü arasında kalan kısmında, Mart 2016 ile Şubat 2017 tarihleri arasında olmak üzere 12 ay süresince yürütülmüştür. Çalışmada toplam 322 adet *Garra rufa* (Heckel, 1843) numunesi yakalanmıştır (Şekil 1). Balık örneklemeinde; 4-5 kg ağırlığında, 24 mm ağ göz açıklığına sahip (tam göz boyu) cepli serpmeye ağı ve elektroşoker balık yakalama cihazı kullanılmıştır.

Balıkların total boyları (L) 1 mm hassasiyetli ölçüm tahtasında, ağırlıkları (W) ise 1 g hassasiyetli terazide tespit edilmiştir. Yaş tayini, ilgili literatürler (Yedier ve ark., 2016) dikkate alınarak pullardan yapılmıştır. Laboratuvara getirilerek karınları açılan örneklerin eşeyleri; gonadların makroskopik (olgun bireyler) olarak ve stereoskopik binoküler mikroskop (olgun olmayan küçük bireyler) altında incelenmesi suretiyle saptanmıştır (Lagler ve ark., 1977). Yaş ve eşeyleri belirlenen balıklar gruplandırılmış, yaş dağılımı, eşey dağılımı ve yaş gruplarına göre dişi:erkek oranları belirlenmiştir.

Total boy ile vücut ağırlığı arasındaki ilişki non-lineer regresyon analizi ($y = ax^b$) ile incelemiş olup, “Le Cren” büyüme denklemi ($W = aL^b$) ile ifade edilmiştir. Burada; (W) vücut ağırlığını, (L) total boyu, a ve b ise regresyon sabitlerini ifade etmektedir. Kondisyon faktörü, $KF = (W/L^3)100$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Sparre ve Venema, 1998).

Populasyonun yaşa göre boyca (L_t) ve ağırlıkça (W_t) büyümesi “von Bertalanffy” büyüme denklemleri kullanılarak incelenmiştir. Bu çalışmada elde edilen büyüme parametrelerinin daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırılabilmesi için Pi Prime testi (Munro'nun fi üssü, \hat{O}) uygulanmıştır (Munro ve Pauly, 1983).

$$L_t = L_{\infty}[1 - e^{-K(t-t_0)}]$$
$$W_t = W_{\infty}[1 - e^{-K(t-t_0)}]^b$$
$$\hat{O} = \text{Log}K + 2\text{Log}L_{\infty}$$

Burada; L_t = t yaşındaki balığın boyunu; L_{∞} = Asimtotik boyu; K = Brody büyüme katsayısını; t = balığın yaşını; t_0 = balığın boyunun 0 olduğu kuramsal yaşı; W_t = t yaşındaki balığın ağırlığını; W_{∞} = Asimtotik ağırlığı; b = boy-ağırlık ilişkisi denklemindeki regresyon sabitini; \hat{O} = Pi Prime katsayısını ifade etmektedir (Sparre ve Venema, 1998). Von Bertalanffy büyüme parametrelerinin belirlenmesi amacıyla FAO-ICLARM FISAT II paket programı kullanılmıştır (Gayanilo ve ark., 2005).

Eşey oranlarının (Dişi:Erkek) doğada olması beklenen 1:1 oranından istatistiksel olarak farklı olup olmadığı Ki-Kare (X^2) testi ile kontrol edilmiştir. Total boy-ağırlık ilişkisi formüldeki ($W = aL^b$) büyümenin şeklini (izometrik veya allometrik) ifade eden “b” değerinin istatistiki olarak 3'ten farklı olup olmadığı ve yine erkek ve dişi bireylerin yaş gruplarına göre; total boy, ağırlık ve kondisyon faktörleri arasındaki farkın önemli olup olmadığı “t testi” ile incelenmiştir. Yaş gruplarına göre kondisyon faktörü değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı ise bir çoklu karşılaştırma testi

olan “Duncan” testi ile analiz edilmiştir. Elde edilen istatistiksel bulgular Efe ve ark. (2000)'na göre yorumlanmıştır. Verilerin istatistiksel analizi ve grafiklerin çizimi için Microsoft Office Excel ve SPSS 18 paket programları kullanılmıştır.



Şekil 1. *Garra rufa* (Heckel, 1843) (orijinal).

3. Bulgular

3.1. Yaş ve eşey Dağılımı

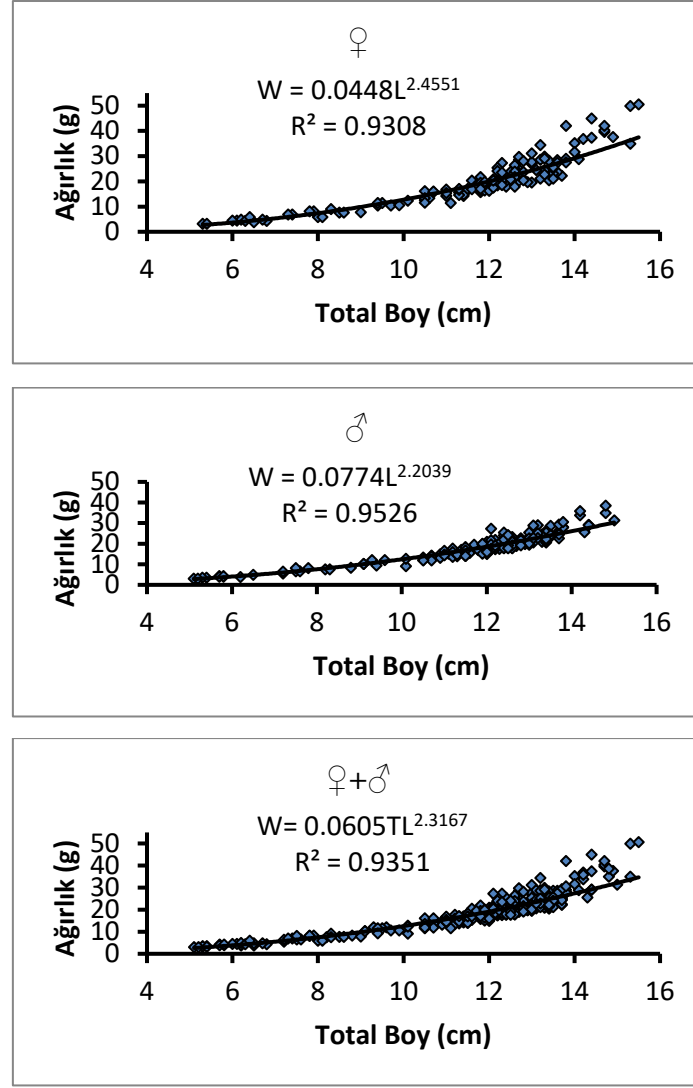
Bu çalışmada, Murat Nehri'nden yakalanan 322 adet *Garra rufa* bireyi incelenerek populasyonun yaş ve eşey dağılımı tespit edilmiştir. Buna göre; populasyonun I-V yaş grupları arasında dağılım gösterdiği, her iki eşeyde de IV. yaş grubunun en baskın yaş grubu olduğu belirlenmiştir. İncelenen bireylerin %44.72'nin (144 adet) dişi, %55.28'inin (178 adet) erkek olduğu ve dişi/erkek oranının 1:1.24 olduğu tespit edilmiştir. Yapılan X^2 testinin sonucunda, bütün yaş gruplarında eşey oranları arasındaki farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu ($p>0.05$), dişi/erkek oranının 1:1'den istatistiki olarak farklı olmadığı görülmüştür (Çizelge 1).

Çizelge 1. Murat Nehri'ndeki *G. rufa*'nın yaş ve eşey dağılımı

Yaş Grupları	D		E		D+E		D:E	X^2 (sd=1)	p
	N	%	N	%	N	%			
I	8	2.48	10	3.11	18	5.59	1:1.25	0.11	$p>0.05$
II	16	4.97	13	4.04	29	9.01	1:0.81	0.16	$p>0.05$
III	29	9.01	35	10.87	64	19.88	1:1.21	0.28	$p>0.05$
IV	82	25.46	112	34.78	194	60.24	1:1.37	2.32	$p>0.05$
V	9	2.80	8	2.48	17	5.28	1:0.89	0.03	$p>0.05$
Toplam	144	44.72	178	55.28	322	100.00	1:1.24	1.80	$p>0.05$

3.2. Boy-Ağırlık ilişkisi

Boy-ağırlık ilişkisini belirlemek amacıyla dişi, erkek ve tüm bireylerde non-lineer regresyon analizi uygulanmış, her üç grup için elde edilen grafik ve denklemler Şekil 2'de verilmiştir. Regresyon analizinde “b” değeri; dişiler için ($b = 2.4551 \pm 0.056$), erkekler için ($b = 2.2039 \pm 0.037$) ve populasyon geneli için ($b = 2.3167 \pm 0.034$) olarak belirlenmiştir. Her üç grupta da “b” değerinin 3'ten küçük olduğu ve istatistiki olarak da 3'ten farklı olduğu ($p<0.05$) saptanmış olup, büyüme tipi “negatif allometrik” olarak saptanmıştır (Şekil 2).



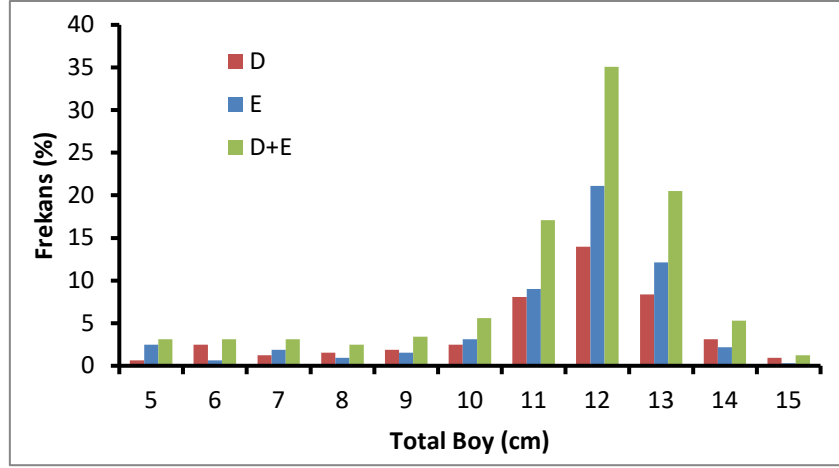
Şekil 2. Murat Nehri'ndeki *G. rufa*'da total boy (L)-ağırlık (W) ilişkisi.

3.3. Boy dağılımı

Murat Nehri'ndeki *Garra rufa* populasyonunun total boy dağılımı 322 örnek üzerinden hesaplanarak yaş ve eşey gruplarına göre Çizelge 2'de verilmiştir. İncelenen balık örneklerinin total boyları dişilerde 5.3 ile 15.5 cm, erkeklerde ise 5.1 ile 15 cm arasında dağılım göstermiştir. Total boy değerleri bakımından eşeyler arasındaki fark, tüm yaş gruplarında istatistikî olarak önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. *Garra rufa*'nın total boy frekansı Şekil 3'te gösterilmektedir.

Çizelge 2. Murat Nehri'ndeki *G. rufa*'nın yaş ve eşey gruplarına göre total boy (L, cm) dağılımı

Yaş Grupları	D		E		t-test	D+E	
	N	L (Min-Mak)	N	L (Min-Mak)		N	L (Min-Mak)
I	8	6.08±0.18 (5.3-6.8)	10	5.74±0.19 (5.1-7.2)	$p > 0.05$	18	5.89±0.14 (5.1-7.4)
II	16	8.25±0.25 (6.4-9.7)	13	8.19±0.26 (6.5-9.6)	$p > 0.05$	29	8.22±0.18 (6.4-9.7)
III	29	11.29±0.14 (9.9-13.0)	35	11.20±0.12 (9.4-12.5)	$p > 0.05$	64	11.24±0.09 (9.4-13.0)
IV	82	12.74±0.08 (10.7-15.3)	112	12.70±0.06 (11.5-14.8)	$p > 0.05$	194	12.72±0.05 (10.7-15.3)
V	9	14.68±0.19 (13.5-15.5)	8	14.08±0.23 (13.4-15.0)	$p > 0.05$	17	14.39±0.16 (13.4-15.5)



Şekil 3. Murat Nehri'ndeki *G. rufa*'nın boy frekans (%) grafiği.

3.4. Ağırlık dağılımı

İncelenen balık örneklerinin ağırlıkları dişilerde 3.2 ile 50.6 g, erkeklerde ise 3.0 ile 38.5 g arasında dağılım göstermiştir. Vücut ağırlığı bakımından eşeyler arasındaki fark IV. ve V. yaş gruplarında istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$), diğer yaş gruplarında ise önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 3). Son 2 yaş grubundaki dişi bireylerin ortalama ağırlıklarının erkeklerle göre daha yüksek olması, cinsiyetler arasındaki gonad ağırlığı farkından kaynaklanabilir.

Çizelge 3. Murat Nehri'ndeki *G. rufa*'nın yaş ve eşey gruplarına göre vücut ağırlığı (W, g) dağılımı

Yaş Grupları	D		E		t-test	D+E	
	N	W (Min-Mak)	N	W (Min-Mak)		N	W (Min-Mak)
I	8	4.09±0.22 (3.2-4.9)	10	3.84±0.22 (3.0-5.4)	$p > 0.05$	18	3.95±0.16 (3.0-5.4)
II	16	8.05±0.52 (4.8-11.5)	13	8.31±0.61 (4.8-12.0)	$p > 0.05$	29	8.17±0.39 (4.8-12.0)
III	29	16.10±0.65 (10.6-27.3)	35	15.26±0.50 (9.1-23.9)	$p > 0.05$	64	15.64±0.40 (9.1-27.3)
IV	82	23.77±0.65 (16.0-49.9)	112	21.43±0.38 (14.0-35.8)	$p < 0.05$	194	22.42±0.36 (14.0-49.9)
V	9	38.72±2.69 (21.1-50.6)	8	27.81±2.01 (21.4-38.5)	$p < 0.05$	17	33.59±2.15 (21.1-50.6)

3.5. Kondisyon faktörü

Kondisyon faktörü değerleri dişilerde 0.84 ile 2.25 arasında değişmekte olup, tüm yaş gruplarının ortalaması 1.21 ± 0.02 olarak; erkeklerde ise 0.86 ile 2.35 arasında değişmekte olup, tüm yaşların ortalaması 1.13 ± 0.02 olarak bulunmuştur. Populasyonun genelinde tüm yaş gruplarının kondisyon faktörü değerlerinin ortalaması 1.17 ± 0.02 olarak tespit edilmiştir. Eşeyler arasındaki kondisyon faktörü değerlerinin sadece IV. ve V. yaş gruplarında istatistiki olarak farklı ($p < 0.05$) olduğu bulunmuştur. Ayrıca, eşeylerin yaş gruplarına göre kondisyon faktörü değerlerinin istatistiki olarak farklı olup olmadığı "Duncan testi" ile incelenmiştir. Buna göre; kondisyon faktörü değerlerinin iki eşeyde de I. ve II. yaş gruplarının diğer yaş gruplarından istatistiki olarak farklı ($p < 0.05$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Balıkların beslenme, büyüme ve üreme durumlarına göre değişiklik gösteren kondisyon faktörü değerleri incelendiğinde; III. yaş grubundan itibaren, muhtemelen eşeysel olgunluk neticesinde düştüğü görülmektedir. Kondisyon faktörü eşeylere göre değerlendirilmiş ve yine muhtemelen ergin bireylerin gonadları arasındaki farklılıklardan kaynaklı olarak IV. ve V. yaş gruplarında erkeklerde daha düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 4. Murat Nehri'ndeki *G. rufa*'nın kondisyon faktörü (KF) değerleri

Yaş Grupları	D		E		t-test	D+E	
	N	KF (Min-Mak)	N	KF (Min-Mak)		N	KF (Min-Mak)
I	8	1.85±0.11 ^a (1.37-2.15)	10	2.05±0.09 ^a (1.45-2.35)	p>0.05	18	1.96±0.07 ^a (1.37-2.35)
II	16	1.45±0.08 ^b (1.07-2.25)	13	1.50±0.06 ^b (1.20-1.92)	p>0.05	29	1.47±0.05 ^b (1.07-2.25)
III	29	1.11±0.02 ^c (0.84-1.39)	35	1.08±0.02 ^c (0.88-1.25)	p>0.05	64	1.09±0.01 ^c (0.84-1.39)
IV	82	1.14±0.02 ^c (0.85-1.60)	112	1.04±0.01 ^c (0.86-1.54)	p<0.05	194	1.08±0.01 ^c (0.85-1.60)
V	9	1.21±0.07 ^c (0.86-1.51)	8	0.99±0.04 ^c (0.87-1.19)	p<0.05	17	1.11±0.05 ^c (0.86-1.51)

a,b,c: Duncan testine göre aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler istatistiki olarak farklıdır (p<0.05).

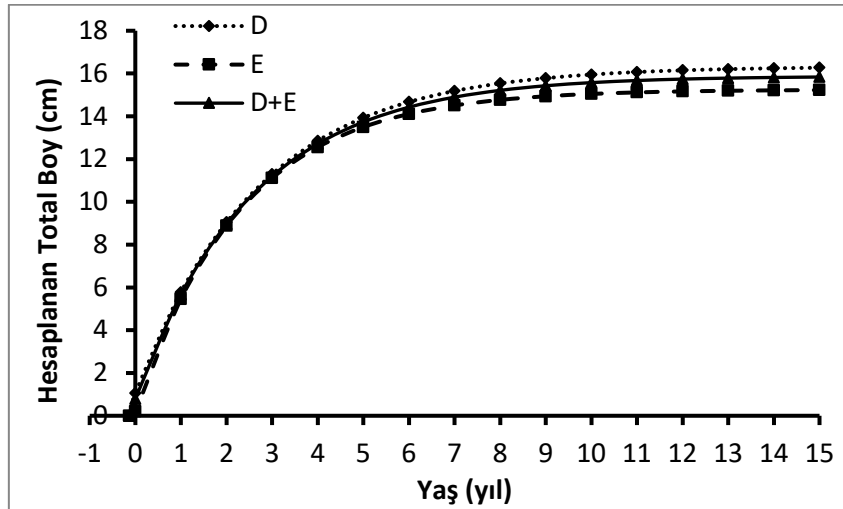
3.6. Von bertalanffy büyüme parametreleri

Murat Nehri *Garra rufa* populasyonunun von Bertalanffy büyüme parametreleri ve büyüme denklemleri eşeylere göre hesaplanarak Çizelge 5'te, elde edilen büyüme parametreleri kullanılarak çizilen boyca ve ağırlıkça büyüme eğrileri ise Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir. Farklı çalışmalardan elde edilen büyüme parametrelerinin karşılaştırılmasında kullanılan "büyüme performans indeksi" (Φ') dişilerde 4.59, erkeklerde 4.61 ve populasyonun genelinde 4.59 olarak hesaplanmıştır.

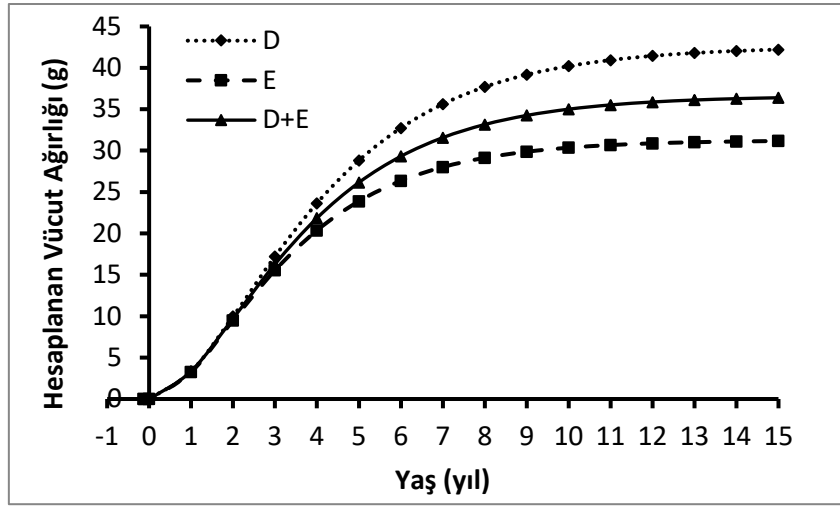
Çalışmada ölçüm sonucu bulunan total boy değerlerinin ortalamaları ile von Bertalanffy büyüme denkleminde hesaplanarak bulunan total boy değerleri "t-testi" ile karşılaştırılmıştır. Buna göre, her iki eşeyde ve populasyonun genelinde, ölçümle bulunan total boy ile hesapla bulunan total boy değerlerinin istatistiki olarak birbirinden farklı olmadıkları (p>0.05) tespit edilmiştir.

Çizelge 5. Murat Nehri'ndeki *G. rufa*'da von Bertalanffy büyüme parametreleri ve denklemleri (VBBD)

Eşey	Von Bertalanffy Büyüme Parametreleri				VBBD
	L_{∞} (cm)	K	t_0	Φ'	
D	16.33 42.59	0.37	-0.18	4,59	$L_t = 16.33(1 - e^{-0.37(t+0.18)})$ $W_t = 42.59(1 - e^{-0.37(t+0.18)})^{2.4551}$
E	15.25 31.37	0.43	-0.03	4,61	$L_t = 15.25(1 - e^{-0.43(t+0.03)})$ $W_t = 31.37(1 - e^{-0.43(t+0.03)})^{2.2039}$
D+E	15.88 36.62	0.39	-0.13	4,59	$L_t = 15.88(1 - e^{-0.39(t+0.13)})$ $W_t = 36.62(1 - e^{-0.39(t+0.13)})^{2.3167}$



Şekil 4. Yaş ve von Bertalanffy büyüme denklemiyle hesaplanan total boy değerleri arasındaki ilişki.



Şekil 5. Yaş ve von Bertalanffy büyüme denklemiyle hesaplanan ağırlık değerleri arasındaki ilişki.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma, Murat Nehri'nin doğal türlerinden birisi olan ve "doktor balık" olarak bilinen *Garra rufa* (Heckel, 1843)'nin büyüme ile ilgili populasyon parametrelerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmada, türün korunmasına dair yapılacak çalışmalara kaynak teşkil etmesi amacıyla, populasyonun yaş, eşey ve boy dağılımı, boy-ağırlık ilişkisi, kondisyon faktörü, yaşa göre boyca ve ağırlıkça büyüme parametreleri gibi bazı biyolojik özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar farklı su ortamlarında aynı türle yapılan araştırmalar ile karşılaştırılmıştır.

Yazdanpanah (2005), Zanjiran Deresi'nden yakaladığı 290 *G. rufa* bireyinin 152 tanesinin erkek, 138 tanesinin ise dişi, erkek:dişi oranının 1:0.91 olduğunu bildirmiştir. Patimar ve ark. (2010), Kangir Nehri'ndeki *G. rufa* populasyonunda II ile V yaş grupları arasında birey tespit etmişlerdir. İnceledikleri 433 bireyin 195'i erkek 238'i dişi bireyden oluşmuştur. Eşey oranını (E:D) 1:1.21 olarak bildirmişler, erkek:dişi oranının 1:1 oranından önemli derecede farklı olduğunu belirlemişlerdir. Abedi ve ark. (2011), Armand Deresi'nde yaşayan *G. rufa*'nın 0-IV yaş grupları arasında dağılım gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca yakalanan 364 bireyden 191 adedinin erkek, 173 adedinin dişi olduğunu tespit etmişlerdir. Kırankaya ve ark. (2013), Kangal'daki Balıklı Kaplıca'da yaşayan *G. rufa* türünün 0-III yaş grupları arasında dağılım gösterdiğini ve eşey oranının 1:1.75 olduğunu, Çermik Deresi'nde bulunan aynı türün ise 0-IV yaş grupları arasında dağılım gösterdiğini ve eşey oranının 1:0.90 olduğunu belirlemişlerdir. Pazira ve ark. (2013) Dalaki Nehri'nde bulunan *G. rufa*'nın 0 ile 4 yaş arasında dağılım gösterdiğini, yakalanan 324 bireyden 156 adedinin erkek 168 adedinin ise dişi olduklarını bildirmişlerdir. Ganpolat (2014), Asi Nehri'nde yaptığı araştırmada; *Garra rufa* (Heckel, 1843)'nin I-V yaş grupları arasında dağılım gösterdiğini, en baskın yaş grubunun %25.06 ile II. yaş grubunun olduğunu belirlemiştir. Aynı çalışmada, populasyonun %53.96'sının dişi, %46.04'ünün erkek olduğu tespit edilmiştir. Yaş grupları ve eşey dağılımı konusunda elde edilen bulguların farklılığı, çalışma ortamının ekolojik özelliklerinden ve örnekleme yöntemlerinden kaynaklanabilir.

Yapılan bu araştırmalarda 0 ile V arasında değişen yaş grupları tespit edilmiştir. Bu çalışmada 0 yaş grubunda birey tespit edilememiştir. Ancak, en büyük yaş grubu konusunda diğer çalışmalarla uyum olduğu görülmektedir. Bu bakımdan bu türe ait bireylerin ulaşabileceği yaşın 5 veya biraz üzerinde olabileceği değerlendirilmektedir. Populasyondaki dişi:erkek oranları konusunda tüm çalışmalarda farklı bulgulara rastlamak mümkündür. Normalde doğada bu oran 1:1 şeklinde beklenmektedir. Ancak özellikle örnekleme yöntemi bu konuda farklı sonuçların elde edilmesini sağlamış olabilir. Ayrıca, üreme ve göç gibi balıkların farklı hayat aşamalarında populasyondaki eşey oranı farklılıklar gösterebilir (Alp ve ark., 2005).

Aynı balık türü için farklı su ortamlarında yapılan araştırmalardaki boy-ağırlık ilişkisi verilerine bakıldığında; yine boy ile ağırlık arasında çok kuvvetli bir ilişkinin bulunduğu görülmektedir. Ancak, balıkların büyüme tipini (vücut şeklini) gösteren regresyon katsayısı (b) konusunda farklı bulgular bulunmaktadır. Bazı araştırmalarda (Pazira ve ark., 2013; Segherloo ve ark., 2015) bizim

çalışmamızda olduğu gibi negatif allometrik büyüme tespit edilmesine karşın, bir diğer kısmında (Abedi ve ark., 2011; Hamidan ve Britton, 2013; Gerami ve ark., 2013; Ergüden, 2015) pozitif allometrik büyüme tespit edilmiştir. Balıklarda boy ile ağırlık arasındaki ilişki, büyüme hakkında bilgi veren parametrelerden birisidir. Aynı türün farklı su ortamlarında bulunanları arasında farklı olabileceği, ayrıca ortamdaki besin miktarı ve üremeye bağlı olarak mevsimsel değişimlerin de görülebileceği bilinmektedir.

Abedi ve ark. (2011), Armand Deresi (İran)'nde *G. rufa*'ya yönelik yaptıkları araştırmalarında kondisyon faktörünü tüm bireylerde 2.03 olarak bulmuşlardır. Gerami ve ark. (2013), Cholvar Nehri (İran)'nde yaptıkları çalışmada aynı parametreyi 1.218 olarak tespit etmişlerdir. Kondisyon faktörü, balığın beslilik durumu ve üreme dönemi hakkında bilgi veren önemli bir parametredir. Türün morfolojik yapısının yanı sıra, ortamdaki besin miktarı başta olmak üzere çevre şartlarına göre ve mevsimsel olarak değişiklik gösterir. Bu verilerin bizim çalışmamızla farklı olması bu sebeplerle normal karşılanabilir.

Çalışmamızda yapılan avcılık denemelerinde yakalanan en büyük boy (L_{maks}) 15.5 cm ve en yüksek ağırlık değeri (W_{maks}) 50.6 g'dır. Diğer araştırmacılar tarafından belirlenen en büyük boy değeri 7.2 cm ile 17.8 cm arasında; en büyük ağırlık değeri ise 35 g ile 239 g arasında değişmektedir (Abedi ve ark., 2011; Hamidan ve Britton, 2013; Pazira ve ark., 2013; Gerami ve ark., 2013; Segherloo ve ark., 2015; Ergüden, 2015). Bu konudaki farklılıkların en büyük sebebinin örnekleme yöntemi ve sayısı olduğu düşünülmektedir.

Kara ve Alp (2005), Ceyhan Nehri'ndeki 129 adet *Garra rufa*'nın çatal boyunun ortalama 92.204 mm olduğunu, 11.6 ile 120.7 mm arasında dağılım gösterdiğini belirtmişlerdir. Bostancı (2006) Asi, Seyhan ve Ceyhan Nehirleri ve kollarında yürüttüğü çalışmada *G. rufa* bireyinin standart boyunun 85-105 mm arasında değiştiğini belirtmiştir. Yalçın Özdilek ve Ekmekçi (2006), Asi Nehri'ndeki 208 adet *G. rufa* türünün çatal boyunun 3.3 ile 14.5 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Sungur (2009) Gaziantep'teki tatlı su kaynaklarında yaptığı çalışmada *G. rufa* türünün total boyunun 7.6-13.9 cm arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Kara ve ark. (2010), Yukarı ve Orta Ceyhan Nehri'ndeki 135 adet *G. rufa*'nın standart boyunun 11.5 ile 110.8 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kırankaya ve ark. (2013) *G. rufa* türünün maksimum çatal boyunu Kangal Balıklı Kaplıca'da 92.6 mm ve Çermik Deresi'nde ise 112.8 mm olarak ifade etmişlerdir.

Pazira ve ark. (2013) İran'daki Dalaki Nehri'nde yaşayan *G. rufa*'nın von Bertalanffy büyüme denklemlerini dişilerde $L_t = 16.41(1 - e^{-0.189(t+0.16)})$; erkeklerde $L_t = 17.01(1 - e^{-0.213(t+1.12)})$ olarak hesaplamışlardır. Büyüme performans indeksini dişilerde 3.93 ve erkeklerde 4,12 olarak bulmuşlardır. Patimar ve ark. (2010), İran'daki Kangir Nehri'ndeki aynı tür için büyüme denklemlerini dişilerde $L_t = 11.55(1 - e^{-0.42(t+0.088)})$; erkeklerde $L_t = 10.84(1 - e^{-0.449(t+0.192)})$ olarak bildirmişlerdir. Büyüme performans indeksini dişilerde 4.026 ve erkeklerde 3.966 olarak bulmuşlardır. Yapılan "t-test" analizinde yukarıda bahsedilen çalışmalarda büyüme performans indeksi sonuçları ile bu araştırmadaki sonuçlar arasındaki farkın istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu belirlenmiştir. Çalışma ortamlarında başta besin olmak üzere büyümeyi etkileyen parametrelerin farklı olması, büyüme performansları arasındaki uyumsuzluğu açıklayabilir.

Garra rufa, alternatif tıpta kullanılmasıyla ün yapmış önemli bir balık türüdür. Ülkemizde birçok akarsuda doğal olarak bulunmaktadır. Biyolojik çeşitliliğin korunması ve gelecek nesillere aktarılması için alınacak kararlarda bilimsel çalışmalar büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar türün korunması için yapılacak planlamalara önemli bir kaynak teşkil edecektir.

Kaynakça

- Abedi, M., Shiva, A. H., Mohammadi, H. & Malekpour, R. (2011). Reproductive biology and age determination of *Garra rufa* Heckel, 1843 (Actinopterygii: Cyprinidae) in a central Iran. *Turkish Journal of Zoology*, 35(3), 317-323.
- Alp, A., Kara, C., Büyükçapar, H. M. & Bülbül, O. (2005). Age, growth and condition of *Capoeta capoeta angorae* Hanko 1924 from the upper water systems of the River Ceyhan, Turkey. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29, 285-295.
- Bostancı, Z. (2006). *Seyhan, Ceyhan ve Asi Nehirlerinde yaşayan balıkların sistematik yönden incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, Türkiye.

- Bulut, H. & Saler, S. (2014). Murat Nehri'nin (Elazığ-Palu ilçe merkezi sınırları içindeki bölümünde) zooplanktonu ve değişimi. *Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(1), 13-17.
- Efe, E., Bek, Y. & Şahin, M. (2000). *SPSS'te çözümleri ile istatistik yöntemler II*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü Yayın No: 10, Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezi (BAUM) Yayın No: 10., Kahramanmaraş, 214.
- Ergüden, S. A. (2015). Length-weight relationships for six freshwater fish species from the Seyhan Reservoir (South-eastern Anatolia, Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, 1(3), 1-3.
- Ganpolat, E. (2014). *Asi Nehri'ndeki yağlı balığın (Garra rufa Heckel, 1843) üreme özellikleri*. (Yüksek Lisans Tezi), Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, Türkiye.
- Gayanilo, F. C., Sparre, P. & Pauly, D. (2005). *FAO-ICLARM stock assessment tools II (FiSAT II) User's guide*. Rome, FAO Computerized Information Series.
- Gerami, M. H., Abdollahi, D. & Patimar, R. (2013). Length-weight, length-length relationship and condition factor of *Garra rufa* in Cholvar River of Iran. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 5(4), 358-361.
- Hamidan, N. & Britton, J. R. (2013). Length-weight relationships for three fish species (*Capoeta damascina*, *Garra rufa*, and *Nemacheilus insignis*) native to the Mujib Basin, Jordan. *Journal of Applied Ichthyology*, 29, 480-481.
- Kara, C. & Alp, A. (2005). *Garra rufa* Heckel, 1843'nin Ceyhan Nehir Sistemi'nde dağılımı ve bazı biyolojik özellikleri. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 3(4), 25-33.
- Kara, C., Alp, A. & Şimşekli, M. (2010). Distribution of fish fauna on the upper and Middle Basin of Ceyhan River, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10, 111-122.
- Kırankaya, Ş. G., Ekmekçi, F. G., Emecen, G. & Özsoy, E. D. (2013). *Fırat Havzasındaki iki farklı habitatta yaşayan doktor balık Garra rufa (Heckel, 1843)'nin yaşam döngüsü özellikleri*. Fisheries and Aquatic Sciences (Balıkçılık ve Akuatik Bilimler) Sempozyumu, Erzurum.
- Lagler, K. F., Bardach, J. E., Miller, R. R. & Passino, D. R. M. (1977). *Ichthyology*. John Wiley and Sons, Newyork, 506 pp.
- Munro, J. L. & Pauly, D. (1983). A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. *Fishbyte*, 1(1), 5-6.
- Patimar, R., Chalanchi, M. G., Chamanara, V. & Naderi, L. (2010). Some life history aspects of *Garra rufa* (Heckel, 1843) in the Kangir River, Western Iran. *Zoology in the Middle East*, 51, 57-66.
- Pazira, A. R., Moghdani, S. & Ghanbari, F. (2013). Age structure and growth of the *Garra rufa* (Cyprinidae), in southern Iran. *International Journal of Biosciences*, 3(12), 115-119.
- Segherloo, I. H., Tabatabaei, S. N., Mansouri, A., Abdoli, A., Ghalenoei, M. & Golzarianpour, K. (2015). Length-weight relationships of *Garra rufa* in the Tigris and Persian Gulf basins of Iran. *International Journal Aquatic Biology*, 3(1), 25-27.
- Sparre P, & Venema SC. (1998). *Introduction to Tropical Fish Stock Assessment*. FAO Fisheries Technical Paper, 306/1, Rev. 2, Rome, 579 pp.
- Sungur, S. (2009). *Gaziantep İli tatlı su balık faunası*. (Yüksek Lisans Tezi), Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep, Türkiye.
- Yalçın Özdilek, Ş. & Ekmekçi, F. G. (2006). Preliminary data on the diet of *Garra rufa* (Cyprinidae) in the Asi basin (Orontes), Turkey. *Cybium*, 30(2), 177-186.
- Yedier, S., Konaş, S., Bostancı, D. & Polat, N. (2016). Otolith and scale morphologies of doctor fish (*Garra rufa*) inhabiting Kangal Balıklı Çermik thermal spring (Sivas, Turkey). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 15(4), 1593-1608.
- Yazdanpanah, M. (2005). *Reproductive biology of Garra rufa (Heckel, 1843) (Cypriniformes, Cyprinidae) in a spring-stream system, Zanjiran, Fars province*. (MSc), Shiraz University, Shiraz, Iran.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



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

Araştırma Makalesi (Research Article)

Nitrogen Fertilization Affects Growth, Yield, Nitrate and Mineral Content of Garden Cress (*Lepidium sativum* L.)

Ayşegül İNNE¹, Raziye KUL², Melek EKİNCİ³, Metin TURAN⁴, Ertan YILDIRIM^{5*}

^{1,2,3,5}Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Erzurum-Turkey

⁴Yeditepe University, Engineering Faculty, Department of Genetics and Bioengineering, Istanbul, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0003-1382-6189> ²<https://orcid.org/0000-0002-5836-6473> ³<https://orcid.org/0000-0002-7604-3803>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-4849-7680> ⁵<https://orcid.org/0000-0003-3369-0645>

*Sorumlu yazar e-posta: ertanyil@atauni.edu.tr

Article Info

Received: 10.11.2020

Accepted: 09.12.2020

Online Published 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.823959

Keywords

Garden cress,
Growth,
Nitrogen,
Quality,
Yield.

Abstract: Garden cress is rich in carotenoids, vitamin C, fiber, flavonoids, selenium, s-methyl cysteine, sulfoxide and glucosinolates. Nitrogen deficiency is a limiting factor for plant growth. The study was conducted in Atatürk University, in Erzurum under field conditions in 2013 and 2014. The aim of the present study was to evaluate effects of the different ratios of nitrogen on growth, yield and some quality properties of garden cress (cv. Dadaş). Treatments consisted of Nmin (mineral nitrogen in the soil layer 0–30 cm at planting; i.e. no basal nitrogen fertilization) (Control), 50, 100 and 150 kg N ha⁻¹ doses as ammonium nitrate. The effect of different nitrogen doses on the plant height and yield in the cress was statistically significant. The highest plant height and yield was observed in 100 kg N ha⁻¹. Generally, NO₃ and the other elements in garden cress increased with increasing nitrogen doses. In conclude 82.17 kg N ha⁻¹ can be suggested for higher yield and quality for Dadaş garden cress variety in sand soil conditions according to the regression analysis.

Azot Gübrelemesinin Terede (*Lepidium sativum* L.) Büyüme, Verim, Nitrat ve Mineral İçeriğine Etkileri

Makale Bilgileri

Geliş: 10.11.2020

Kabul: 09.12.2020

Online Yayınlanma 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.823959

Anahtar kelimeler

Tere,
Bitki gelişimi,
Azot,
Kalite,
Verim.

Öz: Tere, karotenoidler, C vitamini, lif, flavonoidler, selenyum, s-metil sistein, sülfoksit ve glukozinolatlar bakımından zengindir. Azot eksikliği, bitki büyümesi için sınırlayıcı bir faktördür. Bu çalışma 2013 ve 2014 yıllarında Erzurum Atatürk Üniversitesi'nde tarla koşullarında yürütülmüştür. Çalışmanın amacı, farklı azot oranlarının terede (Dadaş çeşidi) bitki gelişimi, verim ve bazı kalite özellikleri üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Azot uygulamaları, Nmin (ekim öncesi 0–30 cm toprak tabakasındaki mineral azot dikkate alınarak; bazal azot gübrelemesi yok) (Kontrol), 50 kg N ha⁻¹, 100 kg N ha⁻¹ ve 150 kg N ha⁻¹ dozlarında amonyum nitrat olarak uygulanmıştır. Farklı azot dozlarının terede bitki boyu ve verimi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek bitki boyu ve verimi 100 kg N ha⁻¹ dozu verilen uygulamada tespit edilmiştir. Artan azot dozları ile genellikle tere içerisindeki NO₃ ve diğer elementler artmıştır. Yapılan regresyon analizi sonucunda kumlu topraklarda 82.17 kg ha⁻¹ azot uygulamalarının Dadaş bahçe teresinde uygulanabilirliği ortaya konmuştur.

1. Introduction

Garden cress belongs to the Brassicaceae family. The plant, native to Asia and North Africa, is a one-year herbaceous plant. It is used as an appetizer in the form of a salad or garnish vegetable due to its pleasant smell and light spicy structure. Garden cress has been used in the treatment of liver diseases and infections in addition to its use as an immune system enhancer, diuretic (Nadkarni, 1954) and antibacterial (Amin, 2005).

Fertilizer is one of the most important inputs in agricultural production. When it is not applied adequately, it causes significant losses in efficiency and quality, whereas in case of excessive application, it causes pollution of water sources, especially with the washing of nitrogen fertilizers, and the production of greenhouse gases with the emission of nitrogen oxides (NO, N₂O and NO₂) (Güler, 2004).

Nitrogen is an important nutrient element in plant cells found in many structural compounds such as chlorophyll and amino acids. Nitrogen deficiency is one of the most important factors in plant growth and development (Tuncay et al., 2011). In addition, if nitrogenous fertilizers are used excessively, the amount of nitrate in the leaf reaches a level that threatens human health, especially in leaf-edible vegetables (Roorda van Eysinga, 1984). The use of unbalanced nitrogen fertilizers causes nitrogen accumulation within the plant and nitrate accumulation if nitrogen is taken in the form of nitrate. Nitrate concentrations can reach high levels in some leafy vegetables such as lettuce and spinach. Nitrate can turn into harmful substances that can cause cancer in humans and animals (Ziarati et al., 2018).

Soil and climatic conditions have an important effect on the nitrogen content of plants. Plants grown in soils rich in absorbable nitrogen contain more nitrate than those grown in soils poor in nitrogen. As a result of the research conducted on the effects of different soils on the nitrate levels of vegetables, it is reported that the amount of nitrate in lettuce, carrot and white cabbage grown in sandy soil with less organic matter is found to be less than those grown in other soils (Geyer, 1978). The nitrate content of vegetables also varies according to species and varieties. In addition to varieties, maturity and leaf types of plants during the harvest period also affect nitrate content (Corre and Breimer, 1979). When producing leafy vegetables, one important aspect is the final plant nitrate content, with its indirect negative effects on human health. Garden cress can be considered as a species of high nitrate accumulating (Cavarianni et al., 2008). Since the vegetation period of leafy vegetables is short, they require high amounts of nutrients, especially nitrogen, in their growth period, making fertilization inevitable. Excessive nitrogen uptake in plant nutrients or inhibition of nitrogen conversion to protein causes nitrogen accumulation in the plant (Maynard et al., 1976).

Garden cress is classified into 2 types according to their leaf shapes, namely flat and segmented leafed cress. The cress grown in our country is mostly in the flat leaf group. On the other hand, in eastern regions of Turkey, garden cress with leaves like parsley is mostly consumed (Yanmaz et al., 2010). As a result of the studies we conducted in Ankara and Erzurum conditions, it was determined that parsley-leaved garden cress was different from the existing cress varieties and it was registered with the name Dadaş. The aim of the present study was to evaluate effects of the different ratios of nitrogen on growth, yield and some quality properties of garden cress (Dadaş cultivar).

2. Materials and Methods

The study was carried out in the experimental fields of Atatürk University, Erzurum, Turkey (39°91' N; 41°36'E; 1900 m above sea level). Climatic conditions during the experiment are given in Figures 1a and b. The average temperature ranged between 19.7 °C (July) and 7.0 °C (October) in 2013, 21.2 °C (July) and 8.8 °C (October) in 2014. Total rainfall was 15.2 mm in July and 32.7 mm in October in 2013, and 34.9 mm in July and 43.4 mm in October in 2014. Soil properties of the experimental area are given in Table 1. Manure (30 t ha⁻¹) was applied to plots. Treatments consisted of N_{min} (mineral nitrogen in the soil layer 0–30 cm at planting; i.e. no basal nitrogen fertilization) (Control), 50 kg N ha⁻¹, 100 kg N ha⁻¹ and 150 kg N ha⁻¹ as Ammonium Nitrate. A basal dressing of 100 kg P ha⁻¹ as triple superphosphate was applied before planting. Garden cress (*L. sativum* L.) cv. Dadaş was used as plant material. This cultivar “Dadaş” was parsley-leaved garden cress.

Garden cress (*L. sativum* L.) seeds (2 g m⁻²) were sown to 2 m² plots with a 10 cm space between rows in 22.08.2013 and 19.08.2014. Irrigation was done when needed. Weeding was done by hand. Garden cress plants were harvested by cutting when they have 7-10 leaf in 30.09.2013 and 28.09.2014. At harvesting, plant height, plant fresh weights (FW) and plant dry weights (DW) were calculated. Leaf NO₃ content was measured using ion chromatography (Dionex® DX 500; Dionex Corp., Milan, Italy) on a sample of 20 g.

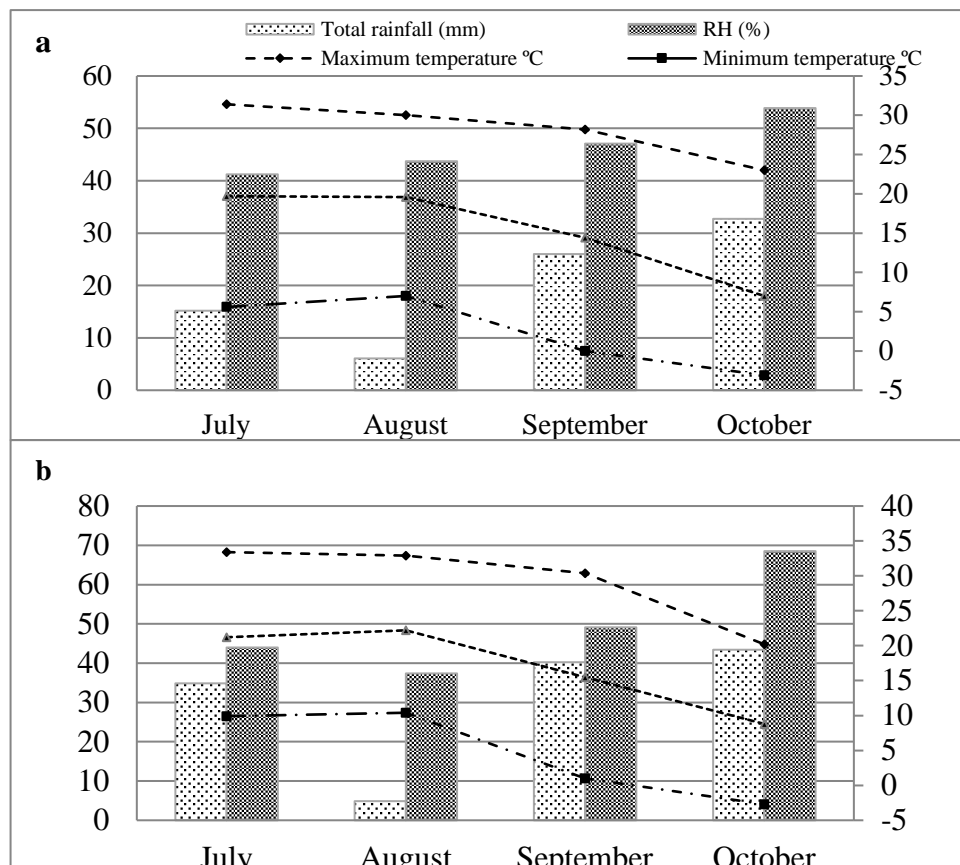


Figure 1. Some meteorological parameters of experimental area in 2013 (a) and 2014 (b).

Table 1. Physical and chemical characteristics of the soil before the experiment (mean ± standard deviation, n = 10)

Soil Properties	Units	Means
N	(mg kg ⁻¹)	8.16±0.75
P	(me 100 g ⁻¹)	12.36±1.04
K	(me 100 g ⁻¹)	2.34±0.16
Ca	(me 100 g ⁻¹)	16.75±2.13
Mg	(mg kg ⁻¹)	1.44±0.04
Na	(mg kg ⁻¹)	0.35±0.03
Fe	(mg kg ⁻¹)	4.54±0.24
Cu	(mg kg ⁻¹)	5.44±0.74
Mn	(mg kg ⁻¹)	6.45±0.95
Zn	(mg kg ⁻¹)	3.65±0.15
B	(mg kg ⁻¹)	0.24±0.01
Organic matter	(%)	0.76±0.09
Sand	(%)	38.4±2.48
Silt	(%)	34.1±3.04
Clay	(%)	27.5±1.19

Ascorbic acid (Vitamin C) was determined with a Merck reflectometer set (Merck RQflex). To determine the mineral concentrations of garden cress leaves was used an inductively coupled plasma spectrophotometer (Optima 2100 DV; Perkin-Elmer, Shelton, CT) (Bremner, 1996). The experimental design was a randomized complete block design with three replications. Data were subjected to the analysis of variance (ANOVA) to compare the effects of treatments. When significant differences occurred, the differences of means were determined using Duncan. Regression analysis was made on the effect of nitrogen applications on yield.

3. Results

In the study, it was determined that the effect of different nitrogen doses on the plant height and yield in the garden cress was statistically significant ($p < 0.001$) in both years. However, nitrogen treatments did not affect significantly branch number of garden cress (Table 2). The highest plant height and yield were observed in 100 kg N ha⁻¹ while the lowest were determined in the control. Similarly, the FW and DW were the highest in 100 kg N ha⁻¹ treatment. Further nitrogen increase caused reduced FW and DW of garden cress. The lowest FW and DW occurred in the control. The results of the study increasing N doses reduced Vitamin C. The lowest Vitamin C content was determined in 100 kg N ha⁻¹ while the highest was in the control (Table 3).

Table 2. Plant height, branch number and yield response of garden cress to N fertilization

N (kg ha ⁻¹)	Plant height (cm)			Branches number/plant			Yield g/m ²		
	1 st year	2 nd year	Mean	1 st year	2 nd year	Mean	1 st year	2 nd year	Mean
0	23.71 b	23.27 b	23.49 B	11.60	8.43	10.02	2315.95 c	4730.00 c	3522.98 D
50	25.43 a	26.20 a	25.81 A	10.83	8.30	9.57	2995.07 ab	5240.00 b	4117.53 B
100	26.93 a	26.34 a	26.63 A	10.70	8.23	9.47	3193.87 a	5530.00 a	4361.93 A
150	26.70 a	26.53 a	26.62 A	10.90	8.13	9.52	2846.55 b	4620.00 c	3733.28 C
P	<0.01	<0.001	<0.001	>0.05	>0.05	>0.05	<0.001	<0.001	<0.001

The difference between the means indicated with the same letter is not statistically significant.

Table 3. Fresh weight (FW), dry weight (DW) and Vitamin C content response of garden cress to N fertilization

N (kg ha ⁻¹)	FW (g)			DW (g)			Vitamin C		
	1 st year	2 nd year	Mean	1 st year	2 nd year	Mean	1 st year	2 nd year	Mean
0	66.17 c	157.67 c	111.92 D	7.64 b	10.71 c	9.18 C	135.33 a	146.67 a	141.00 A
50	85.57 ab	174.67 b	130.12 B	8.79 b	12.58 b	10.69 B	137.33 a	138.00 ab	137.67 A
100	91.25 a	184.33 a	137.79 A	10.71 a	11.58 b	11.15 A	115.33 c	130.00 b	122.67 C
150	81.33 b	154.00 c	117.67 C	8.22 b	11.95 a	10.09 B	125.00 b	136.00 ab	130.50 B
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	>0.05	<0.001	<0.05	<0.001

The difference between the means indicated with the same letter is not statistically significant.

The nitrate and plant nutrient content of garden cress grown under different nitrogen doses are given in Tables 4, 5, 6 and 7. Nitrogen treatments affected significantly NO₃ and the other elements except for B content of garden cress. Generally, NO₃ and the other elements in garden cress increased with increasing nitrogen doses. The highest values of NO₃, N, P, K, Ca, Mg, Fe and Cu were obtained from 150 kg N ha⁻¹ treatment while the lowest ones generally were in the control. Na, Mn and Zn content changed depending on nitrogen doses.

Table 4. Nitrate (NO₃), nitrogen (N) and phosphorus (P) content response of garden cress to N fertilization

N (kg ha ⁻¹)	NO ₃ (mg kg ⁻¹)			N (%)			P (mg kg ⁻¹)		
	1 st year	2 nd year	Mean	1 st year	2 nd year	Mean	1 st year	2 nd year	Mean
0	385.72 d	424.97 c	405.35 D	2.50 d	2.63 d	2.57 D	2660.51 b	2883.93 b	2772.22 C
50	415.00 c	453.00 b	434.00 C	2.63 c	2.85 c	2.74 C	2702.65 b	3144.42 a	2923.53 B
100	486.07 b	461.78 b	473.92 B	2.89 b	2.99 b	2.95 B	2804.23 b	3230.49 a	3017.36 B
150	505.23 a	508.24 a	506.74 A	3.01 a	3.18 a	3.10 A	3083.88 a	3195.06 a	3139.47 A
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	<0.001	<0.001

The difference between the means indicated with the same letter is not statistically significant.

Table 5. Potassium (K), calcium (Ca) and magnesium (Mg) content response of garden cress to N fertilization

N (kg ha ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)			Ca (mg kg ⁻¹)			Mg (mg kg ⁻¹)		
	1 st year	2 nd year	Mean	1 st year	2 nd year	Mean	1 st year	2 nd year	Mean
0	16406.77b	16003.02a	16204.90 B	5049.61a	4281.01a	4665.31AB	1840.80c	1891.65a	1866.23B
50	16673.12b	16415.20a	16544.16 B	4717.22b	4369.04a	4543.13 B	1971.82b	1943.79a	1957.81A
100	16501.12b	16831.60a	16666.36 B	4782.08b	4507.57a	4644.83AB	2017.15b	1939.57a	1978.36A
150	17918.92 a	16585.01a	17251.97A	5046.17a	4403.48a	4724.83 A	2108.52a	1851.98a	1980.25A
P	<0.01	>0.05	<0.01	<0.05	>0.05	>0.05	<0.001	>0.05	<0.01

The difference between the means indicated with the same letter is not statistically significant.

Table 6. Sodium (Na), iron (Fe) and copper (Cu) content response of garden cress to N fertilization

N (kg ha ⁻¹)	Na (mg kg ⁻¹)			Fe (mg kg ⁻¹)			Cu (mg kg ⁻¹)		
	1 st year	2 nd year	Mean	1 st year	2 nd year	Mean	1 st year	2 nd year	Mean
0	616.45 a	549.63 a	563.04 AB	136.85 b	145.15 b	140.99 B	32.26 ab	31.10 c	31.68 B
50	598.72 a	555.75 a	577.23 A	131.88 d	154.29 a	143.08 B	34.33 a	33.28 b	33.83 A
100	556.74 a	544.22 a	550.48 AB	141.19 b	155.50 a	148.35 A	30.62 b	36.27 a	33.45 A
150	554.51 a	504.11 a	529.31 B	147.54 a	154.00 a	150.77 A	33.82 a	34.57 ab	34.20 A
P	>0.05	>0.05	<0.05	<0.001	<0.05	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01

The difference between the means indicated with the same letter is not statistically significant.

Table 7. Manganese (Mn), zinc (Zn) and boron (B) content response of garden cress to N fertilization.

N (kg ha ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)			Zn (mg kg ⁻¹)			B (mg kg ⁻¹)		
	1 st year	2 nd year	Mean	1 st year	2 nd year	Mean	1 st year	2 nd year	Mean
0	47.37 c	40.60 c	43.98 D	37.72 a	41.12 c	39.42 B	26.92 a	25.76 b	26.34 A
50	48.61 bc	43.36 b	45.98 C	41.25 a	41.89 bc	41.57 A	26.27 a	27.54 a	26.90 A
100	54.07 a	44.27 b	49.17 A	37.85 a	45.45 a	41.65 A	26.91 a	24.74 b	25.82 A
150	49.03 b	46.27 a	47.65 B	38.22 a	43.91 ab	41.07 AB	26.38 a	25.70 b	26.04 A
P	<0.001	<0.001	<0.001	>0.05	<0.01	<0.05	>0.05	<0.05	>0.05

The difference between the means indicated with the same letter is not statistically significant.

According to the regression analysis for an average of 2 years, the highest yield of garden cress was recorded at 82.17 kg N ha⁻¹, while saving approximately 45% of nitrogen fertilizer yet giving 15% more yield compared with 150 kg N ha⁻¹ (Figure 2).

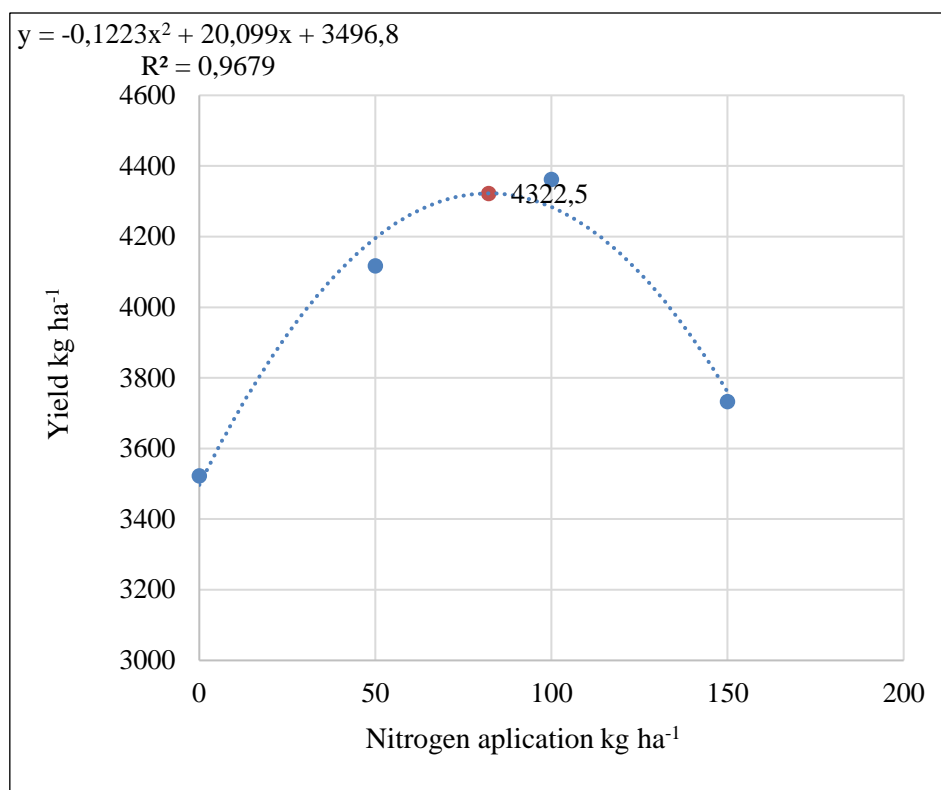


Figure 2. Effects of N fertilizer applied at different levels on yield of garden cress.

4. Discussion and Conclusion

In the study, it was determined that nitrogen fertilization significantly increased plant growth in garden cress. According to the results of the research; it has been observed that all fertilizer applications increase plant growth in garden cress compared to plants under control. In the light of the parameters examined, when nitrogen doses are compared among themselves, 100 kg ha⁻¹ nitrogen dose was found to be the most effective dose. Many studies pointed out that nitrogen fertilization increases plant growth and yield of several crops (Turan, 2002; Albayrak et al., 2006; Tekeli and Daşgan, 2013).

It is inevitable to use inorganic fertilizers, especially nitrogen fertilization, to increase the vegetative growth of plants. Nitrogen, which forms the main part of protein and nucleic acids, which are the basis of all living forms, is the most used nutrient element in vegetable cultivation, and product amount and quality losses occur in its deficiency (Mengel, 1991). In addition, nitrogen is a structural part of chlorophyll, phospholipids, alkaloids, enzymes, coenzymes, hormones and vitamins (Castellanos et al., 2000). Studies have reported that nitrogen applications significantly affect the yield and quality of lettuce and spinach and generally increase the plant growth and yield in parallel with the increase in nitrogen dose up to a certain level (Topçuoğlu and Yalçın, 1996; Mordoğan et al., 2001). Yadav et al. (2013) planted garden cress in two seasons to examine the effect of planting date, row spacing and nitrogen doses in an experiment they conducted. On the yield of *L. sativum* L. grown in irrigated loamy sandy soils, 40 and 60 kg ha⁻¹ nitrogen application was found to be the most effective dose. Boroujerdnia and Ansari (2007) reported in their study that plant growth and yield in lettuce increased up to a certain level in parallel with increasing nitrogen dose. Our study results showed that nitrogen fertilization negatively affected Vitamin C content of garden cress. A high dose of N treatments has been reported to decrease vitamin C content in vegetable crops (Miceli and Miceli, 2014). Previous reports confirm that increasing nitrogen fertilization rates caused reduced vitamin C content in some vegetables (Mozafar, 1993; Lee and Kader, 2000; Yildirim et al., 2007; Yildirim et al., 2020).

According to the macro and micronutrient element analysis results, it was determined that there were important differences between the different nitrogen doses. The highest plant N, P, K, Ca, Mg, Fe and Cu content were determined in 150 kg ha⁻¹. In parallel with the findings obtained from the

study, it has been reported that with nitrogen fertilizers applied to the soil in increasing amounts, the N content of spinach plant increased, but contrary to our findings, other element contents decreased (Topçuoğlu and Yalçın, 1996). In a study conducted to determine the effect of the use of organic and chemical fertilizers on the nutritional status of the plant in peppers, N, P, K, Ca, Mg, Fe and Mn concentrations have been reported to increase significantly with the effect of different fertilizer applications (Özkan et al., 2013). In a study conducted in pots under greenhouse conditions, it was found that four different doses of nitrogen application (0, 200, 400, and 600 mg N kg⁻¹) increased the nitrogen content in the leaf and root of lettuce, but decreased the phosphorus and potassium content (Petridis et al., 2013).

The results obtained from the study showed that the highest NO₃ content in garden cress was determined in the highest application (150 kg ha⁻¹) of the commercial form of nitrogen fertilizer (Table 2). In parallel with the findings obtained from our study, studies have been conducted showing that the NO₃ content in the leaf increases with the increase of the nitrogen dose applied in spinach and lettuce (Smatanova et al., 2004; Liu et al., 2014). In a study conducted under greenhouse conditions, the effect on plant growth and nitrate content in the leaf was investigated in two lettuce varieties grown at two nitrogen levels. At the end of the study, it was determined that high nitrogen dose increased NO₃ accumulation in leaves (Balanza et al., 2011). Yağmur et al. (2019) determined that the highest nitrate, nitrite and total nitrogen values of flat leaved garden cress occurred in nitrate fertilizer application.

In case of high NO₃ concentration taken through the diet, it can either directly cause the intestinal membranes to break down or it can turn into nitrite and prevent oxygen transport in the blood. In addition, it can transform into nitrosamines in the body and have a carcinogenic effect. This is especially important for vegetables whose leaves are eaten, as nitrate accumulates in the leaves. According to Venter (1978), nitrate value in lettuce leaves varies as 282-3520 mg NO₃ kg⁻¹ fresh weight (ppm) (Ceylan et al., 2001). The maximum nitrate limit in the leaves of lettuce grown in the open field by the European Union has been determined as 3500-4000 ppm (Özgen, 2009). The values obtained in the study were found to be far below the given values.

In order to ensure high efficiency in agricultural production, large amounts of chemical fertilizers are used, which causes human health, environmental and economic problems. Studies have started to intensify in recent years to reduce or eliminate the negative effects of such practices. Garden cress is very sensitive to fertilization, especially nitrogen fertilization, and fertilization is the most important factor affecting yield and quality when other conditions are equal. However, in case of excessive nitrogen use, nitrogen may accumulate in the leaves of the plant as nitrite, which may be harmful to human health. For this reason, N should not be given to the soil more than enough for the development of the plant (Şalk et al., 2008). Excessive nitrogen applications cause deterioration of the quality of vegetables and some physiological disorders such as tip burn (McCollum, 1992). To conclude 82.17 N ha⁻¹ can be suggested for higher yield and quality for Dadaş garden cress variety in sand soil conditions according to the regression analysis.

References

- Albayrak, S., & Çamaş, N. (2006). Yem şalgamı (*Brassica rapa* L.) çeşitlerinin azotlu gübrelemeye karşı performansları. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 44-48.
- Amin, G. H. (2005). *Medicinal Plants of Iran*, Tehran University Publication, p. 106.
- Balanza, V., Martinez, J. A., Conesa, E., Egea-Gilabert, C., Niñirola, D., López-Marín, J., González, A., & Fernández J.A. (2011). Effect of PGPR application and nitrogen doses on baby leaf lettuce grown in a floating system (abstract only). *International Symposium on Advanced Technologies and management Towards Sustainable Greenhouse Ecosystems: Greensys*. http://www.actahort.org/books/952/952_86.htm (accessed 15 May 2014).
- Boroujerdnia, M., & Ansari, N.A. (2007). Effect of different levels of nitrogen fertilizer and cultivars on growth, yield and yield components of romaine lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Middle Eastern and Russian Journal of Plant Science and Biotechnology*, 1, 47-53.
- Bremner, J.M. (1996). Nitrogen—total, in: D.L. Sparks (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part III. Chemical Methods*, 2nd ed. Soil Science Society of America, Madison, WI, USA, 1996, pp. 1085–1122.

- Castellanos, J. Z., Uvalle-Bueno, J. X., & Aguilar-Santelises, Y. A. (2000). *Manual de interpretación de análisis de suelos, aguas agrícolas, plantas* ECP. 2ª ed. INIFAP, Chapingo, México.
- Cavarianni, R. L., Cecílio Filho, A. B., Cazetta, J. O., May, A., & Corradi, M. M. (2008). Nutrient contents and production of rocket as affected by nitrogen concentrations in the nutritive solution. *Scientia Agricola*, 65(6), 652-658.
- Ceylan, Ş., Mordoğan, N., Yoldaş, F., & Yağmur, B. (2001). Azotlu gübrelemenin domates bitkisinde verim, azot birikimi ve besin element içeriği üzerine etkisi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38(2-3), 103-110.
- Corre, W. J., & Breimer, T. (1979). *Nitrate and nitrite in vegetables*. Wageningen, p. 85.
- Geyer, B. (1978). Untersuchungen zur Wirkung hoher Stickstoffgaben auf den Nitratgehalt von freiland Gemüse arch. *Gartenbau*, 26, 1-13.
- Güler, S. (2004). Dünya'da ve Türkiye'de Gübre Tüketiminde Yaşanan Gelişmeler. In: Karaman, M.R., & Brohi, A. R. (eds). *Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım- Sanayi-Çevre*, 11-13 Ekim 2004, Tokat, 47-54.
- Lee, S. K., & Kader, A. A. (2000). Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, 20(3), 207-220.
- Liu, C. W., Sung, Y., Chen, B. C., & Lai, H. Y. (2014). Effects of nitrogen fertilizers on the growth and nitrate content of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(4), 4427-4440.
- Maynard, D. N., Barker, A. Y., Minotti, P. L., & Peck, N. H. (1976). Nitrate accumulation in vegetables. *Analysis in Agronomy*, 28, 71.
- Mccollum, J. P. (1992). *Vegetable Crops*. Danville: Interstate Publishers, Inc.
- Mengel, K. (1991). Available nitrogen in soils and its determination by the nmin-method and by electro ultrafiltration (EUF"). *Fertilizer Research*, 28, 251-262.
- Miceli, A., & Miceli, C. (2014). Effect of nitrogen fertilization on the quality of Swiss chard at harvest and during storage as minimally processed produce. *Journal of Food Quality*, 37, 125-134.
- Mordoğan, N., Ceylan, S., Çakıcı, H., & Yoldaş, F. (2001). Azotlu gübrelemenin marul bitkisindeki azot birikimine etkisi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38(1), 85-92.
- Mozafar, A. (1993). Nitrogen fertilizers and the amount of vitamins in plants: A review, *Journal of Plant Nutrition*, 16(12), 2479-2506.
- Nadkarni, K. M., & Nadkarni, A. K. (1954). *Lepidium sativum* Linn. In: The Indian Medica with Ayurvedic, Unani and Home Remedies, Bombay, India, Popular Prakashan, 3rd edn: 736-737.
- Özgen, Ş. (2009). Sebzelelerde nitrat birikimi, insan sağlığı açısından önemi ve ihracattaki yeni düzenlemeler. *Hasad-Bitkisel Üretim Dergisi*, 239, 64-66.
- Özkan, C. F., Asri, F. Ö., Demirtaş, E. I., & Arı, N. (2013). Örtüaltı biber yetiştiriciliğinde organik ve kimyasal gübre uygulamalarının bitkinin beslenme durumu ve bitki gelişimi üzerine etkileri. *Toprak Su Dergisi*, 2 (2), 96-101.
- Petridis, A., Gasparatos, D., Haidouti, C., Paschalidis, C., & Zamanidis, P. (2013). Effects of nitrogen and boron fertilization on lettuce mineral nutrition in a calcareous soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 44, 733-740.
- Roorda van Eysinga, J. P. N. L. (1984). Nitrate in vegetables under protected cultivation. *Acta Horticulturae*, 145, 251-256
- Smatanova, M., Richter, R., & Hulisek J. (2004). Spinach and pepper response to nitrogen and sulphur fertilization. *Plant, Soil and Environment*, 50(7), 303-308.
- Şalk, A., Arın, L., Devenci, M., & Polat, S. (2008). *Özel Sebzeçilik*. Tekirdağ, 485 s.
- Tekeli, E., & Daşgan, H. Y. (2013). Sera biber yetiştiriciliğinde organik azot beslemesinin optimizasyonu. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, (29)2, 49-57.
- Topçuoğlu, B., & Yalçın, S. R. (1996). Azotlu ve fosforlu gübrelemenin ıspanak bitkisinin (*Spinaceae oleraceae* L.) bazı makro ve mikro besin maddesi içerikleri üzerine etkisi, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(2), 39-48.
- Tuncay, Ö., Eşiyok, D., Yağmur, B., & Okur, B. (2011). Yield and quality of garden cress affected by different nitrogen sources and growing period. *African Journal of Agricultural Research*, 6(3), 608-617.

- Turan, M. (2002). Farklı azotlu gübrelerin erzurum yöresinde yetiştirilen beyaz lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata*)'nın verim, nitrat birikimi, toprak ve bitkisel özelliklerine etkisi. (PhD), *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Erzurum*.
- Venter, F. (1978). Untersuchungen über den Nitratgehalt in Gemüse. *Der Stickstoff*, 12, 13-38.
- Yadav, L. R., Choudhary, S., Keshwa, G. L. & Sharma, O. P. (2013). Garden cress (*Lepidium sativum*) growth, productivity and nutrient uptake under different sowing dates, row spacing and nitrogen levels. *Journal article : Indian Journal of Agriculture*, 58(1), 114-118.
- Yağmur, B., Okur, B., Tuncay, Ö., & Eşiyok, D. (2019). Farklı ekim zamanı ve azotlu gübre uygulamalarının tere (*Lepidium sativum* L.) bitkisinin azot fraksiyonları ve bitki besin maddesi içeriğine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(3), 388-396.
- Yanmaz, R., Yıldırım, E., & Koyuncu, D. (2010). Ülkemiz için yeni bir tere (*Lepidium sativum* var. *sativum*) çeşit adayı: Dadaş. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(2), 91-95.
- Yıldırım, E., Güvenç, İ., Turan, M., & Karataş, A. (2007). Effect of foliar urea application on quality, growth, mineral uptake and yield of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*). *Plant, Soil and Environment*, 53 (3), 120-128.
- Yıldırım, E., Cil, B., Ekinci, M., Turan, M., Dursun, A., Gunes, A., Kul, R., & Kitir, N. (2020). Effects of intercropping system and nitrogen fertilization on land equivalent ratio, yield and mineral content of broccoli. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 19(3), 101-109.
- Ziarati, P., Tamaskani, Z. M., Shir Khan, F., Mostafidi, M., & Hochwimmer, B. (2018). Potential health risks and concerns of high levels of nitrite and nitrate in food sources. *SciFed Pharmaceutics Journal*, 1, 1-13.



Research Article (Araştırma Makalesi)

Mitigation of Salinity Effects by Salicylic Acid Priming on Germination and Physiological Characteristics of Bitter Vetch (*Vicia ervilia* L.)

Sina Siavash MOGHADDAM^{*1}, Latifeh POURAKBAR², Amir RAHIMI³, Faegheh JANGJOO⁴

^{1,3,4}Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran

²Department of Biology, Faculty of Science, Urmia University, Urmia, Iran

¹<https://orcid.org/0000-0001-8643-8991> ²<https://orcid.org/0000-0002-2623-7394> ³<https://orcid.org/0000-0002-8200-3103>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-7308-1425>

*Corresponding author e-mail; ss.moghaddam@urmia.ac.ir

Article Info

Received: 29.01.2020

Accepted: 27.01.2021

Online Published 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.681949

Keywords

Cell death,
Germination parameters,
Hill reaction,
Salicylic Acid,
Salinity.

Abstract: Salinity is one of the most important environmental stresses affecting the growth and yield of the plants. The effect of salicylic acid (SA) on growth, germination, and some physiological traits of bitter vetch (*Vicia ervilia* L.) exposed to salinity was studied in a factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications. The experimental treatments were composed of salinity at three levels of 0, 50 and 100 mM and SA priming at three rates of 0, 0.1 and 0.2 mM. The results showed that as salinity was increased, germination and the related traits, seedling growth, and the Hill reaction rate were declined, but mean germination time and cell death were increased. SA application at the rates of 0.1 and 0.2 mM improved these parameters as compared to control. At the salinity levels of 50 and 100 mM, SA rates of 0.2 and 0.1 mM imposed the strongest effect on germination parameters and plant growth. At the salinity level of 100 mM, SA rate of 0.2 mM was more effective on leaf relative water content, seedling fresh weight, root and stem length, and root and stem fresh weight. At different levels of salinity, 0.2 mM SA increased the Hill reaction rate and cell death of bitter vetch. The application of SA under salinity stress for improvement of germination parameters, seedling growth, and physiological traits of bitter vetch could be recommended.

Salisilik Asit ile Priming Uygulamasının Acı Fiğ'in (*Vicia ervilia* L.) Çimlenmesi ve Fizyolojik Özellikleri Üzerine Tuzluluk Etkilerinin Azaltılması

Makale Bilgileri

Geliş: 29.01.2020

Kabul: 27.01.2021

Online Yayınlanma 30.03.2021

DOI:10.29133/yyutbd.681949

Anahtar kelimeler

Hücre ölümü,
Çimlenme parametreleri,
Hill reaksiyonu,
Salisilik asit,

Öz: Tuzluluk, bitkilerin büyümesini ve verimi etkileyen en önemli çevresel streslerden biridir. Salisilik asitin (SA), tuzluluğa maruz kalan acı fiğ'in (*Vicia ervilia* L.), çimlenmesi, fide gelişimi ve bazı fizyolojik özellikleri üzerindeki etkisi, tesadüf bloklarında faktöriyel deneme modeline göre üç tekerrürlü olarak incelenmiştir. Çalışmada uygulamalar; 0, 50 ve 100 mM'lik üç seviyede tuzluluktan ve 0, 0.1 ve 0.2 mM'lik üç dozda SA priming uygulamasından oluşmuştur. Sonuçlar, tuzluluk arttıkça çimlenme ve ilgili özelliklerin, fide büyümesinin ve Hill reaksiyon hızının azaldığını, ancak ortalama çimlenme süresinin ve hücre hasarının arttığını göstermiştir. SA'nın 0.1 ve 0.2 mM uygulamaları, kontrole kıyasla bu parametreleri iyileştirmiştir. Tuzluluğun 50 ve 100 mM'lik ve SA'nın 0.2 ve 0.1 mM'lik seviyeleri çimlenme parametreleri ve bitki büyümesi üzerinde en güçlü etkiyi sağlamıştır. 100 mM tuzluluk seviyesinde, 0.2 mM'lik SA oranı, yaprak nispi

Tuzluluk.

su içeriği, fide taze ağırlığı, kök ve gövde uzunluğu, kök ve gövde taze ağırlığı üzerinde daha etkili olmuştur. Farklı tuzluluk seviyelerinde 0.2 mM SA, Hill reaksiyon hızını ve acı fiğin hücre hasarını arttırmıştır. Tuzluluk stresi altında SA uygulaması, acı fiğin çimlenme parametrelerinin, fide gelişiminin ve fizyolojik özelliklerinin iyileştirilmesi bakımından önerilebilir.

1. Introduction

Bitter vetch (*Vicia ervilia* L) is one of the oldest domesticated plants from the family Fabaceae. Bitter vetch is a very old grain legume in the Mediterranean region whose cultivation dates back to 10 000 years ago. It is grown for grains and dry forage (Abdullah et al., 1999; Sadeghi et al., 2009). Salinity is one of the stresses that limit crop production. Salinity stress occurs when the amount of salts accumulated in the root zone is beyond the tolerance of plants, which disrupts the vital processes of the plant, such as nutrient uptake and mobilization, transpiration, and photosynthesis. Salinity influences the biochemical and physiological processes and the biosynthesis of primary and secondary metabolites of plants (Hendawy and Khalid, 2005). Salinity reduces the activity of α -amylase by reducing the amount of bioactive gibberellin content, which in turn prevents seeds germination (Liu et al., 2018). Salinity stress causes the generation of reactive oxygen species (ROS) and increases membrane permeability of the cells; then, in addition to oxidative damage by ROS, this results in the build-up of some proteins including heat shock proteins, chaperones, and other detoxifying proteins (Sudhakar et al., 2001).

To preserve turgor under salinity stress, plants produce compounds that make intra-cellular water potential more negative so as to enable the plant to keep the turgor pressure. Known as osmolytes, these compounds are generated by all living organisms. Osmolytes have a very high solubility. However, their molecular weight is low, and at high concentrations, they are not toxic to cells and do not disrupt the natural reactions of the cell (Ashraf and Foolad, 2007).

The application of germination improving techniques (priming) is an approach to improve germination and seedling establishment under environmental stresses. The ultimate goal of seed priming is their partial imbibition so that seeds pass through the first (physical uptake) and second (initiation of biochemical processes and hydrolysis of sugars) stage of germination, but they are inhibited from the third stage (sugar consumption by embryo and rootlet growth) (Bradford, 1995).

Salicylic acid (SA, o-hydroxybenzoic acid) is a phenolic compound that is involved in seed growth and development and germination, photosynthesis, glycolysis, interaction with other organisms, and plant responses to environmental stresses (Popova et al., 1997; Hayat et al., 2010). It acts as a signal transmitter molecule and affects many of the physiological and biochemical processes of the plant under stress and non-stress conditions. These processes include seed germination and vigor, seedlings establishment, cell growth and expansion, as well as the activity of enzymes, the synthesis of flavonoids and photosynthesis apparatus in detrimental environmental conditions (Vlot et al., 2009; Akbulut et al., 2018). Salicylic acid augments the activity of the enzyme phenylalanine ammonia lyase. The increased activity of this enzyme entails the increase in the synthesis and accumulation of phenolic compounds, and finally, phenolic compounds with the antioxidant properties enhance resistance to biotic and abiotic stresses (Eraslan et al., 2007). Gautam and Singh (2009) concluded that SA at high rates can mitigate the adverse impacts of salinity and osmotic stresses induced by the build-up of ROS generation during photosynthesis and germination of maize. Application of NaCl reduced all germination traits in comparison with control. Whereas application of SA enhanced germination percentage by 13.05%, vigor index by 68.60%, mean germination time by 39.74% compared to respective NaCl treatments (Alamri et al., 2018). Hamid et al. (2010) reported that SA priming of wheat seeds under salinity stress resulted in the production of more vigorous and larger seedlings and enhanced chlorophyll, dissolved sugars and proteins content of the plant.

This study aimed to explore the effect of salicylic acid application on alleviating the impacts of salinity stress on germination components, physiology, and growth parameters of bitter vetch.

2. Material and Methods

2.1. Germination and growth parameters

The present study was carried out in the laboratories of the Departments of Agriculture and Biology at Faculty of Agronomy of Urmia University (Iran) in 2016, as a factorial experiment based on a randomized complete block design with three 50-fold replications. The experimental treatments included priming with salicylic acid (SA) at three levels of 0, 0.1 and 0.2 mM, and NaCl at three levels of 0, 50 and 100 mM. The seeds were first disinfected with sodium hypochlorite (5%) for 2 minutes, and then they were rinsed with distilled water. For priming, the seeds were soaked in SA at the intended concentration in darkness at 25°C for 8 hours. Then, to remove their excess moisture, they were air-dried at room temperature for 24 hours. To test the germination, the seeds were placed between the papers in Petri dishes with a mouth diameter of 9 cm. Finally, the Petri dishes were placed in a germinator at 25°C. During the supply of moisture requirement of germination, the seeds were treated with salinity levels as mentioned. To evaluate germination parameters, the seeds were counted on a specific time every day until the number of germinated seeds in each replication reached a plateau for three consecutive days. The criterion for germination was the exit of rootlet for 2 mm or more. On day 7, five seedlings were sampled from each replication to record their seedling length, rootlet length, plumule length, and seedling fresh and dry weight. After the fresh weight of the seedlings was recorded, they were oven-dried at 72°C for 48 hours to measure their dry weight. The data of five samples were averaged to supply the final data.

The seedlings remained in the Petri dishes were employed to study physiological parameters including leaf relative water content, the Hill reaction, cell death, and post-harvest length and weight parameters of the bitter vetches. Four seedlings were sampled from each replication and were planted in pots containing perlite. Then, they were placed in a growth chamber at light/dark regime of 16/8 hours. The seedlings in the pots were irrigated with distilled water every other day and were fed on Hoagland solution containing 0, 50 or 100 mM NaCl as per the experimental design. To measure the post-harvest length and weight parameter, the traits of root and stem length, root and stem fresh weight, and root and stem dry weight (after oven-drying at 72°C for 48 hours) were measured 15 days later.

2.2. Leaf relative water content

To measure the relative water content (RWC) of leaf, 0.2 g of a fully developed leaf was sampled from each replication, and a section of 1 cm² was cut from the middle part of the blade. Then, the leaf discs were placed in capped Petri dishes containing distilled water and were placed in darkness at 4°C for 16 hours. After some time, the leaves were taken out of the distilled water to measure their saturated weight. So, they were placed between two filter papers to get rid of their excessive moisture. Immediately after that, their saturated weight was measured. After their turgid weight was recorded, the leaf sections were oven-dried at 70°C for 48 hours to find out their dry weight.

2.3. Hill reaction measurement

The Hill reaction was measured by Patsikka et al. (2001) procedure for which first, 0.2 g of fresh leaf tissue was cut and crushed in 3 mL of phosphate buffer with pH 7 that was cooled in the freeze. The filtered extract was centrifuged at 10 000 rpm for 2 minutes and the supernatant was removed. Then, 3 mL of cold phosphate buffer was poured on the sediment of the centrifuge and the sediment was suspended with a brush gently. After that, 0.5 mL of the solution was added to 2 mL of cold phosphate buffer and 0.2 mL of dichlorophenolindophenol (DCPIP). Immediately, its absorption was read at 550 nm with a spectrophotometer. Then, the tube was exposed to a 150-W lamp for 20 seconds and its absorption was re-read. This was repeated until five minutes as far as T=100 was realized. Dichlorophenolindophenol reduction ate was calculated as a percent of control.

2.4. Cell death measurement

Cell death is a measure of damage to the cell membrane. It was measured by Baker and Monck (1994) method using absorption of the Evans blue reagent. Three 1-cm pieces from root tips were placed in the Evans blue reagent 0.025% in water for 30 minutes. Then, the pieces were rinsed for 15 minutes. The samples were crushed in 1 mL of methanol solution. The extract was placed in a Bain-marie at 50°C for 15 minutes and then, it was centrifuged at 14000 rpm for 15 minutes. The absorption was read at 600 nm with a spectrophotometer and the cell death was stated as a percent of control.

$$\text{Final germination percentage} = \frac{\text{Number of germinated seeds}}{\text{Total number of seeds}} \quad (1)$$

Germination speed index (GSI) was estimated by AOSA (1983) as follows:

$$\text{GSI} = \frac{\text{No. germinated seeds at first counting}}{\text{First day of counting}} + \dots + \frac{\text{No. germinated seeds at final counting}}{\text{Final day of counting}} \quad (2)$$

Mean germination time (MGT) was obtained as reported by Ellis and Roberts (1981):

$$\text{MGT} = \frac{\sum D_n}{\sum n} \quad (3)$$

Seedling vigor index (SVI) was calculated according to Abdel-Baki and Anderson (1973), using the following equation:

$$\text{SVI} = \frac{\text{Seedling length (cm)} \times \text{germination percentage}}{100} \quad (4)$$

Relative water content was calculated according to Smart and Bingham (1974), formula as follow:

$$\text{RWC} = \frac{\text{Fresh weight} - \text{dry weight}}{\text{Saturated weight} - \text{dry weight}} \times 100 \quad (5)$$

Experimental data were analyzed with MSTAT-C software package, and the means were compared with Duncan's Test at $P < 0.05$. Also, the graphs were drawn in MS-Excel software package.

3. Results

Analysis of variance (ANOVA) shows that salinity, SA, and their interactions influenced all studied parameters, except root fresh weight and stem fresh weight, significantly at $p < 0.01$ and $p < 0.05$ levels. As salinity was increased from 0 to 100 mM, the measured parameters were decreased whereas the application of SA increased them significantly (Table 1 and 2).

3.1. Germination and growth parameters

According to the results of ANOVA, germination percentage was significantly ($p < 0.01$) influenced by salinity, SA, and salinity \times SA. This trait was decreased by salinity. As salinity was increased, a significant change happened in final germination percentage of *bitter vetch* seeds so that among seeds unprimed with SA, the highest germination percentage of 48.67% was related to those exposed to 0 mM salinity and the lowest one (46.33%) was obtained from those exposed to 100 mM salinity. The application of SA at the rates of 0.1 and 0.2 mM increased this trait in plants exposed to salinity stress, but these two rates of SA did not differ significantly to one another and were ranked in the same statistical group (Figure 1). Mean germination time was affected by salinity and SA. The simple effect of salinity and SA and their interactions were significant at $p < 0.01$ level on this trait (Table 1). Salinity increased mean germination time and thereby postponed the germination of *bitter vetch* seeds.

A look at the interaction between salinity and SA shows that SA reduced mean germination time. The highest mean germination time (2.16 day) was observed in plants treated with 100 mM salinity and the lowest one (1.30 day) was seen in plants treated with 0.2 mM SA under no salinity stress (Figure 1). The increase in salinity resulted in the loss of germination speed and the increase in mean germination time.

According to the results, germination speed index was affected by salinity, SA and their interaction at $p < 0.01$ level (Table 1). As salinity was increased, germination index was reduced from (29.75 %·day⁻¹) at 0 mM salinity level to (22.28 %·day⁻¹) at 100 mM salinity level. This trait was improved with the application of 0.1 or 0.2 mM SA. These two rates of SA did not show significant differences between salinity levels of 0 and 50 mM so that SA rate of 0.2 mM had the highest impact at the salinity levels of 0 mM and 50 mM resulting in germination index of (42.32 and 32.94 %·day⁻¹ respectively). SA rates did not differ significantly at the salinity level of 100 mM so that they were all placed in the same statistical group (Figure 1). ANOVA results revealed that the simple and interactive effects of salinity and SA were significant on seedling vigor at $p < 0.01$ level (Table 1). Higher salinity level was related to lower seed vigor. The lowest seed vigor (298.80) was observed in unprimed seeds exposed to 100 mM salinity stress, and the highest one (603.30) was observed in unstressed seeds. SA priming of the seeds improved seed vigor considerably. The highest seed vigor at all salinity levels was obtained from seeds primed with 0.2 mM SA so that it was 1009.00, 754.70 and 465.70 at the salinity levels of 0, 50 and 100 mM, respectively (Figure 1).

The simple and interactive effects of salinity and SA were significant ($p < 0.01$) on these traits (Table 1). The highest radical, plumule, and seedling length (8.38, 11.80 and 20.19 cm, respectively) were obtained from SA rate of 0.2 mM at 0 mM salinity level and the lowest ones (3.16, 3.28 and 6.44 cm, respectively) were related to unprimed seeds (Figure 1).

Seedling fresh and dry weight was influenced by salinity and SA significantly at $p < 0.01$ level (Table 1). Salinity entailed the loss of fresh and dry weight as compared to control so that the highest decline was observed at NaCl level of 100 mM in which fresh and dry weight was reduced by (98.40 and 15.73 mg, respectively). In contrast, SA priming improved these two traits in seeds exposed to stress. At the salinity level of 50 mM, fresh and dry weight was maximized to (84.80 and 12.93 mg, respectively) when 0.2 mM SA was applied. At the salinity level of 100 mM, the fresh and dry weight of seedlings that grew from seeds primed with 0.2 mM reached (71.93 and 8.13 mg, respectively). (Figure, 1). The loss of seedling fresh weight may be related to the loss of the water content of seedling tissue.

3.2. Relative water content

Relative water content (RWC) was significantly affected by salinity and SA at $p < 0.01$ level and by their interaction at $p < 0.05$ level (Table 1). Under no salinity conditions, SA rate of 0.2 mM resulted in the highest RWC of %81.23. Under salinity levels of 50 and 100 mM, the application of 0.2 mM SA improved RWC to %74.97 and %69.06, respectively (Figure 2).

3.3. Hill reaction

According to Figure 1, different levels of salinity differed significantly in the Hill reaction. The increase in the salinity levels entailed a significant loss of the Hill reaction. The lowest rate of the Hill reaction was 64.78% obtained from unprimed seeds exposed to 100 mM salinity. SA application improved the rate of this reaction. The highest rate was 125.86% obtained from the application of 0.2 mM SA under no salinity stress conditions. At the salinity levels of 50 and 100 mM NaCl, the application of 0.2 mM SA increased the rate of the Hill reaction to 95% and 82.22%, respectively as compared to control (Figure 2).

3.4. Cell death

The results show that cell death was aggravated remarkably with the increase in the salinity level to 100 mM. The highest rate of cell death (87%) was obtained from unprimed seedlings exposed to 100 mM salinity. The lowest rate was 49.77% obtained from the application of 0.2 mM SA under no

salinity stress. At the salinity level of 50 mM, 0.1 and 0.2 mM SA reduced cell death from 70% of control to 68.5 and 56.1%, respectively. At the salinity level of 100 mM, cell death was decreased to 75.87 and 67.7% as compared to control (87%) when 0.1 and 0.2 mM SA was applied (Figure 2).

3.5. Post germination

The simple effect of salinity and SA was significant on root and stem length at $p < 0.01$ level and the interaction between salinity and SA was significant at $p < 0.05$ level (Table 2). The lowest root length (19.03 cm) and stem length (22.61 cm) were obtained from seedlings exposed to 100 mM salinity and the highest root length (29.96 cm) and stem length (34.96 cm) were obtained from those primed with 0.2 mM. SA application at salinity stress improved these traits. At the salinity level of 50 mM, the application of 0.2 mM SA increased root length from 14.86 to 20.56 cm and stem length from 17.74 to 23.83 cm. At the salinity level of 100 mM, seedlings primed with 0.1 mM SA exhibited an increase in root length from 9.74 to 16.60 cm and stem length from 13.30 to 19.16 cm (Figure 2).

Salinity and SA influenced root fresh and dry weight significantly at $p < 0.01$ level, whilst their interaction was significant at $p < 0.05$ for fresh weight but insignificant for dry weight (Table 2). Salinity resulted in a significant difference with control by reducing root fresh weight and subsequently, its dry weight. Root fresh weight was decreased from 0.13 g in control to 0.02 g in plants treated with 100 mM salinity. On the other hand, SA application increased root fresh weight. SA at 0.2 mM rate was more effective on root fresh weight than 0.1 mM SA. In plants exposed to 50 and 100 mM salinity, the highest root fresh weight were 0.12 and 0.08 g, respectively obtained from the application of 0.2 mM SA. Root dry weight was also declined with the increase in the salinity level and in contrast, SA enhanced this trait (Figure 2, Table 3).

Stem fresh weight was affected by SA and salinity at $p < 0.01$ level and by their interaction at $p < 0.05$ level (Table 2). SA priming resulted in higher stem fresh and dry weight under various salinity levels. SA rate of 0.2 mM had the strongest effect on stem fresh weight in seedlings treated with 50 and 100 mM salinity so that stem fresh weight was increased to 0.47 and 0.27 g at these salinity levels, respectively (Figure 2).

Table 1. Analysis of variance for the effect of salinity and salicylic acid (SA) on germination and physiological traits of *Vicia ervilia*

Treatment	df	FGP (%)	MGT (day)	GSI (%.day ⁻¹)	SVI	RWC (%)	RL (cm)	PL (cm)	SL (cm)	SFW (mg)	SDW (mg)
Salinity	2	1.815**	0.383**	228.580**	349362.177**	289.805**	15.098**	63.437**	136.923**	1430.173**	70.581**
SA	2	15.815**	0.276**	167.090**	230411.981**	223.611**	16.492**	23.983**	80.243**	1828.138**	28.114**
Salinity × SA	4	1.315**	0.032**	13.935**	19367.066**	1.329*	1.651**	3.202**	7.818**	31.478**	2.852**
Error	18	0.185	0.003	0.816	703.921	0.353	0.156	0.183	0.26	4.019	0.3
CV (%)	-	0.88	2.96	2.98	4.26	0.85	6.79	6.28	4.04	2.77	5.07

** and * show significant at $p < 0.01$ and $p < 0.05$ levels, respectively.

(FGP: final germination percentage, MGT: mean germination time, GSI: germination speed index, SVI: seedling vigor index, RWC: relative water content, RL: radicle length, PL: plumule length, SL: seedling length, SFW: seedling fresh weight, SDW: seedling dry weight)

Table 2. Analysis of variance for the effect of salinity and salicylic acid (SA) on germination and physiological traits of *Vicia ervilia*

Treatment	df	Root LE (cm)	Stem LE (cm)	Root FW (g)	Stem FW (g)	Root DW (g)	Stem DW (g)
Salinity	2	252.095**	363.248**	0.058**	0.242**	0.002**	0.006**
SA	2	138.559**	148.069**	0.021**	0.138**	0.001**	0.003*
Salinity × SA	4	7.297*	10.201*	0.004**	0.005*	0 ^{ns}	0.001 ^{ns}
Error	18	2.617	2.815	0	0.001	0	0.001
CV (%)	-	8.85	7.69	15.18	9.85	18.46	49.30

** and * show insignificant at $p < 0.01$ and $p < 0.05$ levels, respectively, ns: not significant

(Root LE: root length; Stem LE: stem length; Root FW: root fresh weight; Root DW: root dry weight).

Table 3. Mean comparison of the main effect of salinity and SA on root and stem dry weight of *vicia ervilia*

Factor	Root DW (g)	Stem DW (g)
Salinity		
0 mM	0.04 ^{a*}	0.08 ^a
50 mM	0.02 ^a	0.05 ^{ab}
100 mM	0.01 ^a	0.03 ^b
Salicylic acid		
0 mM	0.01 ^b	0.03 ^b
0.1 mM	0.02 ^b	0.06 ^{ab}
0.2 mM	0.04 ^a	0.07 ^a

*Different letters show significant differences at $p < 0.01$ level.

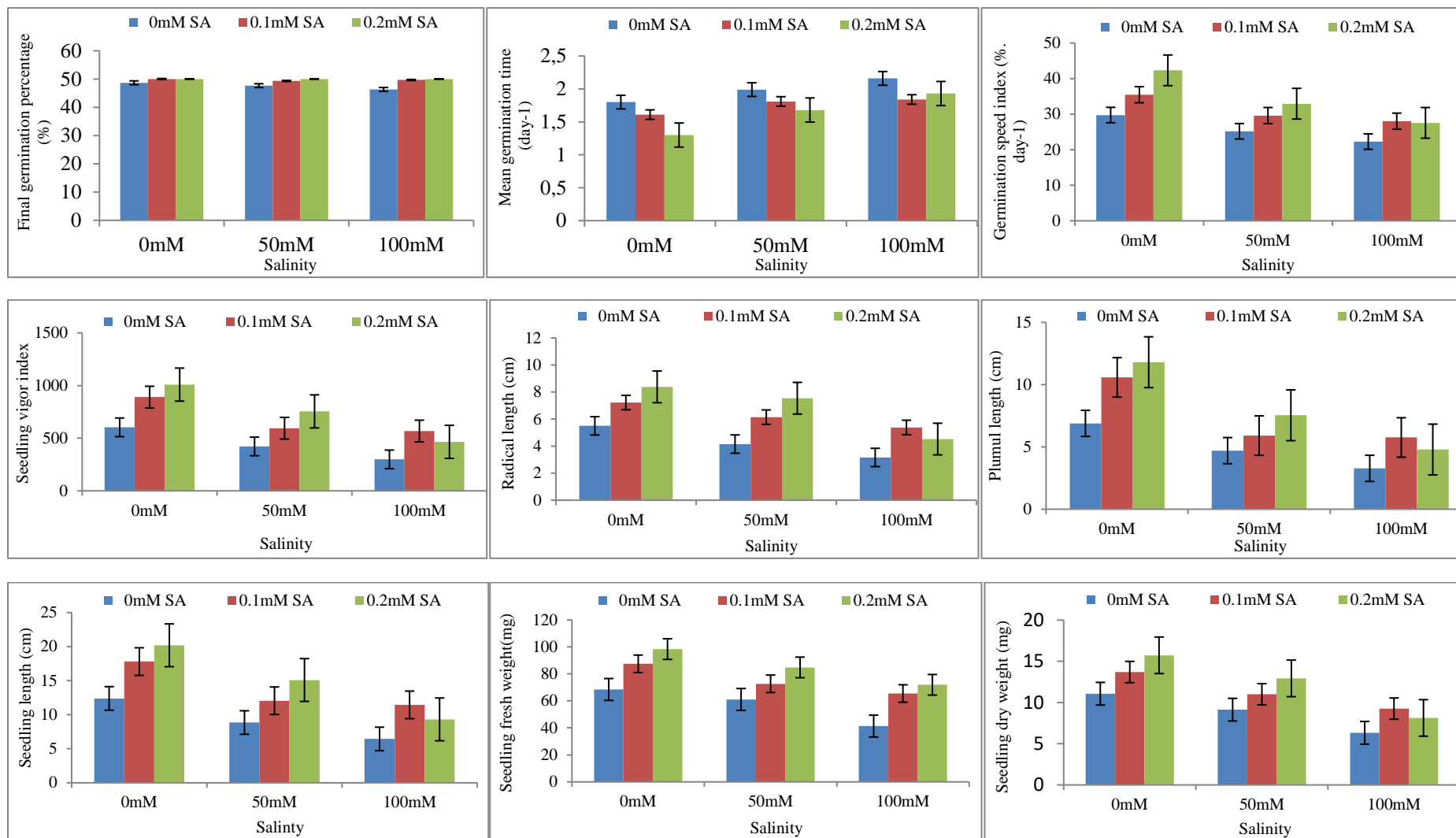


Figure 1. The effect of salinity and SA on germination and growth parameters of *bitter vetch*.

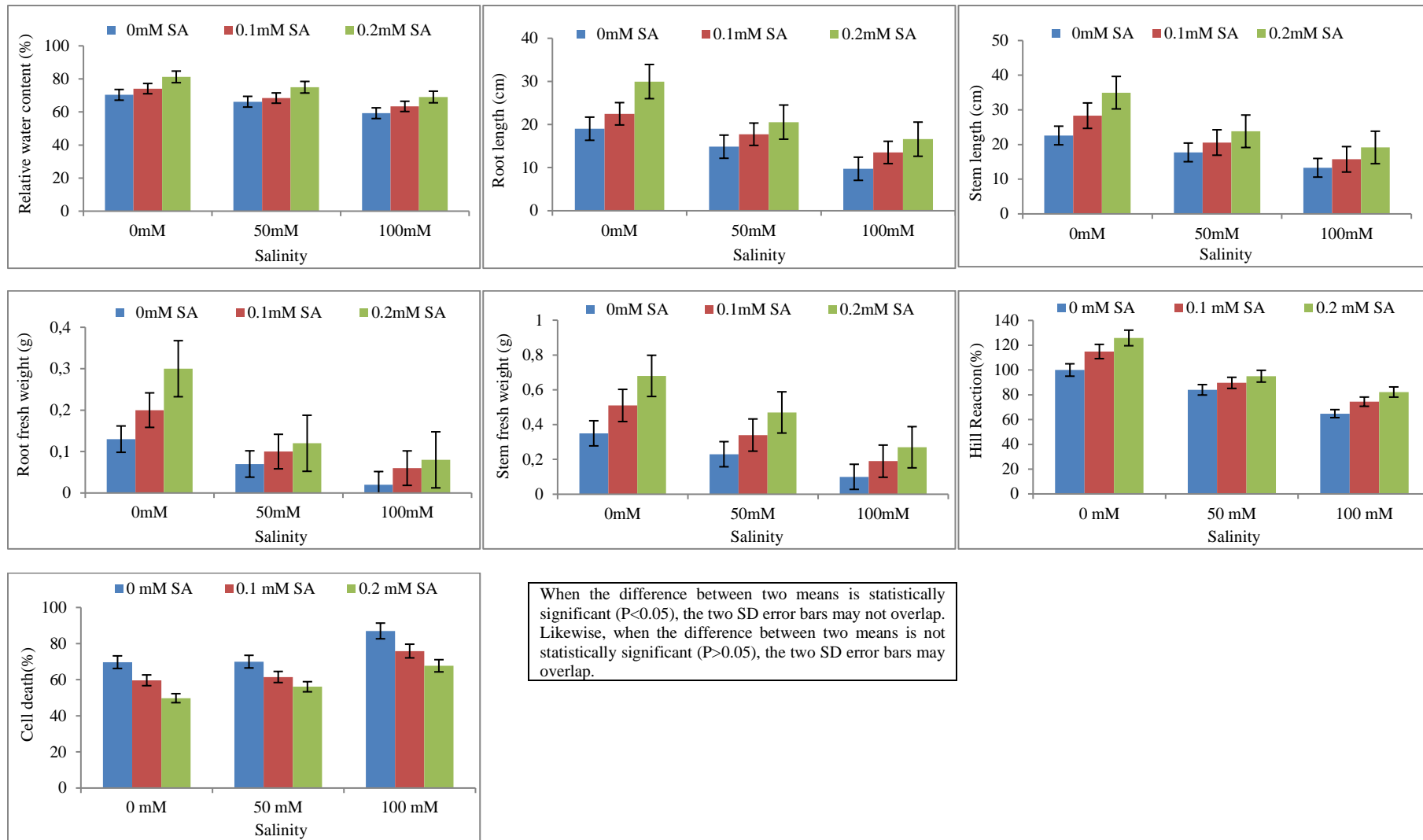


Figure 1. The effect of salinity and SA on growth parameters, Hill reaction and Cell death of *bitter vetch* (continued).

4. Discussion and Conclusion

The loss of germination percentage with the increase in salinity may be related to the loss of water uptake by seeds under salinity stress, which reduces physiological and metabolic processes so that plants suffer from nutrients unavailability and the germination is impaired (Ashraf and Waheed, 1990). It seems that SA alleviates the toxic and destructive effects of salinity and increases germination by influencing the antioxidant system. In a study on the effect of salinity on germination speed and percentage and the growth of rootlet and plumule in several plants, Dai et al. (2009) showed that the effect of salinity at germination stage was a reliable test of a plant's tolerance because salinity reduced germination percentage and speed as well as rootlet and plumule growth. The loss of mean germination time in primed seeds is likely to be related to the rate of cell division in primed seeds. Due to the synthesis of DNA, RNA and proteins during seed priming, most physiological stages are completed and seeds are ready to germinate (Brancalion et al., 2008; Foti et al., 2008). De and Kar (1994) reported that when water uptake is disrupted in seeds or when it goes on slowly, the metabolic activities of germination in seeds occur slowly and so, more time is required for the roots to emerge and germination speed decreases. The loss of the studied germination parameters can be related to the loss of the amount and rate of initial water uptake and the adverse impact of low osmotic potentials and ion toxicity on biochemical processes and catabolic (enzymatic hydrolysis of seed reserves) and anabolic (the fabrication of new tissues by using hydrolysis materials of the first stage) stages (Shamsadin Saeid et al., 2008). Shakirova et al. (2003) have been reported that the desirable effect of SA on the improvement of seed vigor under no stress conditions is accompanied with the increased level of IAA and ABA hormones. Shakirova et al. (2003) underline that SA mechanism in increasing stem length, cell division, and elongation in plants was related to such compounds as auxin. Seeds germinated in saline media produce shorter plumules and radicals and the inhibitory effect of NaCl is stronger than other salts on the emergence of embryo tissues as reported in literature (Khan and Ungar, 1985; Katergi et al., 1994). This is consistent with Sharma et al. (2004) who reported the decrease in seedling fresh weight when salinity level was increased from 0 to 20 mmhs, whereas Aghbolaghi and Sadeghi (2014) observed that under salinity stress, primed seeds outperformed in terms of the amount of mobilized reserves and seedling dry weight.

The loss of leaf RWC can be associated with the loss of water availability to leaves under salinity stress, or the root systems are unable to replenish the water lost by transpiration due to the decline of water uptake (Smart and Bingham, 1974). The increase in RWC by SA and its derivatives can be related to the role of SA in improving the antioxidant defensive system, alleviating oxidative stress, improving membrane integrity, and adjusting osmosis through increasing potassium content as a vital ion in maintaining cell turgor pressure (Bandurska and Stroinski, 2005; Korkmaz et al., 2007).

SA adjusts cell division by influencing other hormones like auxin, cytokinin, gibberellins, and abscisic acid. It has been reported that this compound increases cell division of apical meristem of primary roots and thereby enhances root elongation (Shakirova et al., 2003). Fariduddin et al. (2003) found that salinity reduces cell division and that SA (antioxidant) could hinder auxin oxidation resulting in higher root and stem dry weight.

Salinity reduces photosystem II activity severely, and the disruption of quinone electron transfer chain, which is related to photosystem II, reduces quantum yield (Lu and Vonshak, 2002). Also, the proteins D₁ and D₂ of photosystem II are impaired under stressful conditions. These proteins are the main components of this photosystem and their degradation entails photo-inhibition (Bissati et al., 2000; Kruk et al., 2005). SA mitigates this degradation under stressful conditions by accelerating the restoration and conversion of the protein D₁ and inducing protein kinases and reversible phosphorylation of proteins (Hui-Jie et al., 2011). Ervin et al. (2005) observed the increase in superoxide dismutase activity after SA treatment of the plants and stated that SA increased the efficiency of photosystem II by activating the antioxidant system and signaling. Salinity adversely affects efficiency and permeability of plasma membrane and cell wall and can disrupt the inflow and outflow of the ions to the cells (Orcutt and Nilsen, 2000). Before the plants are exposed to salinity, SA activates the antioxidative system and it is likely to improve cell membrane and neutralize the risk of ROS buildup when plants are exposed to stress. Consequently, the damage to cell membrane structure and change in its permeability are inhibited under stress conditions.

Plant growth regulators, such as SA, play their positive role by preventing the damage to fatty acids, the reduction of membrane permeability, and the protection of thylakoid membrane under salinity stress; and these effects are likely to be related to the decrease in the amount of hydrogen peroxide (Borsani et al., 2001).

It was found that all studied traits were influenced by salinity. As salinity level was increased, a decline was observed in germination percentage, germination speed, seed vigor, growth parameters, and the Hill reaction rate and an increase was seen in mean germination time and cell death. SA application improved plant resistance to salinity stress. The treatment of bitter vetch seeds with SA affected germination so that germination-related traits were increased, mean germination time was decreased, growth parameters were improved, the Hill reaction rate was enhanced, and cell death was decreased. At the salinity levels of 50 and 0 mM, there was no significant difference between SA rates of 0.2 and 0.1 in germination percentage and mean germination time whereas at these salinity levels, SA rate of 0.2 mM improved other parameters. Plants exposed to 100 mM salinity did not exhibit statistically significant differences in mean germination time and germination speed between SA rates of 0.1 and 0.2 mM. Under the salinity level of 100 mM, SA rate of 0.1 mM was the best for seed vigor, root length, stem length, seedling length, and seedling dry weight, and SA rate of 0.2 mM was the best for leaf relative water content, seedling fresh weight, root length, stem length, and root and stem fresh weight. At both salinity levels, SA rate of 0.2 mM was related to the highest Hill reaction rate and the lowest cell death. In sum up, seed priming with salicylic acid reduced the detrimental effects of salinity and improved seed vigor and physiological traits.

References

- Abdel-Baki, A. A., & Anderson, J. D. (1973). Viability and leaching sugars from germinating barley. *Crop Science*, 10, 31-34.
- Abdullah, A. Y., Muwalla, M. M., & Harb, M. Y. (1999). Evaluation of various protein sources for growing and finishing Awassi lambs. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 23, 475-482.
- Aghbolaghi, M., & Sedghi, M. (2014). The effect of halo-and hydro-priming on germination characteristics of millet seeds under salinity stress. *Cercetari Agronomice in Moldova*, 47(2), 41-48.
- Akbulut, G. B., Yigit, E., Kaya, A., & Aktas, A. (2018). Effect of salicylic acid on organic selenium on wheat (*Triticum aestivum* L.) exposed to fenoxaprop-p-ethyl. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 148, 901-909.
- Alamri, S. A., Siddiqui, M. H., Al-Khaishani, M. Y., & Ali, H. M. (2018). Response of salicylic acid on seed germination and physio-biochemical changes of wheat under salt stress. *Acta Scientific Agriculture*, 2(5), 36-42.
- Ashraf, M., & Foolad, M. R. (2007). Role of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59(2), 206-216.
- Ashraf, M., & Waheed, A. (1990). Screening of local exotic of lentil (*Lens culinaris* Medik) for salt tolerance at two growth stage. *Plant Soil*, 128, 167-176.
- AOSA. (1983). Seed vigor testing handbook. Contribution 32, Handbook on Seed Testing, AOSA, Lincoln, NE, USA.
- Baker, C. J., & Monck, N. M. (1994). An improved method for monitoring cell death in a cell suspension and leaf disk assays using Evans blue. *Plant Cell*, 39, 7-12.
- Bandurska, H., & Stroinski, A. (2005). The effect of salicylic acid on barley response to water deficit. *Acta Physiologiae Plantarum*, 27, 379-386.
- Bissati, K. E., Delphin, E., Murata, N., Etienne, A. L., & Kirilovsky, D. (2000). Photosystem II fluorescence - quenching in cyanobacterium *Synechocystis* PCC6803: involvement of two different mechanisms. *Biochimica Biophysica Acta*, 1457, 229-242.
- Borsani, O., Valpuestan, V., & Botella, M. A. (2001). Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in Arabidopsis seedlings. *Plant Physiology*, 126, 1024-1030.
- Bradford, K. J. (1995). *Water relations in seed germination*. In: Kigel J, Galili G (eds.) Seed development and germination Marcel dekkerinc. New York. pp 351-396.

- Brancalion, P. H. S., Novembre, A. D. L. C., Rodrigues, R. R., & Tay, D. (2008). Priming of *Mimosa bimucronata* seeds: a tropical tree species from Brazil. *Acta Horticulturae*, 82, 163-168.
- Dai, Q. L., Chen, C., Feng, B., Liu, T., Tian, X., Gong, Y., Sun, Y., Wang, J., & Du, S. (2009). Effects of different NaCl concentration on the antioxidant enzymes in oilseed rape (*Brassica napus* L.) seedlings. *Plant Growth Regulation*, 59(3), 273-278.
- De, F., & Kar, R. K. (1994). Seed germination and seedling growth of mung bean (*Vigna radiate*) under water stress induced by PEG-6000. *Seed Science and Technology*, 23, 301-304.
- Ellis, R. A., & Roberts, E. H. (1981). The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology*, 9, 373-409.
- Eraslan, F., Inal, A., Gunes, A., & Alpaslan, M. (2007). Impact of exogenous salicylic acid on the growth, antioxidant activity and physiology of carrot plant subjected to combined salinity and boron toxicity. *Scientia Horticulturae*, 27, 287-298.
- Ervin, E. H., Zhang, X., & Schmidt, R. E. (2005). Exogenous salicylic acid enhances post-transplant success of heated Kentucky bluegrass and tall fescue sod. *Crop Science*, 45(1), 240-244.
- Fariduddin, Q., Hayat, S., & Ahmad, A. (2003). Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea*. *Photosynthetica*, 41(2), 281-284.
- Foti, R., Abureni, K., Tigere, A., Gotosa, J., & Gere, J. (2008). The efficacy of different seed priming osmotica on the establishment of maize (*Zea mays* L.) caryopses. *Journal of Arid Environments*, 72, 1127-1130.
- Gautam, S., & Singh, P. K. (2009). Salicylic acid induced salinity tolerance in corn grown under NaCl stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 31, 1185-1190.
- Hamid, H., Rehman, K., & Ashraf, Y. (2010). Salicylic acid-induced growth and biochemical changes in salt-stressed wheat. *Commun. Soil Science and Plant Analysis*, 41, 373-389.
- Hayat, Q., Hayat, S., Irfana, M., & Ahmad, A. (2010). Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environmental and Experimental Botany*, 68, 14-25.
- Hendawy, S. F., & Khalid, K. A. (2005). Response of sage *Salvia officinalis* L. plants to zinc application under different salinity levels. *Journal of Sciences Research*, 1(2), 147-155.
- Hui-Jie, Z., Xue-Juan, Z. H., Pei-Fang, M., Yue-Xia, W., Wei-Wei, H., Hong, L., & Yi-Dan, Z. (2011). Effects of salicylic acid on protein kinase activity and chloroplast D1 protein degradation in wheat leaves subjected to heat and high light stress. *Acta Ecologica Sinica*, 31, 259-263.
- Katergi, N., Van Horn, J. W., Hamdy, A., Karan, F., & Mastrovilli, M. (1994). Effect of salinity on emergence and on water stress early seedling growth of sunflower and maize. *Agricultural Water Management*, 26, 81-91.
- Khan, M. A., & Ungar, I. A. (1985). The role of hormone in regulating the germination of polymorphic seeds and early seedling growth of *Atriplex* under saline condition. *Acta Physiologiae Plantarum*, 63, 109-113.
- Korkmaz, A., Uzunlu, M., & Demirkairan, A. R. (2007). Treatment with acetylsalicylic acid protects muskmelon seedlings against drought stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 29, 503-508.
- Kruk, J., Czytko, H. H., Oettmeier, W., & Trebest, A. (2005). Tocopherol as singlet oxygen scavenger in photosystem II. *Plant Physiology*, 162, 749-757.
- Liu, L., Xia, W., Li, H., Zeng, H., Wei, B., Han, S., & Yin, C. (2018). Salinity inhibits rice seed germination by reducing α -amylase activity via decreased bioactive gibberellin content, *Front Plant Science*, 9, 275.
- Lu, C. M., & Vonshak, A. (2002). Effect of salinity stress on photosystem II function in cyanobacterial *Spirulina platensis* cells. *Physiologiae Plantarum*, 114(3), 405-413.
- Orcutt, D. M., & Nilsen, E. T. (2000). *The physiology of plants under stress: soil and biotic factors*. John Wiley and Sons, New York. pp 177-235.
- Patsikka, E., Aro, E. M., & Tyystjarvi, E. (2001). Mechanism of copper-enhanced photoinhibition in thylakoid membranes. *Physiologiae Plantarum*, 113, 142-150.
- Popova, L., Pancheva, T., & Uzunova, A. (1997). Salicylic acid: properties, biosynthesis and physiological role. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 23, 85-93.
- Sadeghi, G. H., Pourreza, J., Samie, A., & Rahmani, H. (2009). Chemical composition and some anti-nutrient content of raw and processed bitter vetch (*Vicia ervilia*) seed for use as feeding stuff in poultry diet. *Tropical Animal Health and Production*, 41, 85-93.

- Shakirova, F. M., Shakbbutdinova, A. R., Bezrukova, M. V., Fatkhutdinova, K. A., & Fatkhutdinova, D. R. (2003). Changes in the hormonal status of wheat seedling induces by salicylic acid and salinity. *Plant Science*, *164*, 317-322.
- Shamsadin Saeid, M., Farahbakhsh, H., & Maghsodi mod, A. A. (2008). Effects of salinity stress on germination, vegetative growth and some of physiological traits canola cultivars. *Science and Technology of Agriculture and Natural Research*, *11(41)*, 191-202.
- Sharma, A. D., Thakur, M., Rana, M., & Singh. K. (2004). Effect of plant growth hormones and abiotic stresses on germination, growth and phosphates activities in *sorghum bicolor* L. Moench seeds. *African Journal of Biotechnology*, *3*, 308-312.
- Smart, R. E., & Bingham, G. E. (1974). Rapid estimates of relative water content. *Plant Physiology*, *53*, 258-260.
- Sudhakar, C., Lakshmi, A., & Giridarakumar, S. (2001). Changes in the antioxidant enzyme efficacy in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus alba* L.) under NaCl salinity. *Plant Science*, *141*, 613-619.
- Vlot, A. C., Dempsey, D. A., & Klessing, D. F. (2009). Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease. *Annual Review of Phytopathology*, *47*, 177-206.



Yuzuncu Yıl University
Journal of Agricultural Science

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



Research Article (Araştırma Makalesi)

Scanning Morphological Traits of Orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) Genotypes in the Natural Rangelands of Eastern Anatolia

Ahmad NABHAN^{*1}, Ösmetullah ARVAS², Abdulkarim LAKMES³

¹Van Yüzüncü Yıl University, Institute of Natural and Applied Sciences Van, Turkey

²Van Yüzüncü Yıl University, Department of Field Crops, Van, Turkey

³Harran University, Department of Field Crops, Sanliurfa, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-8125-8913> ²<https://orcid.org/0000-0001-8713-2388> ³<https://orcid.org/0000-0002-8167-7085>

*Corresponding author e-mail: ahmadnabhan1982@gmail.com

Article Info

Received: 12.10.2020

Accepted: 08.01.2021

Online Published 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.809169

Keywords

Dactylis glomerata,
Fodder crop,
Morphological character.

Abstract: Orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) is one of the essential foraging species which is used as a cool-season persistent and perennial forage grass. This research was carried out during the 2019 growing season in the Eastern Anatolia region in Turkey. The aim of our research was to study the morphologic characteristics of natural Orchardgrass and to assess the genetic diversity of collected genotypes to determine the best genotypes available for future breeding programs. In each location, the seeds of Orchardgrass were randomly collected and then were planted in the greenhouse. After germination, the Orchardgrass seedlings were transferred from the greenhouse to the field. Genotypes were investigated regarding plant height, flag leaf length, flag leaf width, number of nodes per plant, length of the upper internode. The results of this study showed highly significant differences between genotypes for studied traits. Furthermore, our results showed that the morphological traits studied (plant height, flag leaf length, flag leaf width, node number per plant, and length of the upper internode) had the following respectively ranges (47.43 -77.57 cm, 9.00-15.57 cm, 4.21- 6.93mm, 2.14 -3.00, 9.64-17.57 cm, respectively). The analysis indicated that there was a positive significant correlation among the most morphological traits studied. The cluster analysis showed that the genotypes of the fourth group, (H5, M75 and A121) had the best genotypes for morphological traits studied. These genotypes can be used in future breeding programs.

Doğu Anadolu'nun Doğal Çayır ve Meralarında Yayılış Gösteren Domuz Ayırığı (*Dactylis glomerata* L.) Genotiplerinin Bazı Morfolojik Özelliklerin Taranması

Makale Bilgileri

Geliş: 12.10.2020

Kabul: 08.01.2021

Online Yayınlanma 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.809169

Anahtar kelimeler

Dactylis glomerata,
Örnek olarak;
Morfolojik karakter.
Yem bitkisi

Öz: Domuz ayırığı (*Dactylis glomerata* L.), serin iklimlerde doğal olarak yayılış gösteren çok yıllık bir yem bitkisidir. Bu çalışma 2019 yılı vejetasyon döneminde Doğu Anadolu Bölgesi'nde yürütülmüştür. Çalışma, bölgemizin çayır ve meralarında doğal olarak yetişen Domuz ayırığı (*Dactylis glomerata* L.) genotiplerinin morfolojik özelliklerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Yapılması planlanan ıslah çalışmaları için en uygun Domuz ayırığı (*Dactylis glomerata* L.) genotipleri belirlenmeye çalışılmıştır. Her lokasyondaki bitkilerden şansa bağlı olarak toplanan tohumlar serada ekilmiştir. Çıkış yapan bitkiler tarlaya şaşırtılmıştır. Genotiplerin bitki boyu, bayrak yaprak boyu, bayrak yaprak eni, üst boğumlar arası uzunluğu ve bitki başına boğum sayısı incelenmiştir. İncelenen özellikler açısından genotipler arasında önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Bitki boyu, bayrak yaprak boyu, bayrak

yaprak eni, boğum sayısı ve üst boğumlar arası uzunluğu sırasıyla 47.43 -77.57 cm, 9.00-15.57 cm, 4.21- 6.93mm, 2.14 -3.00 ve 9.64-17.57 cm olarak ölçülmüştür. İncelenen morfolojik özellikler arasında pozitif ve anlamlı korelasyon belirlenmiştir. Kümeleme analizinde dört grup oluşmuş, H5, M75 ve A121 morfolojik olarak en üstün genotipler olarak belirlenmiş ve ıslah materyali olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

1. Introduction

Orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) is a widespread, highly cross-pollinated, cool-season, perennial grass, which is strongly adaptive to several environmental conditions (Madesis et al., 2014). The genus *Dactylis* is an essential forage crop, with a large geographical distribution in temperate zone. This genus includes one species, *Dactylis glomerata*; this species encompasses many subspecies whose traits have not been completely characterized (Zhao and Cheng, 2016).

Meadows and pastures are the most important gene sources in Turkey. Early grazing and overgrazing have affected negatively the botanical composition of these areas; consequently, their production and biodiversity have decreased. Fodder crops grown in agricultural fields and natural ranges and pastures constitute the most important inputs in the production of animal food, which is of great importance in human nutrition. In addition, fodder crops grown in agricultural fields produce organic matter that benefits poor soil and other field crops (Mut and Ayan, 2008).

Natural pastures are important genetic resources in the development of new plant species and such lands constitute almost one-fifth of Turkey's surface area. In order to provide adequate and cheap animal products through securing quality fodders for our animals, it is necessary to improve our pastures and to forage crop cultivation within the field of agriculture (Uysal et al., 2015). For this reason, through breeding programs, it is necessary to develop types of high-quality fodder plants that can be cultivated within agricultural fields or in different environmental sites (Jiang et al., 2013).

The Eastern Anatolia region of Turkey is home to many rangelands and forage crop species (Aygün et al., 2009). Furthermore, it has 35% of total pasture lands, which are considered a gene source of various plants used in pasture and meadows of Turkey (Uysal et al., 2015). It is one of the richest countries in the world in terms of a variety of plants. The most important reasons for this are: climate differences, topographic diversity, geological diversity, diversity of water sources, and altitude differences (Erdoğan et al., 2018). Although it has excellent potential concerning both the rehabilitation of natural rangelands and the establishment of artificial pastures, studies on the possibilities of cultivation of these genotypes are almost nonexistent. Thus, there is a need for characterization of those species widely found in the natural rangelands of the region. This is of importance regarding the sustainability and success of new variety development and rangeland rehabilitation studies since these lines and genotypes can easily be cultivated, and they can prove high and sustainable yield level especially under the influence of the East Anatolian climate due to natural selection over thousands of years.

The aim of this research was to study the morphologic characteristics of natural orchardgrass and to assess the genetic diversity of collected genotypes from 20 different geographically locations in Eastern Anatolia to determine the best genotypes available for future breeding programs.

2. Material and Methods

2.1. Climate characters

The research was carried out in the experimental field and greenhouse of Van Yüzüncü Yıl University Faculty of Agriculture, Field Crops Department. Climate factors of the experiment site recorded during the growing season of (2019); Monthly total rainfall (mm), monthly average temperature (C°) and long years average values were given in (Table 1) (Anonymous, 2019).

Table 1. Climatic information for the studied area (Temperature (C°) and rainfall (mm) for the studied area (Van city) during the growing season and through long term) (Anonymous, 2019)

Month	During growing season in 2019				Long term (C°)			
	Temperature (C°)			Rainfall (mm)	Temperature (C°)			Rainfall (mm)
	Max	Min	Average		Max	Min	Average	
March	6.5	-2.8	1.5	46.4	6.8	-2.1	1.9	48.9
April	12.8	2.5	7.6	55.6	12.9	3.3	8.1	53.2
May	18.5	7.0	13.1	45.9	18.2	7.6	13.2	48.3
June	23.9	10.8	18.2	18.6	23.9	11.7	18.6	17.9
July	28.2	14.6	22.2	6.2	28.0	15.5	22.5	6.2
August	28.4	14.6	22.1	5.8	28.1	15.4	22.1	4.2
September	24.3	10.7	17.8	15.8	24.1	11.5	17.5	14.0

2.2. Materials

The seeds of *Dactylis glomerata* L. were randomly collected from 20 different locations which are naturally spread in Flora of the Eastern Anatolia Region of Turkey during July and August in 2018. (Table 2)

Table 2- The genotypes used in the study and geographical regions where they were collected

N0	Genotype	Location	Latitude	Longitude	Altitude (m)
1	H2	Hakkari – Merzan	37°33.639'	043°41.629'	2166
2	H3	Hakkari – Ademan	37°33.502'	043°40417'	2543
3	H5	Hakkari - Kamışlı köyü	37°34.259'	043°32195'	1717
4	H6	Hakkari - Cevizdibi köyü	37°32.511'	043°29609'	1575
5	H21	Hakkari- Durkankaya	37°37.980'	043°37165'	2999
6	H27	Hakkari - Durkankaya	37°37.648'	043°37355'	3011
7	H41	Hakkari – Merkez	37°43.755'	043°58169'	2347
8	M74	Muş-Varto	39°09.297'	041°41311'	2073
9	M75	Muş-Varto	39°09.489'	041°41010'	2088
10	M81	Muş- Merkez	38°35.980'	041°33786'	1438
11	M115	Muş-Bulanık	38°49314'	041°72540'	1532
12	A121	Iğdır -Patnos	39°14116'	042°54890'	1637
13	V141	Van-Erçiş	39°05549'	043°37911'	1750
14	R163	Eğdir-Merkez	38°49922'	043°40526'	1725
15	V189	Van-Kampüs	38°57119'	043°28818'	1665
16	V202	Van-Bostanci	38°52552'	043°44658'	1688
17	K240	Kars-Dağpınar	40°47510'	043°31681'	2119
18	V241	Van- Gevaş	38°29934'	043°10640'	1750
19	B261	Bitlis-Merkez	38°42022'	04°212354'	1558
20	E283	Erzurum-Merkez- Saltuklu	39°90226'	041°97740'	1870

The seeds of plants in each location were mixed together, and then the seeds of each location were planted in greenhouse in pots with a height of 22.5 cm, a base diameter of 7.5 cm and a top diameter of 10 cm, in each pot. After completion of germination and growth, the seedlings in each genotype were transferred into the field and were planted in seven replications by randomized complete block design (RCBD). In the field, plants were planted by lines, with spacing of 30*50cm.

The observations were obtained from plants of each line with during the season of 2019. N, and P₂O₅ fertilizer as well as organic fertilizer (animal manure) were applied and mixed into the surface of soil. In addition, the irrigation for seedlings was carried out regularly. Moreover, weed control was carried out by hoeing.

In each line, 7 plants of each genotype randomly were sampled for five morphological characteristics: Plant height (The distance between soil surface and portion of the spike (cm)), Flag leaf length (Mature leaf length (cm)), Flag leaf width (Mature leaf width (mm)), node number per plant (node number per plant), length of the upper internode (the length of the node of top (cm)). (Ozkose and Tamkoc, 2014)

2.3. Statistical Analysis of Morphological Data

Statistical analysis was performed with Microsoft Excel and SPSS v23 and GenStat v12 software. A descriptive summary of morphological traits was calculated for each trait and means were compared by ANOVA followed by LSD tests to investigate further the differences between these morphological traits. Histograms were constructed to show the frequency distribution of morphological traits studied. UPGMA dendrogram cluster analysis was drawn for grouping the collected genotypes studied. Correlation tests were performed between morphological traits studied.

3. Results

3.1. Morphological traits

Plant height: According to analysis of variance for plant height, there were highly significant ($p < 0.01$) differences between genotypes. The mean of plant height for 20 genotypes studied was 59.10 cm (Table. 3). The highest genotype was M 75 with (77.57) cm, whereas the lowest plant height genotype was H27 (47.43 cm) (Table 4). Coefficient of variation (CV%) was 12.5% (Table.3). The frequency distribution of plant height showed that the vast majority of genotypes were between 55 and 65 cm (Figure.1).

Flag leaf length: The variance analysis for flag leaf length ($p < 0.01$) indicated that highly significant differences between genotypes. The average of the flag leaf length of Orchardgrass genotypes was 11.62 cm (Table. 3). Genotype M75 (15.57 cm) was the longest flag leaf length, while genotype V241 (9.00 cm) had the shortest flag leaf length (Table .4). Coefficient of variation (CV%) was 20.5%. (Table .3). Frequency distribution of flag leaf length showed that the most of genotypes were between 10 and 12 cm (Figure.1).

Flag leaf width: According to analysis of variance for flag leaf width ($p < 0.01$), there were highly significant differences between genotypes. The average of the flag leaf width of Orchardgrass genotypes was 5.62 mm (Table.3). Genotype A121 (6.93 mm) had the highest flag leaf width, while genotype E288 (4.21 mm) had the lowest flag leaf width (Table 4). Coefficient of variation (CV %) for this trait was 14.3% (Table.3). Frequency distribution of flag leaf width showed that the most of genotypes were between 5.00 and 6.00 mm (Figure.1).

Node number per plant: According to analysis of variance for, there were highly significant differences between genotypes for node number/plant ($p < 0.01$). The average node number/plant for Orchardgrass genotypes was 2.79 (Table. 3). Genotypes H5, M75, M115, K240, V189, V202 were the largest node number/plant 3.00, while the smallest node number/plant were 2.14 at H27 genotype (Table 4). The CV% for this trait was 13.0% (Table.3). Frequency distribution of average node number per plant showed that the most of genotypes were between 2.50 and 3.00 (Figure.1).

Length of the upper internode: Variance analysis for length of the upper internode indicated highly significant differences between genotypes ($p < 0.01$). The mean of length of the upper internode of Orchardgrass genotypes was found as 13.19 cm (Table.3). Genotype M75 and V189 (17.57cm) was the highest length of the upper internode while genotype H3 (9.64 cm) had the lowest value for this trait (Table 4). The CV% for this trait was 17.4% (Table.3). Frequency distribution of length of the upper internode showed that the most of genotypes were between 11.00 and 13.00 cm (Figure.1).

Table .3. Summary of statistical values observations for some morphological traits of 20 Orchardgrass genotypes

	Minimum	Maximum	Mean	Mean	Std. Error	Std. Deviation	Variance	CV%
Plant height (cm)	47.43	77.57	59.10	0.97		11.51	132.49	12.5
Flag leaf length(cm)	9.00	15.57	11.62	0.24		2.89	8.33	20.50
Flag leaf width (mm)	4.21	6.93	5.62	0.09		1.017	1.03	14.30
Node number per plant	2.14	3.00	2.79	0.03		0.41	0.17	13.00
Length of the upper internode (cm)	9.64	17.57	13.19	0.27		3.18	10.10	17.40

CV = Coefficient of variation.

Table .4. Significant differences for morphological traits of Orchardgrass

Genotype	Plant height (cm)	LSD Group	Flag leaf length (cm)	LSD Group	Flag leaf width (mm)	LSD Group	Node number per plant	LSD Group	length of the upper internode	LSD Group
H2	55.43	F-I	10.79	E-G	5.50	C-E	2.86	A-B	11.36	D-G
H3	48.57	H-I	11.39	D-G	5.79	B-E	2.86	A-B	9.64	G
H5	72.29	A-C	14.86	A-B	6.50	A-B	3	A	16.36	A-B
H6	49.57	H-I	12.14	C-E	5.93	B-D	2.71	A-B	11.00	E-G
H21	55.57	F-H	10.71	E-G	6.43	A-B	2.86	A-B	13.00	C-E
H27	47.43	I	10.29	E-G	5.86	B-E	2.14	C	10.17	F-G
H41	54.71	G-I	11.86	D-F	5.36	C-E	2.57	B	11.50	D-G
M74	48.43	H-I	10.29	E-G	4.50	F-G	2.86	A-B	10.71	E-G
M75	77.57	A	15.57	A	6.57	A-B	3.00	A	17.57	A
M81	55.86	F-H	12.36	B-E	5.93	B-D	2.71	A-B	12.57	C-F
M115	63.14	D-F	10.07	E-G	5.86	B-E	3.00	A	12.43	C-F
A121	76.29	A-B	14.64	A-C	6.93	A	2.86	A-B	17.21	A
V141	62.71	D-G	9.86	E-G	5.36	C-E	2.71	A-B	14.50	B-C
R163	69.00	B-D	10.93	D-G	5.36	C-E	2.57	B	14.21	B-C
V189	67.00	C-E	11.86	D-F	5.29	D-E	3.00	A	17.57	A
V202	58.43	F-G	12.21	C-E	5.07	E-F	3.00	A	13.69	C-D
K240	57.71	F-G	10.93	D-G	5.36	C-E	3.00	A	12.43	C-F
V241	48.00	H-I	9.00	G	4.47	F-G	2.71	A-B	13.50	C-D
B261	59.00	E-G	13.39	A-D	6.14	A-C	2.86	A-B	12.93	C-E
E283	55.29	F-I	9.36	F-G	4.21	G	2.57	B	11.50	D-G
LSD 0.05 = 7.85		LSD 0.05 = 2.50		LSD 0.05 = 0.43		LSD 0.05 = 0.39		LSD 0.05 = 2.42		

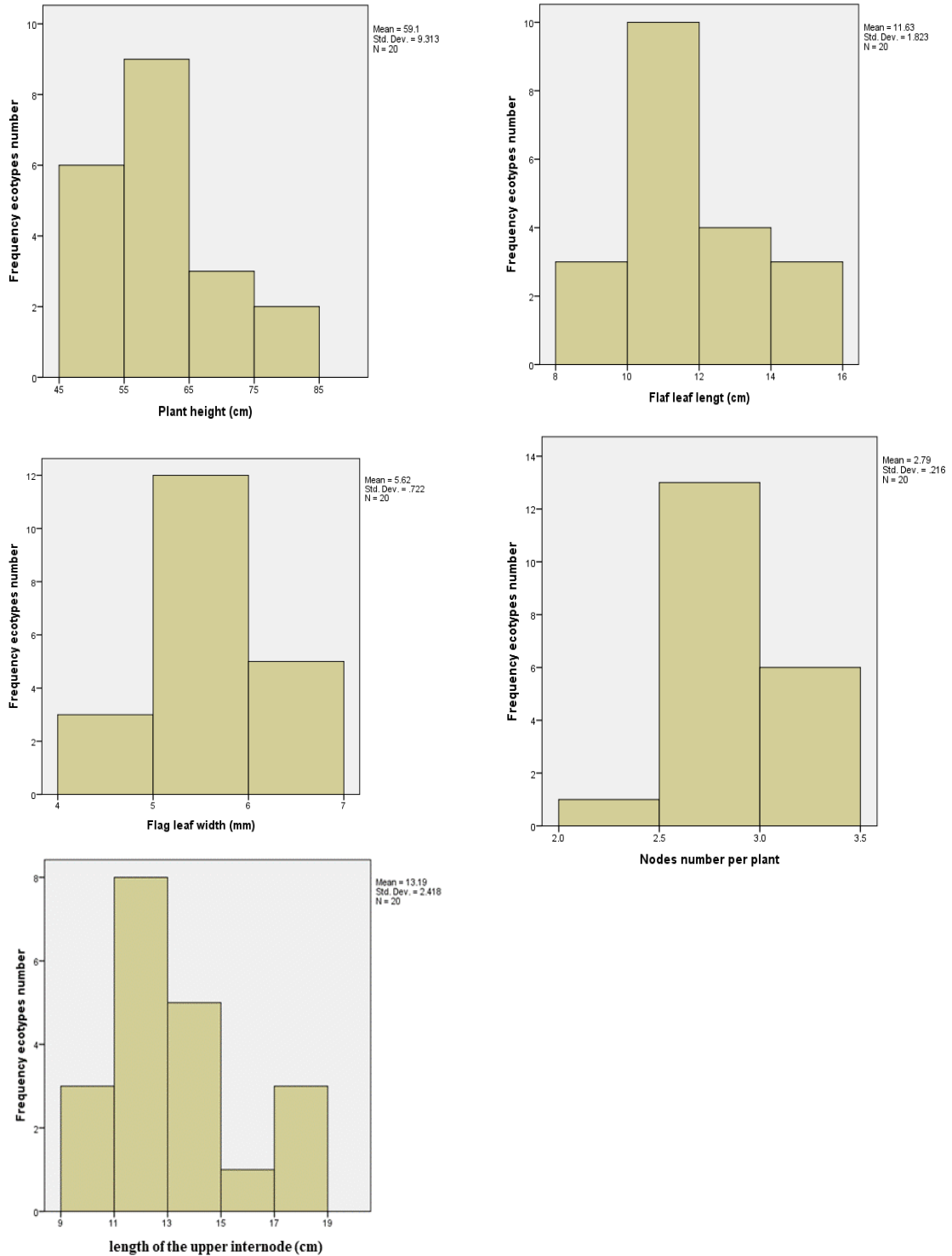


Figure 1. Frequency distribution of morphological traits of Orchardgrass genotypes.

3.2. Cluster analysis

UPGMA dendrogram (Figure 2.) was drawn and evaluated as four groups to present the relationships among genotypes. Cluster analysis is usually used for grouping the collected germplasm.

Orchardgrass genotypes were divided into 4 groups based on cluster analysis. The genotypes H5, M75 and A121 were placed into the fourth group and they had the highest value and mean for all morphological studied traits (Table 5.). However, the genotype H27 was placed into the second group

and this genotype had the lowest value and mean for plant height, and node number per plant, as well as the third group consisting of M74, V241, and E283 genotypes which having the lowest value and mean for flag leaf length and flag leaf width, while the first group consisting of H2, H3, H6, H21, H41, M74, M115, V141, V163, V189, V202, K240 and B261 genotypes. In general the first group had the medium values for all studied traits; however M115, V142, R163 and V189 had high plant height, while the B261 had high flag leaf length and width, for node number per plant V189 and V 202 had high value, as well as V 189 had highest value for Length of the upper internode.

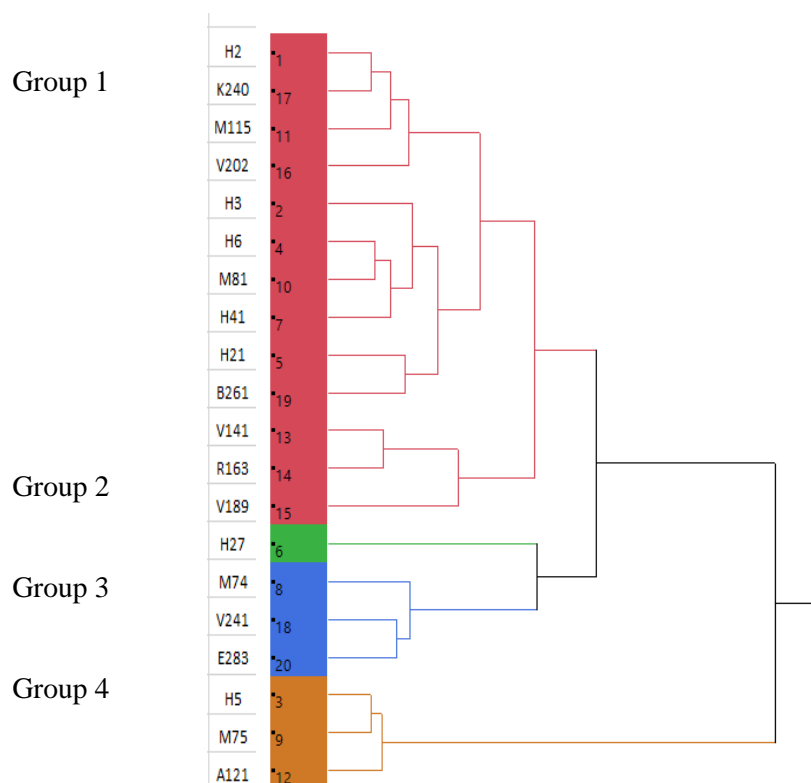


Figure 2. UPGMA dendrogram of some morphological traits of the studied genotypes for 20 Orchardgrass genotypes.

Table 5. The mean of morphological traits in each cluster group

Cluster group	Plant height (cm)	Flag leaf length (cm)	Flag leaf width (mm)	Node number per plant	Length of the upper internode (cm)
Group 1	58.21	11.42	5.64	2.82	12.83
Group 2	47.43	10.29	5.86	2.14	10.17
Group 3	50.57	9.55	4.39	2.71	11.90
Group 4	75.38	15.02	6.67	2.95	17.05

3.3. Correlation

The positive significant correlation was between all traits studied except node number per plant with flag leaf length and flag leaf width was not significant. (Table .6).

Table 6. correlations between studied morphological trait for Orchardgrass

	Flag leaf length (cm)	Flag leaf width (mm)	Node number per plant	Length of the upper internode (cm)
Plant height (cm)	0.47**	0.37**	0.21*	0.75**
Flag leaf length(cm)	1	0.58**	0.11	0.34**
Flag leaf width (mm)		1	0.10	0.25**
Node number per plant			1	0.17*

*Correlation is significant at the 0.05 level.

** Correlation is significant at the 0.01 level.

4. Discussion and Conclusion

Prior studies have studied the genetic diversity of *Dactylis glomerata* L by assessing many genotypes in many different geographic locations, and these studies have found there were significant differences among the studied genotypes for the morphological traits (Sagsoz et al., 1996; Garcia and Lindner, 1998; Sahuquillo and Lumaret, 1999; Tuna et al., 2004; Mut and Ayan, 2008; Peng et al., 2008; Ayan et al., 2010; Uysal et al., 2015).

In the current study, the genotypes of *Dactylis glomerata* were collected from the different geographical locations of the Eastern Anatolia region and then planted in the same location to determine the genotypic features of these plants by eliminating the effects of environmental factors by the current study. This method was consistent with previous studies carried out by (Ayan et al., 2006, Mut and Ayan, 2008; 2010; Uysal et al., 2015). Several previous studies were carried out to evaluate the genetic diversity of Orchardgrass genotypes in many different geographic locations, for example (Uysal et al., 2015) has assessed the genetic diversity of Eastern Anatolia region that were collected from natural vegetation of Ağrı, Ardahan, Artvin, Bayburt, Bingöl, Erzurum, Kars and Muş to determine the genotypes available for breeding. Moreover, (Mut and Ayan, 2008) have collected the plants of Orchardgrass from different places of Ondokuzmayıs University Kurupelit campus to determine the genetic diversity among these plants. In addition, (Sagsoz et al., 1996) found differences in terms of morphological and biological characters among the plants of Orchardgrass that were collected from the different regions of Erzurum. As with other studies, Orchardgrass plants were collected from natural flora of Samsun, Sinop and Ordu provinces located in the Middle Black Sea Region (Ayan et al., 2010), While (Madesis et al., 2014) sampled their genotypes from 3 geographically separate locations in north, central, and south Greece.

The most important finding of this study was the highly significant differences ($P < 0.01$) between studied genotypes for all morphological studied traits (plant height, flag leaf length, flag leaf width, node number per plant, length of the upper internode). This finding is consistent with that of (Madesis et al., 2014) who found significant differences among the studied locations ($P \leq 0.05$) for 7 of the 8 morphological traits.

In the present study, the plant heights ranged between 47.43 to 77.57 cm, in other previous studies by (Tosun and Sagoz, 1994; Mika, Kohoutek, and Odstreilova, 2002; Mut and Ayan, 2008; Aygün et al., 2009; Ayan et al., 2010; Uysal et al., 2015) the plant height were respectively (59.8-64.5 cm, 49.1- 95 cm, 74.7-101.47 cm, 63.00 -160.00 cm, 45.5- 114.6 cm, and 70-111cm). In the current study, the flag leaf length of studied plants ranged between 9.00 -15.57 cm. Various studies reported between 14.99- 27.40 cm, 7.00–20.50 cm, 2.00 - 36.00 cm, and 7.00 -26.00 cm, in respective order by (Tosun and Sagoz, 1994; Aygün et al., 2009; Ayan et al., 2010; Uysal et al., 2015). For flag leaf width ranged between 4.21 to 6.93 mm, in previous study (Tosun and Sagoz, 1994; Aygün et al., 2009; Ayan et al., 2010; Uysal et al., 2015) reported different results, respectively were 5- 11 mm, 5.18-7.19 mm, 2.70-10.00 mm, and 3.00-5.00 mm. In the current study, the node number per plant ranged between 2.14 to 3 nodes per plant. Several previous results by (Tosun and Sagoz, 1994; Mut and Ayan, 2008; Ayan et al., 2010; Uysal et al., 2015) were consistent with our findings that have shown the nodes number per plant were between (2.7-4.0 nodes per plant, 3-6 nodes per plant, 3-5 nodes per plant, 2-7 nodes per plant). However, our finding is contrary to previous study by (Mut and Ayan, 2008) which have suggested that the node number plant were not significantly different among the genotypes. The current study found that the length of the upper internode was between 9.64 to 17.57 cm. Several studies (Ayan et al., 2010; Uysal et al., 2015) have shown that the length of the upper internode were respectively 1.50-29.30 cm and, 15-27cm.

A possible explanation for differences in the morphological traits might be that studied plants were sourced from highly different altitudes. Another possible explanation for this is genetic differences between these studied plants that were obtained from different locations. Furthermore, this differentiation might be attributed to the species mating system, gene flow, genetic drift, long term evolutionary history (Hogbin and Peakall, 1999), habitat differentiation, or management (Peter Schmid et al., 2008). Also, this difference may be explained by the fact that inter location differences may be due to genetic structure of Orchardgrass (Tükel and Hatipoğlu, 1994; Mut and Ayan, 2008).

The current study found that positive significant correlations between the studied morphological traits. This finding is consistent with that of (Tosun, Sagsoz, and Akgun, 1996) who

found positive and significant correlations between some morphological traits such as hay yield and plant height, leaf length, leaf width.

In the present study, UPGMA dendrogram was drawn to evaluate the morphological traits for *Dactylis glomerata* and to classify the collected genotypes in different groups. Our current study found Orchardgrass genotypes were divided into 4 groups based on cluster analysis. The genotypes H5, M75 and A121 had the highest value and mean for all morphological studied traits. A possible explanation for this might be that these genotypes have adapted well with the new environment. Also maybe the positive significant correlations between these traits contributed to be this group has the highest value for all studied traits. Similar to previous studies (Aygün et al., 2009; Uysal et al., 2015), they drew UPGMA dendrogram to grouping the collected germplasm. The differences in morphological traits between cluster groups may be explained by the fact that these differences are not caused by environmental conditions (Aygün et al., 2009). Another possible explanation for this may be due to only genetics factor differences between these groups.

In general, Orchardgrass is an important plant due to the fact that it is consumed with appetite by animals. furthermore, Orchardgrass is tolerant to drought, cold, grazing, cutting (Manga, Acar, and Ayan, 2002; Açıkgöz, 2008; Ayan et al., 2010;) our results revealed significant variation among studied genotypes for studied traits plant height, flag leaf length, flag leaf width, number of nodes per plant, and the length of the upper internode. This may be considered as an advantage since it provides an opportunity in multipurpose breeding studies. Determination of the genetic diversity of these genotypes with large variations and grouping them accordingly may help in the decision-making process of the breeding line selection phase. Genotypes used in this study were very promising for releasing new cultivars to use in pasture improvement and forage cultivation, where was determined the prominent genotypes for morphological studied traits H5, M75, and A121 were can be used in future breeding programs to develop forage species in Turkey.

Acknowledgements

This paper was a part of the P.h.D thesis of Ahmad Nabhan "Characterization of Orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) Using Morphological Traits And Molecular Markers"

We thank. Prof. Dr. Murat ÜNAL, for helping us with collecting the material plants

The first and second authors are supported by the Research Fund of Van Yuzuncu Yil University (grant number FDK-2019-7650).

References

- Açıkgöz, E. (2008). Research and Experiment Methods in Agriculture (III. Pres). *Ege University Agricultural Faculty Publication*, 478.
- Anonymous. (2019). Türkiye İstatistik Kurumu 2010. Veritabanı. www.tuik.gov.tr.
- Ayan, I., Mut, H., Acar, Z., & Tongel, M. O. (2006). Determination of some agricultural and cytological characters of natural cocksfoot plants (*Dactylis glomerata* ssp. *glomerata* L.). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9(12), 2298–2302.
- Ayan, I., Mut, H., Asci, O. O., Basaran, U., & Tongel, O. (2010). Morphological traits of orchard grass accessions in Black Sea Region of Turkey. *Options Méditerranéennes-the Contributions of Grasslands to the Conservation of Mediterranean Biodiversity A*, 92, 121-124.
- Aygün, C., Çakal, Ş., Kara, A., & Müdürlüğü, A. T. A. E. (2009). Characterization of some cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) lines from the natural rangelands of Eastern Anatolia. *Biological Diversity and Conservation*, 2(2), 57–64.
- Erdoğan, I., Sever, A. L., Aygün, C., & Tuna, M. (2018). Eskişehir’de doğal alanlardan toplanan domuz aynığı (*dactylis glomerata* l.) populasyonlarında islah yönünden önem taşıyan bazı özelliklerin belirlenmesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 28(1), 45–51.
- Garcia, A., & Lindner, R. (1998). *Dactylis glomerata* genetic resources: Allozyme frequencies and performance of two subspecies on an acid sandy loam with summer drought. *Euphytica*, 102(2), 255–264.
- Hogbin, P. M., & Peakall, R. (1999). Evaluation of the contribution of genetic research to the management of the endangered plant *Zieria prostrata*. *Conservation Biology*, 13(3), 514–522.

- Jiang, L. F., Zhang, X. Q., Ma, X., Huang, L. K., Xie, W. G., Ma, Y. M., & Zhao, Y. F. (2013). Identification of Orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) cultivars by using simple sequence repeat markers. *Genetics and Molecular Research: GMR*, 12(4), 5111–5123.
- Madesis, P., Abraham, E. M., Kalivas, A., Ganopoulos, I., & Tsaftaris, A. (2014). Genetic diversity and structure of natural *Dactylis glomerata* L. populations revealed by morphological and microsatellite-based (SSR/ISSR) markers. *Genetics and Molecular Research*, 13(2), 4226–4240.
- Manga, I., Acar, Z., & Ayan, I. (2002). Grass Herbage Crops. *Ondokuz Mayıs University Agricultural Faculty Textlesson*, 6, 286.
- Mika, V., Kohoutek, A., & Odstrcilova, V. (2002). Characteristics of important diploid and tetraploid subspecies of *Dactylis* from point of view of the forage crop production. *Rostlinna Vyroba*, 48(6), 243–248.
- Mut, H., & Ayan, I. (2008). Determination of Some Morphological and Agricultural Characters of Natural Orchardgrass Plants (*Dactylis glomerata* ssp. *glomerata* L.) Collected from Different Places of Ondokuz Mayıs University Campus Area, Turkey¶. *Asian Journal of Chemistry*, 20(3), 2405.
- Ozkose, A., & Tamkoc, A. (2014). Morphological and agronomic characteristics of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) genotypes. *Turkish Journal of Field Crops*, 19(2), 231–237.
- Peng, Y. A. N., Zhang, X., Deng, Y., & Ma, X. (2008). Evaluation of genetic diversity in wild Orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) based on AFLP markers. *Hereditas*, 145(4), 174–181.
- Peter-Schmid, M. K. I., Boller, B., & Kölliker, R. (2008). Habitat and management affect genetic structure of *Festuca pratensis* but not *Lolium multiflorum* ecotype populations. *Plant Breeding*, 127(5), 510–517.
- Sagsoz, S., Tosun, M., & Akgun, I. (1996). Determination of some phenological, morphological and biological characteristics of Orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) collected from different locations. *Turkiye 3. Cayir-Mer'a ve Yembitkileri Kongresi, Erzurum (Turkey), 17-19 Jun 1996*.
- Sahuquillo, E., & Lumaret, R. (1999). Chloroplast DNA variation in *Dactylis glomerata* L. taxa endemic to the Macaronesian islands. *Molecular Ecology*, 8(11), 1797–1803.
- Tosun, M., & Sagoz, S. (1994). Erzurum yoresinde dogal olarak yetisen domuz ayrigi (*Dactylis glomerata* spp. *hispanica* (Roth) Nyman) bitkilerinde bazi morfolojik ve fenolojik ozelliklerin belirlenmesi (Determination of some morphological and phenotypic characters of Orchardgrass *Dactylis*). *Tarla Bitkileri Kongresi*, 3, 39–43.
- Tosun, M., Sagsoz, S., & Akgun, I. (1996). Determination of some chemical characters of hay, hay and seed yield of wild orchard grass (*Dactylis glomerata* L.). *Turkey III. Pasture and Forage Congress*, 402–407.
- Tükel, T., & Hatipoğlu, R. (1994). Çukurova Bölgesi'nde bulunan doğal domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.) bitkisinin morfolojik biyolojik ve tarımsal karakterleri üzerinde araştırmalar. *Tarla Bitkileri Kongresi*, 3, 25–29.
- Tuna, M., Khadka, D. K., Shrestha, M. K., Arumuganathan, K., & Golan-Goldhirsh, A. (2004). Characterization of natural Orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) populations of the Thrace Region of Turkey based on ploidy and DNA polymorphisms. *Euphytica*, 135(1), 39–46.
- Uysal, P., Uzun, M., Ozgoz, M. M., Yazici, A., Terzioglu, K., Aksakal, E., Dumlu, S. E., Cakal, S., & Haliloglu, K. (2015). Morphological and seed yield characteristics of Orchardgrass ecotypes of Eastern Anatolia Region. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics*, 1(2), 78–83.
- Zhao, X., & Cheng, Y. (2016). *Phylogenetic and Diversity Analysis of Dactylis glomerata Subspecies Using SSR and IT-ISJ Markers. October*.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)

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



Araştırma Makalesi (Research Article)

Van İli İpekyolu İlçesinde Üretilen Yonca Kuru Otuğunun Hasattan Depolamaya Kadar Besin Madde Kompozisyon Düzeyindeki Değişimin İncelenmesi**

Emine AÇIKGÖZ*¹, Murat DEMİREL²

¹ İpekyolu Tarım ve Orman İlçe Müdürlüğü 65130, Van, Türkiye

² Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 65080, Van, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-9913-0352> ²<https://orcid.org/0000-0002-2992-8393>

*Sorumlu yazar e posta: zm.emineacikgoz@hotmail.com

Makale Bilgileri

Geliş: 30.11.2020

Kabul: 20.01.2021

Online Yayınlanma 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.833824

Anahtar kelimeler

Aflatoksin,
Besin maddesi,
Yonca kuru otu.

Öz: Bu çalışmada, Van ili İpekyolu ilçesine bağlı farklı köylerde üretimi yapılan yoncanın hasattan depolanıncaya kadar geçen süreçteki besin madde değişimleri incelenmiştir. Araştırma alanı olarak 208 işletme içerisinde tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemi ile 30 işletme belirlenmiştir. Karagündüz köyünde hasat edilen yoncaların ortalama kuru madde miktarı % 40.90 olup Ağzıkara köyü hariç diğer köylere göre yüksek bulunmuştur ($P < 0.05$). Hasat sonrası kapalı ortamda kurutulmuş yoncaların ortalama ham protein (HP) içeriği % 15.30 iken, bu değer tarlada kurutma sonrasında % 12.67'ye, depolamada ise % 11.82'ye düşmüştür ($P < 0.05$). Hasat sonrası kapalı ortamda kurutulmuş yoncaların ortalama % 9.89 olan Asit Deterjan Lignin (ADL) içerikleri, depolamada % 11.61'e yükselmiştir ($P < 0.05$). Hasat sonrası kapalı ortamda kurutulmuş yoncaların ortalama % 140.86 olan toplam karoten ve % 1.66 olan kalsiyum içerikleri tarlada kurutma ve depolamada düşmüştür ($P < 0.05$). Hasatta, tarlada kurutmadan sonra ve depolama sürecinde alınan yonca kuru otu örneklerinde Aflatoksin B1, B2, G1 ve G2' ye rastlanılmamıştır. Sonuç olarak, hasatla birlikte yoncanın HP, Ca ve toplam karoten düzeylerinde bir miktar kayıplar görülmekle birlikte, yemlerde aflatoksin düzeyine rastlanılmaması yem kalitesi açısından önemli bir sonuç olarak görülmektedir.

Investigation of the Change in Nutrient Composition Level of Alfalfa Hay Cultivated in İpekyolu District of Van Province from Harvest to Storage

Article Info

Received: 30.11.2020

Accepted: 20.01.2021

Online Published 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.833824

Keywords

Aflatoxin,
Alfalfa hay,
Nutrient matters.

Abstract: In this study, the nutrient changes of the alfalfa hay from harvesting to storage period produced in different villages of the İpekyolu District of Van was examined. 208 enterprises cultivated alfalfa was determined as the research areas and 30 enterprises were selected by stratified random sampling method. The average dry matter content of alfalfa hay harvested in Karagündüz village was 40.90 % and was higher than other villages except Ağzıkara village ($P < 0.05$). While the average crude protein (HP) content of alfalfa hay dried in a closed environment after harvest was 15.30%, this value decreased to 12.67 % after drying in the field and to 11.82 % in storage ($P < 0.05$). While the average Acid Detergent Lignin (ADL) contents were 9.89 % at the time of alfalfa hay dried in a closed environment, this rate increased to 11.61 % during storage ($P < 0.05$). Although the total carotene content and calcium content at the time of alfalfa hay dried in a closed environment were 140.86% and 1.66% respectively, this level decreased after drying in the field and after storage ($P < 0.05$). Aflatoxin B1, B2, G1 and G2 were not found in alfalfa hay samples during harvesting, drying and storage periods times. As a result, although some losses were observed in HP, Ca and total carotene levels of alfalfa with the harvest, not finding aflatoxin levels in

feeds is seen as an important result in terms of feed quality.

**Bu çalışma FYL-2018-7198 numaralı Yüksek Lisans Tez Projesinden üretilmiştir.

1. Giriş

Kaba yemlerin besin madde veya fiziksel yapı bakımından en doğal halleri biçilmeden veya otlatılmadan hemen önceki halleri olup zamana bağlı olarak doğal yapısından uzaklaşmaktadır. Hasat sonrası kimi zaman fiziksel kimi zaman da kimyasal yapısının değişimi ile istisnai durumlar hariç, yem kalitesi düşmektedir.

Yemlerin, hasat anından hayvanın yemliğine gelinceye kadar ki tüm aşamalarda çeşitli besin madde kayıpları olabileceği gibi değişik mikroorganizmalarla bulaşmaları neticesinde de kalite kayıpları söz konusu olabilmektedir (Basmacıoğlu ve Ergül, 2003). Yonca kuru otunun besin madde düzeyi biçim zamanından etkilenmekteyken (Fan ve ark., 2018; Stavarache ve ark., 2015) hasat sonrasında da kurutma, taşıma ve depolama gibi faktörler de besin madde miktarının azalmasına neden olmaktadır (Nascimento ve ark., 2000; Neres ve ark., 2010). Hasat döneminde yemlere uygulanan fiziki işlemlerin yanında tarlada yemlerin bekletilme süreleri ile yağışa ve güneşe maruz bırakılma süreleri ve toprakla temas süreleri besin madde kayıplarının yanında, rutubet ve sıcaklığa bağlı olarak mantar türleri hızla üreyerek mikotoksin (küf) oluşturmaktadır (Arıkan ve Çevik, 2012). Açıkta depolanan kaba yemlerin yağın kar, yağış ve çiy etkisiyle küf mantarları için uygun ortam oluşturduğu, mantarların faaliyetleri sonucu yemlerde çürüme ve kızışma ile oluşan KM ve HP ile sindirilebilir protein kayıplarının önlenmesinin mümkün olduğu bildirilmektedir (Bastaban ve ark., 1983).

Van ili yetiştirici şartlarında elde edilen ve depolanan kaba yem örneklerinin nem içerikleri ile yıllık yağış, sıcaklık ve nispi nem ortalamaları bakımından yemlerde aflatoksin oluşumu ile toksijenik küf gelişimi bakımından olumsuz etkilenmemekle birlikte yağmur sularının yem yığınlarına sızmasından kaynaklanan lokal aflatoksin oluşumu hasatta yemlerin iyice kurutulması, mikroorganizma kontaminasyon şartlarının giderilmesi ve yemlerin yağış almayacak şekilde depolanması ile büyük ölçüde önlenilebileceği bildirilmektedir (Demirel ve Yıldırım, 2001).

Yem kalitesinin bitki türü, hasat zamanındaki olgunluk durumu, kurutma ve saklama metotları ile değiştiği düşünüldüğünde; yonca üretimi yapan çiftçilerin üretmiş oldukları yoncanın hasat anından hayvanın yemliğine gelinceye kadar ki süreçte olası besin madde değişimlerinin durum tespitinin yapılması ve var olan besin maddelerinin minimum kayıpla muhafazası ve doğru uygulamaların önerilmesi çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

Van il genelinde 2014-2018 yılları arasında desteklenen yem bitkilerinin alanları, 26638 dekar yonca ve 7760 dekar korungadan oluşmuş iken, Van ili İpekyolu ilçesi sınırları içerisinde bu alanların 7859 dekar yonca ve 3641 dekarlık kısmının korunga olduğu bildirilmektedir (Anonim, 2018). Bu bağlamda çalışmanın materyalini, Van ili İpekyolu ilçesi Tarım ve Orman İlçe Müdürlüğü Yem Bitkisi ve Hayvan Sağlığı Birimi verilerine dayanarak Van ili İpekyolu ilçesine bağlı 8 köyde (Ağzıkara, Gövelek, Karagündüz, Karakoç, Ortanca, Yalınağaç, Yukarıgüneyce ve Erçek) yonca üretimi yapan 208 işletmeciyi temsil edecek şekilde 30 işletmecinin ürettiği yonca otu örnekleri oluşturmuştur.

İşletmelerde yonca üretimi amacıyla genelde Kayseri ve Bilensoy yerli yonca tohumu çeşitlerinin kullanıldığı ifade edilmiş ve bu durum yapılan bir çalışmada da teyit edilmiştir (Turan, 2010). Örneklemde kullanılan yonca tarlaların tamamı tesis (ekim) yılından sonraki üretim yılında değerlendirmeye alınmış olup üreticilerle yapılan görüşmelerde yonca tarlalarına sadece ekim döneminden önceki sonbaharda hayvansal gübre uygulandığı ifade edilmiştir.

Denemenin yürütüldüğü 2018 yılına ait meteorolojik veriler Çizelge 2.1'de görülmektedir (Anonim, 2019).

Çizelge 2.1. Denemenin yürütüldüğü yıla ait dört farklı istasyona ait iklim verileri

Veriler	İstasyon	Aylar						
		Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım
Ortalama Sıcaklık (°C)	1*	17.50	24.06	31.38	29.23	25.54	17.24	8.16
	2*	14.66	20.66	27.76	26.52	21.35	13.26	5.28
	3*	14.73	21.00	28.12	26.89	22.55	14.87	5.99
	4*	19.54	25.23	31.09	30.03	26.29	19.18	11.24
Toplam Yağış (mm)	1*	4.03	0.67	0.23	0.10	0.02	1.75	0.98
	2*	3.84	0.53	0.01	0.08	0.03	2.45	1.77
	3*	3.81	1.35	0.33	0.00	0.04	2.33	0.96
	4*	3.85	0.53	0.01	0.08	0.03	2.45	1.77
Oransal Nem (%)	1*	64.48	49.62	31.97	38.70	40.13	64.54	79.36
	2*	82.72	61.10	32.08	37.67	30.04	66.96	90.40
	3*	80.13	56.68	31.34	37.86	37.45	62.99	87.72
	4*	58.65	45.57	30.51	41.96	40.11	59.60	72.40
Güneşlenme süresi (Saat)		7.87	11.43	12.02	11.51	10.05	6.81	4.34

2018 yılına ait (1* Özalp, 2* Ortanca, 3* Yukarıgüneyce, 4* Van Merkez Meteoroloji istasyonları).

Örnek hacminin belirlenmesinde tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmış ve ana kitleyi temsil edebilecek örnek hacmi Ağzıkara köyünde 5, Gövelek köyünde 4, Karagündüz köyünde 5, Karakoç köyünde 5, Ortanca köyünde 3, Yalınağaç köyünde 2, Yukarıgüneyce köyünde 3 ve Erçek köyünde 3 işletme olmak üzere toplam 30 işletme belirlenmiştir (Erkan ve ark., 1991).

$$n = \frac{N \sum N_h s^2 h}{N^2 D^2 + \sum N_h s^2 h} \quad (1)$$

Formülde n örnek hacmini, N ana kitledeki işletme sayısını, N_h h' inci tabakadaki işletme sayısını, $S^2 h$ h' inci tabakadaki varyansı göstermektedir. $D^2 = d^2/Z^2$ dir. Burada d kitle ortalamasında müsaade edilen hata miktarını ve Z ise belirlenen hata oranına göre, standart normal dağılım tablosundaki Z değerini belirtmektedir. Örnek hacminin belirlenmesinde % 10 hata payı ve % 90 güvenilirlik sınırları içinde çalışılmıştır.

İşletmeler sahip oldukları yonca ekim alanlarına göre üç gruba ayrılmıştır. 16 dekardan az yonca ekim alanına sahip olan 10 işletme I. gruba, 16-30 dekara sahip olan 14 işletme II. gruba ve 30 dekardan fazla yonca ekim alanına sahip 6 işletme ise III. gruba oluşturulmuştur. Deneme yapılacak olan işletmeler araştırma alanındaki işletmelere oransal dağılım esasına dayanarak paylaştırılmıştır. Yem örnekleri hasat anında (haziran-temmuz ayları), tarlada kuruduktan sonra (temmuz-ağustos ayları) ve depoda (kasım ayı) olacak şekilde üç farklı dönemde alınmıştır. Hasat zamanı yeşil yonca otları, hasat sonrası namlular ve bağ halinde tarlada kurtulan kuru yonca otları ve depo genelini kapsayacak şekilde her bir çiftçinin kendi koşullarında depoladığı yonca kuru otlarından (usulüne uygun örnekleme ile numune alınmıştır (Kutlu, 2008).

Deneme materyalini oluşturan ilgili her bir köydeki çiftçilerin yonca üretimleri ile ilgili işlemlerine ait tanıtıcı bilgiler özet olarak verilmiştir.

Ağzıkara köyünde yetiştiricilerin 4'ünün kuru yonca tarımı 1'inin ise sulu yonca tarımı yaptığı ve sulu tarım yapan yetiştiricinin çiçeklenme ortasında tırpanla, kuru tarım yapanların ise çiçeklenme sonunda makine ile hasat ettikleri görülmüştür. Tüm yetiştiriciler yonca otlarının hasattan sonra tarlada bağ şeklinde 15 gün kurutup römorkla depolama alanlarına taşımışlardır. Taşınan otlar ahırların üzerinde veya ahır yakınındaki boşluklarda yığın (taya) şeklinde 4 ay üstü açık olarak beklettikleri ve kasım ayı sonuna doğru otların üzerini çadırla örttikleri gözlemlenmiştir.

Erçek köyünde yetiştiricilerin 2'sinin kuru yonca tarımı 1'inin ise sulu yonca tarımı yaptığı ve sulu tarım yapan yetiştiricinin yoncayı çiçeklenme başında makineyle, kuru tarım yapanların ise tam çiçeklenme döneminde makine ile hasat ettikleri görülmüştür. Kuru tarım yapan yetiştiriciler yonca otlarını hasattan sonra tarlada bağ şeklinde 10 gün, sulu tarım yapan ise namlu halinde 4-5 gün kurutup römorkla depolama alanlarına taşımışlardır. Kuru tarım yapan yetiştiriciler taşınan otları ahırların üzerinde veya ahır yakınındaki boşluklarda yığın (taya) şeklinde 4 ay üstü açık bekletip kasım

ayı sonuna doğru üzerlerini çadırla örterken sulu tarım yapanın ise patozlayıp kes haline getirdiği yonca otunu kerpiç duvarlarla çevrili kapalı bir ortamda depoladığı gözlemlenmiştir.

Gövelek köyündeki yetiştiriciler, köylerinin diğer köylere göre fazla yağış aldığını düşünerek kuru yonca tarımı yaptıkları, yoncaları çiçeklenme başlangıcında biçme makinası ile hasat edip yonca otlarını tarlada bağ şeklinde 7 gün kuruttuktan sonra römorkla taşıdıkları görülmüştür. Yetiştiricilerin 1'inin taşınan otları evin bahçesinde yığın (taya) şeklinde 4 ay üstü açık bekletip kasım ayı sonuna doğru üzerini çadırla örterken 3'ünün ise patozlayıp kes haline getirdikleri yonca otunu kerpiç duvarlarla çevrili kapalı bir ortamda depoladıkları gözlemlenmiştir.

Karagündüz köyündeki yonca üretimi yapan işletmelerin 2 tanesi kuru 1 tanesi sulu tarım yapmıştır. 2 işletme ise kuru tarım yapmakla birlikte, tarlalarının Erçek Gölü kenarında ve taban suyunun yüksek olması nedeniyle sulu tarım özelliği göstermektedir. Yetiştiricilerin 2'sinin tohum bağlama başlangıcında, 3'ünün ise çiçeklenme sonunda makine ile hasat ettiği görülmüştür. Yetiştiriciler yoncalarını hasattan sonra tarlada bağ şeklinde 10-15 gün tarlada kurutup römorkla depolama alanlarına taşımışlardır. Yetiştiricilerin 3'ünün taşınan otları ahırların üzerinde veya ahır yakınındaki boşluklarda yığın (taya) şeklinde 4 ay üstü açık bekletip kasım ayı sonuna doğru üzerini çadırla örterken 2'sinin ise patozlayıp kes haline getirdikleri yonca otunu kerpiç duvarlarla çevrili kapalı bir ortamda depoladıkları gözlemlenmiştir.

Karakoç köyündeki yetiştiriciler, köylerinin diğer köylere göre fazla yağış aldığını düşünerek kuru yonca tarımı yaptıkları, yoncaları çiçeklenme başlangıcında makine ile hasat ettikleri, 2 yetiştiricinin hasat edilen otları tarlada bağ şeklinde 15 gün ve 3 yetiştiricinin ise namlu halinde 5-6 gün kurutup römorkla taşıdıkları görülmüştür. Yetiştiricilerin 2'sinin taşınan otları evin bahçesinde yığın (taya) şeklinde 4 ay üstü açık bekletip kasım ayı sonuna doğru üzerini çadırla örterken 3'ünün ise patozlayıp kes haline getirdikleri yonca otunu kerpiç duvarlarla çevrili kapalı bir ortamda depoladıkları gözlemlenmiştir.

Ortanca köyündeki yetiştiricilerin de aynı şekilde köylerinin diğer köylere göre fazla yağış aldığını düşünerek kuru yonca tarımı yaptığı, yetiştiricilerin 2'sinin yoncayı çiçeklenme başlangıcında, 1'inin ise çiçeklenme ortasında makine ile hasat ettikleri görülmüştür. 1 yetiştiricinin hasat edilen otları tarlada bağ şeklinde 15 gün ve 2 yetiştiricinin ise namlu halinde 7 gün kurutup römorkla taşıdıkları görülmüştür. Yetiştiricilerin 1'inin taşınan otları evin bahçesinde yığın (taya) şeklinde 4 ay üstü açık bekletip kasım ayı sonuna doğru üzerini çadırla örterken 2'sinin ise patozlayıp kes haline getirdikleri yonca otunu kerpiç duvarlarla çevrili kapalı bir ortamda depoladıkları gözlemlenmiştir.

Yalınağaç köyündeki 2 yetiştiricinin de kuru yonca tarımı yaptıkları, çiçeklenme ortasında makine ile hasat ettikleri otlarını tarlada bağ şeklinde 15 ve 25 gün kurutup römorkla taşıdıkları görülmüştür. İki işletmenin de patozlayıp kes haline getirdikleri yonca otunu işletme yanında açıkta 50-60 gün üstü açık bekletip sonra çadırla üzerlerini örttikleri gözlemlenmiştir.

Yukarıgüneyce köyündeki 3 yetiştiricinin ise sulu yonca tarımı yaptıkları, çiçeklenme başlangıcında makine ile hasat ettikleri otlarını namlu halinde 5 gün tarlada kurutup römorkla taşıdıkları görülmüştür. Üç işletmenin de patozlayıp kes haline getirdikleri yonca otunu kerpiç duvarlarla çevrili kapalı bir ortamda depoladıkları gözlemlenmiştir.

Hasat zamanı örnekleme havanın güneşli olduğu günlerde sabah saatlerinde yapılmıştır. Yonca otu örnekleme, bitki florası homojen olan yonca tarlalarında 1'er m²'lik 13 adet farklı alanda 5'er kg örnek alınarak karıştırılmış ve bu karışımda 10 kg yaş yem örneği alınarak yapılmıştır. Biçim anındaki KM ölçümü için alınan örnekler hızlı bir şekilde laboratuvara getirilmiştir. Örnek oda sıcaklığında, serin rutubetsiz ve kapalı ortamda kurutulmuştur. Hasattan sonra bağ, bağ yığını veya namlu halinde tarlada kurutmaya bırakılan (tarlada kurutma) yonca kuru otundan havanın açık ve güneşli olduğu günlerde yonca otlarının genelini temsil edecek şekilde 13 farklı noktadan kuruyan otun yapısına zarar vermeyecek şekilde alınan yonca otu örnekleri karışımından yaklaşık 2 kg yonca otu örnekleme yapılmıştır. Bir sonraki örnek alma işlemi olan depo dönemi ise yağışlı günlerde olmuştur. Yonca otlarının depolandığı açık ve kapalı alanlardaki ot yığınlarından ve kes haline getirilerek kapalı ortamlarda depolanan yonca otundan bütünü temsil edecek (depolama sonrası) örnekler alınmıştır. Ana kitleyi temsilen 30 işletmeye ait üç farklı zamanda (hasat anında alınan fakat kapalı ortamda kurutulmuş, tarlada kurutma sonrası ve depolama sonrası) alınıp poşetlenen yonca otu örnekleri 1 mm'lik elekten geçebilecek şekilde değirmende öğütülmüş ve 500 g'lık kısmı alınıp analizlerin yapılacağı zamana kadar derin dondurucuda saklanmıştır.

Yem örneklerinde KM, HP ve HK içerikleri (AOAC, 1990) göre, ADF, NDF ve ADL analizleri (Van Soest ve ark., 1991) ve Ham Yağ analizi Ankom XT15 cihazı kullanılarak (Komarek, ve ark., 2004) yapılmıştır. Toplam karoten analizleri (Stancher ve Zonta, 1982), aflatoksin analizi numuneden toksin ekstrakte edilme prensibine (AOAC, 2005) göre HPLC cihazında okutulmuştur. Ca, K, Na ve Mg analizleri (Karabulut ve Canbolat, 2005) yöntemine göre Atomik Absorbsiyon cihazında okutulmuştur. Denemede elde edilen veriler (SAS, 2014) paket programı kullanılarak General Linear Model (PROC GLM) prosedürü ile varyans analizine tabi tutulmuştur. Gruplara ait ortalamaların karşılaştırılmasında DUNCAN çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Veriler aşağıdaki matematik modele göre analiz edilmiştir.

$$y_{ij} = \mu + a_i + b_j + e_{ij} \quad (2)$$

y_{ij} : i' nci örnek alma dönemi ve j' nci köyden elde edilen cevap değişkeni (burada cevap değişkenlerini; KM, HP, HK, HY, ADF, NDF, ADL, Topam karoten, Ca, K, Na ve Mg göstermektedir)

a_i : i' nci örnek alma döneminin etki payı

b_j : j' nci köyün etki payı

e_{ij} : Şansa bağlı hata payı

3. Bulgular ve Tartışma

Van ili İpekyolu ilçesinin farklı köylerinde hasat edilen yoncanın KM değerleri arasında farklılıklar olduğu ve özellikle Karagündüz köyünde biçilen yoncaların KM'si % 40.90 olup Ağzıkara köyü hariç diğer köylere göre önemli derecede yüksek bulunmuştur ($P < 0.05$). Ağzıkara köyünde biçilen yoncaların hasat anındaki KM düzeyi ise % 37.50 ile Yukarıgüneyce köyünde üretimi yapılan yonca (% 28.48) KM'sine göre yüksek iken ($P < 0.05$), diğer köylerle benzer bulunmuştur (Çizelge 3.1). Karagündüz köyünde yonca hasadı çiçeklenme sonu tohum bağlama başlangıcında yapıldığı, Ağzıkara köyünde daha çok çiçeklenme sonunda diğer köylerde ise çiçeklenme başlangıcı veya çiçeklenme ortalarında yapıldığı tespit edilmiştir. Erken çiçeklenme döneminde hasat edilen yonca KM'sinin % 28.07'den çiçeklenme sonunda % 41.07'e ulaştığı (Dumlu Gül ve ark., 2015), erken çiçeklenme döneminde düşük olan KM'nin vejetatif dönemin ilerlemesi ile yükseldiği ve tohum bağlama döneminde en yüksek düzeye ulaştığı bildirilmektedir (Kim ve ark., 2004; Ünalp, 2014; Adıyaman ve Ayhan, 2016).

Kapalı ortamda kurutma, tarlada kurutma ve depolanma sonrası yonca otunun KM düzeylerinin genel ortalamalarının farklılık gösterdiği, tarlada kurutulmuş yoncada % 94.13 olan KM değerinin depolamada % 91.67'ye düştüğü görülmüştür ($P < 0.05$; Çizelge 3.1). Ağzıkara, Karagündüz, Ortanca, Yalınağaç ve Yukarıgüneyce köylerinde depolardan alınan örneklerin % KM değerleri sırasıyla % 92.03, 89.85, 92.39, 90.06 ve % 89.82 olduğu, tarladan alınan örneklerle karşılaştırıldığında ($P < 0.05$) görülmüştür. Ortanca köyünde tarlada kurutulmuş yonca otunun % KM'si % 96.50 ile diğer köylerden yüksek iken depolardan alınan yonca örneklerinin % KM'si Erçek (% 93.53) ve Yukarıgüneyce (% 89.82) köyleri birbirinden farklı ($P < 0.05$) olmakla birlikte diğer köyler benzer bulunmuştur. Hasat edilen yonca otları tarlada namlu veya bağ şeklinde her bir köyde farklı sürelerde bekletilmiştir. Tarlada güneşte uzun süre bekletilmesi yemlerin KM içeriğini artırabileceği gibi tarlada veya depoda otların yağmura maruz kalması KM içeriğinin düşmesini kaçınılmaz kılacaktır. Nitekim hasat edilen yoncanın tarlada bekletme süresi her bir köyde değişmekle birlikte ortalama 4-25 gün olduğu tespit edilmiştir. Kuru maddede görülen değişime hasat sonrası tarlada bekletilme süresinin etkili olabileceği gibi yemlerin depoya taşınmasındaki kayıpların yanında iklim koşullarının da etkili olduğu bildirilmektedir (Oktay ve ark., 1984).

Çizelge 3.1. Yonca otunun hasat anında ve hasat sonrasında % KM değerlerine ait en küçük kareler ortalaması ve standart hata sonuçları

Köyler	Hasat anında yonca yeşil otunun % KM içeriği	N	Hasat sonrası yonca otunun kuru madde (%) içeriği		
			Kapalı ortamda kurutma	Tarlada kurutma	Depolama sonrası
Ağzıkara	37.50±2.14 ^{ab}	5	93.69±0.30 ^{Aa}	93.82±0.50 ^{Ab}	92.03±0.58 ^{Bab}
Erçek	32.33±2.49 ^{bc}	3	92.42±0.42 ^{Bb}	94.45±0.16 ^{Ab}	93.53±0.16 ^{Aa}
Gövelek	31.29±1.04 ^{bc}	4	92.42±0.09 ^{Bb}	94.08±0.31 ^{Ab}	93.28±0.33 ^{Aab}
Karagündüz	40.90±2.27 ^a	5	94.06±0.29 ^{Aa}	94.08±0.25 ^{Ab}	89.85±1.70 ^{Bb}
Karakoç	29.13±0.95 ^{bc}	5	92.28±0.18 ^b	93.04±0.54 ^b	92.02±0.95 ^{ab}
Ortanca	29.24±1.80 ^{bc}	3	91.22±0.73 ^{Bc}	96.50±1.20 ^{Aa}	92.39±0.43 ^{Bab}
Yalınağaç	32.09±1.68 ^{bc}	2	91.02±0.003 ^{Bc}	94.05±0.10 ^{Ab}	90.06±0.31 ^{Cab}
Yukarıgüneyce	28.48±0.17 ^c	3	92.66±0.16 ^{Ab}	93.93±0.70 ^{Ab}	89.82±0.50 ^{Bb}
Genel ortalama		30	92.69±0.21 ²	94.13±0.29 ¹	91.67±0.40 ³

A,B, C: Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir (P<0.05); a,b,c: Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0.05); 1,2,3: Aynı satırdaki farklı rakamları taşıyan değerler arasında farklılık önemlidir (P<0.05).

Kapalı ortamda kurutma, tarlada kurutma ve depolanma sonrası yonca otunun HP, HK ve ADL içeriklerinin genel ortalamaları arasındaki farklılık (P<0.05) önemli bulunmuştur. Özellikle kapalı ortamda kurutulmuş yoncunun HP içeriği köyler genel ortalaması % 15.30'lardan tarlada kurutulmuş yoncada % 12.67'ye ve depolardan alınan yem örneklerinde ise bu değer % 11.82'ye düşmüştür (P<0.05). Kapalı ortamda ve tarlada kurutulan yoncunun HK düzeyleri benzer iken depodan alınan örneklerde bu değer % 10.87'ye yükseldiği (P<0.05), benzer şekilde hasat sonrası kapalı ortam ve tarlada kurutulan yoncunun ADL düzeyleri benzer iken depodan alınan örneklerde ise bu değer, % 11.61'e yükseldiği görülmüştür (P<0.05; Çizelge 3.2). Hasat sonrası zamana bağlı olarak yonca otu HP oranının düşmesi, HK ile ADL oranlarının yükselmesi taşıma ve depolama yapılırken yonca otunun maruz kaldığı doğal veya fiziksel işlemlerden kaynaklanmaktadır. Hatta tarladan depolamaya kadar ki süreçte kuru ot örneklerine taş, toprak, kum ve çakıl gibi inorganik maddelerin bulaşmış olabileceği ihtimalini artırmaktadır.

Karagündüz, Karakoç, Ortanca ve Yalınağaç köylerinde hasat sonrası kapalı ortamda kurutulan yoncunun sırasıyla % 15.06, 16.56, 17.35 ve 14.12 olan % HP miktarı tarlada kurutmada olduğu gibi depolamada % 10.74, 13.66, 10.37 ve 9.03 düzeylerine düşmüştür (P<0.05). Ağzıkara, Ortanca ve Yukarıgüneyce köylerinde hasat sonrası kapalı ortamda ve tarlada kurutmada düşük olan yonca % HK miktarı depodan alınan örneklerde sırasıyla % 11.21, 11.65 ve % 11.54'e yükselmiştir (P<0.05). Erçek köyünde hasat sonrası kapalı ortamda kurutulan yoncunun % 7.99 olan ADL düzeyi tarladan alınan örneklerde % 10.38'e ve depodan alınan örneklerde ise % 12.28'e yükselmiştir (P<0.05). Ağzıkara ve Karagündüz köylerinde hasat sonrası kapalı ortamda kurutulan yoncada yüksek olan % HY miktarı tarlada kurutma sonrası bir miktar düşmüştür (P<0.05). Karakoç köyünde hasat sonrası kapalı ortamda kurutulan yoncada yüksek (% 71.15) olan NDF miktarı tarlada kurutma ve depolamada sonrası alınan örneklerde düşerken düşük olan ADF miktarı ise depodan alınan yoncada % 37.59'a yükselmiştir (P<0.05). HY, ADF ve NDF bakımından diğer köylerde örnek alma dönemleri arasında farklılık gözlenmemiştir.

Hasat sonrası kapalı ortamda kurutulan yoncunun HP oranları köyler arasında farklılık bulunmazken, tarlada kurutulmuş ve depodan alınan örneklerde farklılık bulunmuştur (P<0.05).

Çizelge 3. 2. Yonca kuru otlarının kimi besin madde değerlerine ait en küçük kareler ortalaması ve standart hata sonuçları (% km'de)

Köyler	N	% HP				% HY			
		Kapalı kurutma	ortamda	Tarlada kurutma	Depolama sonrası	Kapalı kurutma	ortamda	Tarlada kurutma	Depolama sonrası
Ağzıkara	5	14.29±0.62		13.30±0.72 ^a	12.09±0.70 ^{abc}	9.00±0.19 ^{Aa}		6.87±0.48 ^{Babc}	9.20±0.20 ^{Aa}
Erçek	3	13.76±1.04		12.32±0.70 ^a	12.05±1.70 ^{abc}	8.57±0.18 ^{ab}		6.54±0.30 ^{bc}	7.53±1.12 ^{ab}
Gövelek	4	14.39±1.35		13.09±1.54 ^a	11.17±0.50 ^{abc}	8.36±0.30 ^{ab}		7.12±0.41 ^{ab}	7.06±1.25 ^{ab}
Karagündüz	5	15.06±0.95 ^A		12.82±0.74 ^{ABa}	10.74±0.98 ^{Babc}	7.54±0.31 ^{Aab}		5.37±0.16 ^{Bc}	7.91±0.98 ^{Aab}
Karakoç	5	16.56±1.03 ^A		13.83±0.58 ^{Ba}	13.66±0.53 ^{Bab}	6.67±1.01 ^b		8.58±0.73 ^a	9.09±0.07 ^a
Ortanca	3	17.35±0.55 ^A		10.70±1.54 ^{Bab}	10.37±2.05 ^{Bbc}	7.12±0.15 ^{ab}		8.05±0.51 ^{ab}	7.49±2.03 ^{ab}
Yalınagaç	2	14.12±0.90 ^A		8.53±0.04 ^{Bb}	9.03±0.16 ^{Bc}	8.35±0.0002 ^{ab}		7.11±0.54 ^{ab}	4.71±1.77 ^b
Yukarıgüneyce	3	16.82±1.73		13.95±1.08 ^a	14.03±1.13 ^a	7.12±0.53 ^{ab}		7.69±0.25 ^{ab}	7.85±1.06 ^{ab}
Genel ortalama	30	15.30±0.40 ¹		12.67±0.40 ²	11.82±0.40 ²	7.82±0.23		7.12±0.24	7.91±0.42
		% HK				% ADL			
Ağzıkara	5	9.42±0.34 ^B		9.57±0.39 ^{Bab}	11.21±0.21 ^{Abc}	9.12±0.72 ^{bc}		8.08±1.09 ^b	10.87±1.58 ^b
Erçek	3	10.11±1.00		10.96±1.01 ^a	10.60±0.60 ^{bc}	7.99±0.03 ^{Bc}		10.38±0.61 ^{ABb}	12.28±0.42 ^{Aab}
Gövelek	4	10.13±0.40		10.04±0.25 ^{ab}	10.38±0.37 ^{bc}	9.73±0.68 ^{bc}		10.38±0.61 ^b	10.80±0.42 ^b
Karagündüz	5	8.45±0.52		8.96±0.30 ^b	9.88±0.50 ^c	10.39±0.44 ^{bc}		9.75±1.31 ^b	12.08±0.47 ^{ab}
Karakoç	5	10.04±0.33		9.99±0.38 ^{ab}	10.66±0.36 ^{bc}	11.38±0.94 ^{bc}		11.11±0.61 ^{ab}	11.39±0.43 ^b
Ortanca	3	9.81±0.08 ^B		9.30±0.13 ^{Bab}	11.65±0.77 ^{Aab}	11.06±0.94 ^{ab}		10.66±2.02 ^b	12.33±1.30 ^{ab}
Yalınagaç	2	10.15±0.07		10.65±1.50 ^{ab}	12.96±0.52 ^a	13.11±0.36 ^a		14.61±0.74 ^a	15.32±0.67 ^a
Yukarıgüneyce	3	9.77±0.52 ^B		10.87±0.30 ^{ABa}	11.54±0.27 ^{Aab}	9.12±1.29 ^{bc}		8.17±0.87 ^b	9.63±0.86 ^b
Genel ortalama	30	9.65±0.19 ²		9.92±0.19 ²	10.87±0.20 ¹	9.89±0.30 ²		10.10±0.46 ²	11.61±0.41 ¹
		% NDF				% ADF			
Ağzıkara	5	54.83±1.75 ^c		54.94±1.30 ^{cd}	57.25±0.55	37.93±1.53 ^{ABab}		38.79±1.18 ^{Ab}	34.65±0.80 ^{Bc}
Erçek	3	57.84±2.54 ^c		63.66±3.20 ^a	56.82±1.66	39.03±0.47 ^{ab}		38.62±0.16 ^b	35.59±2.65 ^{bc}
Gövelek	4	58.74±0.68 ^{bc}		61.78±1.57 ^{ab}	59.73±2.07	43.95±5.08 ^{ab}		43.07±3.14 ^{ab}	37.85±2.79 ^{bc}
Karagündüz	5	62.35±1.00 ^{bc}		57.39±1.77 ^{abcd}	63.21±5.75	38.63±1.35 ^{ab}		42.16±2.22 ^{ab}	40.16±3.01 ^{abc}
Karakoç	5	71.15±3.22 ^{Aa}		52.58±0.54 ^{Bd}	57.20±2.57 ^B	37.59±0.38 ^{Cab}		42.39±0.23 ^{Aab}	39.72±1.05 ^{Babc}
Ortanca	3	56.90±2.27 ^c		58.13±3.57 ^{abcd}	63.82±2.66	35.47±1.85 ^b		41.39±2.38 ^b	43.37±2.76 ^{ab}
Yalınagaç	2	65.68±1.06 ^{ab}		61.52±2.59 ^{abc}	64.53±3.35	46.24±0.62 ^a		48.12±2.05 ^a	47.73±0.41 ^a
Yukarıgüneyce	3	55.10±3.02 ^c		55.72±2.39 ^{bcd}	60.05±5.77	38.76±3.98 ^{ab}		41.21±0.56 ^b	43.46±3.26 ^{ab}
Genel ortalama	30	60.58±1.27		57.57±0.89	59.94±1.27	39.29±0.94		41.63±0.72	39.56±9.99

A;B,C; Her bir kriter için aynı satırda dönemler arasında farklı harfleri taşıyan değerler önemlidir (P<0.05); a, b, c; Her bir kriter için aynı sütün köyler arasında farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir (P<0.05); 1,2,3; Her bir kriter için aynı satırda dönemler arasında farklı rakamları taşıyan değerler önemlidir (P<0.05).

Yukarıgüneyce köyünde tarlada kurutulan yonca HP oranı % 13.95 ile Yalınağaç köyüne göre yüksek ($P<0.05$) iken, diğer köyler ile benzer olduğu görülmüştür. Depodan alınan örneklerde de Yukarıgüneyce köyü yonca HP oranı Yalınağaç ve Ortanca köylerine göre yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Hasat sonrası kapalı ortamda kurutulan yoncanın HK oranları köyler arasında farklılık bulunmazken, tarlada kurutulmuş ve depodan alınan örneklerde farklılık bulunmuştur ($P<0.05$). Erçek köyünde tarlada kurutulan yonca HK oranı % 10.96 ile Karagündüz köyü yonca otu HK (% 8.96) içeriğine göre yüksek iken ($P<0.05$), diğer köyler ile benzer bulunmuştur. Depodan alınan örneklerinde ise Karagündüz köyü yonca HK (% 9.88) oranı Ortanca, Yalınağaç ve Yukarıgüneyce köylerine göre düşük bulunmuştur ($P<0.05$). Yalınağaç köyünde hasat sonrası kapalı ortamda kurutulan yonca ADL miktarı % 13.11 ile Ortanca köyü hariç diğer köylere göre yüksek ($P<0.05$) iken bu durum tarlada kurutma sonrası ve depodan alınan örneklere de yansımıştır. Depodan alınan örneklerinde Yalınağaç köyü yonca ADL (% 15.32) oranı Ağzıkara, Gövelek, Karakoç ve Yukarıgüneyce köylerine göre yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Karakoç köyünde hasat sonrası kapalı ortamda kurutulan yonca HY (% 6.67) oranı ile Ağzıkara köyüne göre düşük ($P<0.05$), tarlada kurutulmuş yoncada (% 8.58) ile Erçek ve Karagündüz köylerine göre ve depolardan alınan yonca örneklerinde ise (% 9.09) ile Yalınağaç köyüne göre yüksek bulunmuştur ($P<0.05$).

Ortanca köyünde hasat sonrası kapalı ortamda kurutulan yonca NDF (% 56.90) oranı Karakoç ve Yalınağaç köylerine düşük ($P<0.05$), tarlada kurutulan Karakoç köyü yonca NDF (% 52.58) oranı ise Erçek, Gövelek ve Yalınağaç köylerine göre düşük bulunmuştur ($P<0.05$). Depolardan alınan yonca örneklerin de NDF oranları köyler arasında benzer bulunmuştur. Yalınağaç köyünde hasat sonrası kapalı ortamda kurutulan yonca ADF (% 46.24) oranı Ortanca köyüne göre tarlada kurutulan yonca ADF (% 48.12) oranı Erçek, Ortanca ve Yukarıgüneyce köylerine göre ve depolardan alınan (% 47.73) örneklerde ise Ağzıkara, Erçek ve Gövelek köylerine göre yüksek bulunmuştur ($P<0.05$).

Söz konusu işletmelerden Ortanca, Karakoç, Erçek, Ağzıkara, Gövelek, Yukarıgüneyce ve Yalınağaç köylerinde yonca hasadı çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme ortasında; Karagündüz köyünde ise çiçeklenme sonu tohum bağlama başlangıcında yapılmıştır. Hasat sonrası yonca otunun taşınması ve saklanmasında uygulanan işlemler genelde benzerdir. Tüm köylerde biçilen yonca otları tarlalarda namlu veya bağ şeklinde kurutulup 4 ile 25 gün gibi değişik sürelerde bekletilen yonca otları römorklar üzerinde taşınıp ya bağ şeklinde brandalar altında yığınlar halinde veya patozlanarak kapalı ortamda kes halinde saklanmaktadır. İşletmelerin 16'sı yonca kuru otlarını patozlayarak kes halinde kapalı ortamlarda depolarken, 14 işletme ise ahır yakınlarında yağışlar artıncaya kadar yaklaşık 4 ay süreyle üstü açık yığınlar halinde beklettikleri otlarını çadırla örtmektedirler. Hasat edilen yemlerin patozlanarak kes haline getirilmesi besin madde kaybına neden olacağı (Deniz ve ark., 2000) gibi yemlerin tarlada kurutma süresi ve şekli ile tarladan depoya taşınmasındaki yaprak kayıpları da etkili olmaktadır. Yaprak kayıpları özellikle yemlerde protein ve mineral miktarlarının azalmasına yapısal karbonhidratlarının ise artmasına neden olmaktadır. Yemlerin besin madde değerleri hasat zamanına bağlı olarak değiştiği, hasat döneminin ilerlemesi ile yemlerin KM ve yapısal karbonhidrat miktarı artarken HP miktarının düştüğü bilinmektedir (Kim ve ark., 2004; Güngör ve ark., 2008; Canbolat ve Karaman, 2009; Ünalp, 2014; Dumlu Gül ve ark., 2015; Adıyaman ve Ayhan, 2016).

Hasattan sonra yemlerin güneş ve yağmura maruz kalması da besin madde miktarının azalmasına neden olduğu ve özellikle proteince zengin yaprak kısımlarının azalması ile yapısal karbonhidratların arttığı bildirilmektedir (Oktay ve ark., 1984).

Yoncanın % 10 çiçeklenmede yaprak miktarının optimum ve lignin miktarının minimum olduğu (Özyiğit ve Bilgen, 2006) genç hücre çeperlerinde düşük olan HY miktarı yaprak kaybı ile yükseldiği (Kamalak ve ark., 2005) bildirilmektedir. Kapalı ortamda kurutulmuş yoncada % 140.86 olan toplam karoten düzeyi tarlada kurutma sonrası ve depolardan alınan örneklerde sırasıyla % 109.63 ve 118.09'a düşmüştür ($P<0.05$). Kapalı ortamda kurutulan yonca Ca düzeyi % 1.66'dan depolardan alınan örneklerde % 1.38'e benzer şekilde K ve Na içeriği de kapalı ortamda kurutulan yoncada sırasıyla % 2.32 ve % 0.07'den tarlada kurutma sonrasında % 2.04 ve % 0.04'e düşmüştür ($P<0.05$; Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Yonca kuru otlarının toplam karoten, Ca, K, Na ve Mg değerlerine ait en küçük kareler ortalaması ve standart hata sonuçları

	N		Kapalı ortamda kurutma	Tarlada kurutma	Depolama sonrası
Ağzıkara	5		131.24±9.91 ^{bc}	121.59±17.04 ^{ab}	134.68±24.54 ^{ab}
Erçek	3		158.72±2.51 ^{ab}	92.01±17.73 ^{bc}	104.98±28.59 ^{ab}
Gövelek	4		140.32±7.18 ^{abc}	117.81±24.34 ^{ab}	139.22±19.96 ^{ab}
Karagündüz	5		111.43±6.64 ^c	77.37±9.62 ^{bc}	75.38±15.74 ^{ab}
Karakoç	5		171.69±16.85 ^a	164.07±9.27 ^a	150.08±14.84 ^a
Ortanca	3		143.94±7.49 ^{abc}	118.39±17.32 ^{ab}	121.95±38.32 ^{ab}
Yalınagaç	2		131.68±1.96 ^{Abc}	53.40±10.17 ^{Bc}	52.38±18.53 ^{Bb}
Yukarıgüneyce	3		140.51±14.60 ^{abc}	88.17±17.83 ^{bc}	133.24±43.00 ^{ab}
Genel ortalama			140.86±4.97 ¹	109.63±7.74 ²	118.09±9.53 ²
Ağzıkara	5		1.84±0.07 ^A	1.29±0.14 ^{Bab}	1.40±0.16 ^{Bab}
Erçek	3		1.94±0.27	1.66±0.44 ^a	1.53±0.22 ^{ab}
Gövelek	4		1.85±0.34	1.35±0.05 ^{ab}	1.39±0.17 ^{ab}
Karagündüz	5		1.38±0.13 ^A	1.65±0.12 ^{Aa}	0.98±0.10 ^{Bb}
Karakoç	5		1.62±0.11	1.64±0.1 ^a	1.61±0.19 ^{ab}
Ortanca	3		1.51±0.15	1.28±0.02 ^{ab}	1.00±0.35 ^b
Yalınagaç	2		1.60±0.12 ^A	0.97±0.14 ^{Bb}	1.40±0.09 ^{ABab}
Yukarıgüneyce	3		1.54±0.06	1.52±0.10 ^{ab}	1.87±0.13 ^a
Genel ortalama			1.66±0.07 ¹	1.45±0.06 ²	1.38±0.07 ²
Ağzıkara	5		2.60±0.33	1.83±0.50 ^b	2.22±0.26 ^{ab}
Erçek	3		1.93±0.20	1.75±0.05 ^b	1.97±0.29 ^{ab}
Gövelek	4		2.74±0.21	2.65±0.20 ^a	2.71±0.32 ^a
Karagündüz	5		2.01±0.20	1.97±0.16 ^{ab}	1.85±0.19 ^b
Karakoç	5		2.21±0.13	2.04±0.16 ^{ab}	2.27±0.10 ^{ab}
Ortanca	3		2.22±0.10	1.76±0.53 ^b	1.76±0.20 ^b
Yalınagaç	2		2.56±0.41	2.06±0.26 ^{ab}	1.95±0.55 ^{ab}
Yukarıgüneyce	3		2.32±0.11	2.18±0.30 ^{ab}	1.65±0.20 ^b
Genel ortalama			2.32±0.09 ¹	2.04±0.08 ²	2.09±0.09 ¹²
Ağzıkara	5		0.11±0.03 ^{Aa}	0.09±0.01 ^{ABabc}	0.05±0.006 ^B
Erçek	3		0.10±0.03 ^a	0.13±0.07 ^a	0.05±0.002
Gövelek	4		0.11±0.007 ^{Aa}	0.11±0.02 ^{Aab}	0.05±0.005 ^B
Karagündüz	5		0.06±0.017 ^{ab}	0.06±0.01 ^{abc}	0.05±0.01
Karakoç	5		0.03±0.004 ^b	0.03±0.002 ^{bc}	0.03±0.005
Ortanca	3		0.03±0.008 ^b	0.02±0.004 ^c	0.03±0.004
Yalınagaç	2		0.02±0.005 ^b	0.03±0.002 ^{bc}	0.03±0.008
Yukarıgüneyce	3		0.02±0.002 ^b	0.03±0.006 ^{bc}	0.03±0.003
Genel ortalama			0.07±0.0 ^{a1}	0.07±0.01 ¹	0.04±0.003 ²
Ağzıkara	5		0.28±0.03	0.22±0.44 ^{ab}	0.24±0.03
Erçek	3		0.22±0.06	0.27±0.07 ^a	0.24±0.04
Gövelek	4		0.26±0.03 ^A	0.22±0.02 ^{ABab}	0.15±0.03 ^B
Karagündüz	5		0.23±0.03	0.22±0.04 ^{ab}	0.18±0.22
Karakoç	5		0.25±0.02	0.17±0.02 ^{ab}	0.19±0.03
Ortanca	3		0.21±0.02 ^A	0.10±0.007 ^{Bb}	0.20±0.004 ^A
Yalınagaç	2		0.20±0.02	0.23±0.07 ^{ab}	0.22±0.05
Yukarıgüneyce	3		0.18±0.02	0.25±0.03 ^a	0.21±0.02
Genel ortalama			0.23±0.01	0.21±0.015	0.20±0.01

A,B, C: Her bir kriter için aynı satırda dönemler arasında farklı harfleri taşıyan değerler önemlidir (P<0.05); a, b, c: Her bir kriter için aynı sütün köyler arasında farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir (P<0.05); 1,2: Her bir kriter için aynı satırda dönemler arasında farklı harfleri taşıyan değerler önemlidir (P<0.05).

Bütün köylerin kapalı ortamlarda kurutulan yonca örneklerinde toplam karoten düzeyi yüksek olup tarlada kurutulan ve depolardan alınan örneklerde düşmüştür (P<0.05). Toplam karoten bakımından köyler arası farklılıkların olduğu, Karakoç köyünde kapalı ortamda kurutulan yonca örneklerinin toplam karoten değerleri Karagündüz ve Yalınagaç köyüne göre; tarlada kurutma sonrasında alınan örneklerde Karagündüz, Erçek, Yalınagaç ve Yukarıgüneyce köylerine göre depolardan alınan örneklerde ise yalnızca Yalınagaç köyüne göre yüksek bulunmuştur (P<0.05).

Ağzıkara, Karagündüz ve Yalınağaç köylerinde kapalı ortamlarda kurutulan yonca örneklerinde Ca düzeyleri yüksek iken depolardan alınan örneklerinde sırasıyla % 1.40, 0.98 ve 1.40'a düşmüştür ($P<0.05$). Kapalı ortamlarda kurutulan yonca örneklerinin Ca düzeyleri bakımından köyler arasında farklılığın görülmediği, tarlada kurutma sonrasında Karakoç köyü ile Yalınağaç köyü arasında ve depodan alınan örneklerde ise Ortanca köyü ile Yukarıgüneyce köyü arasında bir farklılık görülmüştür ($P<0.05$). Kapalı ortamlarda kurutulan, tarlada kurutulan ve depolardan alınan yonca örneklerinin K düzeyleri bakımından farklılıkların olmadığı gibi kapalı ortamda kurutulan yonca örneklerinin K düzeyleri bakımından köyler arasında farklılıklar bulunmamıştır. Tarlada kurutma sonrası kurutulan örneklerde Gövelek ve Ortanca köyü arasında depolardan alınan örneklerde ise Gövelek köyü ile Karagündüz; Ortanca ve Yukarıgüneyce köyleri arasında farklılık gözlenmiştir ($P<0.05$).

Ağzıkara ve Gövelek köylerinde kapalı ortamında kurutulan yoncanın Na içerikleri % 0.11 iken depodan alınan örneklerde % 0.05'e düşmüştür ($P<0.05$). Ağzıkara, Erçek ve Gövelek köylerinde kapalı ortamlarda ve tarlada kurutulan yoncanın Na içerikleri diğer köylere göre yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Gövelek ve Ortanca köylerinde kapalı ortamında kurutulan yoncanın Mg içerikleri hasattan sonra geçen süreye bağlı olarak değişmekle birlikte ($P<0.05$), tarlada kurutulan yoncanın Mg içeriği Erçek ve Ortanca köyleri arasında farklılık görülürken ($P<0.05$) diğer köyler arasında yonca Mg içerikleri bakımından farklılık görülmemiştir (Çizelge 3.3). Toplam karoten içerikleri ile Ca ve Na içerikleri değerlendirildiğinde güneş altında ve yağmurlu havalarda kurutmadan dolayı kayıplar olmuştur.

Yonca kuru otunun kuru maddesinde toplam karoten düzeyi 125 mg/kg olduğu (Cruz-Monterrossa ve ark., 2011), taze yoncada yüksek olan toplam karoten içeriğinin mikrodalga fırınında, oda sıcaklığında, 96 saat güneş ve yağmurla birlikte güneş gibi farklı yöntemlerle kurutulduğunda hızlı bir şekilde düştüğü bildirilmektedir (Park ve ark., 1983). Bazı yonca çeşitlerinin biçim sayısına ve biçim yılına bağlı olarak mineral madde ve özellikle Ca içeriklerinin değiştiği (Turan, 2010; Engin ve Mut, 2018), Ca bakımından kaybın en çok uzun süre yağmur altında kurutulan yoncalarda olduğu (Oktay ve ark., 1984) bildirilmektedir. Yonca besin maddelerinde görülen değişimin ve farklılıkların hasat sonrası tarlada bekletilme süresinin etkili olabileceği gibi, yemlerin depoya taşınmasındaki kayıpların yanında iklim koşullarının da etkili olduğu bildirilmektedir (Oktay ve ark., 1984). Hatta otların içerisine tarladan depolamaya kadar ki taşıma sürecinde taş, toprak, kum ve çakıl gibi inorganik maddelerin bulaşmış olabileme ihtimali de göz ardı edilmemelidir.

Hasat sonrası kapalı ortamda kurutulmuş, tarlada kurutulmuş ve depolardan alınan yonca otu örneklerinde aflatoxin B1, B2, G1 ve G2 çeşitlerine rastlanılmamıştır. Van ili yetiştirici şartlarında elde edilen ve depolanan kaba yem örneklerinin % nem içerikleri ile yıllık yağış, sıcaklık ve nispi nem ortalamaları bakımından yemlerde aflatoxin oluşumu ile toksijenik küf gelişimi bakımında olumsuz etkilenmediği, (Demirel ve Yıldırım, 2001) bildirilmektedir. 44 yonca kuru ot örneklerinde yapılan bir çalışmada, aflatoxin B1 konsantrasyonlarının minimum (0.00 $\mu\text{g}/\text{kg}$) ve maksimum (66.57 $\mu\text{g}/\text{kg}$) düzeylerin yasal sınırlar üzerinde olduğu (Hashemi, 2016), 76 kaba yem örneğinin ortalama aflatoxin B1 düzeyinin 1.02 $\mu\text{g}/\text{kg}$, maksimum düzeyinin ise 11.37 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olduğu bildirilmektedir (Bilal ve ark., 2014).

Sonuç olarak, yonca kuru otunun kalitesini etkileyen faktörlerin başında hasat zamanı gelmektedir. Karagündüz ve Ağzıkara köylerinde yonca hasatının tam çiçeklenme hatta aynı köyün bazı işletmelerinde tohum bağlama döneminde yapılmasından dolayı hasat anında yonca KM içeriği % 37.50 -% 40.90' lara ulaşmıştır. Hasattan sonra kapalı ortamda kurutulan yoncada yüksek olan HP, toplam karoten, Ca ve Na içerikleri ile düşük olan ADL içeriklerinin hasattan sonra tarlada kurutma ortamı ve süresi ile yonca otlarının taşınması, patozlanması ve depolanması süresince yağın kar, yağış ve çığ gibi olaylara bağlı olarak HP, toplam karoten, Ca ve Na içeriklerinin azaldığı ve ADL içeriğinin ise arttığı görülmüştür. Yoncanın % 10-15 çiçeklenme döneminde hasat edilip tarlada kuruması için uzun süre bekletilmeden en kısa sürede işletmelere taşınıp kapalı yağış almayacak şekilde sundurmalar altında patozlanmadan depolanması yaprak kaybını minimize edeceğinden besin madde kaybı önlenmiş olacaktır.

Teşekkür

TYL-2019-8569 proje numarası ile bu çalışmayı destekleyen Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'na ve Doç. Dr. Sibel ERDOĞAN'a teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Adıyaman, E., & Ayhan, V. (2016). Investigation of feed value of alfalfa (*Medicago sativa* L.) harvested of different maturity stages. *Legume Research*, 39(2), 237-247.
- Anonim. (2018). *İpekyolu tarım ve orman ilçe müdürlüğü tarımsal verileri*.
- Anonim. (2019). Van Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Verileri.
- AOAC. (1990). *Association of Official Analytical Chemists*. Official Methods of Analysis, 15th print. Washington, DC. 1, 69-79.
- AOAC. (2005). *AOAC Official Method 2003.02. Aflatoxin B1 in Cattle Feed*. Official Methods of Analysis AOAC International, Gaithersburg, MD. F
- Arıkan, L., & Çevik, D. (2012). *Aflatoxinler ve süt teknolojisindeki önemi*. III. Süt ve Süt Hayvancılığı Öğrenci Kongresi. 21 Mayıs 2012, Aksaray. 71-76.
- Basmacıoğlu, H., & Ergül, M. (2003). Yemlerde bulunan toksinler ve kontrol yolları. *Hayvansal Üretim*, 44(1), 9-17.
- Bastaban, S., Erkmen, Y., & Nalbant, M. (1983). Köy koşullarında yoncanın depolanması ve depolama süresince oluşan ham protein kayıpları üzerinde bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(3-4), 47-54.
- Bilal, T., Aksakal, Hilkat, D., Sünnetci, S., Keser, O., & Eseceli, H. (2014). Detection of aflatoxin, zearalenone and deoxynivalenol in some feed and feedstuffs in Turkey. *Pakistan Veterinary Journal*, 34(4), 459-463.
- Canbolat, Ö., & Karaman, Ş. (2009). Bazı baklagil kaba yemlerinin in vitro gaz üretimi, organik madde sindirimi, nispi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması. *Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 15(2), 188-195.
- Cruz-Monterrosa, R. G., Ramírez-Bribiesca, J. E., Guerrero Legarreta, M. J., & Hernández-Mendo, O., (2011). Carotenoids digestion in African stargrass (*Cynodon plectostachyus*) determined with in situ techniques in cattle. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14, 1011-1017.
- Demirel, M., & Yıldırım, A. (2000). Van yöresinde yetiştirici şartlarında depolanan kaba yemlerde aflatoxin oluşumunun saptanması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(1), 77-83.
- Deniz, S., Denek, N., Karlı, M. A., Yumak, H., & Nursoy, H., (2000). Farklı batözlerle öğütmenin kaba yemlerin besin madde içeriği ile yem tüketimi ve sindirilme derecesine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 11(2), 82-86.
- Dumlu Gül, Z., Tan, M., Fayetörbay Kaynar, D., & Kharazmi, K., (2015). Effects of some additives, harvest stage and wilting on quality characteristics of alfalfa silage. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 46 (2), 113-118.
- Engin, B., Mut, H., (2018). Bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin nispi yem değerleri ile kimi mineral madde içeriklerinin biçim sıralarına göre değişimi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2), 119-127.
- Erkan, O., O., Orhan, F., Budak, H. Şengül, 1991. Aşağı Mardin-Ceylanpınar ovalarındaki tarım işletmelerinin ekonomik analizi ve ileriye dönük planlaması, *Doğa Tr. Journal of Agriculture and Forestry*, 15, 58-67.
- Fan, W., Ge, G., Liu, Y., Liu, W., W. L., Jia, Y., (2018). Proteomics integrated with metabolomics: analysis of the internal causes of nutrient changes in alfalfa at different growth stages. *BMC Plant Biology*, 18(78), 1-15.
- Güngör, T., Başalan, M., Aydoğan, İ., (2008). Kırıkkale yöresinde üretilen bazı kaba yemlerde besin madde miktarları ve metabolize olabilir enerji düzeylerinin belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 55, 111-115.
- Hashemi, M., (2016). Aflatoxin B1 levels in feedstuffs from dairy cow farms in south of Iran. *Food and Agricultural Immunology*, 27(2), 251-258.

- Kamalak, A., Canbolat, Ö., Şahin, M., Gürbüz, Y., Özköse, E., Özkan, C.O., (2005). The effect of polyethylene glycol (PEG 8000) supplementation on in vitro gas production kinetics of leaves from tannin containing trees. *South African Journal of Animal Science*, 35(4), 229-237.
- Karabulut, A., & Canbolat, Ö. (2005). *Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri*. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 2.05.048.0424. 515s
- Kim, J. D., Kwon, C. H., Kim, H. J., & Kim, M. G., (2004). Effect of species and tedding frequency on the quality of annual legume hay in spring. *J. Anim. Sci. and Technol.*, 46(3), 451-458.
- Komarek, R.J., Komarek, A.R., & Layton, B. (2004). Chapter 4. Evaluation of the rapid high temperature extraction of feeds, foods and oil seeds by the ANKOMXT20 fat analyzer to the determine crude fat content. *Oil Extraction and Analysis*. AOCS Press. 41-68.
- Kutlu, H. R. (2008). *Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Adana.68.
- Nascimento, J. M., Costa, C., Silveira, A. C., & Mário Arrigoni, B. (2000). Haying method and storage length effects on chemical composition and mold. *Rev. Bras. Zootecnia*, 29(3), 669-677.
- Neres, M., Castagnara, D., Mesquita, E. E., & Zambom, M. A. (2010). Production of alfalfa hay under different drying methods. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(8), 1676-1683.
- Oktay, E., Olgun, H., & Ünal, S. (1984). Çeşitli koşullarda kurutulan yoncanın besin değerleri kaybı üzerinde bir araştırma. *Lalahan Zootečni Araştırma Enst. Derg*, 24(1-4), 3-14.
- Özyiğit, Y., & Bilgen, M. (2006). Bazı baklagiller yem bitkilerinde farklı biçim dönemlerinin bazı kalite faktörleri üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1), 29-43.
- Park, Y. W., Anderson, M. J., Walters, J. L., & Mahoney, A. W. (1983). Effects of processing methods and agronomic variables on carotene contents in forages and predicting carotene in alfalfa hay with near-infrared-reflectance spectroscopy. *Journal of Dairy Science*, 66, 235-245.
- SAS. (2014). SAS/STAT User' Guide: Statistics. Hangen and Enhanced, Version 9.4, SAS, Inst. Inc. Cary, N.C. USA.
- Stancher, B., & Zonta, F. (1982). High-performance liquid chromatographic determination of carotene and vitamin A and its geometric isomers in foods : Applications of cheese analysis. *Journal of Chromatography A*, 238, 217-225.
- Stavarache, M., & Samuil, C. (2015). *The productivity and quality of alfalfa (Medicago sativa L.) in Romanian forest steppe* . *Not Bot Horti Agrobo*, 43(1), 179-185.
- Turan, N. (2010). *Bazı yonca (Medicago Sativa L.) çeşitlerinin farklı ekim zamanlarında verim ve verim unsurlarının belirlenmesi üzerinde bir araştırma* (doktora tezi- basılmamış). Yüzüncü Yıl Üniversitesi fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Ünalp, A.E. (2014). *Farklı gelişme dönemleri ve biçim sıralarında yonca (Medicago Sativa L.) kuru otunun ham protein, selüloz ve bazı mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., & Lewis. B.A. (1991). Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



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

Araştırma Makalesi (Research Article)

The Investigation Propolis Foraging Preference of Different Honey Bee Races

Nazife EROĞLU¹, Merve KAMBUR ACAR², Meral KEKEÇOĞLU*^{3,4}

¹The Scientific and Research Council of Turkey, Marmara Research Center, Food Institute, Kocaeli, Turkey

²Düzce University, Düzce Vocational School, Beekeeping Program, 81010, Düzce, Turkey

³ Düzce University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, 81620, Konuralp, Düzce, Turkey

⁴Düzce University, Beekeeping Research Development and Application Centre, 81620, Konuralp, Düzce, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-8618-2583> ²<https://orcid.org/0000-0001-9658-6584> ³<https://orcid.org/0000-0002-2564-8343>

*Corresponding author e-mail: meralkekecoglu@gmail.com

Article Info

Received: 26.08.2020

Accepted: 15.09.2020

Online Published 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.785911

Keywords

Anatolia,
Honeybee races,
Propolis.

Abstract: In this study, it was investigated whether different bee breeds prefer different plant sources to collect propolis. For this purpose four different honey bee race (*Apis mellifera caucasica*, *A. m. carnica*, *A. m. syriaca* and *A. m. anatoliaca*) naturally have been in Turkey were placed in the same isolated apiary; and Propolis was harvested from these races. chemical contents of alcoholic extractions of the harvested propolis were analyzed by liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LCMS / MS). In addition that, the pollen content of the same propolis samples were determined with a microscope. According to the LCMS / MS results the propolis samples collected by different honey bee race differed significantly in terms of quercetin and ferulic acid. Data obtained from pollen analyses revealed that Fabaceae and Apiaceae (PD >45%) families were mostly detected in propolis samples obtained from different races. Although the pollen from the Campanulaceae family was detected only in the propolis samples from *A. m. anatoliaca* race, the pollen from Caryophyllaceae family was found in other propolis samples collected by *A. m. caucasica* races. The results of this study showed that different honey bee races tend to different plant sources and the content of propolis may differ according to the bee races.

Farklı Bal Arısı Irklarının Propolis Toplama Tercihlerinin Araştırılması

Makale Bilgileri

Geliş: 26.08.2020

Kabul: 15.09.2020

Online Yayınlanma 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.785911

Anahtar kelimeler

Anadolu,
Bal arısı ırkları,
Propolis.

Öz: Bu çalışmada farklı arı ırklarının propolis toplamak için farklı bitki kaynaklarını tercih edip etmediği araştırılmıştır. Bu amaçla Türkiye’de doğal olarak bulunduğu bilinen 4 farklı bal arısı ırkı (*Apis mellifera caucasica*, *A. m. carnica*, *A. m. syriaca* and *A. m. anatoliaca*) izole edilmiş aynı arılığa yerleştirilmiş ve bu ırklardan propolis hasadı yapılmıştır. Hasat edilen propolislerin alkolik ekstraksiyonları yapılarak sıvı kromatogram kütle spektrofotometrisi (LCMS/MS) ile kimyasal içerikleri analiz edilmiştir. Aynı zamanda aynı propolislerin mikroskop ile polen içeriği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre farklı bal arısı ırklarının topladığı propolisler kuersetin ve ferulik asit bakımından önemli düzeyde farklılık göstermiştir. Farklı ırklardan elde edilen propolis örneklerinde en fazla Fabaceae and Apiaceae (PD >45%) familyasından polenlere raslanırken, Campanulaceae familyasından polene yalnızca *A. m. anatoliaca* ırkının topladığı polenlerde ve Caryophyllaceae familyasından polenlere ise sadece *A. m. caucasica* ırkının topladığı propolislerde raslanmıştır. Bu çalışmanın sonuçları farklı arı ırklarının farklı bitki kaynaklarına yönelme

davranışında bulunduğunu ve ırka göre propolis içeriğinin değişebileceğini gstermiştir.

1. Introduction

Propolis is a heterogeneous mixture of more than 300 compounds such as resin, balsam, bee secretions, pollen, and many other organic substances that vary widely according to their botanical and geographical origin, season, climate, flora, altitude, and even honeybee species (Ghisalberti, 1979; Kutluca, 2003; řahinler and Aziz, 2005; Silici and Kutluca, 2005; Bankova et al., 2006; de Sousa et al., 2007; Sforcin, 2007; Popova et al., 2010; Miguel and Antunes 2011).

Very little information has been reported regarding why bees forage for a specific resin or propolis source in the field, this is probably due to difficulties to carry out foraging experiments which include, but are not limited to, relatively infrequent flights compared to pollen foraging, and choice of a single bee to use unobservable tree canopies (Simone and Spivak, 2012; Wilson et al., 2013). Therefore, we studied all honeybee races of *Apis mellifera* known to exist in Anatolia, primarily at the same apiary and same season, to determine if there is any variation of chemical compound of collected propolis and possible pollen contamination, during their gathering to identify preferences of botanical sources.

Knowledge of the botanical origin and chemical composition of propolis is the most important subject to understand its structure, biological activity as well as beneficial properties. Among the six main chemical types of propolis based on botanical sources poplar propolis is most often identified with the botanical source of *Populus nigra* (Bankova, 2005). Birch propolis from Russia recorded with the plant source of *Betula verrucosa* Ehrh. Poplar and other species from temperate zones such as Europe were reported (Greenaway et al., 1987; Bankova et al., 1989; 1992; Marcucci, 1995; Bankova et al., 2002; Silici and Kutluca, 2005; Bankova et al., 2006; Moreira et al., 2008; Salatino et al., 2011). On the other hand, propolis sources in other parts of the world recorded *Baccharis dracunculifolia* D.C. from Brazil (Kumazawa et al., 2003; Park et al., 2004). *Macranga* ssp. from Japan and Taiwan, *Plumeria acuminata* W. T. Aiton and *P. acutifolia* Poir from Hawaii, *Myroxylon balsamum* (L.) Harms from El Salvador and *Ambrosia deltoidea* (Torr.) Payne from Mexico (Marcucci, 1995; Wollenweber and Buchmann, 1997; Bankova et al., 2006; Salatino et al., 2011; Wilson et al., 2013).

The main biologically active substances of poplar propolis are flavones, flavanones, phenolic acids, and their esters, while birch propolis contains flavones and flavonols predominantly (Bankova, 2005). In spite of this diversity of origin, the main sources of phenolic compounds determined in Turkish propolis were the poplar bud exudates (Silici and Kutluca, 2005; Bertrams et al., 2013). Previous investigations have shown that Turkish propolis samples from different regions may be categorized into four main groups depending on its chemical composition. The typical poplar samples from Middle and West Anatolia displayed very similar phenolic and flavonoid content. However, samples from Mediterranean, and Eastern Anatolia regions revealed different substances of low phenolic and very low flavonoid concentrations which were not present in *P. nigra* L. bud exudate, but possibly of *Populus euphratica* Oliv (Bertrams et al., 2013). On the other hand, Ankara propolis obtained from distant vicinities, like Kazan and Mamak, showed the presence of more than 24 compounds so far, including pinocembrin, pinostropin, isalpinin, pinobanksin, quercetin, naringenin, galangine, chrysin, and caffeic acid (Kartal et al., 2002; 2003; Popova et al., 2005; Uzel et al., 2005). The plant source of these compounds remains unknown and there were no signs of flavonoid aglycones which are typical compounds of poplar propolis, but the existence of steroid compounds and long-chain fatty alcohols may indicate new plant sources of propolis excluding *Pinus brutia* L. as an origin (Popova et al., 2005). Nevertheless, these early studies were not represented the different foraging preferences of bee colonies.

The present study aims to evaluate propolis collecting preferences of indigenous honeybees consisting of four subspecies (*A. m. anatoliaca*, *A. m. caucasica*, *A. m. syriaca*, and *A. m. carnica*), under controlled conditions in Central Anatolia. We investigated whether propolis collecting tendency of each honeybee species toward certain resinous plants. For this reason biologically active compounds and microscopic pollen analyses were used to describe the botanical origin of propolis samples collected by different races. A total of 20 phenolic compounds, which are most commonly found in poplar propolis, were analysed by liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS).

This research is the first study using both chemical and palynological techniques to compare the different foraging preferences of honeybee subspecies and ecotypes of Turkey. Consequently, it contributes to future behaviour studies of honeybees and chemical standardization of Turkish propolis.

2. Materials and methods

The study was conducted using honeybee colonies under controlled conditions at the common Apiary in Anatolia, Turkey. This study was carried out under the same environmental conditions between April-July of 2015, and it included honeybees of the subspecies *A. m. anatoliaca*, *A. m. caucasia*, *A. m. carnica* and *A. m. syriaca*.

Plastic propolis traps with the dimensions of 420x500 mm were inserted in the early spring season of 2015, and collected by the end of the summer of the same year. Then, raw propolis samples were hand-collected from the traps by using a sharp blade and stored in deepfreeze (-25 °C) until further processing. After cooling, all propolis samples were grinded with an electrical blender (Waring 8011EB) prior to extraction. Propolis samples of approximately 5 g were extracted by maceration with ethanol (1:10 ratio, 50 mL) at room temperature of 25-30°C employing three days of 150 rpm shaker agitation. The combined extracts were filtered on paper filters of the following grades: Whatman No:1 and Whatman No:4. The obtained solution was filtered through a 0.45 µm membrane syringe filter. The propolis extracts were run as duplicate and stored on a refrigerator after analysis. All chemicals (caffeic acid phenethyl ester, dimethylaminocinnamic acid, apigenin, caffeic acid, catechin, isorhamnetin, luteolin, myristic acid, naringenin, protocatechuic acid, pinobanksin, quercetin, syringic acid, biochanin, kaempferol, chalcone, coumaric acid, rosmarinic acid, chlorogenic acid, ferulic acid) were used as standards in LC-MS/MS analysis and obtained from Sigma (Sigma-Aldrich GmbH, Sternheim, Germany). HPLC grade methanol was obtained from Sigma (Merck, Darmstadt, Germany).

This study followed a modified version of the methods given by Zohary (1973) and Yang et al. (2013). The mass-spectrometer measurements were performed on a hybrid triple quadrupole/linear ion trap mass spectrometer API 4000 QTRAP (Applied Biosystems, Darmstadt, Germany) with electrospray ionization (ESI). LC separations were performed in a C18 analytical column (Gemini® 5 µm particle size, 110 Å pore size, 50 mm x 2 mm, fully porous organo-silica LC Column). The run time for each injection was 5.5 min, the temperature of the column was 40 °C, and the injection volume was 10 µL. The mass-spectrometer worked with an electro-spray ion source (ESI) in positive mode under the selected ion monitoring (SIM) condition including a 0,70 amu width, a nebulizer pressure of 55 psi, a drying gas flow of 1 mL/min and a skimmer voltage of ~20-80 V. Data acquisition was carried out with the Workstation Method Builder.

The slightly modified methodology for pollen preparation was obtained from Warakomska and Maciejewicz (1992) and Pellati et al. (2011). Each 0.5 g powdered propolis samples were mixed with ethanol-ether-acetone (1:1:1) solution and shaken overnight. After filtering through a special filter paper with 20 µm holes, the suspension was centrifuged at 4100 rpm for 15 min. Then, the supernatant was poured on to two slides following preparation of the residues using basic fuchsine-glycerin gelatin. Pollen identification and counting were performed by microscope (Leica DM500). In accordance to melissopalynological criteria (Louveaux et al., 1970; Gençay and Sorkun, 2006), the common definition of pollen frequencies was used as PD for dominance (more than 45%), PA for accessory (15-45%), and PI for isolated (less than 15%).

SPSS-15.0.1 software package (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) was used for statistical analyses. Kruskal-Wallis test was performed depending on the chemical composition of propolis collected by each honeybee subspecies and ecotypes.

3. Results

3.1. Chemical analyses of propolis according to honeybee subspecies

The mean amount of bioactive compounds retrieved from propolis samples by four different honeybee races in the same research apiary was revealed by the existence of analyses in variable degrees. The chemical analyses by LC-MS/MS were categorized by bee subspecies. Propolis collected by *A. m. carnica* displayed the highest values of caffeic acid phenethyl ester, dimethoxy cinnamic acid, apigenin,

isorhamnetin, luteolin, myristic acid, naringenin, pinobanksin and quercetin. *A. m. anatoliaca* retrieved the highest values of protocatechuic acid, syringic acid and kaempferol; while propolis of *A. m. caucasica* had the highest content of catechol and ferulic acid; and propolis collected by *A. m. syriaca* had the highest content of coumaric acid. On the other hand, rosmarin, chalcon and chlorogenic acid results seem to be either negligible or could not be detected.

Results of the Kruskal-Wallis test retrieved no statistical differences between honeybee groups with respect to chemical analyses. Surprisingly, only the quercetin compound showed significant differences among bee subspecies according to the Kruskal-Wallis test ($P < 0.05$); and the amount of ferulic acid of propolis samples collected in the same environment vary between Syrian and Caucasian honeybee subspecies. Our chemical analyses revealed that the amount of quercetin and caffeic acid phenethyl ester were lower in the *A. m. anatoliaca* ecotype than in *A. m. caucasica*, *A. m. carnica*, and *A. m. syriaca* (Table 1).

Table 1. The chemical composition of propolis according to honey bee races and ecotypes

Chemical analytes	Mean bioactive substances of propolis \pm Std. Dev, min/max values (ppm) by species and subspecies											
	<i>A. m. caucasica</i> (N=15)			<i>A. m. anatolica</i> (N=13)			<i>A. m. syriaca</i> (N=14)			<i>A. m. carnica</i> (N=12)		
	Mean \pm Std.Dev.	Min	Max	Mean \pm Std.Dev.	Min	Max	Mean \pm Std.Dev.	Min	Max	Mean \pm Std.Dev.	Min.	Max.
Caffeic acid phenethyl ester	567.80 \pm 15.46	101	1005	174.50 \pm 30.50	144	205	641.70 \pm 17.09	113	858	771.50 \pm 0.50*	771	772
Dimethoxy cinnamic acid	895.40 \pm 25.99	149	1650	284.00 \pm 83.00	201	367	1089.20 \pm 38.10	212	1730	1326.00 \pm 0.10	1326	1326
Apigenin	282.40 \pm 42.92	141	388	128.00 \pm 51.00	77	179	358.70 \pm 95.02	92	528	391.00 \pm 1.00	390	392
Caffeic acid	480.60 \pm 13.86	69	799	78.00 \pm 25.00	53	103	465.70 \pm 13.18	57	652	563.50 \pm 0.50	563	564
Catechin	128.60 \pm 40.31	60	284	103.00 \pm 51.00	52	154	95.00 \pm 24.92	41	159	117.00 \pm 1.00	116	118
Isorhamnetin	4277.00 \pm 10.65	1109	7863	2267.50 \pm 18.50	1081	3454	5528.00 \pm 16.00	1039	8192	6062.50 \pm 0.50	6062	6063
Luteolin	4214.80 \pm 82.78	1543	6185	2023.00 \pm 43	1590	2456	4116.50 \pm 77.51	1804	5068	4374.50 \pm 0.50	4374	4375
Myristic acid	149.20 \pm 34.68	39	211	33.50 \pm 7.50	26	41	339.20 \pm 17.77	32	827	214.50 \pm 0.50	214	215
Naringenin	344.40 \pm 66.30	118	509	140.00 \pm 49.00	91	189	483.50 \pm 14.25	100	824	587.00 \pm 1.00	586	588
Protocatechuic acid	41.60 \pm 11.43	0	67	49.00 \pm 13.00	36	62	46.70 \pm 14.14	30	89	29.50 \pm 0.50	29	30
Pinobanksin	1233.00 \pm 29.30	245	1934	427.00 \pm 18.00	242	612	805.70 \pm 31.39	277	1583	1237.50 \pm 0.50	1237	1238
Quercetin	38.40 \pm 5.60	21	55	23.50 \pm 0.50	23	24	50.20 \pm 8.52	25	61	66.50 \pm 0.50	66	67
Syringic acid	51.20 \pm 8.74	33	75	110.50 \pm 17.50	93	128	95.00 \pm 31.68	51	189	103.50 \pm 0.50	103	104
Biochanin	328.60 \pm 20.69	0	1008	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kaempferol	50.60 \pm 32.45	0	157	143.50 \pm 44.50	99	188	63.00 \pm 3.00	0	252	0	0	0
Chalcone	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0
Coumaric acid	28.60 \pm 7.22	12	52	0	0	0	63.50 \pm 32.88	0	152	0	0	0
Rosmarinic acid	6.40 \pm 2.87	0	16	0.50 \pm 0.10	0	1	6.20 \pm 3.66	0	14	0	0	0
Chlorogenic acid	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0
Ferulic acid	359.80 \pm 98.16	0	589	67.50 \pm 48.50	19	116	109.00 \pm 3.36	0	236	0	0	0

3.2. Botanical analyses of propolis according to honeybee subspecies

Data obtained from pollen analyses revealed that Fabaceae (PD >45%) is the most common botanical family in all propolis samples. S1 also have high proportions of propolis from the botanical family Pinaceae. Meanwhile, *A. m. anatoliaca* held more Apiaceae, Betulaceae, Fagaceae, and Graminae; and A4 exhibited Pinaceae in the level of PA. A2 samples were also rich on Fagaceae, and Pinaceae pollen. Interestingly, C1 held accessory Fagaceae, and CA1, CA2, CA4 displayed more pollens from the botanical family Pinaceae (Table 2).

Table 2. The most frequent pollen types of collected propolis according to honey bee races *A. m. anatoliaca* (A1, A2, A3, A4), *A. m. caucasia* (CA1, CA2, CA3, CA4, CA5), *A. m. carnica* (C1, C2, C3), *A. m. syriaca* (S1, S2, S3, S4, S5) in research apiary.

Family	S1	S2	S3	S4	S5	CA1	CA2	CA3	CA4	CA5	A1	A2	A3	A4	C1	C2	C3
Apiaceae		▲	▲	▲	▲			▲	▲	▲	▲	▲		▲	▲	▲	▲
Asteraceae		▲					▲	▲	▲	▲	▲			▲	▲	▲	
Betulaceae		▲		▲	▲	▲								▲	▲	▲	
Campanulaceae												▲	▲				
Caryophyllaceae						▲	▲							▲			
Chenopodiaceae	▲			▲	▲			▲		▲	▲	▲	▲		▲	▲	▲
Ericaceae			▲		▲												
Fabaceae	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
Fagaceae			▲		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲			▲	●	●	●
Gramineae	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Lamiaceae	▲																
Pinaceae	★	▲	▲	▲	▲	●	●	▲	●	▲	●	▲	●	●	▲	▲	▲
Rosaceae											▲						
Salicaceae	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Tiliaceae		▲	▲		▲												
Malvaceae														▲			

▲ *PD=dominant (>45%), ● PA=accessory (15-45%), ★ PI = iso

4. Discussion and Conclusion

The factors affecting the composition and production of propolis by a honeybee are not truly known. Some researchers consider that seasonal factors are involved while others think inherent behavioural changes or the use of a resin (Ghisalberti, 1979; Wilson et al., 2013). Propolis collecting capability of honeybees is considered to be regulated by behavioural causes and differs from physiological properties (Barth, 1998). The foraging preferences of honeybees were investigated by the influence of pollen-based cues among six floral species, and three artificial substrates (pollen analogues). The responses of honeybees to the odours of different pollen species appear similar over those of analogue species, and individual honeybee foragers do not discriminate among sources based on intrinsic differences in quality, but, instead, efficiency of collection and recruitment (Ghisalberti, 1979). Recently, it was demonstrated that honeybees make discrete choices among many resinous plant species, even among closely related species. They use metabolomics methods after visiting for the first time like an environmental forensics to track an individual resin forager behaviour and metabolite patterns (Wilson, et al., 2013). The observed bees maintained fidelity to a single source for each foraging trip. The bees discriminately foraged for resin from eastern cottonwood (*Populus deltoides*), and balsam poplar (*Populus balsamifera*), among the many available, even closely related resinous plants which composition did not show significant seasonal or regional changes. In the present study LC-MS/MS analyses demonstrated that the pharmaceutical quality of the compounds constituting propolis may change slightly based on honeybee subspecies and pollen frequency, this also indicates different levels of abundance by subspecies. On the contrary of these outcomes, our study could not find significant differences in chemical analyses of propolis collected by the different races.

Plant secondary metabolites, like flavonoids and phenolic acid derivatives, were recorded in this study and may serve as chemotaxonomic markers (Dülger, 1997). Brazilian propolis obtained by Africanized *A. mellifera*, was classified into 12 groups based on physicochemical characteristics,

including five southern Brazilian groups, one southeastern Brazilian group and six northeastern Brazilian groups, the reported origin of these groups are resins of the poplar trees, plus *Hyptis divaricata*, and *Baccharis dracunculifolia*. It is noted that pinobanksin, pinocembrin, pinobanksin 3-acetate, chrysin, and galangin are the dominant flavonoids in propolis and poplar tree samples that were collected in southern Brazil (Pernal and Currie, 2002). Similarly, we found that propolis produced by the subspecies *A. m. carnica* had the highest amount of caffeic acid phenethyl ester, dimethoxy cinnamic acid, apigenin, caffeic acid, isorhamnetin, luteolin, myristic acid, naringenin, pinobanksin, and quercetin. Aliyazıcıoğlu et al. (2013) reported very low chlorogenic acid, epicatechin, syringic acid, and coumaric acid values with no amount of catechin in Anatolian propolis.

The chemical composition of propolis samples collected from three different honeybee subspecies in Erzurum were identified by Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) (Silici and Kutluca, 2005). It was found the differences between chemical content of propolis samples. Present study is compatible with (Silici and Kutluca, 2005)' results. In the present study propolis samples displayed the highest amount of catechin and ferulic acid gathered by *A. m. caucasica*; while protocatechuic acid, syringic acid, and kaempferol found the highest amount of propolis collected by *A. m. anatoliaca* and coumaric acid by *A. m. syriaca*.

In the recent time, the compound of propolis samples collected by different bee species was studied. The presence of phenolics was cited in 38 propolis samples produced in tropical Venezuela by imported *Apis mellifera* L., and five indigenous species of stingless bees (Chen et al., 2000). In general, no correlations between the composition of tropical propolis and the place of collection or the bee species were cited. Several chemical types of stingless bees' propolis were categorized (Silva et al., 2008), according to the prevailing type of compounds like: gallic acid, diterpenic and triterpenic types. Their study of chemical composition, and biological activity of propolis from Brazilian Meliponinae by GC-MS, showed that neither bee species nor the geographical location determine the chemical composition of Meliponinae propolis. Because of the Meliponinae forage behaviour over short distances (maximum 500 m), and use of the first plant exudate they encounter as main propolis source during their flights, these results may be expected. However, we would not compare these results with *Apis mellifera* subspecies and ecotypes used in this study due to their long flight range, assumed 2.5 km for drones Tomas-Barberan et al. (1993), and completely different collecting and hygiene behaviours considering hive antimicrobial cleaning provided mostly by propolis.

Pollen samples were examined under microscope to determine pollen contents which identified 16 plant families. The total number of pollen counted for each sample showed variations and also different organic materials and plant fragments complicating the analysis were observed in all samples. The most frequent pollen type detected was from Fabaceae family, which was found in the all samples as dominant pollen (> % 45). On the other hand, Malveaceae pollen type were in present just in A3 sample and Rosaceae pollen type were in A1 sample. Pinaceae pollen types also were detected in all samples in different ratios. Similarly, Salicaceae pollen type were isolated in all samples as isolated pollen (< % 15). Graminaeae pollen type was also monitored in all samples except from CA3 samples. It could be said that bee preferences showed even differences among same bee types considering especially each of the beehive. Pinaceae pollen type, for instance, were determined in S1 sample dominantly, however, for S2, S3 and S4 samples detected as isolated Pinaceae pollen. In a different manner, Chenopodiaceae pollen type was only recorded in two *A. m. syriaca* bee type (S1 and S4). Regarding to these results bee preferences showed big variations. The moderately observed pollens were belong to the Apiaceae, Betulaceae, Fagaceae, and Graminae families that density may differ in reference to each honeybee species. The preferences of each beehive both in the same subspecies suggested the variability of pollen abundance.

As a result, our findings of chemical composition reveal higher amount of compounds as isorhamnetin and luteolin in all bee species. Quercetin and ferulic acid showed slight differences among bee races. Maximum amount of quercetin was collected by *A. m. carnica* and ferulic acid by *A. m. caucasica*. Biochanin found only at Anatolian and Caucasian honeybees as well as coumaric acid limited to propolis samples from *A. m. anatoliaca* and *A. m. carnica*. In the view of the *A. m. carnica*, only species among others, that does not have kaempferol, rosmarinic acid, chlorogenic acid, ferulic acid in collected propolis samples. Chlorogenic acid was not encountered at propolis samples.

Propolis is a natural product with great therapeutical properties though its composition remarkably diverse and applications particularly medical use got problems with its quality control and

lack of origination. The classifying propolis plant sources from different geographic regions are crucial which biologically active compounds may lead to the formulation of local types in respect to plant origin. Further studies need to concentrate on these issues before any apitherapy applications. Additionally, further work need to be larger scale of replicates considering this is a preliminary behavioural study for honeybees in Anatolia.

Acknowledgment

This study was fully supported by The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK), BİDEB-2232 Project No: 113C036, Institution Code: 5134103 under the name of “Investigation of important honey bee, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae), subspecies and ecotypes in Turkey considering propolis collection capacity and chemical characterization of Turkish propolis”.

References

- Aliyazicioglu, R., Sahin, H., Erturk, O., Ulusoy, E., & Kolayli, S. (2013). Properties of phenolic composition and biological activity of propolis from Turkey. *International Journal of Food Properties* 16, 277-287.
- Bankova, V.S., Popov, S. S., & Marekov, N. L. (1989). Isopentenyl cinnamates from poplar buds and propolis. *Phytochemistry* 28, 871-873.
- Bankova, V., Dyulgerov, A., Popov, S., Evstatieva, L., Kuleva, L., Pureb, O., & Zamjansan, Z. (1992). Propolis produced in Bulgaria and Mongolia: phenolic compounds and plant origin. *Apidologie*, 23, 79-85.
- Bankova, V., Popova, M., Bogdanov, S., & Sabatini, A.G. (2002). Chemical composition of European propolis: expected and unexpected results. *Zeitschrift für Naturforschung C* 57, 530-533.
- Bankova, V. (2005). Recent trends and important developments in propolis research. Evid. Based Complement. *Alternative Medicine* 2, 29-32.
- Bankova, V., Popova, M., & Trusheva, B. (2006). Plant sources of propolis: an update from a chemist's point of view. *Natural Product Communications: SAGE Journals*, 1, 1023-1028.
- Barth, O. M. (1998). Pollen analysis of Brazilian propolis. *Grana* 37, 97-101.
- Bertrams, J., Kunz, N., Muller, M., Kammerer, D., & Stintzing, F. C. (2013). Phenolic compounds as marker compounds for botanical origin determination of German propolis samples based on TLC and TLC-MS. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 86, 1.
- Chen, C., Meyermans, H., & Burggreave, B. (2000). Cell-specific and conditional expression of caffeoyl-coenzyme A-3-O-methyltransferase in poplar. *Plant Physiology* 123, 853-868.
- De Sousa, J. P., Bueno, P. C., Gregório, L.E., Da Silva Filho, A. A., Furtado, N. A., De Sousa, M. L., & Bastos, J. K. (2007). A reliable quantitative method for the analysis of phenolic compounds in Brazilian propolis by reverse phase high performance liquid chromatography. *Journal of Separation Science* 30, 2656-2665.
- Dulger, C. (1997). *Kafkas, orta anadolu ve Erzurum balarısı (Apis mellifera L.) genotiplerinin Erzurum koşullarındaki performanslarının belirlenmesi ve morfolojik özellikleri*. Doctoral Dissertation, Ataturk University, Department of Zootechny, Erzurum, Turkey.
- Gençay, O., & Sorkun, K. (2006). Microscopic analysis of propolis samples collected from east anatolia (Kemaliye, Erzincan). *FABAD Journal of Pharmaceutical Sciences* 31, 192.
- Ghisalberti, E.L. (1979). Propolis: a review. *Bee world* 60, 59-84.
- Greenaway, W., Scaysbrook, T., & Whatley, F. R. (1987). The analysis of bud exudate of populus euramericana, and of propolis, by Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *Proceedings of the Royal society of London. Series B. Biological sciences* 232, 249-272.
- Kartal, M., Kaya, S., & Kurucu, S. (2002). GC-MS analysis of propolis samples from two different regions of Turkey. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 57, 905-909.
- Kartal, M., Yildiz, S., Kaya, S., Kurucu, S., & Topcu, G. (2003). Antimicrobial activity of propolis samples from two different regions of Anatolia. *Journal of Ethnopharmacology* 86, 69-73.
- Kumazawa, S., Yoneda, M., Shibata, I., Kanaeda, J., Hamasaka, T., & Nakayama, T. (2003). Direct evidence for the plant origin of Brazilian propolis by the observation of honeybee behavior and phytochemical analysis. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin* 51(6), 740-742.

- Kutluca, S. (2003). *Propolis üretim yöntemlerinin koloni performansı ve propolisin kimyasal özellikleri üzerine etkileri*. Doctoral Dissertation, Department of Zootechny, Ataturk University, Erzurum, Turkey. Turkey YOK Dissertations and Theses database. p. 145.
- Louveaux, J., Maurizio, A., & Vorwohl, G. (1970). Methodik der Melissopalynologie. *Apidologie 1*, 193-209.
- Marcucci, M. C. (1995). Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. *Apidologie 26*, 83-99.
- Miguel, M. G., & Antunes, M. D. (2011). Is propolis safe as an alternative medicine? *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences 3*, 479.
- Moreira, L., Dias, L. G., Pereira, J. A., & Estevinho, L. (2008). Antioxidant properties, total phenols and pollen analysis of propolis samples from Portugal. *Food Chemical Toxi. 46*, 3482-3485.
- Park, Y. K., Paredes, Guzman, J. F., Aguiar, C. L., Alencar, S. M., & Fujiwara, F. Y. (2004). Chemical constituents in *Baccharis dracunculifolia* as the main botanical origin of southeastern Brazilian propolis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry 52*, 1100-1103.
- Pellati, F., Orlandini, G., Pinetti, D., & Benvenuti, S. (2011). HPLC-DAD and HPLC-ESI-MS/MS methods for metabolite profiling of propolis extracts. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis 55*, 934-948.
- Pernal, S. F., & Currie, R. W. (2002). Discrimination and preferences for pollen-based cues by foraging honeybees, *Apis mellifera* L. *Animal Behaviour 63*, 369-390.
- Popova, M., Silici, S., Kaftanoglu, O., & Bankova, V. (2005). Antibacterial activity of Turkish propolis and its qualitative and quantitative chemical composition. *Phytomedicine 12*, 221-228.
- Popova, M. P., Graikou, K., Chinou, I., & Bankova, V. S. (2010). GC-MS profiling of diterpene compounds in Mediterranean propolis from Greece. *Journal of Agricultural and Food Chemistry 58*, 3167-3176.
- Sahinler, N., & Gul, A. (2005). The effects of propolis production methods and honeybee genotypes on propolis yield. *Pakistan Journal of Biological Sciences 8*, 1212-1214.
- Salatino, A., Fernandes-Silva, C. C., Righi, A. A., & Salatino, M. L. F. (2011). Propolis research and the chemistry of plant products. *Natural Product Reports 28*, 925-936.
- Sforcin, J.M. (2007). Propolis and the immune system: a review. *J. of Ethnopharmacology 113*, 1-14.
- Silici, S., & Kutluca, S. (2005). Chemical composition and antibacterial activity of propolis collected by three different races of honeybees in the same region. *Journal of Ethnop., 99*, 69-73.
- Silva, B. B., Rosalen, P. L., Cury, J. A., Ikegaki, M., Souza, V. C., Esteves, A., & Alencar, S. M. (2008). Chemical composition and botanical origin of red propolis, a new type of Brazilian propolis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine 5*, 313-316.
- Simone-Finstrom, M. D., & Spivak, M. (2012). Increased resin collection after parasite challenge: a case of self-medication in honey bees? *PLoS One 7*, 34601.
- Tomas-Barberan, F. A., Garcia-Viguera, C., Vit-Olivier, P., Ferreres, F., & Tomás-Lorente, F. (1993). Phytochemical evidence for the botanical origin of tropical propolis from Venezuela. *Phytochemistry 34*, 191-196.
- Uzel, A., Oncag, O., Cogulu, D., & Gencay, O. (2005). Chemical compositions and antimicrobial activities of four different Anatolian propolis samples. *Microbiological Res. 160*, 189-195.
- Warakomska, Z., & Maciejewicz, W. (1992). Microscopic analysis of propolis from Polish regions. *Apidologie 23*, 277-283.
- Wilson, M. B., Spivak, M., Hegeman, A. D., Rendahl, A., & Cohen, J. D. (2013). Metabolomics reveals the origins of antimicrobial plant resins collected by honey bees. *PloS one 8*, 77512.
- Wollenweber, E., & Buchmann, S. L. (1997). Feral honey bees in the Sonoran Desert: Propolis sources other than poplars (*Populus* spp.). *Zeitschrift für Naturforschung C 52*, 530-535.
- Yang, W.Q., Xu, W., Yin, Y., Zhang, X. Y., Chen, H. L., Xin, Z. H., Shen, C. Y., & Zhang, R. (2013). Determination of nitrofurantoin metabolite residues in propolis by LC-MS/MS. *Chinese Journal of Analysis Laboratory 3*, 012.
- Zohary, M. (1973). Geobotanical foundations of the Middle East. Stuttgart, Germany: Fischer.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



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

Araştırma Makalesi (Research Article)

Bazı Fidanlıklarda Görülen Toprak Kökenli Fungusların Belirlenmesi

Aysun UYSAL^{*1}, Şener KURT², Merve KARA³, Soner SOYLU⁴, Emine Mine SOYLU⁵

^{1,2,5}Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi, Hatay, Türkiye

^{2,3,4,5}Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Hatay, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-9067-285X> ²<https://orcid.org/0000-0003-4545-5968> ³<https://orcid.org/0000-0001-7320-3376>

⁴<https://orcid.org/0000-0003-1002-8958> ⁵<https://orcid.org/0000-0001-5961-0848>

*Sorumlu yazar e-posta: aysunuysal31@gmail.com, aysun.uyosal@mku.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 14.04.2020

Kabul: 13.08.2020

Online Yayınlanma 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.720126

Anahtar kelimeler

Fidanlık,
Fungus,
Peyzaj,
Tanı,
Toprak kökenli.

Öz: Gaziantep Orman Fidanlık Şefliği, Osmaniye Orman Fidanlık Şefliği, Hatay Serinyol Orman Fidanlık Şefliği ve HMKÜ kampüs fidanlık alanında 14 farklı peyzaj bitkisi türünden toplam 98 adet hastalıklı fidan örneği toplanmıştır. Bu örneklerin 81'inde, toprak kökenli hastalık etmenleri saptanmıştır. Bu etmenlerin tanımlanmasına yönelik olarak morfolojik sonuçlar değerlendirildiğinde; farklı konukçulardan elde edilen hastalık etmenlerinden 12 adedi, *Ceratobasidium* sp, 8'i *Fusarium*, 14'ü *Macrophomina*, 13'ü *Rhizoctonia*, 4'ü *Phytophthora* ve 10'u *Dactylonectria* olarak saptanmış; geriye kalan 20 tanesi de *Phoma*, *Pestalotiopsis*, *Diaporthe*, *Didymella* ve *Neopestalotiopsis* fungusları olarak belirlenmiştir. Moleküler çalışmalar kapsamında ITS1-4 primeri ile yapılan PCR çalışmaları ve DNA dizileme sonuçlarına göre tür düzeyinde tanıları yapılmıştır. Temsili seçilen 16 izolatin, NCBI GenBankası kütüphanesinden erişim numaraları alınmıştır. Sonuç olarak, fidan sağlığını gözeterek fidanlıklarda her türlü mücadele yöntemlerinin bir arada etkili ve sürdürülebilir şekilde uygulanması, peyzaj sahalarının korunmasında önemli bir yer tutacaktır.

Determination of Soil-Borne Fungi Observed in Some Nurseries

Article Info

Received: 14.04.2020

Accepted: 13.08.2020

Online Published 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.720126

Keywords

Nurseries,
Fungi,
Landscape,
Diagnosis,
Soil-Borne.

Abstract: A total of 98 diseased seedlings of 14 different landscape plants were collected from Gaziantep forest nursery chief, Osmaniye forest nursery chief, Hatay Serinyol forest nursery chief and HMKU campus nursery. Soil-borne disease factors were identified in 81 of these samples. When morphological results are evaluated for the identification of these agents; disease agents from different hosts were identified as 12 of *Ceratobasidium* sp, 8 of *Fusarium*, 14 of *Macrophomina*, 13 of *Rhizoctonia*, 4 of *Phytophthora*, 10 of *Dactylonectria*, and the remaining 20 of *Phoma*, *Pestalotiopsis*, *Diaporthe*, *Didymella*, and *Neopestalotiopsis*. Within the scope of molecular studies, PCR studies were conducted with ITS1-4 primer and according to DNA sequencing results species level diagnoses were made. Representative of 16 isolates accession numbers are obtained from NCBI Gen bank library. Consequently, effective and sustainable implementation of all kinds of combat methods in nurseries, taking into consideration the health of the saplings, will have an important place in the protection of landscape areas.

1. Giriş

Dış mekan-peyzaj bitkileri, tek veya çok yıllık bitkiler, çalılar, yapraklı ve ibrelilerden oluşan ve buldukları mekanın ekolojik şartlarına göre yetiştirilmelerinde farklılık gösteren bitkiler olarak tanımlanır (Cengiz ve ark., 2017; Baylan, 2019). Peyzaj alanlarında mevcut olan veya yeni dikimi yapılmış bitkilerin sağlıklı bir şekilde büyümesini ve yetişmesini sağlamak ana önceliktir. Günümüz zirai mücadele çalışmalarında organizmaların birbirleriyle ve diğer etkenler ile ilişkilerini irdelemek, aralarındaki ilişki durumunu bozmadan, zararlı popülasyonlarını iç ve dış mekan bitkilerinde ekonomik zarar vermeyecek düzeyde tutmak önem arz etmektedir.

Hali hazırda bitkiler sadece estetik, işlevsel, ekolojik özellik ve hedefleriyle değil, aynı zamanda ekonomik amaçlarla da kullanılan unsurlar halini almaktadır. Ülkemizde büyük ya da küçük ölçekli peyzaj tasarımı ile ilgili çalışmalarda bulunmak için bir fidanlığa ve seraya sahip olunması gerekmektedir. Bu durum peyzaj tasarım ve uygulamaları ile fidanlık üretim süreç içerisinde birbirini tamamlamaktadır (Cengiz ve ark., 2017). Bu durumdan yola çıkılarak, fidan üretiminde kaliteli ve sağlıklı fidan üretimi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, yalnız miktar olarak fidan üretmek yeterli olmamaktadır. Gerek ağaçlandırma çalışmalarında gerekse park-bahçe düzenlemelerinde başarılı olabilmek için mutlaka standartlara uygun fidan üretmek ön şart olmalıdır (Gültekin, 2007). Bu tür peyzaj bitkilerinin üretimini sınırlayan önemli faktörlerden birisi bitki hastalıklarıdır. Fidanlıklar içerisindeki çevresel koşullar, hastalığa neden olan patojenlerin gelişimi için uygun olan optimum koşulları sağlar. Yüksek nem koşulları ve fidanlıklara uygulanan gübreler, fungal patojenlerin gelişime ve enfeksiyonuna imkan sağlarlar.

Toprak kökenli hastalık etmenleri toprak içerisinde oluşturmuş oldukları fungal yapıları ile uzun yıllar canlılığını koruyarak, bir sonraki yıllara aynı alanlarda yetiştirilen bitkilerde hastalıklara neden olurlar (Soylu ve ark., 2011). Toprak kökenli fungal patojenler, peyzaj alanlarında yetiştiriciliği yapılan bitkilerin en önemli sorunlarından birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Kök ve kök boğazı hastalıkları; patojenin köklerden, kök boğazına doğru ilerleyerek veya bitki dokularının doğrudan fungal penetrasyonu ile gerçekleşebilmektedir. Buna ek olarak, belirtiler kloroz, solgunluk, bazen tüm bitkinin bodurlaşması ve yaygın olarak bitkinin ölmesi şeklinde ortaya çıkar. Bu bitkilerde kök ve kök boğazı hastalığına neden olan *Rhizoctonia*, *Macrophomina*, *Phytophthora* ve *Fusarium* türleri başlıca fungal hastalık etmenleri olarak tespit edilmiştir (Shanmugam ve ark. 2009). Toprak kökenli hastalık etmenleri ile mücadele etmek son derece zordur. Bu sebeple kök ve kök boğazı hastalıklarının mücadelesinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerin entegre edilerek kullanılması etkin sonuçlar verecektir (Arıcı ve Kazaz, 2013). Ayrıca, toprak kökenli hastalıklarla mücadelede dikkate alınması gereken en önemli faktör, sağlıklı fidan ve dayanıklı çeşitlerin kullanımudur (Etebarian, 2000). Peyzaj ve süs bitkisi üretiminde en yıkıcı patojenik mikroorganizmalar, *Rhizoctonia* ve *Fusarium* cinsine ait türlerdir. Bu türlerin, 150'den fazla süs-peyzaj bitki türünü hastalandırdığı bilinmektedir. Bunlar, en yaygın olarak, vasküler solgunluk ve kök çürüklüğü şeklinde iki farklı belirtiler göstermektedir (Lecomte ve ark., 2016; Gümrükcü ve Gölükcü, 2005). Hatay ilinin fidan üretim alanlarında bulunan limoni servi fidanlarında kurumalara sebep olarak *Ilyonectria radicola*, *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium oxysporum* gibi toprak kökenli fungal hastalık etmenleri tespit edilmiştir (Kurt ve ark. 2016).

Kaliforniya'da süs bitkisi fidanlarında hastalık oluşturan *Phytophthora* türlerinin belirlenmesi şeklinde yapılan bir çalışmada, toplam 377 farklı izolat elde edilmiştir. Bu izolatlar öncelikle morfolojik olarak sonrasında moleküler çalışmalar ile tanıları yapılmıştır. PCR çalışmalarında ITS gen bölgesine göre çoğaltma yapılarak kesin teşhisleri ortaya konulmuştur. Bu izolatlar arasında, *P. cactorum*, *P. cambivora*, *P. citricola*, *P. citrophthora*, *P. cryptogea*, *P. foliorum*, *P. gonapodyides*, *P. hibernalis*, *P. nemorosa*, *P. 'Pgchlamydo'*, *P. pseudosyringae*, *P. syringae*, *P. tropicalis*. *P. syringae* ve *P. citricola* türleri tanımlanmıştır (Yakabe ve ark. 2009).

Antalya'da karanfil yetiştirilen seralarda toprak kökenli fungal hastalık etmenlerinin yaygınlığının belirlenmesinde, toplam 29 seradan hastalık belirtisi gözlenen bitkilerin izolasyonu sonucunda *Fusarium* sp., %39.1-72.2 arasında değişen yaygınlık oranı ile en fazla rastlanan tür olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, *Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Verticillium* sp. ve *Macrophomina* sp. türleri elde edilmiştir. *Rhizoctonia* sp.'nin yaygınlığı, %1.8-19.0 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir (Atakan ve Özgönen Özkaya, 2018).

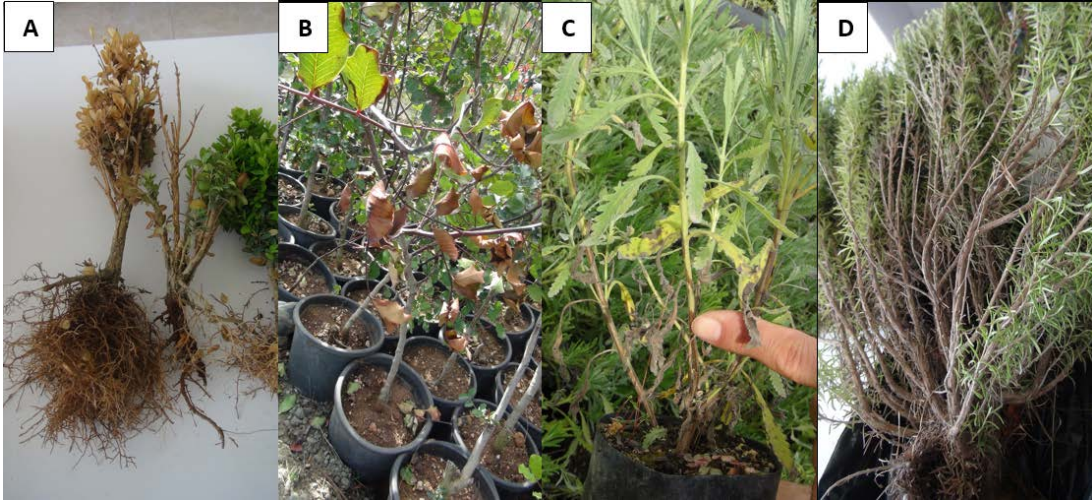
Son yıllarda fungal hastalıkların yaygınlaşması ile birlikte yeni peyzaj bitkileri dikim alanlarında şikâyetler artmaya başlamıştır. Ayrıca peyzaj bitkilerinin satış yerlerinde son yıllarda bu hastalıklara yönelik sorunlar artış göstermektedir. Zaman zaman fidan üretiminde yeni çeşit ve türlerin devreye girmesi ve bitkilerde hastalıklara neden olan fungal etmenlerin varyasyon ve çeşitlilik göstermesi sonucunda, peyzaj alanlarındaki ağaçlarda farklı hastalıkların ortaya çıkması kaçınılmaz hale gelmektedir. Bu sebeple fidanların sağlıklı bir şekilde yetiştirilmesi önem arz etmektedir.

Bu çalışma ile HMKÜ kampüs fidanlığı, özel fidanlık işletme alanı, Gaziantep, Hatay ve Osmaniye Orman Fidanlık Şefliklerinde yapılan sörveyler sonucunda peyzaj düzenlemesinde kullanılan bazı bitkilerde kök ve kök boğazı çürüklüğüne sebep olan toprak kökenli fungal hastalık etmenlerinin belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Hastalıklı Bitki örneklerinin alınması

Peyzaj bitkilerinde hastalığa neden olan etmenleri belirlemek amacı ile 2018 yılının eylül ayından itibaren 2019 yılının nisan ayına kadar geçen dönemde sörveyler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, Gaziantep Orman Fidanlık Şefliği, Osmaniye Orman Fidanlık Şefliği, Hatay Serinyol Orman Fidanlık Şefliği, özel fidanlık işletme alanı ve Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi kampüsü alanlarındaki fidan üretim sahalarında bulunan keçiboynuzu, şimşir, mavi-kara-siyah servi, gül, söğüt, lavanta, zakkum, biberiye gibi bitkilerde toprak kökenli fungal hastalıkları belirlemek için sararma, solma ve kuruma gibi belirtiler görülen fidanlardan örneklemeler yapılmıştır (Şekil 1; Çizelge 1).



Şekil 1. Fidan üretim sahalarında bulunan şimşir (A), keçiboynuzu (B), lavanta (C) ve biberiye (D) fidanlarında gözlenen kuruma, nekroz ve geriye doğru ölüm belirtileri.

Örnek alma yöntemi, tesadüfi örnekleme yöntemine göre bütün alanı temsil edecek şekilde yürütülmüştür. Farklı türlere ait bitki örnekleri alınıp, plastik torbalara konulmuş ve laboratuvara getirilerek izolasyonları yapıncaya kadar + 4°C buzdolabında saklanmıştır.

2.2 Hastalıklı Bitkilerden İzolasyon

Sörvey çalışmaları sonucu farklı üretim bölgelerinden toplanan enfekteli fidan örneklerinden hastalık etmenlerini izole etmek için izolasyon işlemleri gerçekleştirilmiştir. Hastalıklı fidan örneklerinin toprakları temizlenmiş ve akan çeşme suyu altında kök ve kök boğazı kısımları 6-7 dakika süre boyunca yıkanmıştır. Daha sonra örnekler, bistüri ya da budama makası yardımıyla 5-10 mm çapında küçük doku parçalarına ayrılmıştır. Bu doku kesitleri, sodyum hipoklorit (NaOCl) ile 2 dakika süreyle yüzey dezenfeksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Dezenfekte edilen bu doku parçaları, steril saf suda birkaç dakika durulandıktan sonra steril kurutma kağıtlarında kurumaya bırakılmıştır.

Dezenfekte edilen bitki dokuları, genel besi yeri olan PDA (Patates Dekstroz Agar) içeren petri kaplarına aktarılmıştır. Bakteriye bulaşmaları önlemek için PDA ortamına 100 g/L oranında streptomisin sülfat eklenmiştir. Daha sonra PDA içeren bu Petri kapları, 25 °C'de 5 gün süreyle inkübe edilerek gelişen kolonilerden PDA'ya saflaştırma işlemleri yapılmıştır.

2.3 Hastalık etmeni türlerin tanınması

Hastalıklı bitki dokularından izole edilen ve saflaştırılmış olan fungal kolonilerin kültürel ve morfolojik olarak tanısı için; öncelikle fungusların kültürel karakteristikleri ile birlikte miselyal gelişim özellikleri, konidi yapısı ve şekli, eşeyli üreme formları ile dayanıklı yapılarının varlığı gibi morfolojik yapıları esas alınmıştır. Saf kültürlerden elde edilen bu fungal yapılar, Trinoküler araştırma mikroskobu (NİKON Eclipse Nİ-U Model Floresan DIC Ataçmanlı DS-Ri2) kullanarak kültürel ve morfolojik yönden ön teşhis işlemine tabi tutulmuştur.

Fungal etmenlerin bu morfolojik tanımlarını doğrulamak için PCR ile DNA dizi teknolojilerinden yararlanılmıştır. Bu amaçla, hastalıklı bitkilerden izole edilen fungusların morfolojik analizlerinden sonra cins düzeyinde tanımlanmış olan temsili izolatlar, öncelikle PDA besi yerinde 5-7 gün boyunca geliştirildikten sonra DNA izolasyonu gerçekleştirilmiştir. Gelişmiş olan fungal kültürden, bistüri ile bir miktar fungus hifi alınarak, 2 ml'lik ependorf tüplerine aktarılmıştır. Bu hifler, homojenizatör yardımıyla parçalandıktan sonra, QIAGEN DNeasy (250) Plant mini kit kullanılarak üretici firmanın önerdiği protokol doğrultusunda DNA izolasyonları gerçekleştirilmiştir. PCR işlemlerinde sırasında evrensel primer çiftleri olan ITS-1F (CTTGGTCATTTAGAGGAAGTAA) ve ITS-4R (TCCTCCGCT TATTGATAT GC) kullanılmıştır (White et al. 1990). PCR reaksiyonu aşamasında; her bir reaksiyon için 1× enzim buffer, 0,2µl dNTP, 0,5µl primer, 1,5µl MgCl₂, 0,2 µl (ng) DNA, toplam 25µl olacak şekilde üzeri steril saf su ile tamamlanmıştır. PCR ürünlerinin kalitesini belirlemek için DNA Kapiler elektroforez (QIAXcel Advanced, Qiagen, Almanya) kullanılmıştır. Cihaza ait QIAXcel Advanced ScreenGel yazılım programında analiz yapılarak, ortaya çıkan bantlar değerlendirilmiştir. PCR ürünlerinin dizilenmesi sonucundaki veriler kullanılarak moleküler tanımlama işlemi; türlere ait dizileme verilerinin Ulusal Biyoteknoloji Bilgi Merkezi (NCBI) BLAST programını kullanarak gerçekleştirilmiştir (Boratyn ve ark., 2013). Bu sonuçlara göre tanısı yapılan izolatların, NCBI GenBankası kütüphanesinden erişim numaraları alınmıştır.

3. Bulgular

3.1 Hastalıklı bitkilerin örneklenmesi ve izolasyonu

Fidan üretim sahalarındaki sörvey sırasında bitkilerde, öncelikle sararma sonra aşağıdan yukarı doğru renk değişimleri, nekrozlar ve kuruma belirtileri tespit edilmiştir. Gaziantep Orman Fidanlık Şefliği, Osmaniye Orman Fidanlık Şefliği, Hatay Serinyol Orman Fidanlık Şefliği ve HMKÜ kampüs fidanlığı ve özel fidanlık işletme alanlarından 14 farklı peyzaj bitkisi türünden toplam 98 adet hastalıklı fidan örneği toplanmıştır. (Çizelge 1).

Laboratuvarda, hastalıklı bitki örneklerinin kök ve kök boğazı incelendiğinde, kök boğazı da siyahlaşma, özellikle kılcal köklerde kahverengileşmenin görüldüğü ve bu köklerin kolay bir şekilde koptuğu gözlenmiştir. Hastalıklı olduğundan şüphelenilen 98 adet örneğin 81'inde hastalık etmenleri saptanmıştır. Buna göre hastalık oranı yaklaşık % 83 oranında belirlenmiştir (Çizelge 2). Hastalık etmeni belirlenemeyen şüpheli bitkilerin, stres faktörlerine (ışık, sıcaklık, pH, kuraklık, aşırı sulama vb.) bağlı olarak kuruma gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Sörvey sonucunda peyzaj bitkisi üretimi yapan fidanlıklardan toplanan bitki türleri ve hastalıklı bitki sayıları

Fidan Üretim Alanı	Üretilen fidan tür sayısı	Konukçu bitki türü	Toplanan hastalıklı bitki sayısı
HMKÜ kampüs fidanlığı (N36°32'5245" E36°19'5909")	30	Keçiboynuzu (<i>Ceratonia siliqua</i>)	10
		Şimşir (<i>Buxus sempervirens</i>)	5
		Söğüt (<i>Salix sp.</i>)	2
		Lavanta (<i>Lavendula officinalis</i>)	2
Hatay Serinyol Orman Fidanlık Şefliği (N36°37'2291"E36°22'0658")	125	Lavanta	6
		Mavi servi (<i>Cupressus arizonica</i>)	8
		Kara Servi (<i>Cupressus sempervirens</i>)	10
Gaziantep Orman Fidanlık Şefliği (N37°01'418" E37°21'047")	130	Zakkum (<i>Nerium oleander</i>)	12
		Yalancı Servi (<i>Chamaecyparis sp.</i>)	3
		Gül (<i>Rosa gallica</i>)	5
Osmaniye Orman Fidanlık Şefliği (N37°03'58.777"E 36°14'07.625")	57	Süs Narı (<i>Punica granatum 'Nana'</i>)	3
		Biberiye (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	6
		Kriptomarya (<i>Cryptomeria japonica</i>)	4
		Kara Servi	2
		Zakkum	6
Özel fidanlık işletmesi	35	Mavi servi	8
		Limoni Servi (<i>Cupressus macrocarpa</i>)	6
		TOPLAM	98

3.2. Hastalık Etmeni Türlerin Tanınması

Fungal hastalık etmenlerinin izolasyonları sonrasında gelişen fungal kültürler, morfolojik ve kültürel özellikleri dikkate alınarak karakterize edilmiştir. Elde edilen bulgular sonucunda; *Fusarium* türlerine ait kültürlerin, genellikle seyrek yapılı ve krem beyaz renkli miselyal gelişim gösterdiği saptanmıştır. *Macrophomina* olarak değerlendirilen kültürler ise PDA'da başlangıçta şeffaf olduğu, ancak daha sonra siyah renge dönüşerek bol miktarda mikrosklerotlar oluşturduğu gözlenmiştir. *Neopestalotiopsis* olarak tanımlanan fungal kültürlerin, 25 °C'de PDA besi yerindeki kolonilerinin beyazımsı ve havai miselyum oluşturduğu tespit edilmiştir. Konidileri ise koyu kahverengi olup, boyutları, 20.05×5.50 µm olarak kaydedilmiştir. Eşeyli üreme yapılarına rastlanılmamıştır. *Rhizoctonia sp.*, kolonileri, erken dönemde renksiz, fakat olgunlaşır ve yaşlandıkça kahverengine dönüştüğü belirlenmiştir. Mikroskopik incelemelerde kalın dik açılı hifler gelişmeler olduğu saptanmıştır. Olgun kültürlerde dayanıklı yapıları olarak sklerotlarına rastlanılmıştır. *Phytophthora sp.* ise beyaz renkte, pamuksu yapıda koloniler oluşturmuş ve ovoid, küresel, limon veya ellipsoid şekilli sporangiumlar oluşturmuştur. *Dactylonectria sp.* PDA'da koloni merkezi bol miktarda hava hifler ve bal renginde oldukça düzenli bir gelişme göstermiş ve 2-3-bölmeli eliptik konidiler meydana getirmiştir. *Diaporthe sp.* PDA'da beyaz ila açık kahverengi miselyum oluşturur ve yaşla birlikte koyu kahverengi hale gelir. Ayrıca, koloni kenarları yaşla birlikte siyaha dönüşen belirgin büyüme halkaları oluşturmaktadır. *Diaporthe phomopsis sp.*'nin eşeyli üreme evresidir. Alfa (hiyalin, elipsoid ve tek hücreli) ve beta (hiyalin, filiform ve hafif kavisli) konidiler gözlenmiştir. *Phoma sp* PDA'da koloniler renksiz hafif havai hifler oluşturmaktadır. Piknitler konsantrik halkalar şeklinde koloniler üzerinde gelişmektedir. Konidiler 1 hücreli şeffaf ve elipsoid şekillidir. Fungusların morfo-kültürel bulguları değerlendirildiğinde; farklı konukçulardan elde edilen hastalık etmenlerinin dağılımı, *Ceratobasidium sp* (12), *Fusarium* (8), *Macrophomina* (14), *Rhizoctonia* (13), *Phytophthora* (4) ve *Dactylonectria* (10)

olarak saptanmıştır. Bununla birlikte geriye kalan 20 fungal izolat *Phoma*, *Pestalotiopsis*, *Diaporthe*, *Didymella*, *Neopestalotiopsis* fungusları arasında dağılım göstermiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Peyzaj bitkilerinin üretim alanlarından elde edilen toprak kökenli fungal izolatların konukçu türlerine göre dağılımı (adet)

Fidan üretim alanı	Konukçu	<i>Ceratobasidium</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Macrophomina</i>	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Phytophthora</i>	<i>Dactylonectra</i>	Diğer*
HMKÜ	Keçiboynuzu	3	2		3			
	Şimşir		3	1				1
	Söğüt	1		1				
Hatay	Lavanta				1	1		
	Lavanta			2	2	3		
	Mavi servi						3	2
Gaziantep	Kara Servi						3	3
	Zakkum	1		1	1			5
	Yalancı	1		1	1			
Osmaniye	Servi							
	Gül	1		1	2			
	Süs Narı	2						
	Biberiye	1	2	2				1
	Kriptomarya			1				2
Özel fidanlık işletmesi	Kara Servi						2	
	Zakkum	1	1	2				3
	Mavi servi			1	1		2	2
	Limoni servi	1		1	2			1
	TOPLAM	12	8	14	13	4	10	20

* *Phoma*, *Pestalotiopsis*, *Diaporthe*, *Didymella*, *Neopestalotiopsis*

Moleküler çalışmalar kapsamında yapılan fungal DNA izolasyonları sonucunda 20-30 ng/µl arasında değişen miktarlarda fungal genomik DNA izole edilmiştir. Bu genomik DNA'lerden ITS (Internal Transcribed Spacer) evrensel primer çifti kullanılarak yapılan PCR amplifikasyon çalışmaları ile ortalama 450- 550 bp büyüklüğünde bantlar elde edilmiştir. Farklı fungal izolatlar, BLAST programı sonunda eşleşme gösteren izolatlarla arasında %98-100 arasında değişen bir nükleotid benzerlik oranı gözlenmiştir. Ayrıca, NCBI Gen bankasında depolanarak bu izolatlar için erişim numaraları alınmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Farklı konukçu bitki türlerini temsilen seçilen fungal izolatların, ITS genomik bölgesine göre yapılan dizi analizlerinin sonucu ve alınan GenBankası Erişim Numaraları

Konukçu bitki türleri	Fungal Türler	İzolat kodu	NCBI Erişim numaraları
Keçiboynuzu	<i>Ceratobasidium</i> sp	CR1c	MT239571
	<i>Ceratobasidium</i> sp.	CC2c	MT239568
Şimşir	<i>Fusarium solani</i>	BR7c	MT240485
Söğüt	<i>Ceratobasidium</i> sp	WC9c	MT239569
	<i>Macrophomina phaseolina</i>	WM10c	MT249230
Lavanta	<i>Phytophthora pseudocryptogea</i>	LP15d	MT240489
	<i>Rhizoctonia solani</i>	LR16d	MT242548
Mavi Servi	<i>Dactylonectria macrodidyma</i>	CD10d	MT240538
	<i>Neopestalotiopsis clavispora</i>	CN11d	MT240541
	<i>Diaporthe eucalyptorum</i>	CD9b	MT240638
Kriptomarya (japon çamı)	<i>Phoma multirostrata</i>	OP14b	MT242552
	<i>Didymella americana</i>	OD15b	MT240638
Kara Servi	<i>Pestalotiopsis clavispora</i>	CP6d	MT240540
	<i>Dactylonectria toresesis</i>	CD7d	MT240539
Gül	<i>Rhizoctonia solani</i>	RR5	MT242549
Süs narı	<i>Ceratobasidium</i> sp	PC4c	MT239570

Moleküler çalışmalar sonucunda, keçiboynuzu bitkisinden *Ceratobasidium* sp, şimşirden *Fusarium solani*, söğüt fidanından *Ceratobasidium* sp ve *Macrophomina phaseolina*, lavantadan *Phytophthora pseudocryptogea* ve *Rhizoctonia solani*, Kriptomarya (japon çamı) fidanından *Diaporthe eucalyptorum*, zakkumdan *Phoma multirostrata* ve *Didymella americana*, gül fidanlarından *Rhizoctonia solani* ve servi çeşitlerinden *Dactylonectria macrodidyma*, *Neopestalotiopsis clavispora*, *Dactylonectria toresesis* şeklinde 11 farklı cins ve türe ait funguslar elde edilmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Doğal ormanlık alanlarda ve yerli veya yabancı kökenli türlerin oluşturduğu plantasyonlarında bulunan ağaçlar, fungal ve diğer mikrobiyal patojenler yönünden giderek daha fazla tehdit altında bulunmaktadır (Wingfield ve ark., 2015; Crous ve Wingfield, 2018). Tipik olarak, orman patolojisi disiplini, bu konuya odaklanmaktadır (Crous ve Wingfield, 2018). Bu çalışma, HMKÜ kampüs fidanlığı, Hatay-Serinyol, Osmaniye ve Gaziantep illerindeki orman fidanlık şefliklerinde sörveylerde peyzaj bitkilerinin fidanlarında kuruma sorunu oluşturan toprak kökenli kök, kök boğazı ve solgunluk hastalık etmenlerini morfo-kültürel ve moleküler olarak tanılamak amacı ile yapılmıştır. Peyzaj fidanlarında, *Macrophomina phaseolina*, *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium solani*, *Ceratobasidium* sp. ve *Rhizoctonia solani* gibi toprak kaynaklı patojen funguslar tespit edilmiştir. Daha önce yürütmüş olduğumuz bir çalışmada (Kurt ve ark., 2016), limoni servi fidanlarında kurumalara sebep olarak *Ilyonectria radicola*, *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium oxysporum* gibi toprak kökenli fungal hastalık etmenleri belirlenmiştir. Bu bulgular, limoni servi başta olmak üzere diğer fidanlarda elde edilen patojen funguslarla büyük oranda uyumlu görülmektedir. Ayrıca, Gürcistan'da ağaçlar, çalılar ve çiçeklerden oluşan peyzaj alanlarındaki bitkilerde kök çürüklüğü hastalığı, en fazla zarara yol açan hastalıklardan birisi olarak değerlendirilmiştir. Bununla birlikte çalışmamızda elde edilen verileri destekler nitelikte kök çürümesine neden olan en yaygın patojenler olarak, toprak kaynaklı funguslar *Pythium*, *Phytophthora* ve *Rhizoctonia* olarak tanımlanmıştır (Martinez ve Woodward, 2015). Öte yandan Antalya ve Isparta'da karanfil yetiştirilen seralarda sorun olan kök-kökboğazı hastalıklarına, *Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp., *Macrophomina* sp. funguslarının yaygın olduğu saptanmıştır (Arıcı ve Kazaz, 2013; Atakan ve Özgönen Özkaya, 2018). Bu veriler, çalışmamızda farklı konukçulardan elde edilen *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp. ve *Macrophomina* sp. gibi patojenler yönünden benzerlik göstermiştir.

Çalışmamızda tespit edilen toprak kaynaklı bitki patojeni fungal türlerin, ortaya çıkışında gözlenen ağır toprak koşulları, yağışın düzensiz ve aşırı olması, fidanlıklardaki dikim toprağının hastalık etmenleri ile bulaşık olması ve sulama suyunun bu patojenlerle kontamine olması gibi sebepler hastalıktan kaynaklanan kayıpları arttırdığı gözlenmiştir. Öte yandan konukçu bitki tür ve çeşitlerinin bu patojenlere karşı duyarlılıklarının fazla olmasından kaynaklanan hastalık seviyeleri, bu hastalıkların kontrolünü güç hale getirmektedir. Nitekim, son yıllarda küresel ısınmanın, ekstrem hava koşullarının sıklığının artmasına neden olduğu, kök ile ilişkili fungusların karasal biyojeokimyasal döngü süreçlerinde önemli roller oynadığı, ancak ekstrem hava koşullarından etkilenme biçimlerinin belirsiz olduğu, çalışma sonucunda aşırı yağış olaylarının toprak sistemi üzerinde önemli olabileceği vurgulanmaktadır (Barnes ve ark., 2018).

Elde edilen tüm bu sonuçlardan anlaşılacağı gibi bilinen toprak kökenli patojen funguslar ve bazı oomiset organizmalar dışında yeni patojen türlerin tespit edilmesi, mücadeleye dönük önemli ve acil önlemlerin alınmasını gerekli kılmaktadır. En yaygın görülen fungal ve oomiset türleri esas alarak planlanacak entegre hastalık yönetim stratejileri ile, ileri aşamalarda peyzaj plantasyonları ve farklı ekosistemlerde hastalıkların önlenemez boyutlara ulaşmasının önüne geçilmiş olacaktır. Fidan sağlığını gözeterek fidanlıklarda her türlü mücadele yöntemlerinin bir arada etkili ve sürdürülebilir şekilde uygulanması, peyzaj sahalarının korunmasında önemli bir yer tutacaktır. Kültürel, fiziksel, biyolojik ve kimyasal savaş yöntemleri ile yürütülecek kontrol stratejileri, peyzaj sağlığının da geleceğini güvence altına alacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığına tarafından 16720 nolu proje kapsamında desteklenmiş ve Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi laboratuvarlarında yürütülmüştür. Ayrıca, çalışmanın sörvey kısmı, Gaziantep Orman Fidanlık Şefliği, Osmaniye Orman Fidanlık Şefliği, Hatay Serinyol Orman Fidanlık Şefliği ve HMKÜ kampüs fidanlık şefliğinde gerçekleştirilmiştir.

Kaynakça

- Atakan, A., & Özgönen Özkaya, H. (2018). Antalya ili karanfil seralarında toprak kökenli fungal hastalık etmenlerinin yaygınlığının belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt 22, Sayı 1, 216-220.
- Arıcı, Ş.E., & Kazaz, S. (2013). Isparta ilinde yetiştirilen karanfil seralarında kök ve kökboğazı fungal hastalık etmenlerinin saptanması. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6 (1), 159-162.
- Barnes, C.J., van der Gast, C.J., McNamara N.P., 3, Rowe, R., & Bending, G.D. (2018). Extreme rainfall affects assembly of the root-associated fungal community. *New Phytologist*, 220, 1172–1184.
- Baylan, E. (2019). Kültürel Peyzaj ve Yere Bağlılık: Van Kenti Örneği. *Yüzüncüyıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*. 29(1): 10-23.
- Boratyn, G.M., Camacho, C., Cooper, P.S., Coulouris, G., Fong, A., Ma, N., Madden, T.L., Matten, W.T., McGinnis, S.D., Merezhuk, Y., Raytselis, Y., Sayers, E.W., Tao, T., Ye, J., & Zaretskaya, I. (2013). BLAST: a more efficient report with usability improvements. *Nucleic Acids Research*, 41, w29-w33.
- Cengiz, B., Keçecioglu Dağlı, P., & Yiğittekin, S. (2017). Peyzaj ekonomisi açısından peyzaj ve süs bitkileri fidanlık işletmelerine yönelik sektörel bir analiz. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 19 (2), 50-62
- Crous, P.W., & Wingfield, M.J. (2018). Fungi infecting woody plants: emerging frontiers. *Persoonia* 40, i–iii.
- Etebarian, H.R. (2000). Effect of cultivars resistance and application of fungicides in controlling of Fusarium wilt of carnation. *Review of Plant Pathology*, 79(1), 404.
- Gültekin, İ., 2007. Akçaağaç (Acer L.) Türlerimiz ve Fidan Üretim Teknikleri. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü, Fidanlık ve Tohum İşleri Daire Başkanlığı, Ankara.
- Gümrükcü E., & Gölükcü, Ş.B. (2005). Süs bitkilerinde görülen fungal ve bakteriyel hastalıklar. *Derim*. 22(2), 10-19.
- Kurt, Ş., Uysal, A., & Akgül, D.S. (2016). Hatay ilindeki limoni servi bitkilerinde saptanan fungal patojen ve endofit fungusların karakterizasyonu. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi, 5-8 Eylül, Konya, s. 596.
- Lecomte, C., Alabouvette, C., Edel-Hermann, V., Robert, F., & Steinberg, C. (2016). Biological control of ornamental plant diseases caused by *Fusarium oxysporum*: A review. *Biological Control* 101, 17–30.
- Martinez, A., & Williams-Woodward, J. (2015). Common Landscape Diseases in Georgia. UGA Extension Bulletin 1238.
- Shanmugam, V., Ajit, N.S., Raja, R., & Devendra, D. (2009). Screening carnation and gladiolus cultivars for vascular wilt resistance. *Journal Indian Phytopathology* 62 (1), 117-118.
- Soylu, S., Kurt, Ş., & Soylu E.M. (2011). Kök bakterilerinin orman fidanlarında sorun olan toprak kökenli fungal hastalık etmenlerine karşı antagonistik etkinlikleri. Türkiye 1. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu 23-25 Kasım 2011- Antalya. s. 280-281.
- White, T.J., Bruns, T., Lee, S., & Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis M.A., D.H. Gelfand, J.J. Sninsky, T.J. White (eds). pp. 315-322. *PCR Protocols. A Guide to Methods and Applications*. Academic Press, New York, NY, USA.
- Wingfield, M.J., Brockerhoff, E.G., Wingfield, B.D., & Slippers, B. (2015). Planted forest health: The need for a global strategy. *Science*, 341, 832–836.
- Yakabe, L. E. Blomquist, C. L. Thomas, S. L. & MacDonald, J. D. (2009). Identification and Frequency of *Phytophthora* Species Associated with Foliar Diseases in California Ornamental Nurseries. *Plant Disease*, 93(9), 883-890.



Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Science

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



Research Article (Araştırma Makalesi)

Constraints to Access and Utilization of Meteorological Services in Delta State, Nigeria

Albert Ukaro OFUOKU^{*1}, Christain C. OBIAZI²

¹Delta State University, Asaba Campus, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics and Extension, PMB 95074, Asaba, Delta State, Nigeria

²Delta State University, Asaba Campus, Faculty of Agriculture, PMB 95074, Asaba, Delta State, Nigeria

¹<https://orcid.org/0000-0003-1395-8114> ²<https://orcid.org/0000-0002-0348-6224>

*Corresponding author e-mail: albertofuoku@gmail.com

Article Info

Received: 16.05.2020

Accepted: 14.01.2021

Online Published 30.03.2021

DOI:10.29133/yyutbd.738294

Keywords

Adaptation strategies,
Agro-meteorological services,
Arable crop farmers,
Climate change,
Meteorological information
utilization.

Abstract: Climate change effect on agricultural productivity is very glaring. There is an advocacy for arable crops farmers to take advantage of the Nigeria meteorological services (NIMET) as part of adaptation strategies against climate change. Having an insight into the constraints to access and utilization agro-meteorological services is worthwhile for agricultural extension programme planning. This study evaluated assessed the constraint to access and utilization of agro-meteorological service among arable crop farmers in Delta State Nigeria. The agro-meteorological services that were most made available to them ranged from daily weather forecast to seasonal weather condition. The farmers mostly accessed and utilized daily weather forecast, seasonal rainfall prediction, information on crop stages performance and general weather condition. However, untimely release and transmission of the needed information was the major constraint to utilization of agro-meteorological services. The farmers' socioeconomic attributes such as level of formal education, household size, farm size, extension contact and membership of farmers' association influenced the utilization of agro-meteorological services. It is concluded that the level of access to and utilization of agro-meteorological services is low as a result of the constraints experienced by the farmers. It was recommended that agro-meteorological services information need to be disseminated timely and the information be simplified before dissemination to farmers.

Delta Eyaleti, Nijerya'da Meteoroloji Hizmetlerine Erişim ve Kullanım Kısıtlamaları

Makale Bilgileri

Geliş: 16.05.2020

Kabul: 14.01.2021

Online Yayınlanma 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.738294

Anahtar kelimeler

Adaptasyon stratejileri,
Agro-meteorolojik hizmetler,
Tarıma elverişli ürün
yetiştiricileri,
İklim değişikliği,
Meteorolojik bilgi kullanımı.

Öz: İklim değişikliğinin tarımsal verimlilik üzerindeki etkisi çok dikkat çekicidir. Ekilebilir mahsul çiftçilerinin, iklim değişikliğine karşı uyum stratejilerinin bir parçası olarak Nijerya meteoroloji hizmetlerinden (NIMET) yararlanmaları savunulmaktadır. Tarımsal meteoroloji hizmetlerine erişim ve kullanım kısıtlamalarına ilişkin bir kavrayışa sahip olmak, tarımsal yayım programı planlaması için faydalıdır. Bu çalışma, Delta Eyaleti Nijerya'daki ekilebilir mahsul çiftçileri arasında agro-meteoroloji hizmetine erişim ve kullanım kısıtlamasını değerlendirmiştir. En çok kendilerine sunulan agro-meteorolojik hizmetler, günlük hava durumu tahmini ile mevsimsel hava durumu arasında değişmektedir. Çiftçiler çoğunlukla günlük hava tahminlerine, mevsimsel yağış tahminlerine, ürün aşamalarının performansına ve genel hava durumuna ilişkin bilgilere erişmekte ve bunları kullanmaktadır. Bununla birlikte, ihtiyaç duyulan bilginin zamansız bir şekilde yayınlanması ve iletilmesi, tarımsal meteoroloji hizmetlerinin kullanımının önündeki en büyük engeli oluşturmaktadır. Çiftçilerin resmi eğitim seviyesi, hane büyüklüğü, çiftlik

büyüklüğü, tarımsal yayım teması ve çiftçiler birliğine üyeliği gibi sosyoekonomik özellikleri, agro-meteorolojik hizmetlerin kullanımını etkilemektedir. Çiftçilerin yaşadığı kısıtlamalar nedeniyle tarımsal meteorolojik hizmetlere erişim ve kullanım seviyesinin düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Tarımsal meteoroloji hizmetleri bilgilerinin zamanında dağıtılması ve bilginin çiftçilere dağıtılmadan önce basitleştirilmesi önerilmektedir.

1.Introduction

The contribution of agriculture to the Gross National Product (GDP) of Nigeria cannot be over emphasized. Most of the rural dwellers are engaged in agricultural livelihood activities. Agricultural production depends on climatic factors apart from other factors. This implies that minor negative changes in climate are capable of prompting damaging socioeconomic outcomes of agricultural activities. Thomas and Sanyaolu (2017) suggest that the fourth assessment report for Africa by intergovernmental panel on climate change (IPCC) indicates that the warming trend is faster than the global average and increasing rate of arid land formation in many countries. IPCC (2007) suggests that climate change impacts a catalogue of stresses on the social, biophysical and institutional environments that control agricultural production.

Effect of climate change on agriculture is highly pronounced through the accompanying result on the socioeconomic and environment related aspects of rural dwellers' lives, as they are primarily engaged in agricultural activities for their livelihood. Thomas and Sanyaolu (2017) describe the Biophysical impacts as including physiological effects on livestock and crops, change in water, soil and land resources, rise in sea level and transformations in salinity of the various ranges. The socioeconomic impacts have consequences of reducing the marginal GDP from agriculture, promoting world market price fluctuation, encouraging shifts in trade regime, alter geographical distribution, increase population of the vulnerable who are at hunger and food insecurity risk, civil unrest and migration (Thomas and Sanyaolu, 2017). While supporting this assertion van der Zaag (2010) states that yields of grains became stagnant in African countries as a result of temporal variation and inconsistency in the pattern of rainfall which was experienced in 2012, that also witnessed the flooding of cassava, maize, yam and rice farms in Delta, Edo, Oyo and Adamawa States. The results are that the progressively increasing severity and frequency of droughts are most likely to give rise to crop failure, forced sales of livestock, high and appreciating cost of food, impoverishment, de-capitalisation and eventually, famine (Thomas and Sanyaolu (2017). These are some of the challenges of farmers that agricultural extension functions to obliterate and guide the farmers to raise their standard of life.

Nigeria currently experiences adverse climate conditions resulting to unpalatable effects on the well-being of a bulk of the population of farmers. Cropping seasons have been altered by off-season rainfalls, persisting draught, flood and long dry spells. This development attracted the attention of Agricultural Development and Rural Development Agency (the public agricultural and rural extension agency). This informed the Delta Agricultural and Rural Development Agency to organize workshops for farmers and most of the ones held in the last three years dwelt on access and utilization of weather reports (Thomas and Sanyolu, 2017). Most of the farmers always receive agro-meteorological information through extension agents, and extension messages over the radio, farmers' associations, other farmers and friends, and on television. One of the adaptation strategies to climate change advocated by the Delta Agricultural and Rural Development Agency (DARDA) is the utilization of the services of Nigeria Meteorological Agency (NIMET). NIMET was established among other stakeholders, to serve and guide agricultural activities. The major purpose includes provision of weather, climate and precipitation information. It has the mandates of ensuring international best standard practices maintenance in every area which includes promotion of services needed in agricultural practices, prediction of early season weather storm, prediction of rainfall, prediction of direction of wind and sensitisation of farmers on the warnings of uncontrollable weather conditions (Thomas and Sanyaolu, 2017).

Rogers' diffusion of innovation theory is of the assumption that four factors including the innovation or information or idea; channel of communication; the social system and time determine the rate of diffusion. Access to and utilization of innovations, ideas and information depend on these

elements. A little problem in one or more of these factors can mar farmers' access to and utilization of such information, ideas and technologies. The constraint to access and utilize of meteorological service may be prompted by one or more of these elements of diffusion. In another development, Rogers (1975) protection motivation theory (PMT) proposes a process of coping appraisal, whereby behavioural alternatives to reduce or obliterate threat are evaluated. The theory proposes that an individual's intention to protect him or herself rests on four variables. These variables include the severity of the threatened event (for example loss of agricultural investment); perceived vulnerability of individuals to effects of climate change; the efficacy of recommended prevention behaviour (adoption of climate change adaptation strategies) and perceived self-efficacy. These variables are expected to motivate the farmers to seek to access and utilize meteorological services knowing that being armed with the information from these services will protect him against the threat of climate change effects. This will propel the farmers to want to access and utilize such climate services. Attempts were made to mainstream climate services through sectoral development strategies to ensure improvement in adaptive capacities of farmers (Naab and Ahmed, 2019). This is important as according to Naab and Ahmed (2019), mainstreaming climate services needs to be at the fore front of ensuring a resilient agricultural base.

Various scholars in their studies already convinced the world on the effects of climate change on various arable crops. Onyegbula (2015) is the chronicler of rice farmers' strategies for adaptation to climate change in Nigeria, while Tella (2016) studied and conducted analysis on livelihood and coping mechanisms to climate change among rural women in North-eastern region of Nigeria; Ofuoku et al. (2011) studied the adaptation to climate change in Edo State and found that the most important constraint to climate change adaptation is lack of access to meteorological information- weather forecast. The public agricultural extension agency (DARDA), as a one of the strategies for adaptation to climate change, encourages farmers to utilize weather/ climate information from NIMET. It is the expectation of the extension agency that these farmers took advantage of NIMET's agro-meteorological information. However, Ofuoku (2017) found that most arable crop farmers either could not access or experience difficulty accessing agro-meteorological information. These farmers incurred some crop losses as a result of lack of access to climate change- related information (Adejuwon, 2004). Arising from the afore mentioned findings, this study was articulated to identify the constraint to access and utilisation of agro-meteorological information.

1.2. Objectives of the study

This study was articulated to identify the constraints to access and utilization of meteorological services among arable crop farmers in Delta State, Nigeria.

1.3. Hypothesis

H₀₁: The socioeconomic attributes of farmers do not significantly influence their level of utilization of meteorological services.

2. Material and Methods

2.1. Study area

The study was conducted in Delta State, Nigeria. The state is located in the co-ordinate of longitudes 5⁰⁰and 6⁴⁵ East of the Greenwich Meridian and latitudes 5⁰⁰ and 6³⁰ north of the Equator. It is under mangrove, swamp, freshwater and rainforests and derived savannah vegetative cover. It is demarcated into three agricultural zones, namely Delta South, Delta North and Delta Central Agricultural zones by the then Delta State Agricultural Development programme (DTADP) (Ofuoku and Ekorhi-Robinson 2018; Ofuoku et al., 2019; Ofuoku, 2019).

Delta State has a tropical climate with annual precipitation of about 300cm and temperature range between 26⁰C and 32⁰C and it is characterized by rainy season which lasts from late March to October and a dry season from November to Mid-March (NIMET, 2012). The climate conditions of the state favours the production of arable and tree crops such as maize, cassava, yam, plantain, cocoa,

oil palm, rubber, among others. There has been frequent variability of weather which were manifested as continual increase in temperature, humidity, cloud cover and precipitation. This is contained in the report of MIMET (2016) in which Delta State was mentioned as one of the eleven states of Nigeria that is susceptible to flooding as a consequence of meteorological reportage in which an increased rate of rainfall in the States was predicted.

2.2. Population and sampling method

All arable crop farmers and NIMET zonal director in Delta State constitute the study population. Multistage sampling procedure was used to select the respondents for this study. The 25 local government (LGAs) which constitute the state were stratified into Delta North, Delta Central and Delta South Agricultural zones. At the first stage, simple random sampling method was used to select Ukwuani, Ethiope West and Patani LGAs from Delta North, Delta Central and Delta South Agricultural zones respectively. The list of arable crop farmers was accessed from the DARDA offices in the selected LGAs and 10% of the population was selected randomly to have a sample size of 220 farming. The 3 zonal directors in the agricultural zones were also selected.

2.3. Data collection

Quantitative data used for the study were collected from the farmers using interview schedule and questionnaire. While quantitative data were collected through interview with the 3 NIMET zonal directors. Two hundred and twenty (220) copies of interview schedule and questionnaire were administered; however, 212 copies could be retrieved and were used for this study. The instruments for data collection asked question relating to the socioeconomic characteristics of the farmers; available meteorological services; access to these services; level of utilization of the services; and constraints to access and utilization of agrometeorological services.

2.4. Data analysis

Objectives i,ii,and iii were achieved by the use of frequency counts and percentages. Objectives iv and v were met with the application of means derived from 4-point likert-type scale. Hypothesis 1 was tested with the using a probit regression model as shown below

2.4.1. Analytical framework for estimating the determinants of utilization of meteorological services

The utilization of meteorological service by farmers was modelled as a climate change adaptation decision-making process which takes root in the utility maximization theory (Klair and Richardson, 1998), where a farmer utilizes the available meteorological services only when the utility obtained from adopting the service information is greater than the utility he expects to obtain from not utilizing it. As a Consequence, this decision takes a binary form which involve two mutually exclusive alternatives. The farmer either utilizes the meteorological services or does not. This results to a binary dependent variable, Y_i , which takes on the values of 0 if he/she does not utilize the meteorological services accessed and 1 if the meteorological services are utilized. Hence, to observe a value of 1 is going to result in the probability,

$$Pr = (Y_i = 1/x_i\beta_i) = 1 - F(-x_i \beta_i) \quad (1)$$

and that for observing 0 is given by,

$$Pr = (Y_i = 0/x_i \beta_i) = F(-x_i \beta_i) \quad (2)$$

where F is a continuous and strictly increasing cumulative distribution function, which takes a real value and returns a value which ranges from 0 to 1.

Consequently, the parameters captured in the models in Equations. (1) and (2) are achieved by using the maximum likelihood estimation approach. The dependent variable is an unobserved covert variable that has relationship with Y_i as

$$Y_i = \beta_j X_{ji} + \delta_i \quad (3)$$

where δ_i is a arbitrary disturbance term.

The observed dependent variable is determined by whether the predicted Y_i^* is greater than 1 or otherwise:

$$Y_i = 1 \text{ if } Y_i^* > 0 \text{ and } Y_i = 0 \text{ if } Y_i^* \leq 0 \quad (4)$$

where Y_i^* is the threshold value for Y_i and it is assumed to be a normal distribution.

Taking cue from Madala (2005), the probit model that was adopted for this study is specified as follows:

$$P_i = P(Y_i^* < Y_i) = P_i = P(Y_i^* < \beta_0 + \beta_j X_{ji}) \quad (5)$$

where P_i is the probability that an individual farmer is going to make a certain choice (to utilize the meteorological service received or not) and Y_i is the dependent variable.

2.4.1.1. The empirical model

The empirical model is explicitly specified as:

$$P_i(I_{usei} = 1/x) = \alpha_0 + \sum_{j=1}^5 \alpha_j H_{k,i} + \sum_{j=1}^3 \beta_j X_{j,i} + \sum_{j=1}^5 \alpha_j I_{j,i} \quad (6)$$

where $H_{j,i}$ is a set of covariates that stand for the characteristics of the sampled household heads and their respective socioeconomic situations; $X_{j,i}$ represents farm-level factors; $I_{j,i}$ represents the set of institutional covariates of the arable crop farmers.

Y = Utilization (utilized=1, otherwise=0);

X_1 = age (years);

X_3 = Sex (male = 1, Female =0);

X_4 = Marital status (married = 1 otherwise = 0);

X_5 = level of formal education (number of years of schooling);

X_6 = Household size (number of persons);

X_7 = farm size (hectares);

X_8 = Extension contact (number of times);

X_9 = Membership of farmers' association (yes = 1, no = 0)

3. Results

3.1. Available Agro-meteorological services

The major services made available to the farmers by NIMET included (75.94%); seasonal rainfall prediction (75.94%); information on general weather situation (61.79%) and information on crop performance stages (57.08%) (Table 1). With respect to daily weather forecast, 49.53% opined that such information get to them. Sensitization and training workshop on climate change were organized by NIMET as affirmed by 41.04% of them. Some (41.04%) of them also affirmed that NIMET gave them prediction of potential flood. Information on soil moisture indices were also made available to them by NIMET as asserted by 34.91% of them. Many (42.92%) opined that early information on warming and preparedness strategy was also given to them.

Table 1. Available agro-meteorological services

Agro-Meteorological Services	Frequency	Percentage(%)
Wind direction	155	25.94
Daily weather forecast	105	49.53
Seasonal rainfall prediction	161	75.94
Indices of soil moisture	74	34.91
Crop performance stages information	121	57.08
General weather situation	131	61.79
Sensitization and training workshop on climate change	87	41.04
Prediction of potential flood	87	41.04
Climate field school	36	16.98
Early warning information and preparedness strategy	91	42.92

There were multiple responses.

Overall availability of agro-meteorological services was poor as (32.08%) of the farmers suggested that prediction of drought was also disseminated. The level of transmission of wind direction information to them was poor as only 25.94% of the farmers indicated that such was transmitted. Very few (16.98%) of them were of the opinion that climate field school was organized for them. This is adjudged to be below expectation. Similar trend was found by Naab and Ahmed (1019) in Ghana and by Thomas and Sanyaolu (2017) in Oyo State, Nigeria.

3.2. Communication channels employed in carriage of agro-meteorological services to farmers

There is an indication in Table 2 that slightly more than half (57.23%) of the arable crop farmers always received agro-meteorological messages information from extension officers of Delta Agricultural and Rural Development Agency (DARDA). Slightly more than half (55.0%) of them also accessed agro-meteorological information through radio always. A little less than half (46.23%) relied on other farmers and friends to access agro-meteorological information always. Some (40.0%) of them accessed information through television always. Similar channels were used in Ghana to render meteorological services to farmers (Naab and Ahmed, 2019). Thomas and Sanyaolu (2017) also found that same channels were used in Oyo state, Nigeria.

Table 2. Communication channel of rendition of agro-meteorological services

Channels	Always(%)	Occasionally (%)	Used(%)
Extension agents (DARDA)	57.23	5.03	37.74
Association	47.23	15.03	37.74
Other farmers/friends	46.23	36.32	17.45
Radio	55.0	26.30	18.70
Television	40.0	52.30	7.70
Newspaper	15.80	32.70	51.50
Internet	6.91	13.53	79.56

There were multiple responses

3.3. Arable crop farmers' accessibility to agro-meteorological services

Over half (52.83%) had daily access weather forecast; half of them (50.0%) could access prediction on seasonal rainfall (Table 3). Half (50.0%) of them were able to access crop performance stages information, 51.89% had access to general weather condition. Few (21.70%) affirmed that they had opportunity to attend sensitization and training workshop on climate change, while 2.28% accessed prediction on potential flood vary few (16.04%) claimed that they received early warning messages and information on preparedness strategy. While 14.62% accessed prediction on drought. Very few (15.09%) received information on soil moisture indices and 10.38% attended climate field school as 9.91% received information on mind direction. Stone and Meinke (2006) suggest that arable crop farmers accessed daily weather forecast, seasonal rainfall prediction, and general weather conditions more than the other services. However Thomas and Sanyaolu (2017) found a similar trend among farmers in Oyo State, Nigeria.

Table 3. Accessibility of farmers to agro-meteorological services

	Frequency	Percentage(%)
Daily weather forecast	112	52.83
Seasonal rainfall prediction	106	50.0
Wind direction	21	9.91
Information on crop stages performance	106	50.0
General weather condition	110	51.89
Soil moisture indices	32	15.09
Prediction of drought	31	14.62
Prediction on potential flood	43	20.28
Sensitization and training workshops on climate change	46	21.80
Early warning messages and preparedness strategy	34	16.04
Climate field school	22	10.38

3.4. Utilization of agro-meteorological services

Most (mean = 2.61) of the arable crop farmers utilized meteorological information on daily weather forecast (Table 4), many of their utilized information on seasonal rainfall prediction (mean = 2.50) and information on crop stages performance (mean = 2.50). Likewise, many of them used information on general weather condition (mean= 2.53). Their usages of wind direction (mean = 0.81), soil moisture indices (mean = 1.11), prediction on drought (mean = 1.09), prediction on potential flood (mean = 2.06), sensitization and training workshop on climate change (mean = 2.06), sensitization and training workshop on climate change (mean =2.08) early warning messages and preparedness strategy (mean = 2.10) and climate field school (mean = 1.83) were less. The utilization index was 0.48, implying that over all 48% of the farmers utilized the information on agro-meteorological services. Thus performance is below expectation. This affirms Tarchiani et al's (2018) findings that smallholder farmers in West Africa use similar meteorological services.

Table 4: utilization of agro-meteorological services

Agro-meteorological services	Mean	SD	Rank
Daily weather forecast	2.61	0.75	1 st
Seasonal rainfall prediction	2.50	0.69	3 rd
Wind direction	0.8	0.43	11 th
Information on crop stages performance	2.50	0.75	3 rd
General weather condition	2.53	0.68	2 nd
Soil moisture indices	1.11	0.62	9 th
Prediction of drought	1.09	0.68	10 th
Prediction on potential flood	2.06	0.61	7 th
Sensitization and training workshops on climate change	2.08	0.52	6 th
Early warning messages and preparedness strategy	2.10	0.71	5 th
Climate field school	1.83	0.67	8 th

Cut-off mean = 2.50 Total mean = 21.22.

Grand mean score of utilization = 1.93.

Utilization index = 0.48.

3.5. Constraints to access and utilization of agro-meteorological services

The major constraint to utilization of agro-meteorological services the arable crop farmers contended with was untimely release and transmission of information (Table 5). Though the other constraints were there they were not regarded as being important or serious constraints. This finding is in consonance with that of Thomas and Sanyaolu (2017).

Table 5. Constraint to access and utilization of agro-ecological services

Constraint	Mean	SD	Rank
Dearth of accurate agro-meteorological information	2.09	0.86	5 th
Too technical to apply	2.26	0.63	2 nd
Irrelevant information	1.61	0.45	8 th
High cost of access to information	2.22	0.51	4 th
Information untimely	2.57	0.83	1 st
Lack of interest access	2.25	0.64	3 rd
Time consuming nature of service usage	1.82	0.22	6 th
Lack of formal education	1.78	0.31	7 th

3.6. Influence of socioeconomic attributes on utilization of agro-meteorological services

Table 6 indicates the probit result of the influence of socioeconomic attributes on selected meteorological services. (Table6). The results show that the socioeconomic attributes considered had varying influence on the utilization of the selected meteorological services. The utilization of one meteorological service, prediction of potential flood was influenced by gender and was significant at 5%. The magnitude of the influence was 18.33. This implies that male farmers were more disposed to utilization of prediction on potential floods. Formal education had significant influence on utilization of the selected meteorological services at varying degrees and levels of significance – daily weather forecast was influenced by education at the magnitude of 31.91 (1% level); seasonal rainfall, 25.08 (5% level); general weather situation, 02.25 (5% level); and prediction of potential flood 18.33 (5% level). That the magnitude of the influence of education on daily weather forecast is highest is attributed to the fact that the more formally educated farmers tend to listen more on daily basis for such information because of the value they placed on such information. Marital status likewise had significant influence on the four selected meteorological services all at 5% level, but at varying magnitudes. The magnitude of the influence on daily weather forecast was -34.94; seasonal rainfall prediction was -32.95; general weather condition was -05.81; and on prediction of potential flood was -0.0728. the magnitude of the influence was highest on utilization of general weather condition. The negative sign borne by the coefficients indicate that singles had more time to utilize the services than the married arable crop farmers. Household size had significant influence on utilization of general weather condition at 5% level and the degree of the influence was 01.50. It implies that farmers with large household sizes were more disposed to utilizing this service.

Farm size had significant influence on daily weather forecast at 10% level and the degree of influence was 03.17. Though the influence is a weak one, implying that farm size was not very important consideration in farmers’ decision to utilize daily weather forecast.

Table 6. Probit estimates of the influence of selected socioeconomic attributes on meteorological service utilization among arable crop farmers

Variables	Types of information utilization among rice farmers							
	Daily weather forecast		Seasonal rainfall Prediction		General weather situation		Prediction of potential flood	
	ME	SE	ME	SE	ME	SE	ME	SE
Age	0.0268	0.0274	0.0304	0.0256	0.0210	0.0266	0.0245	0.0255
Age2	-0.0002	0.0002	-0.0002	0.0002	-0.0002	-0.0002	-0.0002	-0.0002
Gender	-0.0601	0.0966	0.0664	0.0754	0.0944	-0.0055	0.1084	0.1833**
Education	0.3191***	0.0771	0.2508**	0.0722	0.0225**	0.0109	0.0581**	0.0277
Marital status	-0.3494**	0.1825	-0.3295**	0.1759	-0.0581**	0.0288	-0.0728**	0.0330
Household size	0.0071	0.0066	0.0006	0.0058	0.0150**	0.0072	0.0001	0.0050
farm size	0.0317*	0.0169	0.0144	0.0145	0.0158	0.0175	0.0311	0.0200
Extension contact	0.3350***	0.0169	0.3909***	0.0881	0.3763**	0.1018	0.2549**	0.1015
Membership	0.0004**	0.0002	0.2556	0.0827	0.0944	0.1002	-0.0855	0.1379
Experience	0.1756***	0.0589	0.0156**	0.006	0.0546***	0.0186	0.2999***	0.1085

Extension contact also had significant influence on utilization of daily weather forecast and seasonal rainfall prediction at 1% level and with magnitudes of 33.50 and 39.09 respectively. Extension contact also had significant influence on farmers’ decision utilize information on general weather condition and prediction of potential flood all at 5% level and with magnitudes of 37.63 and

25.49 respectively. Membership of farmers' associations significantly influenced the farmers' decision to utilize daily weather forecast at 5% level. The magnitude of the influence was very weak, 0.04. Farming experience had significant influence on the farmers' decision to utilize all the meteorological services at different levels. It influenced utilization of daily weather forecast, general weather condition and prediction of potential flood at 1% level. The magnitudes of its influence were 17.56; 05.46 and 29.99 respectively. Experience in farming also influenced the farmers' decision to utilize seasonal rainfall prediction at 5% level, with a magnitude of 01.56. Past experience may have taught the farmers to utilize the meteorological services. These findings confirms those of Thomas and Sanyaolu (2017), Acheampong et al. (2017).

4. Discussion and Conclusion

The level of availability of agro-meteorological services to farmers was low. Though farmers claimed to be knowledgeable about climate change, the level of information accessed from NIMET agro-meteorological services was low. This assertion is in consonance with Roudier et al (2014) who found that farmers in Nigeria have the awareness of climate change, which they found to be manifesting in the dynamics in intensity of rainfall and distribution, increased temperature range and decline in soil fertility.

Most of the farmers always received agro-meteorological information through extension agents, radio, farmers' associations, other farmers and friends, and television. The result is indicative of the fact that extension agents of Delta Agricultural and Rural Development Agency largely disseminated agro-meteorological information to farmers. This was mostly done through extension agents meeting with farmers association Agbamu (2011) opine that as a consequence of the dearth of extension agents, extension-farmers interaction mostly takes place in groups or farmers' associations. Frequent extension farmers interaction is therefore expected to enhance technical competence of farmers in the agro-meteorological services need by them to adapt to climate change as confirmed by Adebayo et al (2012), regular contact between extension agents and farmers could enhance technology adoption. Radio has the widest coverage, out of all the electronic media of communication. This is because radio forms the cheapest electronic set, hence very affordable to rural dwellers and it is operated powered by batteries. This makes it very popular among rural dwellers who have irregular electricity supply. Farmers and friends of the farmers trade ideas and experiences among themselves when they meet. Adebayo and Adedoyin (2011) affirm that radio has the widest coverage as a medium of mass communication and it is very popular because of the simplicity of its operation. Motha and Stefanski (2006) assert that weather and climate information form data-rich products from diverse government agencies that offer basic ongoing information to farmers, and farmers' organizations through agricultural extension and advisory services.

The results on accessibility to meteorological services are indicative of poor access to agro-meteorological services among arable crop farmers. The implication is that arable crop farmers will not be able to put up timely response and adaptation strategies needed to cope with the effects of climate change. European commission (2009) IPCC 92012 suggest that this situation has adverse implication for food security through decreasing yields of crops, that will consequently lead to increased food price which will eventually push the population to alter production and consumption patterns.

The utilization of agro-meteorological services fell below expectation. This implies that the agro-meteorological services have not been fully used. The situation may have been prompted by the challenges associated with their usage in relation to late or untimely transmission of the messages by NIMET. Knowledge acquired can translate to functions alteration of operations only when it is disseminated or shared timely to the users (Asenso-Okkyere and Davis, 2009). This level of usage of these agro-meteorological services is not encouraging, considering the effect of climate change on agricultural productivity. Untimely release and dissemination of information is the major constraints to utilization of agro-meteorological services. Timeliness, of information, accessibility, adequacy and effectiveness of climate change information are crucial to agricultural enterprise planning. They are the hallmark of agriculture extension service delivery. This is more so when it is remembered that agricultural activities are time-bound and competency based. In the presence of the afore mentioned qualities, farmers will be guided better on the most appropriate or appropriate adaptation method or

technique to use. Information relating to climate change is very crucial to climate change adaptation (Anselm and Tafeeq, 2010; Ann et al, 2013). However, while considering the amount of weather and climate information that are currently available for farmers, some kinds of information being developed or already in operation, especially climate forecasting and formation may be not well suited for use by farmers in their decision making process (Stone and Meinke,2006).

The socioeconomic attributes of the respondents positively influenced their level of utilization of agro-meteorological service. The implication is that a unit increase in each of the variables has the likelihood of leading to a unit increase in their level of utilization of agro-meteorological services. The higher the level of formal education, the higher their level of agro-meteorological services will be. Meaning that those with higher level of formal education modify one's attitude towards innovations (Salau et al, 2013). Formal education also contributes to comprehension of meteorological information. Information becomes useless when not understood for application. Farmers with large household sizes had the likelihood to put up a higher utilization attitude towards agro-meteorological services. Similarly, farmers with large farm sizes would most likely utilize more of the meteorological services. This implies that large sized farming households more often than not, have more labour that are available for farming business, as larger sized farms will most likely seek information's on meteorological services, in order to reduce losses prompted by the effects of climate change to the barest minimum. Idrisa et al. (2006) found that household size and farm size of arable crop farmers influence their search for information. Farmers become intrinsically motivated when there is any factor that will jeopardise their productive efforts. This is when they tend to behave according to the assumptions of Rogers' protection motivation theory.

Extension contact is another variable of that influence utilization of agro-meteorological services. An increased frequent extension contact increase the farmers' tendency to utilize the information related to climate change adaptation. Increased extension contact has the consequence of leading to increased usage of agro-meteorological services. This is congruent with a priori expectation. This implies that frequent extension contacts increase the frequency of utilization of climate information for mitigation of climate change. Most times farmers become motivated to respect the opinion and advice of extension personnel, when they have frequent contacts with the farmers (Thomas and Sanyaolu, 2017). With encouragement from extension agents, there is more likelihood of utilizing meteorological services among the farmers.

Membership of farmers' association increases the chance of frequent extension contact. Frequent extension contact eventually leads to increased awareness and utilization of agro-meteorological services. This has ripple positive effect on the farmers' productivity. In such groups farmers share experiences, information and ideas. These farmers' groups or associations form a clearing house for knowledge. Farmers' group are most useful in situations where there is a poor ratio of extension staff to farm families, like it is the current situation in Delta State.

Daily weather forecast, seasonal rainfall prediction, information on crop stages performance and general weather condition were most available accessed and utilized agro-meteorological services. However, the rate of use of the agro-meteorological services was poor, as a result of untimely information delivered to the arable crop farmers by NIMET. The constraints to access and utilization of meteorological services are not serious, however, these range from lack of accurate meteorological information, complexity of meteorological information, irrelevant information dissemination, high cost of access to information, untimely information dissemination, lack of interest on the part of the farmers, time consuming nature of access to and utilization of the information to lack of reasonable level of formal education.

Socioeconomic attributes of the arable crop farmers influenced their decision to utilize meteorological services. These attributes include formal education, marital status, farm size, extension contact, membership of farmers' association and years of farming experience. The constraints to access and utilization of meteorological services may be minor according to the responses of the farmers, utilization of meteorological services remain poor and these constraints may be regarded as being fundamental to access to and utilization of meteorological services to adapt to climate change effects. In other words, the constraint of untimely dissemination of climate and weather information, being the major constraints the farmers contended with, is responsible for the low level of access and utilization of meteorological services. In light of the above, there is need to repeat this study in other states in Nigeria and in West Africa.

It is hence recommended that more advocacies to farmers to participate in agro-meteorological services be carried out. Participation promotes involvement of local actors in farming and elicits prompt monitoring activities which give assurance of timely dissemination of agro-meteorological information to arable crop farmers. This calls for the review of the climate change adaptation programme planning process.

References

- Acheampong, L.D., Frimpong, B.N., Appiah, A.A., Asante, B.O. & Asanty, M.D. (2017). Assessing the information seeking behavior and utilization of rice farmers in the Ejisu-Juaben municipality of Ashanti Region of Ghana. *Agriculture and Food Security*, 6(38), 1-9
- Adebayo, A.A; Onu, J.I Adebayo, E.F & Anyanwu, S.O. (2012). Farmers' awareness vulnerability and adaptation to climate change in Adamawa State, Nigeria. *British journal of Arts and Social Sciences*, 9(11), 45-61.
- Adebayo, K.E & Adedoyin, S.F. (2011). Communication and advocacy in extension. In Madukwe, M.C (ed). *Agricultural Extension in Nigeria*. Pp27-35. Ilorin; Nigeria: Agricultural Extension Society of Nigeria.
- Agbamu, J.U.(2011). Problems and prospects of agricultural extension services in Nigeria. In Madukwe, M.C (ed). *Agricultural Extension in Nigeria*. Pp120-136. ILLorin: Agricultural Extension Society of Nigeria
- Agbongiarhuoyi, A.E, Abdulkarim, I. F., Fawole, O.P., Obatolu, B.O., Famiyiwa, B.S. & Oloyede, A.A.(2013). Analysis of farmers' adaptation strategies to climate change in Cocoa production in Kwara State. *Journal of Agricultural Extension*, 17(1), 10-22.
- Akinbile, L.A. (2010). *Climate change and its implications for sustainable development in Nigeria*. Essay in the Department of Agricultural Extension and rural Development, University of Ibadan. Ibadan: University press.
- Akinbile, L.A. (2010). *Climate change and its implications for sustainable development in Nigeria*. Easy in the Department of Agricultural Extension and Rural Development, University of Ibadan, Nigeria.
- Akinsokeji, O.A., Tijani, S.A., Sanusi, M.K., Igene, L. & Orifah, M.O. (2017). Perception of modern processing technology by Shea butter processors in Kwara State, Nigeria. *Journal of Agricultural Extension*, 21(1), 1-14.
- Ann, O., Ndubuisi, E.L. & Wilfred, U. (2013). Challenges of agricultural adaptation to climate change in Nigeria. *Journal of Human Ecology*, 41(3), 221-235.
- Arowolo, O.O., Ogunrombi, A.A., Apantaku, S.O. & Adeogun, S.O. (2017), perception of farm succession planning by poultry farmers in Southwest, Nigeria. *Journal of Agricultural Extension*, 21(1), 83-98.
- Asenso-Okyere, K. & Davis, K. (2009) Knowledge and Innovation for agricultural development. International food policy research Institute (IFPRI). Policy Brief 11
- Bachhav, N.B (2012). Information needs of rural farmers: A study from Maharashtra, India. Library Philosophy and Practice. Retrieved on 11/9/2012 from <http://digital.omenonsunl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=libphiliparc>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2012). Climate change impact, adaptability and vulnerability. In McCarty, J.J. (ed). *Contribution of working group to the Third Assessment Report of IPCC*. Pp 12-22. Cambridge: Cambridge University Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).(2007). Summary of policy makers. In Parry, M.L; Canziani, O.F; Palutikof, J.P; Van der Linden P.J and Hanson, C.E (eds). *Climate change: Contribution of working Group II to the fourth Assessment Report of IPCC on climate change*. Pp 7-22. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Khanal, R.C (2009). Climate change and organic agriculture. *The Journal of Agriculture and Environment*, 10, 100-110
- Klair, K. B. & Richardson, A.D.W. (1998). The changing information needs of farmers in the U.S and Europe. Sixth joint conference on food, agriculture and the environment, Minneapolis, Minnesota August 31–Sept 2, 1998. Available and accessed on 5/12/1998 at <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/14496/1/c6klai01>.

- Madugu, N.I. (2008). Nigeria: Climate change – A threat to the country's Development. Retrieved August 21, 2019 from <http://www.allafrica.com/nigeria/>
- Motha, R. L. & Stefanski, R. (2018) United States Department of Agriculture's weather and climate information system for operational applications in Agriculture. *Meteorological Applications*, (Supplement),7-20.
- Naab, F. Z.,& Ahmed, A. (2019). The role of climate services in agricultural productivity in Ghana: The perspectives of farmers and institutions. *Climate Services*, 13, 24-32.
- Nigeria meteorological Agency. (2012). Agro-meteorological Bulletin No 55, Dekad, 2 1-2.
- Nigeria Meteorological Agency (NIMET)(2016). Weather Report <http://www.thusdaylive.com/index.php/2016/68/08/11>
- Ofuoku, A.U. & Ekorhi-Robinso, I.O (2018). Social inclusion of lamelles farmers in extension services in Delta state, Nigeria; implication for agricultural Development. *Open Agriculture*, 3, 226-255.
- Ofuoku, A.U. (2019). Social inclusion of rural-rural migrant arable crop farmers and agricultural production in Delta State, Nigeria. *Rural Society*, 28(2),144-160
- Ofuoku, A.U. (2013). Willingness of farmers to participate in farmers' groups. *Journal of Extension Systems*, 29(1), 51-63
- Ofuoku, A.U. (2014) Effect of social stratification on extension- farmer contact among poultry farmers in Delta State, Nigeria. *Tropical Agricultural Research and Extension*, 17(3&4), 143-152
- Ofuoku, A.U., Uzokwe, U.N., Ekorhi –Robinson. (2019). Social inclusion of migrant fisher folks in agricultural extension activities in Delta State, Nigeria. *Yuzuncu yil University Journal of Agricultural Science*, 29(3),539-547.
- Ofuoku, A.U, Okoli, R.N & Saiki, P.K. (2011). Determinants of adaptation to climate change among arable crop farmers in Edo state, Nigeria and its implications for extension service. *Agricultura, Agriculture-Science and practice Journal*, 3-4(79-80)129-140
- Onyegbula, C.B. (2015). Climate change adaptation strategies of rice farmers in Nigeria. A PhD Thesis, Department of Agricultural Extension and Rural Development, University of Ibadan
- Oyewole, M.F (2017). Welfare status of rural women agro-processors participants in the development pratinership ion higer education project in osun and oyo states of Nigeria. *Journal of Agricultural Extension*, 21(1), 38-50
- Roudier, P., Muller, B., d'Aquino, p., Roncolic., Soumare, M.A., Batte; L. & sultan, B. (2014). The role of climateforcasts in Smallholder agriculture Lessons from participatory research in two communities in Senegal. *Agriculture and Environment*, 1(2), 42-55
- Salau, E.S; Saingbe, N.D. Garba, M.N. (2013). Information needs of small holder farmers in Central Agricultural Zone of Nasarawa State. *Journal of Agricultural Extension*, 17(2), 113-121.
- Salawu, O.L.& Ayanda, I.F.(2014). Assessment of the contribution of shea butter processing to poverty reduction among women in Kwara State, Nigeria. *Journal of sustainable Development in Africa*, 16(3), 7-15.
- Stone, R. C. & Meinke, H. (2006). Weather, climate, and farmers: An overview. *Meteorological Applications, Supplement*, 27-36.
- Tarchiani, V., Camacho, J., Coulibaly, H., Rossi, F. & Stefanski, R. (2018). Agrometeorological services for smallholder farmers in West Africa. *Advances in Science & Research*, 15,15-20.
- Tella, M.O. (2016). *Livelihood analysis and coping strategies of rural women to climate change in North-Western Nigeria*. A PhD Thesis in the Department of Agricultural Extension and Rural Development, University of Ibadan.
- Thomas, K.A.& Sanyaolu,A.S. (2017). Utilization of agro-meteorological Services among arable crop farmers in Oyo State, Nigeria. *Journal of Agricultural Extension*, 2(1),51-69
- Van der Zaag, P. (2010). View point – water variability, soil nutrient heterogeneity and market volatility –why sub-saharan Africa's Green Revolution will be location specific and knowledge intensive. *Sub-Saharan African's Green Revolution*, 13(1),154-160
www.ifpri.org/bp0011.asp Accessed January 15, 2019.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)

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



Araştırma Makalesi (Research Article)

**Çiftçilerin Tarımsal Üretim Yapma Amaçlarının Sıralanması Üzerine Bir Araştırma:
Kahramanmaraş İli Örneği****

Sarper Afşin ÜNAL¹, Emine İKİKAT TÜMER*²

^{1,2}Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 46100,
Kahramanmaraş, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-1971-8664> ²<https://orcid.org/0000-0001-6336-3026>

*Sorumlu yazar e-posta: etumer@ksu.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 24.04.2020
Kabul: 07.02.2021
Online Yayınlanma 30.03.2021
DOI:10.29133/yyutbd.726532

Anahtar kelimeler

Aksu Nehri,
Amaç,
Bulanık eşli karşılaştırma,
Kahramanmaraş.

Öz: Bu çalışmada akarsu kirliliğine bağlı olarak toprak kirliliğinin yaşandığı ve yaşanmadığı mahallelerde çiftçilerin tarımsal üretim yapma amaçlarının ağırlıklarına göre sıralanması amacıyla Bulanık Eşli Karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırma verilerinin elde edilmesi için Kahramanmaraş ilinde 236 çiftçiye sekiz amaç sunulmuş ve bu amaçları ikili karşılaştırmaları istenmiştir. Analiz sonucunda çiftçilere sunulan bu amaçlar ağırlıklarına göre sıralanmıştır. Araştırma yöresindeki çiftçiler tarımsal üretim yaparken ilk olarak “Ailenin ihtiyacını karşılamak” amacına yer vermektedirler. Daha sonra sırasıyla “Toprağı korumak”, “Maksimum kar sağlamak”, “Borçları azaltmak”, “Baba mesleğini sürdürmek”, “İşletmeyi büyütmek” ve “İşletmeyi gelecek nesle devretmek” amaçları gelmektedir. Çiftçiler tarımsal üretim yaparken son olarak “Toplumun gıda ihtiyacını karşılamak” amacına yer vermektedirler. Analiz sonucunda çiftçilerin tarımsal üretim yapma amaçlarının ağırlıklarının ortalamasının birbirine çok yakın olması çiftçilerin birden fazla amacı bir arada gerçekleştirdiğini göstermektedir.

**A Research on the Ranking of Farmers' Agricultural Production Goals: The
Case of Kahramanmaraş Province**

Article Info

Received: 24.04.2020
Accepted: 07.02.2021
Online Published 30.03.2021
DOI: 10.29133/yyutbd.726532

Keywords

Aksu River,
Goals,
Fuzzy Pair-wise Comparison,
Kahramanmaraş.

Abstract: In this study, Fuzzy Pair-wise Comparison method was used to rank farmers according to their weight for agricultural production goals in the villages where soil pollution is experienced and not experienced due to river pollution. Eight objectives were presented to 236 farmers in Kahramanmaraş province for comparing these objectives in pairs. As a result of the analysis, these goals presented to farmers were listed according to their weight. The farmers in the research region are first involved in the purpose of “meeting the needs of the family” when making agricultural production. Then, respectively, “to protect the land”, “to provide maximum profit”, “to reduce debts”, “to maintain the profession of the father”, “to grow the business” and “to transfer the business to the next generation” are the other goals. Finally, the last goal of farmers is “meeting the food needs of society” while making agricultural production. As a result, the fact that the average weight of farmers' agricultural production goals is very close to each other indicating that farmers achieve more than one goal.

**Bu çalışma Sarper Afşin ÜNAL'ın yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

1. Giriş

Dünya nüfusu sürekli artmakta ve bu nüfusun sınırsız olan ihtiyaçları kıt kaynaklarla karşılanmaya çalışılmaktadır. İnsanoğlunun en temel ihtiyaçlarından birisi beslenmedir. Toplumun bu ihtiyacını giderebilmek diğer bir ifadeyle toplam gıda talebini karşılayabilmek için tarımsal üretimi artırmak gerekmektedir.

Son yıllarda tarımsal üretimde dikkati çeken dalgalanmaların başlıca sebepleri arasında; girdi maliyetlerindeki artış, doğal dengenin bozulması ile beraber hastalık ve zararlıların artması, ürün fiyat istikrarsızlığı, piyasa koşullarındaki ani değişimler, olumsuz iklim koşulları, pazarlamada yaşanan güçlükler ve çevre kirliliğinin tarıma verdiği olumsuz etkiler sayılabilir.

Çevre kirliliği başta canlıların yaşam alanlarına zarar verebildiği gibi toprak, hava ve suya da zarar vermektedir (Doğan ve İkikat Tümer, 2019). Su, yaşam için oldukça önemli, ikame edilemeyen ve kıt bir kaynaktır. Akarsu ve göller tatlı su kaynağı olup yeryüzündeki su miktarının çok küçük bir kısmını oluşturmaktadır. Artan nüfus, kentleşme baskısı, tarımsal ve endüstriyel kullanımların yol açtığı kirlilik, küresel iklim değişikliği gibi pek çok sorun da kıt bir kaynak olan suyu olumsuz yönde etkileyerek her geçen gün kullanılabilir tatlı su miktarının azalmasına yol açmaktadır. Yerüstü su kaynaklarının sürdürülebilir bir biçimde kullanılması ve korunması doğal döngülerin devamlılığı ve canlı yaşamı için oldukça önemlidir (Şenik, 2016).

Yeryüzündeki kullanılabilir suyun en fazla kullanıldığı alanlardan biriside tarımsal üretimdir. Genellikle akarsulardan sağlanan bu ihtiyaç bitkisel üretimde verim, ürün ve toprak kalitesi, toprak bileşenleri gibi birçok alanı etkileyebilmektedir.

Atık sular, kanalizasyon suları, fabrika atıkları, çöp, hava kirliliği, tarımsal üretimde kullanılan ilaç ve gübre kalıntı ve atıkları akarsuları kirleten başlıca etmenler arasında sayılmaktadır. Yer üstü su kaynaklarının temelini oluşturan akarsular tarımsal sulamada kullanılan başlıca kaynaklardır.

Akarsuların kirliliği tarımsal üretimi etkilediği gibi tarımda kullanılan bazı kimyevi gübreler ve ilaçlar da yer altı suyunu kirletebilmektedir. Bunun yanı sıra yoğun sanayi kuruluşlarının bulunduğu bölgelerde hava kirliliği etkisini göstermektedir. Bu iki ana kirlilik, dolaylı yollardan tarımsal üretimin yaşandığı bölgelerde toprağın kirlenmesine neden olmaktadır.

Uzun süredir üretim yapan çiftçilerin tarımsal üretim yaparken belirledikleri amaçlardan biride toprağı korumaktır. Çiftçiler birden fazla amaç doğrultusunda üretim yapmaya karar vermekte olup kirlilik yaşanan bölgelerde bu amaçlar öncelik sırasına göre farklılık gösterebilmektedir.

Tarımsal üretimin doğal şartlara bağlı olması, belirli bir dönem içerisinde üretimin yapılması, gerektiğinde işgücü bulamama, fiyat, pazarlama ve üretimin toprağına bağlı olması gibi riskler tarımsal üretimi etkilemektedir (Akçaöz, 2001; İkikat Tümer, 2004). Birçok çiftçi tarımsal üretim yaparken üstlendiği doğal sosyal, ekonomik ve beşeri risklerin varlığını kabul ederek tarımsal üretim kararını verirler.

Tarımsal üretim sürecinde çiftçiler, yaşam standartlarını yükseltebilmek için kar maksimizasyonu veya masraf minimizasyonunu, ailenin ihtiyacını karşılama, işletmeyi gelecek nesillere devretme gibi birden fazla amacı göz önünde bulundurarak nihai kararlarını vermektedirler (Van Kootenet al., 1986; Günden ve Miran, 2007; İkikat Tümer, 2011; İkikat Tümer, 2016).

Çiftçilerin tarımsal faaliyete yönelik amaçları genellikle aynı olmakla birlikte bu amaçların özelliği ve önem sırası değişmektedir (Gasson, 1973; Casebow, 1981; Gillmor, 1986). Çiftçilerin amaçları göz önünde bulundurulduğunda başlıca riskler arasında sayılan akarsu kirliliğine bağlı olarak ortaya çıkan toprak kirliliği de bu amaçlara ulaşmayı etkilemektedir.

Aksu Nehri ve kolları verimli tarım arazilerine ev sahipliği yapmaktadır. Çiftçiler çeşitli amaçlar doğrultusunda üretim yaparken Aksu Nehrinin kirliliğine bağlı olarak meydana gelen toprak kirliliğinden de etkilenmektedir. Su ve hava kirliliği ile birlikte toprak kirliliği de tarımsal üretimi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenlerle çiftçiler, ailelerinin temel ihtiyacını karşılayacak ürün ve gelir elde edememekten endişe duymaktadırlar. Bu çalışmanın amacı, akarsu kirliliğine bağlı olarak toprak kirliliğinin yaşandığı ve yaşanmadığı işletmelerde çiftçilerin tarımsal üretim yapma amaçlarının ağırlıklarına göre sıralanması ve bu amaçlara etki eden faktörlerin ortaya konulmasıdır.

2. Materyal ve Yöntem

Kartalkaya Barajından başlayan ve Sır Barajına kadar Aksu Nehrinin geçtiği Pazarcık, Kahramanmaraş Merkez ve Türkoğlu ilçeleri araştırma kapsamına alınmıştır. Bu ilçelerde DSİ 201. Şube Müdürlüğü, Aksu Nehri Sağ ve Sol Sahil Sulama Birliklerinde bulunan teknik personelin görüşleri alınarak Aksu Nehri ve onu besleyen Karaçay ve Erkenez çayıdan faydalanarak tarımsal üretim yapan mahalleler belirlenmiştir. İşletme büyüklükleri ve işletme sayıları ile birlikte maddi imkanlar ve zaman faktörü de göz önünde bulundurularak işletme sayısı 25'ten büyük olan mahallelerdikkate alınarak anket yapılacak mahalleler seçilmiştir.

Anket yapılacak örnek sayısı Oransal Örnekleme Yöntemi (Newbold, 1995) ile hesaplanmıştır.

$$n = \frac{N * p * (1 - p)}{(N - 1) * \sigma_p^2 + p * (1 - p)} \quad n = \frac{1912 * 0.5 * 0.5}{1911 * 0.000924 + 0.5 * 0.5} \cong 236$$

Formülde; n:Örnek büyüklüğü, N:Popülasyondaki işletme sayısı, σ_p^2 : Oranın varyansı, r: Ortalamadan sapma (%5), $Z_{\alpha/2}$: z cetvel değeri (1.645), p: İşletme sayısının popülasyondaki oranını (%50) göstermektedir. Maksimum örnek büyüklüğüne ulaşmak için p değeri %50 alınmıştır. Çalışmada %90 güven aralığında (z=1.645) ve ortalamadan %5 sapma ile anket yapılacak örnek işletme sayısı 236 olarak hesaplanmıştır. Anketler 2015 üretim döneminde yapılmıştır.

2.1. Bulanık eşli karşılaştırma (Fuzzy pair wise comparison=BEK) yöntemi

Kısmi üyelik, bulanık küme teorisinin merkezi bir kavramı (Zadeh,1965) olup bulanık küme [0,1] kapalı aralığında yer alır. Bulanık küme teorisi belirli olmayan tercihlere dayanmakta (Tanaka, 1997) ve 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecelerinden de söz etmek mümkündür. Üyelik derecesi klasik kümelerde, kümeye ait olup olmama durumunu gösterirken, bulanık kümelerde ise 0 ile 1 arasındaki değişimin her bir eleman için değerini ifade etmektedir (Klir ve Yuan, 1995; Ross,1995; Pedrycz ve Gomide, 1998).

BEK yöntemi, iki amacın karşılaştırmasında diğer eşli karşılaştırma yöntemlerine benzemektedir. Ancak BEK yönteminde, çiftçiler iki amaç arasında binary (0 ya da 1) seçim yapmak zorunda değillerdir. Bu yöntemde bir amacın tercih derecesi ortaya konulmakta ve iki amaç arasında diğerine göre kayıtsız olması sağlanmaktadır. Bu nedenle çalışmada BEK yöntemi kullanılmıştır.

Çiftçiler tarımsal üretim yaparken doğal, sosyal ve ekonomik risklerle birlikte üretim yapma amaçlarını gerçekleştirirler. Aksu Nehri civarında gerçekleştirilen bu çalışmada tarımsal üretim yapan çiftçilerin amaçlarının önceliklerini belirlemek için BEK Yöntemi kullanılmıştır.

BEK yöntemi ilk olarak birden fazla amaç arasından karar verme sürecinde, çiftçilerin amaç hiyerarşisini belirlemek üzere Van Kooten, vd. (1986) tarafından geliştirilmiştir.

Bu çalışmada, anket yapılan çiftçilere daha önce yapılan çalışmalardan faydalanılarak toplam sekiz amaç sunulmuş (“İşletmeyi büyütmek”, “Ailenin ihtiyacını karşılamak”, “İşletmeyi gelecek nesle aktarmak”, “Borçları azaltmak”, “Maksimum kar sağlamak”, “Toprağı korumak”, “Toplumun gıda ihtiyacını karşılamak” ve “Baba mesleğini sürdürmek”) ve bu amaçlar arasında eşli karşılaştırmalar yapmaları istenmiştir. BEK yöntemi yardımıyla elde edilen amaçların her birinin ağırlıkları hesaplanmıştır.

3. Bulgular

Araştırma yöresinde anket yapılan çiftçilere daha önce yapılan çalışmalardan faydalanılarak toplam sekiz amaç sunulmuş ve bu amaçlar arasında eşli karşılaştırmalar yapmaları istenmiştir. BEK yöntemi yardımıyla elde edilen amaçların her birinin ağırlıkları hesaplanmıştır.

BEK yönteminden elde edilen ortalama ağırlıklara göre amaçlar büyükten küçüğe Çizelge 1’de sıralanmıştır. Araştırma yöresindeki çiftçiler tarımsal üretim yaparken ilk olarak “Ailenin ihtiyacını karşılamak” amacına yer vermektedirler. Daha sonra sırasıyla “Toprağı korumak”, “Maksimum kar sağlamak”, “Borçları azaltmak”, “Baba mesleğini sürdürmek”, “İşletmeyi büyütmek”

ve “İşletmeyi gelecek nesle devretmek” amaçları gelmektedir. Çiftçiler tarımsal üretim yaparken son olarak “Toplumun gıda ihtiyacını karşılamak” amacına yer vermektedirler. Analiz sonucunda çiftçilerin tarımsal üretim yapma amaçlarının ağırlıklarının ortalamasının birbirine çok yakın olması çiftçilerin birden fazla amacı bir arada gerçekleştirdiğini göstermektedir (Çizelge 1).

Karşılaştırmalı amaçlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını istatistiksel olarak belirlemek amacıyla Friedman Testi kullanılmıştır. Bu test bir örneklemin tekrarlanan ölçümleri arasında fark olup olmadığını test etmektedir. Belirlenen amaçlar arasındaki fark istatistiki açıdan ($p<0.01$) anlamlı bulunmuştur. Yapılan test sonucunda çiftçilerin sekiz amaçtan en az birini diğerlerine tercih ettiği belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çiftçi amaçlarının ağırlıklarına göre sıralanması

	Minimum	Ortalama	Maksimum	Std. sapma
Ailenin ihtiyacını karşılamak	0.0426	0.1811	0.3748	0.0840
Toprağı korumak	0.0228	0.1486	0.3794	0.0856
Maksimum kar sağlamak	0.0134	0.1419	0.3441	0.0743
Borçları azaltmak	0.0159	0.1280	0.2812	0.0665
Baba mesleğini sürdürmek	0.0076	0.1187	0.4168	0.1157
İşletmeyi büyütmek	0.0158	0.1171	0.3712	0.0819
İşletmeyi gelecek nesle devretmek	0.0067	0.1074	0.2823	0.0593
Toplumun gıda ihtiyacını karşılamak	0.0078	0.0571	0.2540	0.0501

*Friedman testi $p<0.01$ için istatistiki açıdan anlamlıdır.

Bölgedeki çiftçilerin %34.2’si toprağın kirli olduğunu düşünürken %53.9’u kirli olmadığını ve %11.9’u da fikrinin olmadığını belirtmiştir. Toprak kirliliğinin varlığını araştırırken bunun ne derece kirli olduğu da önem arz etmektedir. Araştırma yöresinde toprağın kirli olduğunu düşünen çiftçilerin; %4.4’ü çok az kirli, %27.8’i az kirli, %48.9’u orta derece kirli, %12.2’si kirli ve %6.7’si toprağın çok kirli olduğunu düşünmektedir. Çiftçiler ile yapılan anket verilerine göre toprağın orta derece kirli (2.88) olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Toprak kirliliği varlığı ve derecesi (%)

	Kirlilik konusunda bilgi	%
Toprak kirliliği hakkında görüşler	Kirli değil	53.9
	Bilgim yok	11.9
	Kirli	34.2
Toprağın kirli olduğunu düşünenlerin kirlilik derecesi hakkındaki görüşleri	Çok az kirlidir	4.4
	Az kirlidir	27.8
	Orta derece kirlidir	48.9
	Kirlidir	12.2
	Çok kirlidir	6.7

BEK yönteminden elde edilen amaç ağırlıklarına göre çiftçilerin sosyo-demografik özellikleri Çizelge 3’te verilmiştir. Çiftçiler tarımsal üretim karar sürecinde kirli veya temiz yörelerde üretim yapmaları fark etmeksizin en önemli amacının “ailenin ihtiyacını karşılama” olması yöre halkının ilk olarak ailesinin gereksinimlerine önem verdiğini göstermektedir.

Araştırma bölgesinde çiftçilerin yaş ortalaması 53 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu rakam Türkiye ortalamasına (54) yakın olup gençlerin kente göç ettiklerini göstermektedir. Yaş grupları itibariyle tüm gruplar tarımsal üretim yaparken ilk olarak “ailenin ihtiyacını karşılama” amacına önem vermektedirler. Aynı şekilde tüm yaş grupları tarımsal üretim yaparken en az önem verdikleri amaç ise “toplumun gıda ihtiyacını karşılamak” amacıdır. Bölgedeki çiftçiler ilk önce kendi ailesinin ihtiyaçlarını karşılama amacını güderken toplumun gıda ihtiyacının çeşidi ve miktarı ile çok ilgilenmemektedirler (Çizelge 3).

Çiftçilerin eğitim seviyesi kentte yaşayan bireylere göre genel olarak düşüktür. Araştırma yöresinde lise seviyesinin altında eğitim seviyesine sahip bireyler tarımsal üretim yaparken öncelikli olarak “ailenin ihtiyacını karşılamak” amacına önem vermekte olup lisenin üstünde eğitim seviyesine

sahip çiftçiler “ailenin ihtiyacını karşılamak” ve “toprağı korumak” amacına eşit düzeyde önem vermektedirler. Eğitim seviyesi yükseldikçe işletme sahiplerinin daha bilinçli olduğu ve gelecek nesilleri düşündükleri için toprağı korumayı, ailelerinin ihtiyacını karşılamayı düşündükleri kadar düşünmektedirler. Tüm işletme yaş gruplarında “toplumun ihtiyacını karşılamak” amacı tarımsal üretim karar sürecinde en düşük önem düzeyine sahiptir (Çizelge 3).

Ankete katılan çiftçilerin tarımsal üretim tecrübeleri ortalama 30 yıl olarak hesaplanmıştır. İşletmelerde 20 yıl ve altında tarımsal tecrübeye sahip çiftçiler, “maksimum kar sağlamak” ve “ailenin ihtiyacını karşılamak”, 21 yıl ile 40 yıl arasında tarımsal tecrübeye sahip çiftçiler “ailenin ihtiyacını karşılamak” ve 41 yıl üzerinde tecrübeye sahip üreticiler en çok “toprağı korumak” amacına öncelik vermektedirler. Diğer bir ifadeyle tecrübeli çiftçiler toprak olmadan yaşamın olamayacağı, bunun yanı sıra ailenin ihtiyaçlarını karşılamak ve onların refah seviyesini yükseltmek için toprağın vazgeçilmez unsur olduğunun bilincindedirler. Tüm tecrübe grubundaki çiftçiler tarımsal üretim yapma karar sürecinde “toplumun gıda ihtiyacını karşılamak” amacına en az önemi vermektedirler (Çizelge 3).

Araştırma bölgesindeki çiftçilerin ortalama arazi varlığı 188 da olarak hesaplanmıştır. Tarımsal üretim yapma karar sürecinde çiftçilerin arazi miktarları önemli bir faktör olarak gözlemlenmiştir. 30 da ve daha az araziyi işleyen çiftçiler sırası ile “ailenin ihtiyacını karşılamak”, “toprağı korumak” ve “borçlarını azaltmak” amaçlarına önem vermektedirler. 31 da ile 120 da arasında araziyi işleyen çiftçiler ise sırası ile “ailenin ihtiyacını karşılamak”, “maksimum kar sağlamak” ve “toprağı korumak” amacına öncelik vermektedirler. 121da ve daha fazla araziyi işleyen büyük çiftçiler ise sırasıyla“ ailenin ihtiyacını karşılamak”, “toprağını korumak” ve “maksimum kar sağlamak” amaçlarına önem vermektedirler. Arazi büyüklüğünün tüm gruplarında çiftçiler tarımsal üretim yaparken “toplumun gıda ihtiyacını karşılamak” amacına en az önemi vermektedirler (Çizelge 3).

Araştırma yöresindeki işletmelerde genellikle gençler tarım dışı işlerde çalışmakta ve tarımsal üretime katkıda bulunamamaktadırlar. Tarımsal üretimde tek kişi çalışan işletmelerde ilk üç amaç sırasıyla“ ailenin ihtiyacını karşılamak”, “toprağı korumak” ve “borçlarını azaltmak” şeklindedir. Tarımda çalışan birey sayısı 2 kişi olan işletmelerde ise sıralama“ ailenin ihtiyacını karşılamak”, “maksimum kar sağlamak” ve “işletmeyi büyütmek” şeklindedir. Üç kişi ve daha fazla sayıda bireyin üretime katkıda bulunduğu işletmelerde ilk olarak “ailenin ihtiyacını karşılamak” daha sonra “borçlarını azaltmak” ve “toprağı korumak” amaçları yer almaktadır (Çizelge 3).

Araştırma yöresindeki çiftçilerin ortalama yıllık gelirleri 75102 TL/yıl olup, düşük (<14 000 TL), orta (14 000-100 000 TL) ve yüksek gelirli (100 001 TL) olarak üç gruba ayrılmışlardır. Her üç grupta da çiftçiler tarımsal üretim yaparken öncelikli olarak “ailenin ihtiyacını karşılamak” amacına önem vermektedirler. Aynı şekilde her üç grupta da çiftçiler üretim yaparken en az “toplumun gıda ihtiyacını karşılamak” amacına önem vermektedirler (Çizelge 3).

Araştırma yöresindeki çiftçilerin arazilerinde yaşanma durumu araştırılmış olup toprak kirliliğinin üretim karar sürecine olan etkisi incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre toprak kirliliğinin olmadığını düşünen çiftçilerin üretim kararında en önemli amacın “ailenin ihtiyacını karşılamak”, en az önemli amacın ise “toplumun gıda ihtiyacını karşılamak” olduğu belirlenmiştir. Toprak kirliliğinin olduğunu düşünen işletmelerde en önemli amacın “ailenin ihtiyacını karşılamak” ve “işletmeyi gelecek nesillere devretmek” olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Toprak kirliliğinin orta derecede olduğunu düşünen ve bu kirlilikle yaşayan çiftçiler ailelerinin temel ihtiyaçları karşılayamama ve gelecek nesillere topraklarını aktaramama kaygısı içerisinde oldukları için toprağın temiz kalmasını istemektedir.

Araştırma yöresindeki çiftçilerin kooperatife üyelik durumları ile üretim yapma amaçları ağırlıkları incelenmiş olup herhangi bir kooperatife üye olanlar ile olmayanların üretim yaparken en çok “ailenin ihtiyacını karşılamak” amacına önem verdikleri belirlenmiştir. Çiftçiler kooperatife üye olduklarında daha çok çiftçi ile etkileşim içinde olsa da en fazla önem verdikleri amaç değişmemektedir. Kooperatife üye olan çiftçiler “maksimum kar sağlamak” amacına, kooperatife üye olmayan çiftçiler ise “toprağı korumak” amacına ikinci sırada önem vermektedirler (Çizelge 3).

Çizelge 3. Amaçlara göre çiftçi ve işletme özellikleri

		İşletmeyi büyütmek	Ailenin ihtiyacını karşılamak	İşletmeyi gelecek nesle devir etmek	Borçları azaltmak	Maks. kar sağlamak	Toprağı korumak	Toplumun gıda ihtiyacını karşılamak	Baba mesleğini sürdürmek
Kirlilik Durumu	Kirli	0.11	0.19	0.11	0.14	0.14	0.14	0.04	0.11
	Temiz	0.12	0.17	0.12	0.11	0.15	0.15	0.07	0.12
Yaş (ort=53 yıl)	≤40	0.12	0.19	0.13	0.14	0.17	0.10	0.04	0.13
	41-60	0.12	0.18	0.12	0.13	0.13	0.16	0.05	0.12
	61+	0.13	0.17	0.10	0.12	0.15	0.15	0.06	0.10
Eğitim (yıl)	≤5	0.12	0.18	0.11	0.13	0.15	0.14	0.05	0.12
	6-11	0.08	0.23	0.09	0.12	0.14	0.15	0.07	0.11
	12+	0.13	0.16	0.10	0.12	0.13	0.16	0.06	0.12
Tecrübe (ort=30 yıl)	≤20	0.13	0.16	0.10	0.13	0.16	0.15	0.06	0.12
	21-40	0.11	0.20	0.11	0.13	0.13	0.14	0.05	0.12
	41+	0.12	0.15	0.11	0.12	0.15	0.17	0.06	0.10
Arazi (ort=188 da)	≤30	0.10	0.18	0.12	0.13	0.12	0.16	0.07	0.11
	31-120	0.13	0.18	0.10	0.12	0.15	0.14	0.06	0.11
	121+	0.11	0.18	0.11	0.13	0.14	0.15	0.04	0.13
Tarımda çalışanlar (ort=2 kişi)	1	0.11	0.17	0.11	0.14	0.13	0.16	0.06	0.13
	2	0.13	0.19	0.12	0.12	0.16	0.14	0.04	0.10
	3	0.12	0.21	0.09	0.16	0.14	0.15	0.05	0.11
Gelir (ort=75102 TL/yıl)	Düşük	0.10	0.19	0.12	0.12	0.12	0.16	0.07	0.12
	Orta	0.13	0.17	0.11	0.13	0.15	0.15	0.06	0.10
	Yüksek	0.11	0.19	0.09	0.14	0.13	0.13	0.04	0.16
Toprak kirliliği	Yok	0.12	0.19	0.10	0.13	0.15	0.15	0.06	0.10
	Var	0.12	0.17	0.11	0.12	0.14	0.14	0.05	0.11
Kooperatife üyelik	Evet	0.12	0.18	0.13	0.13	0.15	0.14	0.06	0.10
	Hayır	0.11	0.19	0.12	0.12	0.13	0.16	0.05	0.15

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada akarsu kirliliğine bağlı olarak toprak kirliliğinin yaşandığı ve yaşanmadığı mahallelerde çiftçilerin tarımsal üretim yapma amaçlarının ağırlıklarına göre sıralanması amaçlanmıştır. Bu amaçla BEK yöntemi kullanılmıştır. Analiz sonucunda çiftçilere sunulan amaçlar ağırlıklarına göre sıralanmıştır. Araştırma yöresindeki çiftçiler tarımsal üretim yaparken ilk olarak “Ailenin ihtiyacını karşılamak” amacına yer vermektedirler. Daha sonra sırasıyla “Toprağı korumak”, “Maksimum kar sağlamak”, “Borçları azaltmak”, “Baba mesleğini sürdürmek”, “İşletmeyi büyütmek” ve “İşletmeyi gelecek nesle devretmek” amaçları gelmektedir. Çiftçiler tarımsal üretim yaparken son olarak “Toplumun gıda ihtiyacını karşılamak” amacına yer vermektedirler. Analiz sonucunda çiftçilerin tarımsal üretim yapma amaçlarının ağırlıklarının ortalamasının birbirine çok yakın olması çiftçilerin birden fazla amacı bir arada gerçekleştirdiğini göstermektedir.

İzmir ili Torbalı ilçesinde toprağını korumak amacı ilk sırada yer almaktadır (Günden ve Miran, 2007). TRA1 Bölgesinde (İkikat Tümer, 2011) ve Erzurum ilinde (İkikat Tümer ve ark., 2012) çiftçiler ailenin ihtiyacını karşılamak amacına ikinci sırada önem vermektedirler. Bölgede kurulan çok sayıda sanayi kuruluşları, hava kirliliğine neden olmakta ve bu durum bölgede tarımsal üretim gerçekleştiren çiftçilerin üretim kararlarını etkilemektedir. Hava kirliliği, bitkisel üretimde daha çok döllenme ve meyve tutumunu olumsuz etkilemekte olup özellikle sebze ve meyve üretiminde daha belirgin etki gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca fabrikaların atık su filtrelerinin de yeterince kullanılmadığı dikkati çekmektedir. Hava, su ve toprak kirliliği araştırma bölgesinde tarımsal üretimi olumsuz yönde etkilediği için çiftçiler ailelerinin ihtiyacını karşılamayı en önemli amaç olarak görmektedirler. Bunun yanı sıra kirlilikten dolayı bölgede üretilen ürünlerin verim ve kalitesindeki azalmalar çiftçilerin gelirlerini azaltmakta ve maksimum kar sağlamalarını engellemektedir. Bu nedenle toprağı korumak amacı en önemli ikinci amaç olarak çiftçiler tarafından belirlenmiştir.

Araştırma yöresinde çok sayıda fabrika bulunmakta ve bu fabrikaların atık suları canlıların yaşayamayacağı düzeyde akarsulara drene edilmektedir. Bu nedenle bölgedeki sanayi kuruluşları, belediyeler, kamu kurum ve kuruluşları toprak, hava ve su kirliliği konusunda yeni politikalar geliştirmeli, gerekirse yaptırım cezası uygulamalıdır.

Hava Kirliliği raporunda (2020), Kahramanmaraş ilinin sağlık problemlerine yol açan partikül madde 2,5 (PM 2,5) ölçümlerine göre Türkiye’de kirlilik seviyesi en yüksek olan 8. il olduğu belirtilmiştir. Araştırma bölgesindeki çiftçilerin ailenin temel ihtiyaçlarını karşılamak, toprağı koruma ve maksimum kar elde etme amaçlarına ulaşmaları için bölgeye özel destekler verilmelidir. PM 2,5 ölçümlerinin normalden yüksek olduğu bölgelerde kalite ve verim düşüklüğü desteklerinin yanı sıra üreticilere sağlık problemleri nedeniyle çalışmadıkları günler için destek verilmelidir. Bununla birlikte bölgedeki akarsu ve çayların sanayi ve kentsel atıklardan arındırılması için acil çözümler bulunması büyük önem arz etmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmaya 2130111 Numaralı proje ile maddi destek sağlayan TÜBİTAK grubuna teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Akçaöz, H.V. (2001). *Tarımsal üretimde risk, risk analizi ve risk davranışları: Çukurova Bölgesi Uygulamaları*.(Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Anonim. (2020). Hava Kirliliği Raporu. <http://www.cmo.org.tr/genel/bizdendetay.php?kod=101334&tipi=78&sube=0> (Erişim Tarihi:14.07.2020).
- Casebow, A. (1981). Human motives in farming. *Journal of Agricultural Economics*. 24, 119-123.
- Gasson, R. (1973). Goals and values of farmers. *Journal of Agricultural Economics*, 24(3), 521-542.
- Gillmor, D.A. (1986). Behavioral studies in agriculture goals, values and enterprise choice. *IR. J. Agric. Econ. Rur. Sociol.* 11, 19-33.
- Doğan, B. & İkikat Tümer, E. (2019). Çiftçilerin iyi tarım uygulamalarına katılma istekliliklerini etkileyen değişkenler: Kahramanmaraş İli Örneği. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29 (4) , 611-617. DOI: 10.29133/yyutbd.571505

- Günden, C. & Miran, B. (2007). Bulanık eşli karşılaştırma yöntemiyle çiftçilerin amaç hiyerarşisinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, Antalya, 20(2), 183-191.
- İkikat Tümer, E. (2016). The Aims of member of stud cattle breeders association. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 33 (2), 89-95.
- İkikat Tümer, E. (2004). *Erzurum merkez ilçe köylerindeki çiftçilerin tarım sigortası ile ilgili eğilimleri üzerine bir araştırma.*(Yüksek Lisans Tezi), Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- İkikat Tümer, E. (2011).*Erzurum, Erzincan ve Bayburt illerinde (TRA I Bölgesi) çiftçilerin riske karşı tutumları ve olası sigorta primlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma.*(Doktora Tezi), Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Erzurum.
- İkikat Tümer, E., Birinci, A. & Miran, B. (2012, Eylül). *Çiftçi amaçlarının bulanık eşli karşılaştırma yöntemiyle belirlenmesi: Erzurum ili örneği*, 10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, Konya.
- Klir, G.J. & B. Yuan. (1995). *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: The oryand Application*. PrenticeHall, New Jersey, pages 574.
- Newbold, P. (1995). *Statistics For Business and Economics*. Prentice-Hall, New Jersey.
- Pedrycz, W. & F. Gomide. (1998). *An Introduction to Fuzzy Sets*. The MIT Press, Massachusetts, pages 465.
- Ross, T.J. (1995). *Fuzzy Logic with Engineering Applications*. McGraw-Hill, New York, pages 600.
- Şenik, B. (2016). *Türkiye’de yer üstü su kaynakları yönetimi sorununun planlama sürecinde çözümlenmesi: Bakırçay havzası örneği*. (Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.Tanaka,
- K. 1997. *An Introduction to Fuzzy Logic for Practical Applications*. Springer - Verlag, New York, pages 138.
- Van Kooten, G.C.,Schoney, R.A. &Hayward, K.A.(1986).An alternative approacho the evaluation of goalthier archies among farmers. *Western Journal of Agricultural Economics*, 11(1), 40-49.
- Zadeh, L.A. (1965).Fuzzysets. *Information and Control*, 8, 338-358.



Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Science

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



Research Article (Araştırma Makalesi)

Investigation of Some Agricultural Performances of Lavender Varieties

Rumyana GEORGIEVA^{*1}, Hristofor KIRCHEV², Vanya DELIBALTOVA³, Petar CHAVDAROV⁴, Zlatina UHR⁵

^{1,2,3}Agricultural University, Faculty of Agronomy, Crop Science Department 4000, Plovdiv, Bulgaria

^{4,5}Institute of Plant Genetic Resources "Konstantin Malkov 4122, Sadovo, Bulgaria

¹<https://orcid.org/0000-0003-3653-3960> ²<https://orcid.org/0000-0001-5555-5255> ³<https://orcid.org/0000-0002-9449-4800>

⁴<https://orcid.org/0000-0003-1441-4119> ⁵<https://orcid.org/0000-0001-6317-4663>

*Corresponding author e-mail: rumyana.georgieva.88@gmail.com

Article Info

Received: 17.07.2020

Accepted: 6.02.2021

Online Published 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.770697

Keywords

Lavender,
Yield structural elements,
Yield of fresh flowers.

Abstract: During the period from 2014 to 2017 year in the region of Dobrich, Bulgaria, a field experiment has been conducted with the aim to determine some agricultural characteristics of lavender varieties. The following characters have been investigated: number of flowers/plant, length of the flowering stem, number of flower clusters/plant, weight of flowers/plant (g), yield of flowers (kg ha⁻¹), essential oil content %, extraction essential oil yield (kg). The experiment has been carried out according the randomized block design in four replications and plot size of 10 m². Four lavender varieties have been used- Hemus, Yubileyna, Druzhba and Sevtopolis. From the performed analyzes, it was established, that the variety Druzhba distinguished from the other varieties in term of yield of fresh flowers, not only by years, but also on average for the study period, as the higher productivity of this variety is due to the higher values of the structural elements of the yield. The highest percentage of essential oil content for the three-year period with 2.1% was realized from the variety Sevtopolis, and the lowest with 1.6% from the variety Hemus.

Lavanta Çeşitlerinin Bazı Tarımsal Özelliklerinin İncelenmesi

Makale Bilgileri

Geliş: 17.07.2020

Kabul: 6.02.2021

Online Yayınlanma 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.770697

Anahtar kelimeler

Lavanta,
Verim yapısal elementleri,
Taze çiçek verimi.

Öz: Bulgaristan'ın Dobrich bölgesinde 2014-2017 döneminde lavanta çeşitlerinin bazı tarımsal özelliklerini belirlemek için bir saha denemesi yapılmıştır. Aşağıdaki göstergeler incelenmiştir: çiçek/bitki sayısı, çiçek sapının uzunluğu, çiçek demeti/ bitki sayısı, çiçek/bitki ağırlığı (g), çiçek verimi (kg/ha), uçucu yağ içeriği % ve ekstraksiyon uçucu yağ verimi (kg). Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak ve 10 m² parsel büyüklüklerinde gerçekleştirilmiştir. Dört çeşit lavanta kullanılmıştır: Hemus, Yubileyna, Druzhba ve Sevtopolis. Yapılan analizlerden, Druzhba çeşidinin diğer çeşitlerden sadece taze çiçek verimi açısından sadece yıllara göre değil, aynı zamanda çalışma dönemi ortalaması olarak farklı olduğu belirlenmiştir; çünkü bu çeşit verim açısından daha yüksek yapısal değerleri yüzünden daha yüksek verimliliğe sahip olmuştur. Üç yıllık dönem için en yüksek uçucu yağ yüzdesi % 2.1 değeri ile Sevtopolis çeşidinden ve en düşük değer ise % 1.6 değeri ile Hemus çeşidinde gerçekleşmiştir.

1. Introduction

Bulgaria is among the world leaders in the production and export of high quality lavender oil. In recent years, the increased interest from farmers has led to a progressive increase in lavender areas and as a consequence the crop starts to spread in untraditional areas. A typical example is the region of Dobrich, where lavender begins to replace the traditional cultivation of cereals

Lavender is one of the most used aromatic and medicinal plants with great economic value for the pharmaceutical, food, cosmetic and perfume industries (Aprotosoaie et al., 2017). The genus *Lavandula*, originated in the Mediterranean region, includes 39 species (*Lavandula* sp.) and about 400 registered varieties (Benabdelkader et al., 2011). They are perennial semi-shrub plants that form small rounded shrubs called tuffs, which differ in morphological and chemical composition (Lesage-Meessen et al., 2015).

The variety has a significant effect on the content of the essential oil (Erland and Mahmoud, 2016). Lavender plants grown at higher altitudes are richer in essential oil. Da Porto et al. (2009) reported doubled content of essential oil by Italian lavender, grown at 500 m above the sea level compared to plants grown at 20 m (1 vs. 0.5%). Generally, it is considered, that the high content of lavender essential oil requires a warm and dry climate and medium altitudes (700-1200 m) (Carrasco et al., 2015).

An essential oil content of between 0.44 and 1.89% has been reported by some local populations of *L. angustifolia* grown in Greece at altitudes between 330 and 710 m. Larger amounts of essential oil accumulate when the weather is quiet and sunny at full flowering, and with the progression of the vegetation the content decreases (Masetto et al., 2011).

The selection of lavender for essential oil continues in direction of creating new varieties with a complex set of economically important features - high yield and quality of the essential oil, increased vitality and resistance to adverse weather conditions, suitability for mechanized harvesting. As a result of selection, the approved forms are included in the next stage of research (Stanev and Dzhurmanski, 2011). Bulgaria has tradition in the cultivation of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill) and the production of essential oil. Stanev et al. (2016), present the main trends in the development of the lavender industry in Bulgaria in the 21st century. The data show the advantages of vegetative propagated varieties instead of lavender populations obtained from seeds.

The yield of fresh flowers and essential oil of six Bulgarian varieties of lavender have been investigated in the region of Kazanlak and it was found that the tested characters are most strongly influenced by the specific interaction between the genotype and the climatic conditions of the year (69% and 80.4%). The varieties "Druzhba", "Sevtopolis", "Yubileyna" and "Hebar" are characterized by high adaptability but retained their stability of yield only when the soil and climatic conditions of cultivation are good. The varieties "Hemus" and "Raya" provide very stable yields even under more unfavorable growing conditions (Stanev, 2010).

A study in the region of Plovdiv with several varieties of lavender report, that the highest yield of fresh inflorescences was obtained from the variety Druzhba - 6.4 t/ha, the highest percentage of essential oil by - Sevtopolis - 2%, the highest content of linalil acetate was reported by the variety Hemus - 39.6%. The analysis of the oil confirms that the Bulgarian varieties are characterized by high quality indicators and are competitive on the international market (Yanchev, 2017).

The specific soil and climatic conditions in different regions of the country affect the growth, development and productivity of the lavender. Therefore, research related to the cultivation of varieties of lavender in different districts of the country have a certain scientific and practical significance. . The cultivation of the culture in different regions of the country requires more investigation for determining which varieties are most adapted to the local environmental conditions. In this connection the aim of the present research is to define some agricultural characteristics of four different lavender varieties, cultivated in the untraditional region of Dobrich.

2. Material and Methods

In order to achieve the aims of the study, a field experiment has been conducted during the period from 2014 to 2017 in the region of Dobrich – Northeastern Bulgaria. Four varieties of lavender have been used - "Hemus", obtained by individual and branch selection; "Yubileyna" and "Druzhba",

created by hybridization and "Sevtopolis", created by chemical mutagenesis combined with clonal selection. The experiment was arranged according the randomized block design (Raghavarao et al., 2005) in four replications and plot size of 10 m². The cultivation of the varieties was performed according to the adopted technology (Yankov, et al., 2013). To achieve the goal of the study, the following characters were reported: number of flowers/plant, length of the flowering stem, number of flower clusters/plant, weight of flowers/plant, yield of flowers (kg/ha), essential oil content %, extraction essential oil yield (kg).

The experimental data were processed by the method of analysis of variance (Anova), and the differences between the variants were established by the multi-rank LSD test. The dependents between the yield and the investigated characters have been calculated with a correlation analysis, performed with XLSTAT Version 2016.02.

2.1. Soil and climatic characteristics of the region

The studies were performed on slightly leached chernozem, characterized by a relatively strong humus horizon, which extends on average in the range of 60-80 cm. These soils are uniform in mechanical composition - heavy sandy-clayey along the entire depth of the profile. The amount of humus for the upper horizons by Turin ranges from 3.79 to 3.47%. The total nitrogen reserve in the surface layers varies from 156 to 166 mg/100 g soil by Kjeldal and characterizes the soil as moderately stocked with nitrogen. In terms of mobile phosphorus content (according to Egner-Reim) it belongs to the group of poorly stocked, and in terms of mobile potassium content to medium stocked soils (Valcheva et al., 2013).

The main climatic factors determining the growth, development and productivity of lavender are temperatures and precipitation, as well as their combination and distribution during the growing season (Stanev, 2005). The average monthly temperatures in the survey years did not differ significantly from those of the long-term period (Figure 1). From the beginning of the vegetation to the beginning of flowering, the required temperature amount for the lavender is 1000-1100 °C (Yankov et al., 2013). During the years of study, it is 1193 °C, 1223 °C and 1083 °C respectively for 2015, 2016 and 2017, and it is sufficient for the development of the plants during the phases of leafing, budding and beginning of flowering. During flowering and harvesting, higher temperatures contribute to the accumulation of more essential oil in the flowers (Nedkov et al., 2005). During the period of 2014-2017, the average daily temperature values exceed the perennial ones, not only in the region of Dobrich, but also in the typical region for the cultivation of the lavender - Kazanlak, so that the requirements of the culture for heat during the flowering can be met. The amount of precipitation during the experimental period has values close to or slightly higher than those of the long-term period.

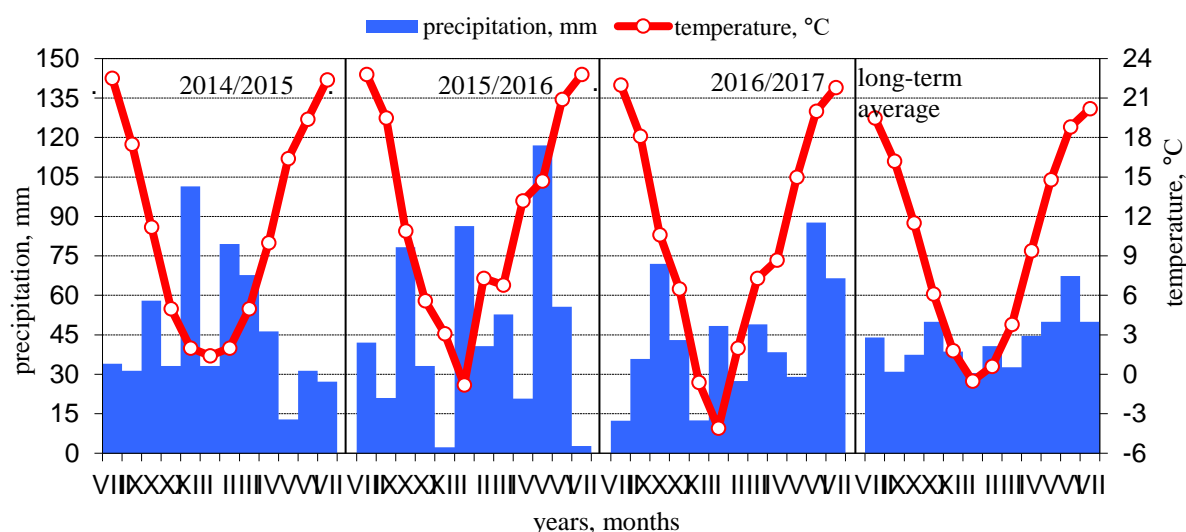


Figure 1. Climatogram of the Dobrich region.

3. Results and discussion

One of the important traits determining the yield is the number of flowers. The results show that this character is influenced by both, the variety and the climatic conditions of the year (Table 1). The largest number of fresh flowers was reported in 2015, when precipitation was moderate, and temperatures were relatively high. By the tested varieties this character is in the range from 630 (by the variety Hemus) to 785 flowers/plant (by the variety Druzhiba). The number of fresh flowers has the lowest values in 2016 and varies from 530 to 680 flowers/plant, which is by about 13% and 5% less, than in 2015 and 2017, respectively. On average for the experimental period, depending on the variety, the number of fresh flowers is from 721.7 to 576.7. The smallest number of flowers/plant forms the variety Hemus, as by the varieties Yubileyna, Sevtopolis and Druzhiba an increase in the values of the tested parameter with respectively 8, 13 and 25% is observed.

Regarding the character length of the flowering stem, varietal specificity has been determined, which is also influenced by the conditions of the year. From the tested varieties – the variety Druzhiba has the longest stems, ranging from 26.5 to 28.0 and 29.5 cm, respectively for 2016, 2017 and 2015. Depending on the year this variety exceeds by up to 4 cm the length of the flowering stems by the varieties Yubileyna, Sevtopolis and Hemus. On average for the experimental period, by the variety Hemus (24.4 cm) the length of the flowering stems is shorter with 1.3, 1.9 and 3.6 cm compared to the varieties Sevtopolis, Yubileyna and Druzhiba, respectively. The character has values of 26.3 and 25.7 cm by the varieties Yubileyna and Sevtopolis and 28.0 cm –by the variety Druzhiba.

The density of the spike is determined by the length of the flowering stem and the number of flower clusters. The number of flower clusters depends on the genotype, but is influenced by the weather conditions, as well as the application of appropriate agronomic measures during the cultivation of the lavender. The smallest number of flower clusters from 4.7 by the variety Hemus to 6.5 clusters per plant by the variety Druzhiba was observed during the second year of the investigation. In the third year, the values of this character vary from 5.3 to 8.0 and exceed on average by 15.3% those reported in the previous year. On average for the three- year period the largest number of flower clusters were reported by the variety Druzhiba - 7.8 clusters/plant, followed by the varieties Sevtopolis and Yubileyna (6.2 and 6.8 clusters/plant), and the smallest value was observed by the variety Hemus - 5.3 clusters/plant.

The character weight of flowers/plant changes over the years depending not only on the weather conditions, but also on the variety. The highest values of this character were reported in the first experimental year, when the vegetation of the lavender occurs by favorable conditions - optimal temperature values and evenly distributed rainfall. Depending on the variety, the weight of the flowers/plant in 2015 is from 305 g by the variety Hemus to 357 g – by the variety Druzhiba, in 2016 it is in the range between 233 - 290 g, and in 2017 it varies from 252 to 309 g. During the period of the experiment, the variety Druzhiba exceeded the varieties Hemus, Yubileyna and Sevtopolis on average by 55.4 g, 32.7 g and 20.7 g, respectively.

The data in Table 2 show that the variety Druzhiba distinguished from the other varieties in term of yield of fresh flowers, not only by years, but also on average for the study period and the differences with the other varieties are statistically proven. The higher productivity of this variety is due to the higher values of the structural elements of the yield. The favorable combination of the meteorological conditions in 2015 is a requirement for obtaining higher yields of fresh flowers compared to 2016 and 2017. The values obtained vary between 6400 kg ha⁻¹ by the variety Hemus and 7500 kg ha⁻¹ by the variety Druzhiba. In the third experimental year, the yields obtained from the tested varieties were on average 15.2% lower than in the first studied year.

Table 1. Yield structural elements of lavender varieties

Characters	2015	2016	2017	Average
Number of flowers/plant				
Hemus	630 ^d	530 ^d	570 ^d	576.7 ^D
Yubileyna	650 ^c	590 ^c	625 ^c	621.7 ^C
Druzhba	785 ^a	680 ^a	700 ^a	721.7 ^A
Sevtopolis	690 ^b	620 ^b	650 ^b	653.3 ^B
LSD 5%	19	22	25	22
Length of the flowering stem(cm)				
Hemus	25.8 ^d	23.5 ^c	24.0 ^c	24.4 ^C
Yubileyna	28.0 ^b	25.0 ^b	26.0 ^b	26.3 ^B
Druzhba	29.5 ^a	26.5 ^a	28.0 ^a	28.0 ^A
Sevtopolis	27.0 ^c	24.5 ^b	25.5 ^b	25.7 ^B
LSD 5%	1.1	1.0	1.3	1.1
Number of flower clusters				
Hemus	6.0 ^c	4.7 ^b	5.3 ^d	5.3 ^C
Yubileyna	7.5 ^b	6.0 ^a	7.0 ^b	6.8 ^A
Druzhba	9.0 ^a	6.5 ^a	8.0 ^a	7.8 ^A
Sevtopolis	7.0 ^b	5.5 ^a	6.0 ^c	6.2 ^B
LSD 5%	1.3	1.1	0.8	1.1
Weight of flowers/plant (g)				
Hemus	305 ^c	233 ^c	252 ^c	263.3 ^C
Yubileyna	328 ^b	257 ^b	273 ^b	286.0 ^B
Druzhba	357 ^a	290 ^a	309 ^a	318.7 ^A
Sevtopolis	333 ^b	276 ^a	285 ^b	298.0 ^A
LSD 5%	22	21	23	22

*Values with the same letters do not differ significantly.

Table 2. Yield of fresh flowers, kg ha⁻¹

Variety	2015	2016	2017	Average
Hemus	6400 ^b	4900 ^c	5300 ^b	5533 ^c
Yubileyna	6870 ^b	5400 ^c	5740 ^b	6003 ^c
Druzhba	7500 ^a	6100 ^a	6500 ^a	6700 ^a
Sevtopolis	7000 ^b	5800 ^b	6000 ^b	6267 ^b
LSD 5%	486	294	479	420

*Values with the same letters do not differ significantly.

The mathematical processing of the data shows that the differences between the varieties Hemus and Yubileyna are statistically unproven, not only by years, but also for the tree- year period of the study. The yield of fresh lavender flowers from the tested varieties in 2016 is lower by 25% and 18% compared to 2015 and 2017 and varies from 4900 kg ha⁻¹ (by Hemus) to 6100 kg ha⁻¹ (by Druzhba).

Table 3. Two-way ANOVA analysis of variance.

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Years	16904467	2	8452233	323,70	0,00*	3,26
Varieties	8586767	3	2862256	109,62	0,00*	2,87
Interaction	126733	6	21122	0,81	0,57 ^{ns}	2,36
Within	940000	36	26111			
Total	26557967	47				

* - significance at 0.05 level; ^{ns} – no significance.

The differences between the varieties are proven. For the tested period the variety Druzhba statistically proven distinguishes with the highest yield of fresh flowers – 6700 kg ha⁻¹, followed by the variety Sevtopolis – 6267 kg ha⁻¹, and with the lowest values the variety Hemus – 5533 kg ha⁻¹.

Previous studies reported values of the yield of fresh flowers between 5.57-14.99 t ha⁻¹ (Arabaci and Bayram, 2005). Karik et al. (2017) estimated the yield of some lavender species under the ecological conditions of Bornova and reported values from 0.21 to 0.62 t ha⁻¹. Our observation, that the environmental conditions of the year and the genotype have influence on the yield and its structural components confirm the reports of other researchers (Seidler-Łożykowska et al., 2014; Stanev et al., 2016; Degu et al., 2017; Özel, 2019).

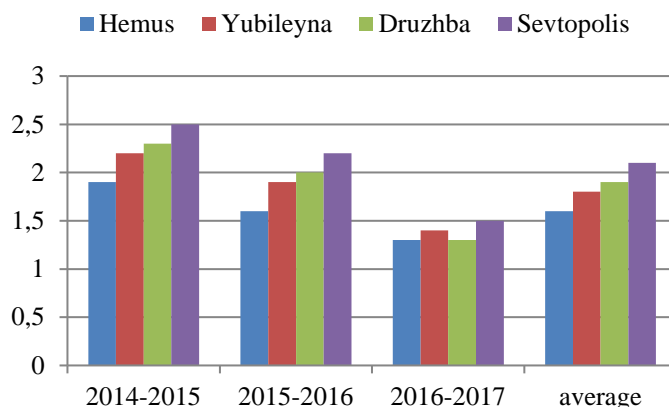


Figure 2. Content of essential oil (%).

The results from the performed two-way ANOVA analysis of variance (Table 3) confirm that both factors year and variety proven influence the yield of fresh lavender flowers itself, but their interaction is unproven. The content of essential oil is favored by the warm, sunny and dry weather at harvest. In this aspect, the obtained results (Figure 2) show that the highest content of essential oil was reported in the first harvest year and the values vary depending on the variety from 1.9% (by Hemus) to 2.5% (by Sevtopolis). The lowest values of this character were reported in 2017, when the precipitation was significant during the stages flowering and harvesting of the lavender. The content of essential oil in the tested varieties has similar values of 1.3% by the varieties Druzhba and Hemus, 1.4% - by the variety Yubileyna and 1.5% by the variety Sevtopolis. Our results confirm the observations of Hassiotis et al. (2014), who reported that the content of essential oil is positively regulated by the temperature at flowering stage development and is negatively affected by rainfall during the flowering period. In 2016 the content of essential oil is in the range of 1.6% by the variety Hemus to 2.2% by the variety Sevtopolis. On average, for the three years of the research, the variety Sevtopolis exceeds by 10.5%, 16.6% and 31.2% the varieties Druzhba, Yubileyna and Hemus. Yanchev (2017) researched the productivity and quality of four Bulgarian lavender varieties and reported values of essential oil in the range of 1.9 to 2.6 %, as the amount of the harvested flowers varied between 560 to 690 kg da⁻¹. Some previous researcher reported content of lavender essential oil at least 3.2 % (Nurzynska and Zawislak, 2016), between 2.10- 9.62 % (Kara and Baydar, 2011), between 1.32- 3.10 % (Karik et al., 2017). Our observations, that the essential oil content varies depending on the variety and the climate conditions of the year, agree with the observation of other authors (Kara and Baydar, 2013; Stanev et al., 2016).

The extraction yield is the amount of raw material necessary to produce a liter of essential oil. The yield depends on the lavender variety but is also influenced by the climatic conditions of the year. According to this character, the obtained data show that in the year with heavy rainfall (2017) during the stages flowering and harvesting, its values are higher compared to 2015 and 2016 and vary between 66.7 and 76.5 kg (Figure 3). During the same year the extraction yield is the lowest by the variety Sevtopolis, followed by the varieties Yubileyna and Hemus, as by the variety Druzhba the values of the indicator are the highest. A very good yield with values from 40 to 53.5 kg was reported in 2015 and in 2016 the extraction yield varied from 45.7 to 61.3 kg. The average data for the three - year period show that the variety Sevtopolis proven is the variety with the lowest extraction yield with values of 50.8 kg, followed by the varieties Druzhba and Yubileyna (57.1 and 57.2 kg). By the variety Hemus the values of the character are the highest (63.4 kg).

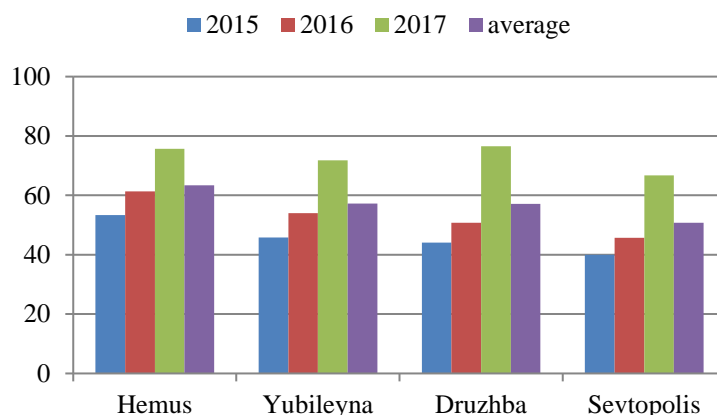


Figure 3. Extraction yield, kg.

From the performed correlation analysis, it can be concluded, that there exist a positive correlations between the yield of fresh flowers and some of its structural components - number of flowers/plant, length of the flowering stem, number of flower clusters and weight of flowers/plant (Table 4). The strongest relation is observed between the variables yield of fresh flowers and weight of flowers/plant (1.0*). Strong negative correlation is determined between the content of essential oil and the other variables, except the extraction yield, where the relation is positive and moderate (0.409). Analogical to the content of the essential oil, the values of the variable extraction yield have the tendency to decrease, when the values of the yield of fresh flowers, number of flowers/plant, length of the flowering stem, number of flower clusters and weight of flowers/plant increase, because of the determined negative correlation.

Table 4. Correlation matrix (Pearson)

Variables	1. Yield of fresh flowers	2. Number of flowers/ plant	3. Length of the flowering stem	4. Number of flower clusters	5. Weight of flowers/plant	6. Content of essential oil	7. Extraction yield
1		0.909	0.923	0.858	1.000	-0.801	-0.520
2			0.918	0.898	0.905	-0.889	-0.360
3				0.976	0.922	-0.872	-0.320
4					0.857	-0.821	-0.206
5						-0.798	-0.523
6							0.409
7							

*Values in bold are different from 0 with a significance level $\alpha = 0.05$.

With larger values of number of flowers/plant, the values of the variables - length of the flowering stem, number of flower clusters and weight of flowers/plant have also tendency to increase. The scatterplots illustrate the determined relations (Figure 4) and define the strong positive relation between the yield of fresh flowers and weight of flowers/plant as roughly linear.

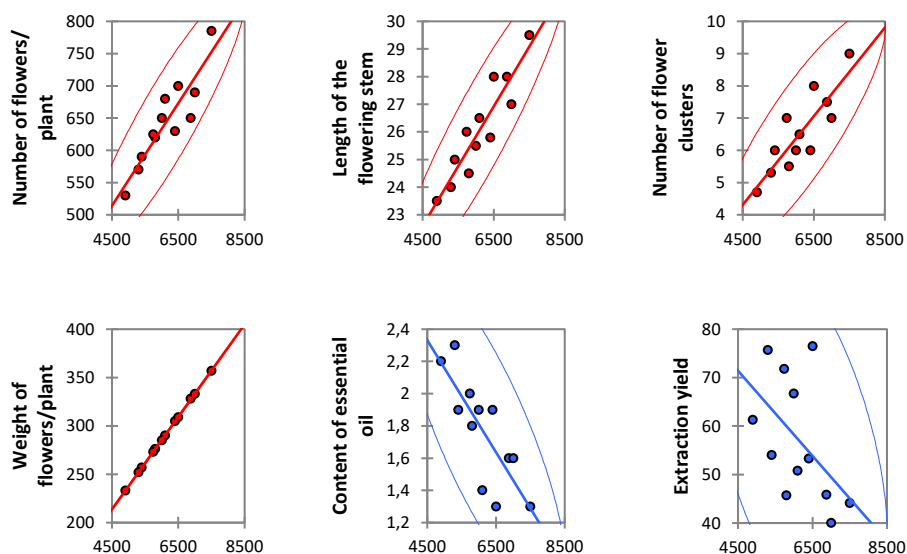


Figure 4. Correlation scatter plots between Yield of fresh flowers and other indices.

4. Conclusion

The performed experiment evidenced that the tested lavender varieties can be successfully cultivated in the untypical region of Northeastern Bulgaria, as on average for the examined period, the best performance shows the variety Druzhba. The higher yield of Druzhba variety in comparison with the others - is due to the higher values of its structural elements – number of flowers/plant, length of the flowering stem number of flower clusters and weight of flowers/plant. During the study period the highest percentage of essential oil was realized from the variety Sevtopolis, and the lowest from the variety Hemus. As a result, for the region of Dobrich, we could recommend the variety Druzhba for yield of fresh flowers and the variety Sevtopolis for oil production.

References

- Aprotosoiaie, A. C., Gille, E., Trifan, A., Luca, V. S., & Miron, A. (2017). Essential oils of *Lavandula* genus: a systematic review of their chemistry. *Phytochemistry Reviews*, (4), 761-781.
- Arabaci, O., & Bayram, E. (2005). Effect of plant density and nitrogen fertilizers on some agronomic and quality characteristics of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) under the ecological conditions of *Aydin*. *ADU. J. Agr. Fac.*, 2 (2), 13-19.
- Benabdelkader, T., Zitouni, A., & Guitton, Y. (2011). Essential oils from wild populations of Algerian *Lavandula stoechas* L.: composition, chemical variability, and invitro biological properties. *Chem Biodivers* 8, 937–953.
- Carrasco, A., Ortiz-Ruiz, V., & Martinez-Gutierrez, R. (2015). *Lavandula stoechas* essential oil from Spain: aromatic profile determined by gas-chromatography-mass spectrometry, antioxidant and lipoxygenase inhibitory bioactivities. *Industrial Crops and Products* 73, 16–27.
- DaPorto, C., Decorti, D., & Kikic, I. (2009). Flavour compounds of *Lavandula angustifolia* L. to use in food manufacturing: comparing of three different extraction methods. *Food Chem* 112, 1072–1078.
- Degu, B., Amano, S., & Kassahun, B. (2017). Influence of Environment and harvesting cycle on Growth, yield and yield components of Lavender (*Lavandula angustifolia* L.). *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science*. 5.
- Erland, L. A. E., & Mahmoud, S. S. (2016). *Lavender (Lavandula angustifolia) oils*. In: Preedy VE (ed) *Essential oils in food preservation, flavor and safety*. Academic, Amsterdam, pp 501–507.
- Hassiotis, C.N., Ntana F., Lazari, D.M., Poulis, S., & Vlachonassios, K.E. (2014). Environmental and developmental factors affect essential oil production and quality of *Lavandula angustifolia* during flowering period. *Industrial Crops and Products* 62, 359-366.

- Kara, N., & Baydar, H. (2011). Essential oil characteristics of lavandins (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.) of Isparta Province, Kuyucak District, where Lavender Production Center of Turkey. *Book of IX National Field Crops Congress (Bursa)*, 1267-1272.
- Kara, N., & Baydar, H. (2013). Determination of lavender and lavandin cultivars (*Lavandula* sp.) containing high quality essential oil in Isparta, Turkey. *Turkish Journal of Field Crops*, 18, 58-65.
- Karik, U., Cicek, F., & Cinar, O. (2017). Determination of morphological, yield and quality characteristics of lavender (*Lavandula* spp.) species and varieties under Menemen ecological conditions. *ANADOLU, J. AARI*, 27 (1), 17-28.
- Lesage-Meessen, L., Bou, M., & Sigoillot, J-C. (2015). Essential oils and distilled straws of lavender and lavandin: a review of current use and potential application in white biotechnology. *Appl Microbiol Biotechnol*, 99, 3375–3385.
- Masetto, M. A., Deschamps, C., & Mogor, A. F. (2011). Yield and composition of essential oil from inflorescences and leaves of lavender (*L. dentata* L.) in different flower development stages and harvest times. *Rev Bras Plantas Med* 13, 413–421.
- Nedkov, N., Kanev, K., Kovacheva, N., Stanev, S., Dzhurmanski, A., Seykova, K., Lambev, H., & Dobрева, A. (2005). *Handbook of basic essential oils and medicinal crops*. Helikon Publishing House - Kazanlak.
- Nurzyńska-Wierdak, R., & Zawiślak, G. (2016). Chemical composition and antioxidant activity of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) aboveground parts. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 15, 225-241.
- Özel, A. (2019) Determining leaf yield, some plant characters and leaf essential oil components of different cultivars of lavender and lavandin (*Lavandula* spp.) on the Harran plain ecological conditions. *Applied Ecology and Environmental Research* 17, 14087-14094.
- Raghavarao, Damaraju & Padgett, L.V. (2005). Block Designs: Analysis, Combinatorics and Applications. *World Scientific*. ISBN 981-256-360-1.
- Seidler-Łożykowska, K., Mordalski, R., Kucharski, W., Kędzia, B., & Bocianowski, J. (2014). Yielding and quality of lavender flowers (*Lavandula angustifolia* Mill.) from organic cultivation. *Acta scientiarum Polonorum. Hortorum cultus - Ogronictwo*. 13, 173-183
- Stanev, S. (2005). *Study on the reproduction and the degree of variability in the vegetative and seed offspring of the Bulgarian lavender varieties*. (PhD)
- Stanev, S. (2010). Evaluation of the stability and adaptability of the Bulgarian lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) sorts yield. *Agricultural Science and Technology*, 2(3), 121–123.
- Stanev, S., & Dzhurmanski, A. (2011). Guidelines for selection by lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) *Science & Technologies Volume I, Number 6* (pp 190-195).
- Stanev, S., Zagorcheva, T., & Atanassiov, I. (2016). Lavender cultivation in Bulgaria-21st century developments, breeding challenges and opportunities. *Bulg J AgricSci*, 22, 584-590.
- Valcheva, V., Todorova, S., & Trendafilov, K. (2013). Comparison of systems for taxonomy and classification of soils for description of some degradation processes occurring in them. *Scientific Papers-Series A, Agronomy*, 56 (pp 152-159).
- Yanchev, I. (2017). Productivity and quality of bulgarian lavender varieties. *Scientific papers, Series A, Agronomy, Vol LX* (pp 440-442).
- Yankov, B., Terziev, J., Yancheva, Hr., Ivanova, R., Yanchev, Iv., Georgieva, T., Kolev, T., Tahsin, N., Delibaltova, V., & Kirchev, H. (2013). *Crop production*. Academic Publishing House of the University of Plovdiv - 333.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)

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



Araştırma Makalesi (Research Article)

Domates Pazarlama Kanalları ve Pazar Marjının Belirlenmesi

**Merve BOZDEMİR^{*1}, Zeki BAYRAMOĞLU², Zuhâl KARAKAYACI³,
Kemalettin AĞIZAN⁴, Süheyla AĞIZAN⁵**

^{1,2,3,4,5}Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 42200, Konya, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-5323-2265> ²<https://orcid.org/0000-0003-3258-3848> ³<https://orcid.org/0000-0003-2933-5608>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-2340-2614> ⁵<https://orcid.org/0000-0002-9210-1671>

*Sorumlu yazar e posta: mbozdemir.akademi@gmail.com

Makale Bilgileri

Geliş: 04.06.2020
Kabul: 16.09.2020
Online Yayınlanma 30.03.2021
DOI: 10.29133/yyutbd.748026

Anahtar kelimeler

Değer Zinciri Analizi,
Domates,
Pazarlama Kanalı,
Pazar Marjı.

Öz: Çalışmanın temel amacı; domates pazarlama kanallarını ve pazarlama aktörlerinin piyasadaki pazar marjlarını belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda domatesin yoğun olarak yetiştirildiği Antalya'nın; Alanya, Demre, Kaş, Merkez, Kumluca, Manavgat ve Serik ilçelerinde her ilçeden en az 10 kişi olmak üzere toplamda 80 komisyoncu ve 80 tüccarla görüşülmüştür. Ayrıca üretim bölgesinden domatesin en fazla pazarlandığı Ankara, İzmir, İstanbul ve Konya'daki toptancı hallerinde faaliyet gösteren toplam 116 komisyoncuyla görüşülmüştür. Bu dört ilde; perakende satış yapan süpermarket, manav ve pazar yerlerinde ürün izleme yöntemi kullanılarak her ilden en az 10 tane olmak üzere 40 farklı nihai satış noktasında aktörlerin piyasada oluşturdukları katma değer ve maliyetler; değer zinciri analiziyle hesaplanmıştır. Bu analizle her bir aktörün maliyet ve satış fiyatları belirlenmiştir. Değer zinciri analizine göre pazarlama kanallarından; toptancı hallerinde pazar marjları arasında önemli bir farklılık olmadığı, ancak perakendecilerde pazar marjlarının değiştiği belirlenmiştir. Dolayısıyla fiyat hareketliliğinin ve pazarlama marjının en yüksek olduğu piyasa aktörünün marketler olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada sonuç olarak; her bir aktörün fiyatlandırmasının masraflar karşısındaki dengesi değerlendirilerek, etkin fiyatlandırma yaklaşımı için öneriler geliştirilmiştir.

Tomato Marketing Channels and Determining the Market Margin

Article Info

Received: 04.06.2020
Accepted: 16.09.2020
Online Published 30.03.2021
DOI: 10.29133/yyutbd.748026

Keywords

Value chain analysis,
Tomato,
Marketing channels,
Marketing margins.

Abstract: The main purpose of this study is to determine tomato marketing channels and market margins of marketing actors. For this purpose, 80 food brokers and 80 traders were interviewed in Antalya, where tomatoes were intensively grown, in Alanya, Demre, Kaş, Merkez, Kumluca, Manavgat and Serik districts, at least 10 people from each district. In addition a total of 116 food brokers operating in wholesale markets in Ankara, Izmir, Istanbul, and Konya, where tomatoes are most marketed, were interviewed. In these four provinces, at the supermarket, greengrocer and marketplaces that make retail sales, research was carried out, 40 different final sales points, at least 10 from each province, using the product monitoring method. Added value and costs created by market actors; calculated by value chain analysis. According to the value chain analysis, from marketing channels; it is determined that there is no significant difference between market margins in wholesalers, but market margins change in retailers. Therefore, it is determined that the market actor with the highest price mobility and marketing margin is the markets. In conclusion of the study, suggestions that were developed for an effective pricing approach by evaluating the balance of pricing of each actor against costs.

1. Giriş

Tarım sektörü dünyada ve Türkiye’de besin arzı güvenliği açısından stratejik önemini korumaktadır (Arısoy ve ark., 2019). Besin arz güvenliğinin sağlanabilmesi için tarım ürünlerinin pazarlanması önemli bir süreçtir. Tarım ürünlerinin pazarlanması; üreticiden tüketiciye ulaştırılınca kadar geçen süreçleri ve bu süreçlerde yapılan hizmetleri kapsamaktadır. Sunulan hizmetler tüketiciye mekân, zaman, şekil ve mülkiyet faydası sağlamaktadır. Yaş meyve ve sebze (YMS) başta olmak üzere tarım ürünlerinin üreticiden tüketiciye ulaştırılmaması veya fayda yaratılmaması üretimin amacına ulaşmasını engeller. Bu nedenle pazarlama; tarımsal rekabet stratejisi oluşturmada önemli bir fonksiyondur.

Tarım işletmelerinin gelişen dünyadaki değişimlere uyum sağlayabilmeleri için sektörde rekabet stratejilerini uygulaması gerekmektedir. Rekabet stratejilerinden en popülerleri ise değer zinciri olup, bu yaklaşımla üreticiden tüketiciye kadar olan aşamaların her birinde işletmelerin tüketicilerin isteklerine en iyi ve en hızlı şekilde cevap vermesi amaçlanmaktadır (Bülbül, 2011). Değer zinciri analizi işletmelere rekabet avantajı sağlamak ve model pazarlama sürecindeki problemlerin tespiti mümkün kılmaktadır. Bu doğrultuda işletme veya sektörde pazarlama etkinliğinin artışı sağlanmaktadır.

Genel itibarıyla tarım sektöründe YMS’lerin pazarlamaya yönelik bazı aşamalardan geçmesi gerekmektedir. Bu aşamaların her biri birbirine bağlı olup, zincirin her aşamasında bir değer ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle ortaya çıkan bu sürece değer zinciri adı verilmektedir. İlk defa Michael Porter tarafından kullanılan değer zinciri analizi, işletmelerin rekabet üstünlüğünün gelişimini incelemek üzere kurgulanmıştır. Rekabet üstünlüğü; işletmelerin rakip işletmelere göre mal/hizmetlerini hem daha ucuza mâl etmek hem de kalitelerini farklılaştırarak yüksek fiyattan ürünleri piyasaya sunmak olarak ifade edilmektedir (Erol ve Serin, 2015).

Değer zinciriyle ilgili bugüne kadar birçok çalışma yapılmış olup yapılan çalışmaların önemli bir bölümü kavramsal tartışmaları içermektedir. Değer zincirinin aşamaları, önemi ve uygulamasıyla ilgili olarak farklı sektörlerde araştırmalar yapıldığı gibi (Kaplinsky ve Morris, 2000; Billings ve ark., 2004; Miller ve Jones, 2010; Bellu, 2013; Donovan ve ark., 2015) değer zincirini metodolojik olarak açıklayan birçok çalışma da literatürde yer almaktadır (Rayport ve Sviokla, 1995; Rainbird, 2004; Nang’ole ve ark., 2011; Jespersen ve ark., 2014). Tarım sektöründe ise değer zinciriyle ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde birçok ulusal ve uluslararası değer zinciri analizi çalışması bulunmaktadır. Bu çalışmalardan biri ise Bülbül (2011) tarafından yapılan çalışmadır. Çalışmada turunçgillerin mevcut durumu belirlenerek Finike portakalının değer zinciri analizi yapılmış ve sürdürülebilirliği araştırılmıştır. Bir başka çalışmada çay işletmelerinde değer zinciri analizi yapılarak, işletmelerin sürdürülebilirlikleri incelenmiş ve değer zincirinde yer alan aktörlerin üretim maliyetlerine olan etkileri ortaya konulmuştur (Savcı, 2012). Özdoğan (2009) ise çalışmasında sofralık zeytin üretiminde değer zinciri analizi yaparak, ISO 22000 gıda güvenliği yönetim sisteminde ortaya çıkan problemleri incelemiş ve çözüm önerileri sunmuştur. Özalp and Ören (2016) ise tarımda değer zinciri analizinin uygulanabilirliğini tartışarak tarım politikalarının daha etkin fayda sağlamasına yönelik öneriler geliştirmişlerdir. Literatürde değer zinciri analizinin sadece bitkisel üretime değil aynı zamanda hayvancılık faaliyetlerine ilişkin de uygulandığı görülmektedir. Şentürk (2015) tarafından yapılan bir çalışmada hayvan hastalıklarının risk yönetiminde değer zincirinin uygulanabilirliği tartışılmıştır. Başer and Bozoğlu (2018) ise yaptıkları çalışmada değer zincirinde bulunması gereken aktörleri belirleyerek, değer oluşturan faaliyetlerin tespit edilmesini amaçlamışlardır. Değer zinciriyle ilgili tarım alanındaki uluslararası çalışmalar incelendiğinde ise birçoğunun Porter (1985) tarafından geliştirilen değer zincirini kullandıkları görülmektedir. Rieple and Singh (2010) tarafından organik pamuk üretiminin değer zinciri analizi yapılarak; pamuk üretimi, pazarlama veya nakliye sırasında oluşan katma değerler hesaplanmıştır.

Türkiye’de ve dünyada değer zinciri ile ilgili çalışmaların önemli bir bölümü kalitatif olarak nitelendirilmektedir. Nitekim bu analizlerle sektörün genel görünümü ortaya konularak mevcut durumları değerlendirilmektedir. Fakat Türkiye’de tarım sektörünün, özellikle de YMS sektörünün gelişmesi açısından değer zinciri analizlerinde kantitatif analizlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu doğrultuda çalışma kapsamında Antalya, Ankara, İzmir, İstanbul ve Konya’da üreticiler-komisyoncular-tüccarlar-perakendecilerle görüşülerek YMS sektörünün değer zinciri domates örneği üzerinden kantitatif olarak incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma Türkiye’de domates üretiminde %20’lik paya sahip olan Antalya ilinde gerçekleştirilmiş olup, Antalya ilinde domates üretiminin yoğun olarak gerçekleştirildiği ilçelerde (Aksu, Alanya, Demre, Kaş, Kepez, Kumluca, Manavgat ve Serik) üretilen domatesin pazarlama kanalları ve pazarlama marjları belirlenmiştir. Çalışmada ürün izleme yöntemi kullanılarak; Antalya ilinde üretilen domatesin nihai tüketiciye hangi kanallardan ulaştığı ve hangi illere dağıldığı belirlenmiştir. Üretim bölgesi olarak belirlenen 8 ilçedeki belediye sebze hallerinde faaliyet gösteren komisyoncularla en az 10 kişi olmak toplamda 80 komisyoncu ile görüşülmüştür.

Domates Antalya YMS halinden Ankara, İstanbul, Konya ve İzmir YMS hallerine dağıtılmaktadır. Bu nedenle bu illerde faaliyet gösteren komisyoncular ile yapılan anket sayıları gayeli örnekleme ile belirlenmiş; her ildeki komisyoncu varlığının %10’u örneklemeye dâhil edilmiştir. Bu kapsamda Antalya Merkez (144) ile Ankara (198), İzmir (157), Konya (80) ve İstanbul Bayrampaşa (571) toptancı hallerindeki komisyoncuların %10’u ile görüşülmüştür. Çalışma kapsamında toplam 116 komisyoncu ile anket yapılmıştır.

Tüketici bölgesi olarak belirlenen dört ilde (Ankara, İstanbul, Konya ve İzmir) perakende satış yapan süpermarket, manav ve pazarlarda da ürün izleme yöntemi kullanılarak araştırma yapılmıştır. Bu illerin her birinden en az 10 adet olmak üzere toplam 40 perakende noktasında (pazar, market ve manavlarda) ürün fiyatları belirlenmiş, maliyetler hesaplanmış ve değer zinciri analizi yapılmıştır.

Değer zinciri hem arz zincirindeki faaliyetleri ifade etmekte hem de pazarlama sürecindeki değer artışını incelemektedir. Bu nedenle değer zinciri maliyet analizi, arz zinciri analizine kıyasla daha geniş bir bakış açısı gerektirmektedir. Çalışma kapsamında zincirin başlangıç noktası Antalya ilinde faaliyet gösteren domates üreticileri, son kısmı ise nihai tüketicilerdir. Bu pazarlama sürecinde katma değer fiyatı yansımaları incelenmiştir. Sermayenin fırsat maliyetinin karşılığı; ortalama enflasyon oranı olarak yapılan ticaretin minimum düzeyde belirlenen kârı olarak araştırmacılar tarafından takdir edilmiş ve %10 olarak belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında kayıpların azaltılmasının arzı artıracak varsayımı altında piyasa fiyatlarının hesaplanması için arzın fiyat elastikiyetinden yararlanılmıştır. Pazarlama kanallarına göre ürün fiyatlarındaki değişimi gösteren Çizelge 2’deki fiyatlar arzın fiyat elastikiyeti formülüne göre hazırlanmıştır.

$$e_A = \frac{\text{Arz edilen miktardaki \% değişimi}}{\text{Fiyattaki \% değişimi}} \quad (1)$$

3. Bulgular

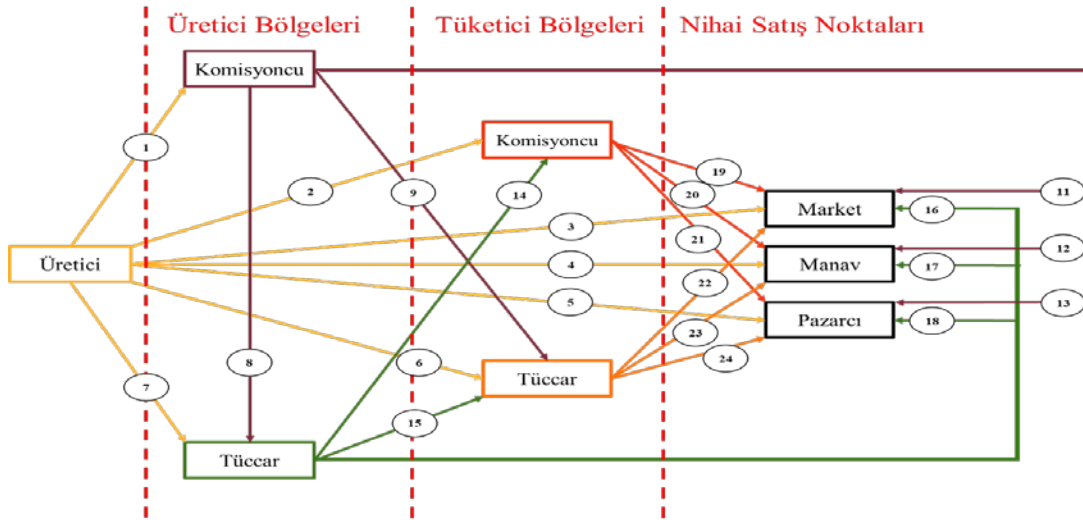
YMS sektörü, tarım sektörünü oluşturan en önemli alt sektörlerden birisi olarak bilinmektedir. Sektör hem dünyada hem de Türkiye’de tarımsal katma değer önemli bir kısmını (%25,99) oluşturmaktadır (TÜİK, 2020). Türkiye sahip olduğu avantajlar sayesinde öncelikle meyveler olmak üzere birçok tarımsal ürünün pazarlanmasında dünya lideri konumundadır (Çelik ve ark., 2019). YMS pazarlaması; üretim faaliyetleri sonucunda yetiştirilen meyve ve sebzelerin organik yapılarının bozulmadan veya yapılarını değiştirecek herhangi bir işleme tabi tutulmadan; işleme-paketleme süreçlerine, tedarikçilere, perakendecilere veya doğrudan tüketiciye ulaştırılması faaliyetlerini içermektedir.

YMS’ler genellikle depolama olanakları sınırlı, girdi maliyetleri ve işgücü ihtiyaçları yüksek ürünlerdir. Dolayısıyla ürünlerin pazarlanmasında zaman faktörüne dikkat edilmelidir. Türkiye’de YMS ürünlerinin pazarlaması özel sektör tarafından yapılmaktadır. Üreticiden tüketiciye kadar olan pazarlama kanalında genellikle komisyoncular, tüccarlar ve perakendeciler görev almaktadır. Üretici (müstahsil), serada ve açıkta YMS yetiştiriciliği yapan kişi olarak tanımlanmaktadır. Bu kişiler belirli bir komisyon karşılığında tüm satış haklarını komisyoncuya devreder veya tüccarlar vasıtasıyla nihai satış noktalarına ürünlerini pazarlarlar. 01 Ocak 2012 tarihinde yayınlanan 5957 sayılı “Sebze ve Meyveler ile Yeterli Arz ve Talep Derinliği Bulunan Diğer Malların Ticaretinin Düzenlenmesi Hakkında Kanun” kapsamında satışın serbestleşmesiyle üreticiler doğrudan perakende sektörüne de ürünlerini satabilmeye başlamışlardır. Komisyoncular ise belirli bir ücret karşılığında üreticilerin veya tüccarların getirmiş oldukları ürünleri diğer toptancı hallerine, tüccarlara veya nihai satış noktalarına

pazarlayan kişilerdir. Komisyoncular üreticiler için önemli olup, özellikle tarım işletmelerinin pazarlama fonksiyonunu yerine getirmektedirler. Dolayısıyla üreticilerden devraldıkları ürünleri en fazla %8 komisyon bedeli karşılığında bir başka pazarlama kanalına sevk etmektedirler. Belirlenen komisyon bedeli üreticinin eline geçen fiyattan kesinti yapılarak tahsil edilmektedir. Komisyon bedeline ek olarak; %2 stopaj, %1 rüsum, komisyon bedelinin %18 KDV'si, stopajın %10'u SSDF (sosyal sigorta destekleme fonu) olmak üzere toplamda %12,64 oranında bir kesinti yapılarak üreticiye ücret karşılığı ödenmektedir. Tüccarlar; YMS'yi doğrudan üreticiden veya komisyoncu aracılığıyla üreticiden satın alarak bu ürünleri kendi adına satan gerçek veya tüzel kişilerdir. Komisyoncular ile tüccarlar arasındaki en önemli farklılık bu tanımlamada görülmektedir. Komisyoncular sadece üreticilerin veya tüccarların getirmiş oldukları ürünleri devralarak diğer araçlara bu ürünleri pazarlarken, tüccarlar üreticilerden veya komisyonculardan bu ürünleri satın alarak pazarlamaktadır. Dolayısıyla komisyoncuların piyasada almış olduğu riskler tüccarlara göre daha yüksektir.

Değer zincirinde belirtilen nihai satış noktaları; marketler, manavlar ve pazarlardan oluşmaktadır. Özellikle 2012 yılında çıkan yasayla birlikte perakende sektöründe yer alan aktörlerin sektördeki ticari faaliyet alanları ve iletişim ağları gelişmiştir. Bu yasada belirlenen doğrudan satış uygulamasıyla üreticiler ve perakendeciler arasındaki diğer aktörler pazarlama kanallarından kaldırılarak doğrudan satış teşvik edilmiştir. Fakat perakende sektöründe yer alan aktörlerden; özellikle marketlerde maliyetlerinin yüksek olması ve firelerin (ürün kayıplarının) fazla olması nedeniyle ürün satış fiyatları diğer piyasa aktörlerine kıyasla yükselmiştir. Ayrıca marketlerde ürün pazarlamasının yanı sıra hizmet satışı da söz konusudur. Bu hizmet üreticilerin üretmiş oldukları ürünleri satın alarak tüketicilere istedikleri zaman ve yerde sunmak olarak ifade edilmektedir. Marketlerde zaman ve mekân faydası yaratılmaktadır. Bu hizmet bedelinin ürün fiyatlarına yansıtılması durumunda; fiyatların diğer aktörlere kıyasla daha yüksek olması beklenen bir durumdur (Aren, 1980).

Türkiye'de YMS sektöründe pazarlama kanalları üreticiler-komisyoncular-tüccarlar-perakendeciler-tüketiciler olarak bilinmektedir. Komisyoncular ve tüccarlar üretim-tüketim bölgelerinde hal içinde ve hal dışında pazarlama faaliyetlerinde bulunurlar. Türkiye'de 176 adet YMS pazarlaması yapan toptancı hali bulunmaktadır. Toplam YMS pazarlaması illere ve toptancı hallerine göre değişimle birlikte ürünlerin yaklaşık %50'si toptancı halleri dışında ticarileşmektedir (Bayramoğlu ve ark., 2020). Dolayısıyla toptancı hali dışındaki pazarlama kanallarında hal dışı çalışan komisyoncular, tüccarlar ve büyük marketlerin satın alma birimleri tedarik görevini üstlenmektedir. YMS'lerin raf ömürlerinin kısa olması ve tüketiciler tarafından sıklıkla tercih edilmeleri nedeniyle nihai satış noktalarında sürekli taze olarak bulundurulmalıdır. Bununla birlikte gıda güvencesi ve güvenliği açısından da pazarlama kanalları ve tedarik süreci önemlidir. Bu faktörler fiyat oluşumunu da etkilemektedir. Bu etkiler çalışma kapsamında değer zinciri üzerinden domates pazarlama kanalları kullanılarak Şekil 1'de incelenmiş ve bu yöntemle zincirdeki fiyat oluşumunun aşamaları değerlendirilmiştir.



Şekil 1. Türkiye'de Yaş Meyve Sebze Değer Zinciri Analizi.

Şekil 1’de görüldüğü üzere YMS’de değer zinciri üretici bölgeleri, tüketici bölgeleri ve nihai satış noktaları olarak üç bölüme ayrılarak incelenmiştir. Üretici ve tüketici bölgelerinde komisyoncular ile tüccarlar yer alırken, nihai satış noktalarında marketler, manavlar ve pazarcılar yer almaktadır. Değer zincirinde toplamda 24 adet pazarlama kanalı oluşmuştur. Pazarlama kanalları üreticiden tüketiciye ürünlerin ulaştırılmasında; işleme, depolama, sınıflandırma, tasnifleme, paketleme ve taşıma gibi birçok işlemde meydana gelen alternatif yolları ifade etmektedir. Çalışma kapsamında konunun daha net incelenebilmesi açısından dört alternatif pazarlama kanalı üzerinden hesaplamalar yapılmıştır.

Çalışma kapsamında hesaplamalar 1 kg domatesin üretim maliyeti üzerinden gerçekleştirilmiş olup, Çizelge 1’de YMS’de alternatif pazarlama kanallarının maliyetleri verilmiştir. Çizelgeye göre üretici-komisyoncu-tüccar-perakendecinin tamamını içeren pazarlama süreci en uzun değer zinciridir. Nisan 2019 yılında domatesin üreticiden çıkış fiyatı 4 TL/kg olarak belirlenmiştir. Üretici, komisyoncu aracılığıyla ürünlerini tüccara ve perakende sektörüne pazarlamaktadır. Komisyoncunun, belirlenen domates fiyatı üzerinden çeşitli kesintiler yaparak üreticiye 3.494 TL/kg olarak ödeme yaptığı belirlenmiştir. Çizelgede de görüldüğü üzere komisyoncunun piyasadaki fiyat artışına herhangi bir etkisi yoktur. Tüccar aşamasında ise ürün fiyatına, işletme maliyetlerini ve fireden kaynaklanan mali kayıpları eklenerek domatesin toplam maliyeti 4 969 TL/kg olarak hesaplanmış ve %10 kâr payı ile domates perakende sektörüne 5 466 TL/kg olarak pazarlanmıştır.

Domatesin toplam maliyeti perakende sektöründe işletme türlerine göre farklılık göstermektedir. Market işletmelerinde domatesin maliyetleri incelendiğinde işletme masrafları (%22) 1 202 TL/kg ve toplam fire kaybı ise kg başına 0.656 TL’dir.

Bu işletmelerde domates maliyeti olan 7 707 TL/kg’a %10 kâr payı eklenerek domates satış fiyatı 8 478 TL/kg belirlenmiştir. Manav işletmelerinde ürün satın alma fiyatına KDV farkının, işletme masraflarının ve fire kayıplarının eklenmesiyle maliyet 7 087 TL/kg olarak hesaplanmış ve %10 kâr payı ile domatesin satış fiyatı 7 795 TL/kg olarak belirlenmiştir. Pazarlarda ise ürün bedeli üzerine %7 KDV, pazar masrafları ve pazardaki fire kaybı eklenerek maliyet 6.470 TL/kg olarak hesaplanmıştır. Pazarcılar üretim maliyetlerinin üzerine diğerlerinden farklı olarak 0.50 TL/kg kâr ekleyerek ürünlerini pazarlamaktadır. Domatesin pazarlardaki satış fiyatları 6 970 TL/kg’dır.

Sonuç olarak; en uzun pazarlama zinciri olan 1. alternatifte market, manav ve pazar yerlerinde domatesin satış fiyatının pazarlama aktörlerine göre değiştiği belirlenmiş ve en yüksek maliyete sahip piyasa aktörünün marketler olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte market işletmelerinin sunmuş oldukları hizmet ve birçok ihtiyaca yönelik talebi eş zamanlı karşılayabilmeleri nedeniyle işletme maliyetlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 1’de diğer alternatif pazarlama kanallarında oluşan fiyatlar ve maliyetler de gösterilmiş olup, ikinci alternatif pazarlama kanalı olan üretici-tüccar- nihai satış noktalarında tüccarların toplam masrafları 5 449 TL/kg ve satış fiyatları 5 949 TL/kg olarak belirlenmiştir. Nihai satış noktalarında ise yapılan masraflar 1. alternatif pazarlama kanalıyla benzerlik göstermekle birlikte; domatesin marketlerdeki satış fiyatı 8 819 TL/kg, manavlardaki satış fiyatı 8 074 TL/kg ve pazarlardaki satış fiyatı 7 216 TL/kg olarak hesaplanmıştır.

Üçüncü alternatif pazarlama kanalı olan üretici-komisyoncu-nihai satış noktalarında da komisyoncuların fiyat artışına herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Nihai satış noktalarında domates fiyatı işletme türlerine göre farklılık göstermektedir. Bu pazarlama kanalında, 2. alternatif pazarlama kanalında tüccarlar tarafından yapılan masrafların (nakliye hizmetleri, tasnifleme, sınıflama vb.) perakende sektöründeki aktörler tarafından karşılandığı tespit edilmiştir. Bu nedenle marketlerde domatesin maliyeti 7 297 TL/kg ve satış fiyatı ise 8 027 TL/kg olarak belirlenmiştir. Manav işletmelerinde domatesin satış fiyatı 6 892 TL/kg iken, pazarlarda işletme masraflarının olmaması ve fire kayıplarının daha düşük olması nedeniyle domatesin satış fiyatı 6 159 TL/kg olarak hesaplanmıştır.

YMS’de 4. alternatif pazarlama kanalı üreticiden nihai satış noktalarına sevk edilen ürünlerden oluşmaktadır. Bu pazarlama kanalında üreticiler 4 TL/kg’dan ürünlerini nihai satış noktalarına pazarlamaktadır. Pazarlama kanalındaki komisyoncu ve tüccarların sistemden çıkartılması durumunda maliyetler ve fiyatlar lojistik maliyetlerindeki artışlar nedeniyle daha fazla artmaktadır. Nitekim 4. alternatif pazarlama kanalının seçilmesi durumunda komisyoncu ve tüccarların üstlenmiş oldukları masrafların tamamı perakende sektörü tarafından gerçekleştirilmektedir. Böylece domatesin satış maliyeti ve fiyatı sırasıyla marketlerde 7 457 TL/kg ve 8 203 TL/kg, manavlarda 6 425 TL/kg ve 7 068 TL/kg, pazarlarda ise 5 819 TL/kg ve 6 319 TL/kg olmaktadır.

Çizelge 1. Yaş meyve sebze'de alternatif pazarlama kanallarının maliyetleri

	Üretici	Komisyoncu	Tüccar	Perakende Maliyetleri	Market	Manav	Pazar	
1. Alternatif Pazarlama	Fiyat	4	Satış Fiyatı	5.466	Satış Fiyatı:	8.478	7.795	6.97
	% 8 Komisyon	0.32	Ürün bedeli	4				
	% 2 Stopaj	0.08	İşçilik	0.078	Ürün bedeli:	5.466	5.466	5.466
	% 1 Rüsum	0.04	Materyal Masrafı	0.057	KDV % 7:	0.383	0.383	0.383
	KDV % 18	0.058	Nakliye	0.25	İşletme Mas.	1.202	0.801	0.348
	SSDF % 10	0.008	İşletme Masrafı	0.234	Fire:	% 12: 0.65	% 8: 0.437	% 5: 0.273
	Toplam Kesinti %	12.64	Kasa Masrafı	0.23				
	Fire (%) 5		Fire % 3	0.12	Maliyet:	7.707	7.087	6.47
	Üretici eline geçen fiyat	3.494	Toplam Maliyet	4.969				
	2. Alternatif Pazarlama Kanalı	Fiyat	4	Satış Fiyatı	5.686	Satış Fiyatı:	8.819	8.074
Fire (%) 5			Ürün bedeli	4				
Üretici eline geçen fiyat		4	Stopaj % 2	0.08	Ürün bedeli:	5.686	5.686	5.686
			Rüsum % 2	0.08	KDV % 7:	0.398	0.398	0.398
			KDV % 1	0.04	İşletme Mas.	1.251	0.801	0.348
			İşçilik	0.078	Fire:	% 12: 0.682	% 8: 0.455	% 5: 0.284
			Materyal Masrafı	0.057	Maliyet:	8.017	7.34	6.716
			Nakliye	0.25				
			İşletme Masrafı	0.234				
			Kasa Masrafı	0.23				
3. Alternatif Pazarlama Kanalı	Fiyat	4	Satış Fiyatı	8.027	Satış Fiyatı:	8.027	6.892	6.159
	% 8 Komisyon	0.32	Ürün bedeli	4	Ürün bedeli:	4	4	4
	% 2 Stopaj	0.08	KDV % 1:	0.04	KDV % 1:	0.04	0.04	0.04
	% 1 Rüsum	0.04	İşçilik:	0.078	İşçilik:	0.078	0.078	0.078
	KDV % 18	0.058	Materyal Mas:	0.057	Materyal Mas:	0.057	0.057	0.057
	SSDF % 10	0.008	Nakliye:	0.25	Nakliye:	0.25	0.25	0.25
	Toplam Kesinti %	12.64	Diğ Masraflar:	0.882	Diğ Masraflar:	0.882	0.089	0.056
	Fire(%) 5		KDV % 7:	0.28	KDV % 7:	0.28	0.28	0.28
	Üretici eline geçen fiyat	3.494	İşletme Mas:	0.88	İşletme Mas:	0.88	0.801	0.348
			Fire:	% 15: 0.60	Fire:	% 15: 0.60	% 11: 0.44	% 8: 0.32
4. Alternatif Pazarlama Kanalı	Fiyat	4	Satış Fiyatı:	8.203	Satış Fiyatı:	8.203	7.068	6.319
	Fire(%) 5		Ürün bedeli	4	Ürün bedeli:	4	4	4
	Üretici eline geçen fiyat	4	Stopaj %2:	0.08	Stopaj %2:	0.08	0.08	0.08
			Rüsum %2:	0.08	Rüsum %2:	0.08	0.08	0.08
			KDV % 1:	0.04	KDV % 1:	0.04	0.04	0.04
			İşçilik:	0.078	İşçilik:	0.078	0.078	0.078
			Materyal Mas:	0.057	Materyal Mas:	0.057	0.057	0.057
			Nakliye:	0.25	Nakliye:	0.25	0.25	0.25
			Diğer Mas:	0.882	Diğer Mas:	0.882	0.089	0.056
			KDV Farkı %7:	0.28	KDV Farkı %7:	0.28	0.28	0.28
		İşletme Mas:	0.88	İşletme Mas:	0.88	0.801	0.348	
		Fire:	% 15: 0.60	Fire:	% 15: 0.60	% 11: 0.44	% 8: 0.32	
		Kasa Masrafı:	0.23	Kasa Masrafı:	0.23	0.23	0.23	
		Maliyet:	7.457	Maliyet:	7.457	6.425	5.819	

Pazarlama kanallarına göre ürün fiyatlarının değişimlerini belirlemek çalışmanın amaçları arasında yer almaktadır. Bu amaca yönelik olarak Çizelge 2’de domates fiyatının değişimleri pazarlama kanalları itibariyle gösterilmiştir. Çizelgede de görüldüğü gibi domates satış fiyatlarının en düşük olduğu pazarlama kanalı 3. alternatif pazarlama kanalıdır. Mevcut koşullarda planlanan yeni hal yasasında soğuk zincir uygulamasının yer alması gerektiği tartışılmaktadır. Bu nedenle çalışma kapsamında bu ürünlerin paketlenerek soğuk zincirde taşınmasının fiyat marjına etkisi de hesaplanmıştır. Soğuk zincir uygulamasının gerçekleştirilmesi durumunda oluşacak paketleme sistemi, soğuk hava depoları ve araçların maliyetleri de hesaplanarak pazarlama zincirindeki ürün maliyetlerine eklenmiştir. Ayrıca soğuk zincir uygulamasıyla azaltılacak kayıpların arzın artmasına neden olacağı varsayılarak pazarlama sürecindeki kayıplar arza eklenmiştir. Arzın fiyat elastikiyetinden yararlanılarak kayıpların azaltılmasının arzı artıracığı varsayımı ile oluşacak piyasa fiyatları hesaplanmış ve Çizelge 2’de bu değerler incelenmiştir. Soğuk zincir uygulamasının neden olacağı yatırım maliyetlerinin de ürün fiyatlarına yansıtılacağı ve pazar fiyatlarında değişimlerin olacağı öngörülmektedir.

Çizelge 2. Pazarlama kanallarına göre ürün fiyatları değişimi

Pazarlama Kanalları				Mevcut TL/Kg	Soğuk Zincir TL/Kg	Fiyat Değişimi	
						TL/Kg	%
Üretici	Komisyoncu	Tüccar	Market	8.478	8.278	-0.199	-2.351
Üretici	Komisyoncu	Tüccar	Manav	7.795	7.843	0.048	0.615
Üretici	Komisyoncu	Tüccar	Pazar	6.970	7.492	0.522	7.496
Üretici	-	Tüccar	Market	8.819	8.712	-0.107	-1.216
Üretici	-	Tüccar	Manav	8.074	8.208	0.134	1.661
Üretici	-	Tüccar	Pazar	7.216	7.626	0.410	5.679
Üretici	Komisyoncu	-	Market	8.027	7.704	-0.323	-4.023
Üretici	Komisyoncu	-	Manav	6.892	6.498	-0.393	-5.704
Üretici	Komisyoncu	-	Pazar	6.159	5.993	-0.166	-2.695
Üretici	-	-	Market	8.203	7.880	-0.323	-3.937
Üretici	-	-	Manav	7.068	6.960	-0.107	-1.515
Üretici	-	-	Pazar	6.319	6.613	0.294	4.653

Ekonomik kararların alınmasında, kişilerin satın alma gücünün belirlenmesinde, mal ve hizmetlerin fiyatlarının tespit edilmesinde ve bu fiyatlarda zaman içerisinde meydana gelen değişimlerin saptanmasında fiyat endekslerinin hesaplanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Fiyat endeksi seçilmiş mal ve hizmetlerin ortalama fiyatlarındaki değişimini göstermektedir. Çalışma kapsamında domatesin fiyat endeksinin; mekân faydasına bağlı olarak değişimi Çizelge 3'te gösterilmiştir. Buna göre üretici fiyatlarının baz alındığı pazarlama kanallarının değişmesiyle meydana gelen fiyat değişimleri çizelgede verilmiştir. Aynı zamanda çizelgede pazarlama kanallarına göre her aşamada oluşan fiyat marjları da gösterilmiştir. Bunun yanında her bir pazarlama kanalı mutlak ve nisbi pazarlama marjları hesaplanmıştır. Pazar marjı genel anlamda; üretici ile tüketici fiyatları arasındaki farkı göstermektedir. Bu marj; satın alma, paketleme, ulaşım, depolama ve işleme gibi hizmetler için aracılar tarafından istenilen fiyatı temsil etmektedir (Zeb et al., 2007; Adanacıoğlu, 2014;). İncelenen işletmelerde pazar marjı en yüksek olan zincir 1. alternatif pazarlama kanalıdır. Bu pazarlama kanalında ise en yüksek pazar marjına marketler sahiptir. Pazar marjının en düşük olduğu pazarlama kanalı ise sadece üretici ve nihai satış noktalarının yer aldığı 4. pazarlama kanalıdır.

Çizelge 3'te görüldüğü üzere pazar marjı, pazarlama kanallarına göre fazla farklılık göstermemektedir. Ancak perakende satışlarda özellikle marketlerde işletme masraflarına bağlı olarak fiyat artışları meydana gelmektedir. Dolayısıyla üretici fiyatları arz ve talebe göre belirlenirken, pazarlama kanallarındaki fiyatlar üzerinde maliyetler belirleyicidir. YMS'lerin fizyolojik ve ekonomik özellikleri dikkate alındığında tüm aktörlere önemli görevler düşmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde gelirin yükselmesiyle katma değeri yüksek olan gıda ürünlerine yönelik talep hızla yükselmektedir. Gelişmiş ülkelerde ise özellikle gıda güvenliğinin ön planda yer aldığı ve farklılaşmış ürünlere talebinin olduğu dikkate alındığında katma değeri yüksek kaliteli ürün üretmenin önemi artmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde işletmelerin küçük ölçekli olması, arazilerin parçalı ve dağınık olması, sermaye devir hızının düşük olması ve ürün fiyatlarında konjonktürel dalgalanmaların meydana gelmesi üreticilerin pazarlık güçlerinin ve rekabetçi yapılarının zayıflamasına neden olmaktadır. Bu nedenle küçük üreticileri koruyarak sürdürülebilir üretim yapmalarına imkân sağlayan ve üreticilerin pazarlamaya yönelik risklerini üstlenen komisyoncu veya tüccarların piyasa faaliyetlerini devam ettirmeleri gerekmektedir. Piyasa aktörlerinden olan komisyoncu ve tüccarın faaliyetlerinin sonlandırılması üreticilerin piyasadaki güçlerinin daha fazla zayıflamasına neden olarak, üretimden vazgeçmelerine yol açacaktır. Hal organizasyonları; kalite sistemlerinin yaygınlaşması, teknolojinin yenilenmesi, ürün çeşitliliğinin artırılması, yeni pazarlama tekniklerinin geliştirilmesi gibi birçok yapısal gelişmenin yanı sıra üreticilerin faaliyetlerinin sürdürülebilirliği açısından da önemli piyasa aktörleridir.

Çizelge 3. Pazarlama kanallarında yer alan aktörlerin pazar marjı ve fiyat endeksi

Pazarlama Kanalları	Aktörler	Fiyat (TL/Kg)	Basit İndeks	Zincirlenmiş İndeks	Pazar Marjı (TL/Kg)
1.Pazarlama Kanalı	Üretici	3.49	100.00		
	Komisyoncu	4.00	114.47		0.51
	Tüccar	5.47	156.42	136.65	1.97
	Market	8.48	242.61	155.10	4.98
	Manav	7.80	223.08	142.62	4.30
	Pazar	6.97	199.46	127.51	3.48
2.Pazarlama Kanalı	Üretici	4.00	100.00		
	Tüccar	5.69	142.15		1.69
	Market	8.82	220.47	155.10	4.82
	Manav	8.07	201.84	142.00	4.07
	Pazar	7.22	180.41	126.91	3.22
3.Pazarlama Kanalı	Üretici	3.49	100.00		
	Komisyoncu	4.00	114.47		0.51
	Market	8.03	229.70	200.67	4.53
	Manav	6.89	197.22	172.29	3.40
	Pazar	6.16	176.25	153.98	2.66
4.Pazarlama Kanalı	Üretici	4.00	100.00		
	Market	8.20	205.07		4.20
	Manav	7.07	176.69		3.07
	Pazar	6.32	157.98		2.32

4. Tartışma ve Sonuç

Yaş meyve ve sebze (YMS)'lerin çabuk bozulabilir nitelikte, depolama olanaklarının sınırlı, raf ömürlerinin kısa, arz-talep değişimlerinin hızlı ve ekolojik duyarlılıklarının yüksek olması fiyat hareketliliğine neden olmaktadır. Bu doğrultuda çalışma kapsamında enflasyon açısından YMS'lerin içerisinde ağırlığı en yüksek olan domatesin pazarlama kanallarına göre aktörlerin maliyetleri ve fiyat hareketlilikleri incelenmiştir.

Çalışma sonucunda fiyat değişiminde komisyonculuk faaliyetlerinin herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Nitekim yasalarla belirlenen komisyon bedeli %8'dir. Komisyon bedelinden işletme masraflarının düşülmesinden sonra geriye %4'lük bir pay kalmaktadır. Komisyoncuların; üreticilerin pazarlama ve muhasebe birimini temsil ettiği, ürün satışına ait riskleri üstlenerek üreticinin piyasa garantörlüğünü yaptığı ve üreticilere verdikleri avanslarla tarım işletmelerinin ekonomik ve finansal sürdürülebilirliklerine katkı sağladığı bilinmektedir. Bu durumlar dikkate alındığında üreticilerin piyasadaki fiyat oluşumunda komisyoncuya güven duyması ve komisyoncuyla işbirliği içerisinde olması söz konusudur. Üretici ve komisyoncuların karşılıklı iş ilişkileri sosyal sermayenin bir ürünü olup, sözlü güven esasına ve örfi hukuk kurallarına göre oluşturulmuş ilişkilere dayanmaktadır. Bu ilişkinin bozulması küçük aile işletmelerinin ürününü pazarlamada sorunlar yaşamasına neden olarak üretimin sürdürülebilirliğini açısından tehdit yaratacaktır. Tarımsal üretimden vazgeçen üretici kesim farklı işgücü piyasalarında istihdama dâhil olmayı hedefleyeceklerdir. Bu durum diğer sektörlerde istihdam baskısı yaratırken, sosyal problemlere de neden olacak ve üretimde gıda güvencesi problemini ortaya çıkaracaktır. Üretimde sürekliliğin sağlanabilmesi için ürünün en iyi uygun fiyattan piyasaya sunulması ve tüketicinin de refahında azalmaya neden olmayacak şekilde ürüne erişebilmesi gerekmektedir. Hem üreticinin hem tüketicinin korunabilmesi için piyasada en iyi ürün fiyatlarının belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Piyasadaki fiyat değişimlerinin piyasa aktörlerine göre incelendiği çalışma kapsamında; fiyatların en yüksek olduğu işletmeler marketler olarak belirlenmiştir. Marketlerin zaman ve mekân faydası yaratarak; ürünlere erişimde sunduğu kolaylıklar, hizmet farklılıkları ve eş zamanlı farklı ürünlerde erişim olanağı sağlayan alanlar olması maliyet artışlarıyla birlikte fiyatların da yüksek olmasına neden olmaktadır. Marketlerin ürün seçme ve tüketicinin istediği zamanda (günde ve saatte) ürüne erişim hakkını sunması fırsat maliyetinin yükselmesine neden olmakta ve fiyatlar doğal olarak artmaktadır.

Yeni hal yasasında ürünlerin ambalajlanarak hale getirilmesi söz konusudur. Düzenleme, kalibrasyon ve tasnifleme işlemlerinin hallerde daha verimli işletilmesi mümkün olup, buna karşı söz konusu işlemlerin maliyet artışlarına da neden olacağı bilinmektedir. Maliyet artışları ürün fiyatlarına yansıtılacak ve piyasada da doğrudan fiyat artışları meydana gelecektir. Dolayısıyla bu durum büyük marketlerin işletme yönetimi açısından olumsuz etki yaratacaktır. Benzer bir durum soğuk zincir

uygulanması için de öngörülmektedir. Piyasanın düzenlenmesine yönelik söz konusu uygulamaların fiyatlar üzerinde olumsuz etki yaratmaması için etkin bir yönetim anlayışının sergilenerek, altyapı (alan, enerji vb.) olanaklarının hazırlanması ve tüm piyasa aktörleriyle katılımcı bir yaklaşım uygulanarak sorunların çözümüne yönelik ortak eylemler gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Kaynakça

- Adanacioğlu, H. (2014). Tarımsal ürünlerde doğrudan pazarlama kavramı ve pazarlama etkinliği açısından dolayı pazarlama ile karşılaştırılmalı analizi: İzmir ili Urla ilçesi Balıklıova köyü örneği. *XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi*. Samsun, 3-5.
- Arısoy, H., Aras, İ., & Kaya, M. F. (2019). Türkiye'nin Elma Dış Ticaretindeki Bölgesel Yoğunlaşma Durumu. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2), 242-252.
- Başer, U., & Bozoğlu, M. (2018). Determination of Value-Creating Activities in the Agricultural Value Chain. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(8), 1002-1007.
- Bayramoğlu, Z., Karakayacı, Z., Ağızan, K., Ağızan, S., & Bozdemir, M. (2020). *Domates Pazarlama Kanallarının ve Pazar Marjının Tespiti Üzerine Bir Araştırma*. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, (TAGEM-18/AR-GE/57)
- Bellu, L. G. (2013). Value chain analysis for policy making methodological guidelines and country cases for a quantitative approach. *FAO, UN. Available online*.
- Billings, L., Thiessen, M., & Witwicki, N. (2004). Value Chain Guidebook: A Process for Value Chain Development. *Agriculture and Food Council of Alberta*.
- Bülbül, C. (2011). *Finike portakalının sürdürülebilir rekabetinin araştırılması: Değer zinciri analizi*. Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.
- Çelik, Z., Saçtı, H., & Adanacioğlu, H. (2019). Kiraz Dış Ticaretindeki Gelişmeler ve Türkiye'nin Karşılaştırılmalı Üstünlüğü. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bil. Dergisi*, 29 (Özel Sayı), 41-53.
- Donovan, J., Franzel, S., Cunha, M., Gyau, A., & Mithöfer, D. (2015). Guides for value chain development: a comparative review. *J. of Agribusiness in Dev. and Emerging Eco.*, 5(1), 2-23.
- Erol, E. M., & Serin, U. B. (2015). *Küreselleşen dünyada tarım ürünlerinin arz ve değer zincirleri üzerine bir değerlendirme*. (AB Uzanlık Tezi).
- Jespersen, K. S., Kelling, I., Ponte, S., & Kruijssen, F. (2014). What shapes food value chains? Lessons from aquaculture in Asia. *Food Policy*, 49, 228-240.
- Kaplinsky, R., & Morris, M. (2000). *A handbook for value chain research* (Vol. 113): University of Sussex, Institute of Development Studies.
- Miller, C., & Jones, L. (2010). *Agricultural value chain finance: Tools and lessons*. University of California Press: Food and Agriculture Organization of the United Nations and Practical Action.
- Nang'ole, E., Mithöfer, D., & Franzel, S. (2011). *Review of guidelines and manuals for value chain analysis for agricultural and forest products*: World Agroforestry Centre.
- Özalp, B., & Ören, M. N. (2016). *Tarımda Değer Zinciri Analizi*. Paper presented at the 12. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, Isparta.
- Özdoğan, Y. (2009). *Sofralık zeytin sektöründe değer zinciri analizi ve ISO 22000 uygulamalarında karşılaşılan sorunlar*. (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Porter, M. E. (1985). The Competitive Advantage: Creating and sustaining superior performance. *Competitive advantage*, 167.
- Rainbird, M. (2004). A framework for operations management: the value chain. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(3/4), 337-345.
- Rayport, J.F., Sviokla, J.J. (1995). Exploiting the virtual value chain. *Harvard Business Rev.*, 73(6), 75.
- Rieple, A., & Singh, R. (2010). A Value Chain Analysis of the organic cotton industry: The case of UK retailers and Indian suppliers. *Ecological Economics*, 69(11), 2292-2302.
- Savcı, M. (2012). *Çay işletmelerinde üretim maliyetlerinin değer zinciri analizi* Yayınlanmamış Doktora Tezi. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli*.
- Şentürk, B. (2015). Hayvan hastalıkları yönetiminde yeni bir yaklaşım: Değer zinciri analizi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 12(1), 43-47.
- TÜİK. (2020). Tarımsal Üretim Değeri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1004
- Zeb, J., Khan, Z., Nabi, G., & Nawaz, K. (2007). Marketing margins for onion in Swat. *Sarhad Journal of Agriculture*, 23(3), 793.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)

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



Araştırma Makalesi (Research Article)

Karar Ağacı Algoritmaları ile Organik Ürün Tüketici Tercihlerinin Belirlenmesi: Iğdır İli Örneği

**İbrahim Hakkı KADİRHANOĞULLARI^{1*}, Köksal KARADAŞ², Ömer ÖZGER³,
Meryem KONU KADİRHANOĞULLARI⁴**

^{1,3,4}Iğdır Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Iğdır, Türkiye

² Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Iğdır, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-9640-8910> ²<https://orcid.org/0000-0003-1176-3313> ³<https://orcid.org/0000-0001-8494-687X>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-7359-7061>

*Sorumlu yazar e-posta: i.kadirhanogullari@gmail.com

Makale Bilgileri

Geliş: 24.09.2020

Kabul: 31.12.2020

Online Yayınlanma 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.799465

Anahtar kelimeler

Karar ağaçları,
Organik ürün tüketimi,
Organik tarım.

Öz: Organik tarım ve gıda ürünleri insan sağlığı başta olmak üzere gıda güvenliği, hayvan refahı ve doğayı koruduğu için tercih edilmekte ve bu konu hakkında yapılan çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Iğdır İli kentsel alanda yaşayan tüketicilerin organik tarım ve gıda ürünleri tutum ve satın alma davranışlarını ortaya koymaktır. Çalışma kapsamında, 168 tüketici ile yüz yüze anket yöntemi kullanılarak veriler toplanmış ve istatistiksel analizi veri madenciliği yöntemlerinden karar ağacı algoritması kullanılarak belirlenmiştir. Organik gıda ürünleri satın almayı etkileyen en belirleyici değişkenin Hanedeki Birey Sayısı olduğu görülmüştür. Hanedeki Birey Sayısı 6 ve daha altında olan (n=125, %86.2) kişiden Hanedeki Birey Sayısı 7 ve daha üstünde olanlara (n=14,%8.3) oranla daha fazla organik ürün tükettiği gözlenmiştir. Diğer önemli belirleyici faktörler ise “Aylık Hane Halkı Geliri” ve “Eğitim Durumu” olmuştur.

Determination of Organic Product Consumer Preferences with Decision Tree Algorithms: Sample of Iğdir Province

Article Info

Received: 24.09.2020

Accepted: 31.12.2020

Online Published 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.799465

Keywords

Decision Trees,
Organic product
consumption,
Organic agriculture.

Abstract: Organic agriculture and food products are preferred because they protect human health food safety animal welfare and nature and studies on this subject are increasing day by day. The aim of this study is to reveal the organic agriculture and food products attitudes and purchasing behaviors of the consumers living in the urban area of Iğdir. Within the scope of the study, data were collected with 168 consumers using face to face questionnaire method and statistical analysis was determined using decision tree algorithm, one of the data mining methods. It has been observed that the most determinant variable affecting the purchasing of organic food products is the number of individuals in the household. It was observed that people with 6 or less Households (n = 125, 86.2%) consumed more organic products than those with 7 or more households (n = 14, 8.3%) other important determinants were “Monthly Household Income” and “Education Status”.

1. Giriş

Organik Tarım kelimesi Türkiye’de “Ekolojik veya Organik”, Almanya ve Kuzey Avrupa dillerinde “Ekolojik”, Fransa, İtalya, İspanya’da “Biyolojik” (Kurt, 2006) ve İngiltere’de “Organik” (Kurga ve Erdal, 2014) olarak kullanılmaktadır.

1970’li yıllarda insanlar gübrelerin ve sentetik kimyasalların zararlı etkilerini kendilerinde ve çevrelerinde görmeye başladığı sırada (Hakan, 2017), insan sağlığı ilk sırada olmak üzere tüm canlıların ve çevrenin korunmasında etkili olan organik tarım sistemi (Eryılmaz ve ark, 2015), ilgi görmeye başlamıştır

Organik tarım, çevreye ve bilhassa insan sağlığına zarar vermeyen ve üretilirken kimyasal girdi kullanılmayan, üretimden tüketime kadar her aşaması kontrollü ve sertifikalı bir tarımsal üretim şekli olarak ifade edilmektedir (Anonim, 2020a).

Organik tarım dünyadaki tarım alanlarının %1’inde yapılmaktadır. Organik tarım alanlarının %3’ü Afrika, %7’si Kuzey Amerika, %8’i Asya, %15’i Latin Amerika, %27’si Avrupa ve %40’ı Okyanusya’da yer alırken, organik üreticilerin bölgesel dağılımı ise %1 Kuzey Amerika ve Okyanusya, %15 Avrupa, %17 Latin Amerika, %26 Afrika ve %40 Asya olarak sıralanmaktadır. Kişi başına en fazla organik ürün tüketen ülkeler İsviçre, Lüksemburg ve Danimarka olarak bilinmektedir (FIBL, 2016).

Türkiye’de organik tarım 1980’li yıllarda Avrupalı ithalatçıların talepleri doğrultusunda kuru üzüm ve kuru incir üretimiyle başlamış (Rehber ve Turan, 2002) ve sonra ülkeye yayılmıştır.

Organik tarım sıfır girdi kullanımı, tüm dünyayı besleme, tüm tarımsal üretimin organik olması gibi bir amacı olmamasına rağmen (Kurga ve Erdal, 2014) birçok ülkede sektör olarak gelişimi devam etmektedir.

Tüketicilerin organik tarım ve ürünlerini geleneksel ürünlere kıyasla tercihleri ve satın alma kararları farklılık göstermektedir. Organik tarım ve ürünlerini satın alma süreci, organik ürünleri tanıma ve diğer ürünlerle farkının anlaşılmasıyla başlamaktadır. Organik tarım ve gıda ürünlerinin konvansiyonel alternatiflerine oranla tercih edilmesinin nedenleri arasında İnsan sağlığına zarar vermemesi, organik gıdanın güvenli olması, hayvan refahının sağlanması, çevrenin korunması ve sertifikalı olması gibi faktörler gösterilmektedir (Eryılmaz ve ark, 2015; İnci ve ark., 2017; Çam ve Karakaya, 2018).

Bu çalışmada, Iğdır ili kentsel alanda yaşayan tüketicilerin organik tarım ve gıda ürünleri tutum ve satın alma davranışlarını ortaya koymak amacıyla karar ağacı algoritması kullanılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmanın materyalini, Iğdır ili merkez ilçe kentsel alanda bulunan ve örnekleme yöntemiyle seçilen bireylerin organik gıda ürünleri tüketimi konusundaki bilgi düzeylerinin ve tercihlerinin belirlenmesi için yüz yüze görüşme yöntemiyle yapılan anketlerden elde edilen veriler oluşturmuştur.

2.1. Verilerin toplanma aşaması

Iğdır ili merkez nüfusu 140 267 olup (Anonim, 2020b) bu ana kitleyi en iyi temsil etmesi için aşağıda formülü verilen “Basit Tesadüfi Örnekleme Yığın Oran Tahmini” metodu (Yamane, 2010) kullanılarak elde edilen anket verileri değerlendirilmeye tabii tutulmuştur

$$n = \frac{N \cdot t^2 \cdot pq}{(N - 1)D^2 + t^2 pq} \quad (1)$$

n= Örneğe alınacak birey sayısı

N= Küme büyüklüğü (140 267)

D= Kabul edilen veya arzu edilen örnekleme hatası (0.1)

t= Standart normal dağılım değeri (2.576)

q= 1-p (0.5)

p= Hesaplanması istenen oran (0.5)

$$n = \left(\frac{140267 \times 2.576^2 \times 0.5 \times 0.5}{(140267-1) \times 0.1^2 + 2.576^2 \times 0.5 \times 0.5} \right) = 165 \text{ (Yamane, 2010).}$$

İğdir ili kentsel alanında tüketicilerin organik gıda tutumlarıyla ilgili veri bulunmadığından p ve q değerleri 0.5 olarak alınmış, p=organik gıda tüketenler, q= organik gıda tüketmeyenler olarak kabul edilmiştir. Seçilen örneklem büyüklüğünün yeterli olduğu belirlenmiş ve anket 168 kişiye uygulanmıştır.

2.2. Verilerin analiz aşaması

Bu çalışmada veri madenciliği süreci yöntem olarak izlenmiş ve modelleme aşamasında karar ağacı algoritması kullanılmıştır.

Kolay yorumlanması ve anlaşılabilir olmasından dolayı karar ağaçları, karar vericiler için avantaj sağlayan algoritma olup sınıflandırma ve tahmin için çoklukla kullanılan bir veri madenciliği yaklaşımıdır (Chien ve Chen, 2008; Çalış ve ark., 2014; Karadas ve Kadirhanogulları, 2017; Karakaya ve ark., 2018).

Karar ağacı analizinden sonra elde edilen sınıflandırma sonuçlarından test geçerliliği, duyarlık ve özgünlük değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 2).

İlk olarak organik gıda ürünleri satın alma bağımlı değişkeni ile yaş, cinsiyet, eğitim durumu, medeni durum, meslek durumu, aylık hane halkı geliri bağımsız değişkenleri için SPSS’te CHAID, CRT, QUEST ve Exhaustive CHAID algoritmaları uygulanmış ve en yüksek doğruluk oranını veren CHAID algoritması ile karar ağacı oluşturulup sonuçlar yorumlanmıştır.

3. Bulgular

Organik gıda ürünleri satın almada anketler değerlendirilirken öncelikle demografik özellikler ele alınmıştır. Çizelge 1’de görüldüğü üzere İğdir ilinde Organik gıda ürünleri satın alma anketine katılan 168 bireyin çoğunluğunu erkekler oluşturmaktadır (n=103, % 61.3). Medeni durum sınıfında bekâr ve evli olanların frekanslarının birbirine yaklaşık olarak yakın olduğu görülmektedir (Evli n=84, %50.0; Bekâr n=82, %48.8; Boşanmış n= 2, %1.2). Hanedeki birey sayısı üç kişiden oluşan tüketicilerin oranı (n=37, %22.0) dört kişiden oluşan tüketicilerin oranı (n=29, %17.3) beş kişiden oluşan tüketicilerin oranı (n=24, %14.3) altı kişiden oluşan tüketicilerin oranı (n=22, %13.1) iki kişiden oluşan tüketicilerin oranı (n=19, %11.63) ve diğerlerinin toplamı (n=37, %22.1) olarak bulunmuştur. Eğitim düzeyini en çok lisans mezunu (n=86, %51.2) ile ön lisans (n=34, %20.2) mezunları oluşturmaktadır. Meslek gruplarına bakıldığında memur olan (n=61 kişi %36.3), öğrenci olan (n=46, %27.4), ev hanımı olan (n=25 %14.9) kişiden oluştuğu ve çoğunluğun memur olduğu görülmektedir. Aylık hane halkı gelirinde çoğunluğu 2001-3000 grubunda yer alan (n=44, %26.2) ile 3001-4000 olan (n=29,%17.3) oluşturmaktadır.

Şekil 1’de organik gıda ürünleri satın alma bağımlı değişkeni için CHAID Algoritması ile meydana gelen karar ağacına baktığımızda, ağacın ilk olarak, hanedeki birey sayısı sorusundan dallandığı görülmektedir. Organik Gıda Ürünleri Satın Alma bağımlı değişkeni için ağacın dallanmasındaki en etkili faktörün “Hanedeki Birey Sayısı” olduğu görülmektedir. Anketi cevaplayan 168 kişiden 139 kişi (%82.7) organik gıda ürünleri kullandığını ve 29 kişi (%17.3) kullanmadığını belirtmiştir. Hanedeki birey sayısı ≤6 kişi olan 125 kişi (%86.2) organik gıda ürünleri kullandığını, 20 kişi ise (%13.8) organik gıda ürünleri kullanmadığını belirtmiştir. Hanedeki birey sayısı yedi olan 2 kişi (%28.6) organik gıda ürünleri kullandığını, 5 kişi ise (%71.4) organik gıda ürünleri kullanmadığını belirtmiştir. Hanedeki birey sayısı ≥7 kişi olan 12 kişi (%75.2) organik gıda ürünleri kullandığını, 4 kişi ise (25.0) organik gıda ürünleri kullanmadığını belirtmiştir.

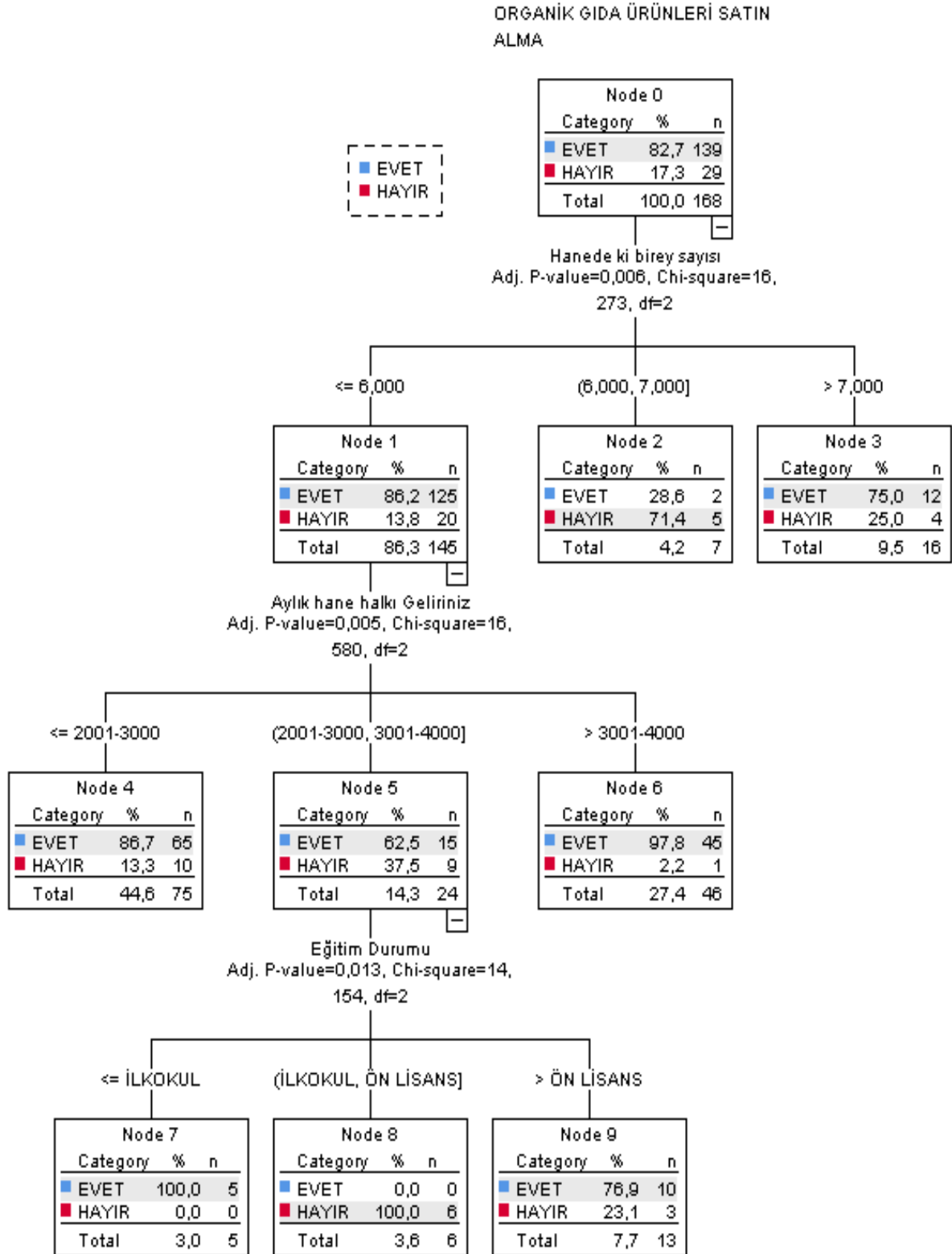
Hanedeki birey sayısı bağımsız değişkeninin aylık hane halkı geliri bağımsız değişkeninden dallandığı görülmektedir. Hanedeki birey sayısı altı ve daha altında olan 145 kişiden aylık hane halkı geliri 2001-3000 ve daha altında olan 65 kişi (%86.7) organik gıda ürünleri kullandığını, 10 kişi ise (%13.3) organik gıda ürünleri kullanmadığını belirtmiştir. Aylık hane halkı geliri 3001-4000₺ olan 15 kişi (%62.5) organik gıda ürünleri kullandığını, 9 kişi ise (%37.5) organik gıda ürünleri kullanmadığını belirtmiştir. Aylık hane halkı geliri 3001-4000₺ ve daha üstünde olan 45 kişi (%97.8) organik gıda ürünleri kullandığını, 1 kişi ise (%2.2) organik gıda ürünleri kullanmadığını belirtmiştir.

Aylık hane halkı geliri bağımsız değişkeninin eğitim durumu bağımsız değişkeninden dallandığı görülmektedir. Aylık hane halkı geliri 3001-4000 arasında olan 24 kişiden eğitim durumu ilköğretim ve

daha altında olanların hepsi (n=5 kişi, %100) organik gıda ürünleri kullandığını belirtmiştir. Eğitim Durumu ön lisans olan 6 kişi (%100) organik gıda ürünleri kullanmadığını belirtmiştir. Eğitim Durumu ön lisanstan daha yukarı olan 10 kişi (% 76.9) organik gıda ürünleri kullandığını, 3 kişi ise (%23.1) organik gıda ürünleri kullanmadığını belirtmiştir.

Çizelge 1. Organik gıda ürünleri satın alma demografik özellikler

		Organik gıda satın alır mısınız?			
		Evet		Hayır	
		Sayı(N)	Yüzde(%)	Sayı(N)	Yüzde(%)
Cinsiyet	Erkek	84	81.55	19	18.45
	Kadın	55	84.62	10	15.38
Medeni Durum	Evli	76	90.48	8	9.52
	Bekâr	61	74.39	21	25.61
	Boşanmış	2	100	0	0.00
Hanedeki Birey Sayısı	1 Kişi	11	78.57	3	21.43
	2 Kişi	18	94.74	1	5.26
	3 Kişi	29	78.38	8	21.62
	4 Kişi	27	93.10	2	6.90
	5 Kişi	20	83.33	4	16.67
	6 Kişi	20	90.91	2	9.09
	7 Kişi	2	28.57	5	71.43
	8 Kişi	8	80.00	2	20.00
	9 Kişi	3	100	0	0.00
	10 Kişi	1	100	0	0.00
	11 Kişi	0	0.00	2	100
Eğitim Durumu	Okuryazar Değil	4	100	0	0.00
	İlkokul	5	62.50	3	37.50
	Ortaokul	9	90.00	1	10.00
	Lise	15	78.95	4	21.05
	Ön Lisans	27	79.41	7	20.59
	Lisans	72	83.72	14	16.28
İş Durumu	Lisansüstü	7	100	0	0.00
	Çalışmıyor	8	66.67	4	33.33
	Öğrenci	34	73.91	12	26.09
	Memur	57	93.44	4	6.56
	Özel sektör	5	55.56	4	44.44
	Ev hanımı	21	84.00	4	16.00
	Serbest meslek	4	100	0	0.00
Aylık Hane Halkı Geliri	İşçi	10	90.91	1	9.09
	1000₺ ve Altı	17	77.27	5	22.73
	1001₺-2000₺	19	79.17	5	20.83
	2001₺-3000₺	38	86.36	6	13.64
	3001₺-4000₺	19	65.52	10	34.48
	4001₺-5000₺	20	95.24	1	4.76
	5001₺-6000₺	9	100	0	0.00
	6001₺-7000₺	5	71.43	2	28.57
7001₺ ve Üzeri	12	100	0	0.00	

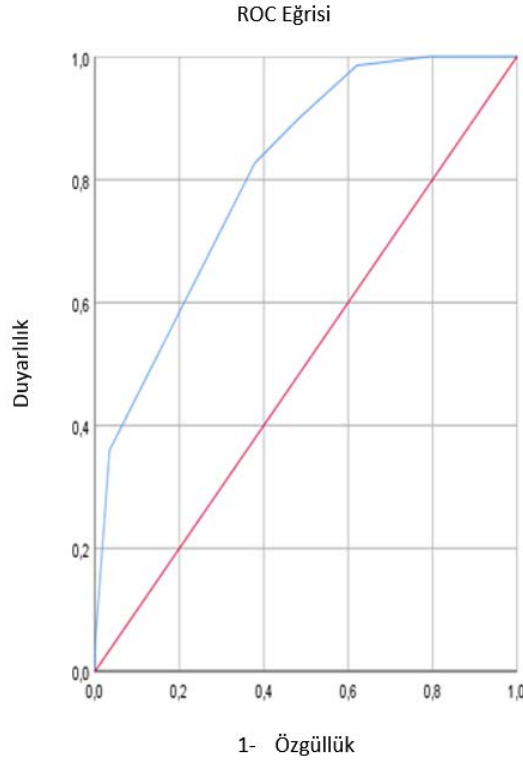


Şekil 1: Organik gıda ürünleri satın alma karar ağacı.

Çizelge 2. Karar ağacı analizi sınıflandırma sonuçları

Sınıflandıma	Tahmin Edilen	
	Evet	Hayır
Gözlemlenen		
Evet	137	2
Hayır	18	11
Genel Yüzde	%92.3	%7.7

Yukarıdaki sonuçlara göre;
Duyarlılık %88.4
Özgüllük %84.6
Test geçerliliği % 88.1 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 2. Organik Gıda Ürünleri Satın Alma ROC Eğrisi.

Organik gıda ürünleri satın alma gücü (Evet ve Hayır ayırt edebilme gücü) Receiver Operating Characteristics (ROC) analizi eğrisinin altında kalan alan ile ifade edilir (Şekil 2). Alan değeri 1'e yaklaştıkça Organik Gıda Ürünleri Satın Alma gücü yükselir. Alan değeri 1'e eşit olunca Organik gıda ürünleri satın alma gücü %100 olur.

Çizelge 3. Sınır değerleri için elde edilen duyarlılık, özgüllük ve (1 - özgüllük) değerleri

Eğrinin Koordinatları Kesim (tahmini referans) değeri (pozitiflik alt sınırı)	Duyarlılık	1 - Özgüllük
≥ -1.0000	1.000	1.000
$\geq .1429$	1.000	.793
$\geq .5179$.986	.621
$\geq .7596$.899	.483
$\geq .8179$.827	.379
$\geq .9225$.360	.034

Yukarıdaki çizelgeden görüldüğü gibi en uygun değer 0.8179 olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Yani eğer organik gıda ürünleri satın alma olasılık değeri 0.81792'ye eşit ya da büyükse organik gıda ürünleri satın alma olasılığı arttığını söylemek mümkündür.

4. Tartışma ve Sonuç

Araştırmaya katılan tüketicilerin %82.7'si organik gıda ürünleri satın alırken %17.3'ü organik gıda ürünleri satın almadığını belirtmiştir. Benzer çalışmalara bakıldığında İnci ve ark. (2014) Bingöl İli kentsel alanda yaşayan bireylerin %84.2'sinin, Sandallıoğlu (2014) Adana ili kentsel alanda yaşayan tüketicilerin %68.5'inin, İnci ve ark. (2017) Diyarbakır ilindeki bireylerin %54,5'inin, organik gıda tükettiğini belirtmişlerdir. Katılımcıların çoğunun organik gıda tüketim sebeplerinin sağlık, ekonomi, hanede yaşayan birey sayısı ve bilinçli tüketim gibi parametrelerden kaynaklandığı düşünülebilir. Nitekim Zanoli ve Nispetti (2002) sağlık, Schifferstein ve Ophius (1998) tat ve gıda güvenliği, Squires ve ark. (2001) çevre kaygısı, Hughner, (2007) hayvan refahı, yerel ekonomiyi destekleme arzusu, nostalji merakı ve moda takibi gibi nedenlerin organik ürün tüketimi üzerinde etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan bir çalışmada organik gıda tüketilmemesinin nedenleri olarak bilgi eksikliği ve organik gıdaların zor bulunması gösterilmiştir (Aydın, 2011).

Kadınların organik gıda tüketimi erkeklere oranla yüksek bulunmuştur. Aynı durum, İnci ve ark. (2017) tarafından da vurgulanmıştır. Benzer şekilde, kadınların alışverişe erkeklerden fazla çıkmaları ve sağlığına erkeklere oranla daha çok dikkat etmeleri organik tarıma ilgilerinin yüksek olduğunu gösterebilir. Thompson ve Kidwell, (1998), kadınların alışverişe erkeklere oranla daha fazla çıktıklarını, Hilverda ve ark. (2016) organik gıdalara olan ilgi ve bilgi seviyeleri erkeklerden daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Çelik (2013) kadının gelirinin net ve evinde çocuklarının olması organik gıda satın alma olasılığının artmasına işaret etmekle beraber, Davis ve ark. (1995) ev geliri uygun olan çocuklu kadınların organik gıda satın alımında daimi birer müşteri olduğunu belirtmişlerdir.

Evli olanlar bekâr olanlardan daha fazla organik gıda satın almışlardır. Evli olanların daha fazla organik gıda tercih etmesi büyük ihtimalle ailede çocuğun bulunmasındandır. Hutchins ve Greenhalgh (1995), Midmore (2005) organik gıda satın alımında çocukların en önemli nedenler arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Hanedeki birey sayısı organik gıda satın alımını etkileyen bir diğer faktördür. İki, üç ve dört çocuğu olanlar organik gıda satın alımında diğerlerine oranla fazlalıktadır. Eğer hanedeki bireyler arasında çocuk varsa ve ekonomileri uygunsa organik ürün tüketimi artmakta hane halkı kalabalık ve ekonomik durum kötü ise tam tersi olmaktadır. Hanedeki bireylerin fazlalığı hanede gelirin artmasına neden oluyorsa organik gıda tüketimi artmaktadır. Arpacı ve Ersoy (2003) hane halkı sayısı ekonomik ve benzer dağılımlarla etkileşimi olacağından refah seviyesini etkileyebileceğini, Kurt (2006) hanede ki birey sayısı fazlalığı ödeme isteğini düşürebileceğini, Uzundumlu ve Sezgin (2019) hanedeki dağılımın artmasının haneye gelen geliri de arttırması nedeniyle sağlıklı gıdalara fazla ödeme isteği oluşacağını, bildirmişlerdir.

Araştırmada okuryazar olmayan (doğal beslenmeye alıştığı için tercih edilmiş olabilir) ve lisansüstü eğitime sahip olanların organik gıda satın alımı %100 bulunmuştur. Eğitim durumu ile organik ürün kullanımı arasında bir ilişki olduğu düşünülmektedir. Katılımcıların eğitim düzeyleri arttıkça ekonomik düzeylerinin de arttığı, bilgi ve gelir düzeyleri artanların organik gıda satın alımları da artmaktadır. Hassan ve ark. (2009) eğitim düzeyi yüksek kişilerce organik tarım ve gıda ürünlerinin daha fazla tercih edildiğini bildirmiş, ayrıca, demografik verilerin organik gıda satın alımında önemli faktörler olduğunu ifade etmiştir. Thompson (1998) eğitim, yaş, medeni durum, çocuk sayısı ve yaşları gibi demografik faktörlerin tüketicilerin organik gıda talebini etkilediğini belirtmiştir.

Sonuç olarak organik gıda tüketiminde bilgi, hanedeki birey sayısı, hane halkı gelir durumu, cinsiyet gibi faktörler önemli rol oynamaktadır. Eryılmaz ve ark. (2015), organik gıda ürünlerinin maliyetleri düşürüldüğünde, bilhassa kitlesel iletişim araçlarından faydalanılarak organik gıda tüketiminin artırılması için yapılacak reklam ve tanıtım faaliyetlerinin katkı sağlayabileceğini belirtmiştir.

Kaynakça

- Anonim. (2020a). <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Genel-Bilgiler> Erişim Tarihi 21.09.2020.
- Anonim. (2020b). <https://www.nufusune.com/> Erişim Tarihi 21.09.2020.
- Arpacı, F., & Ersoy, A. F. (2003). Orta öğretimdeki gençlerin konut koşulları ve konutun gencin gelişimi üzerindeki etkilerinin incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(3).
- Aydın, G. (2011). *Tüketicilerin gıda güvenliği bilinç düzeylerine etki eden faktörlerin analizi: samsun ili kentsel alan örneği*. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Chien, C. F., & Chen, L. F. (2008). Data mining to improve personnel selection and enhance human capital: A case study in high-technology industry. *Expert Systems with applications*, 34(1), 280-290.
- Çalış, A., Kayapınar, S., & Çetinyokuş, T. (2014). Veri madenciliğinde karar ağacı algoritmaları ile bilgisayar ve internet güvenliği üzerine bir uygulama. *Journal Of Industrial Engineering (Turkish Chamber Of Mechanical Engineers)*, 25.
- Çam, O., & Karakaya, E. (2018). Siirt il merkezindeki tüketicilerin organik ürün tüketim tercihleri ve tercihlerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Zir. Fak. Der.* 15, 33-41.
- Çelik, S. (2013). Kimler, neden organik gıda satın alıyor? Bir alan araştırması. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (30), 93-108.
- Davis, A., Titterton, A. J., & Cochrane, C. (1995). Who buys organic food? A profile of the purchasers of organic food in N. Ireland. *British Food Journal*, 97(10), 17-23.
- Eryılmaz, G. A., Demiryürek, K., & Emir, M. (2015). Avrupa Birliği ve Türkiye’de organik tarım ve gıda ürünlerine karşı tüketici davranışları. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(2), 199-206.
- FIBL, (2016). <https://shop.fibl.org/chen/mwdownloads/download/link/id/747/> Erişim Tarihi 21.09.2020.
- İnci, H., Karakaya, E., & Şengül, A. Y. (2017). Organik ürün tüketimini etkileyen faktörler (Diyarbakır ili örneği). *Tarım ve Doğa Dergisi*, 20(2), 137.
- Hassan, D., Monier-Dilhan, S., Nichele, V., & Simioni, M. (2009). Organic food consumption patterns in France (No. 1006-2016-79386).
- Hilverda, F., Jurgens, M., & Kuttschreuter, M. (2016). Word associations with “organic”: what do consumers think of? *British Food Journal*.
- Hughner, R. S., McDonagh, P., Prothero, A., Shultz, C. J., & Stanton, J. (2007). Who are organic food consumers? A compilation and review of why people purchase organic food. *Journal of Consumer Behaviour: An International Research Review*, 6(2-3), 94-110.
- İnci, H., Karakaya, E., Söğüt, B., & Şengül, T. (2014). Organic Product Consumption And Customer Preferences İn Urban Sections Of Bingol Province. *Türk Tarım Ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(2), 255-261.
- Hakan, İ. N. C. İ., Karakaya, E., & Şengül, A. Y. (2017). Organik ürün tüketimini etkileyen faktörler (Diyarbakır ili örneği). *Tarım ve Doğa Dergisi*, 20(2), 137.
- Karadas, K. & Kadirhanogullari, I. H. 2017. Predicting Honey Production using Data Mining and Artificial Neural Network Algorithms in Apiculture. *Pakistan Journal of zoology* 49 (5), 1611-1619.
- Karakaya, E., Çelik, Ş., & Taysı, M. R. (2018). CHAID Algoritması ile Balık Eti Tüketimini Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(2), 85-93.
- Kurga, C., & Erdal, M. (2014). Ağrı İli Organik Tarım Ve Hayvancılık Mevcut Durum Analizi. <https://orprints.org/25776/> Erişim Tarihi 21.09.2020
- Kurt, Z. (2006). Organik tarım ürünleri pazarlaması ve uygulamalar (Doctoral dissertation, DEÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü).
- Midmore, P., Naspetti, S., Sherwood, A. M., Vairo, D., Wier, M., & Zanoli, R. (2005). Consumer attitudes to quality and safety of organic and low input foods: a review. Report of EU-funded project “Improving Quality and Safety and Reduction of Cost in the European Organic and ‘Low Input’ Food Supply Chains.” Univ. Wales, Aberystwyth, UK.
- Rehber, E., & Turhan, S. (2002). Prospects and challenges for developing countries in trade and production of organic food and fibers. *British Food Journal*.

- Sandalıoğlu, A. (2014). *Adana ilinde organik tarım ürünleri tüketimi ve tüketici eğilimleri*. Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Adana.
- Schifferstein, H. N., & Ophuis, P. A. O. (1998). Health-related determinants of organic food consumption in the Netherlands. *Food quality and Preference*, 9(3), 119-133.
- Squires, L., Juric, B., & Cornwell, T. B. (2001). Level of market development and intensity of organic food consumption: cross-cultural study of Danish and New Zealand consumers. *Journal of Consumer Marketing*.
- Thompson, G. D., & Kidwell, J. (1998). Explaining the choice of organic produce: cosmetic defects, prices, and consumer preferences. *American journal of agricultural economics*, 80(2), 277-287.
- Uzundumlu, A., & Sezgin, A. (2019). Organik ürün tüketimi üzerine etkili olan faktörlerin analizi; Erzurum ili örneği. *Ibad Sosyal Bilimler Dergisi*, 441-451.
- Yamane, T. (2010). *Temel Örnekleme Yöntemleri*. Literatür Yayıncılık. ISBN;978-975-8431-34-2. İstanbul.
- Zanolı, R., Nispetti, S. (2002). Consumer motivations in the purchase of organic food, *British Food Journal*, 104(8), 643-653.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)

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



Araştırma Makalesi (Research Article)

Tracking the Performance of Soyabean Production in Nigeria

Mohammed Sanusi SADIQ*¹, Invinder Paul SINGH², Muhammad Makarfi AHMAD³

¹Federal University Dutse, Faculty of Agric., Dep. of Agricultural Economics and Extension, Dutse, Nigeria
²S.K. Rajasthan Agricultural University, College of Agriculture, Dep. of Agricultural Economics, Bikaner, India
³Bayero University Kano, Department of Agricultural Economics and Extension, P.M.B. 3011, Kano, Nigeria
¹<https://orcid.org/0000-0003-4336-57231> ²<https://orcid.org/0000-0002-1886-5956> ³<https://orcid.org/0000-0003-4565-0683>
*corresponding author e-mail: sadiqsanusi30@gmail.com

Article Info

Received: 15.05.2020
Accepted: 31.10.2020
Online Published 30.03.2021
DOI:10.29133/yyutbd.737860

Keywords

Acreage response,
Growth,
Forecast,
Instability,
Soybean,
Nigeria.

Abstract: The present research empirically examined the growth performance of soyabean production in Nigeria using time series data which spanned from 1961 to 2017, sourced from FAO database. The collected data were analyzed using descriptive statistics, growth model, instability index, Hazell decomposition model, Nerlovian's model and ARIMA model. Empirical evidence showed that the growth in the production trend of soyabean in Nigeria is majorly driven by an increase in the area and not yield which is not favorable for sustainable soyabean food security in the country. Furthermore, risk and uncertainty were observed to be the major source of instability in the production of soyabean in the country. Therein, the risk impacted negatively on the area allocation decision of the soyabean farmers in the studied area. The forecasted production trend showed that the country's soyabean production will observe a paradigm shift from the area as the major driver of production to yield. Thus, technology will be the major driver of soyabean production in Nigeria. The trend if sustained will be a breakthrough for the country's soyabean food security and will curtail the incessant farmers/herders clashes and tenurial conflicts owing to high pressure and competing demand for arable land for other purposes. Therefore, policies which will convert one-quarter of the arable land to other agricultural uses should be welcome as the future production trend of soyabean will be driven by technological advancement. In addition, the government should do more in subsidizing farm inputs in order to enhance farmers' term of trade, thereby wading-off the risks that negatively impacted on the acreage allocation decision of the producers.

Nijerya'da Soya Fasulyesi Üretim Performansının İzlenmesi

Makale Bilgileri

Geliş: 15.05.2020
Kabul: 31.10.2020
Online Yayınlanma 30.03.2021
DOI: 10.29133/yyutbd.737860

Öz: Mevcut araştırma, Nijerya'daki soya fasulyesi üretiminin büyüme performansını, FAO veri tabanından elde edilen 1961'den 2017'ye uzanan zaman serisi verilerini kullanarak deneysel olarak incelemiştir. Toplanan veriler, tanımlayıcı istatistikler, büyüme modeli, kararsızlık indeksi, Hazell ayrışma modeli, Nerlovian modeli ve ARIMA modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Ampirik kanıtlar, Nijerya'daki soya fasulyesinin üretim eğilimindeki büyümenin, büyük ölçüde üretim alanı artışından kaynaklandığını ve bunun ülkede

Anahtar kelimeler

Arazi tepkisi,
Büyüme,
Tahmin,
İstikrarsızlık,
Soya fasulyesi,
Nijerya.

sürdürülebilir soya fasulyesi gıda güvenliği için elverişli olmadığını göstermiştir. Ayrıca, ülkede soya fasulyesi üretiminde en büyük istikrarsızlık kaynağının risk ve belirsizlik olduğu görülmüştür. Burada risk, incelenen alandaki soya fasulyesi çiftçilerinin alan tahsisi kararını olumsuz etkilemiştir. Öngörülen üretim eğilimi, ülkedeki soya fasulyesi üretiminin, üretimin ana itici gücü olarak bölgeden bir paradigma kayması gözlemleyeceğini göstermektedir. Bu nedenle teknoloji, Nijerya'daki soya fasulyesi üretiminin ana itici gücü olacaktır. Sürdürülebilirse eğilim, ülkenin soya fasulyesi gıda güvenliği için bir dönüm noktası olacak ve yüksek baskı ve diğer amaçlar için ekilebilir arazi için rekabet eden talep nedeniyle aralıksız çiftçi/çoban çatışmalarını ve mülkiyet çatışmalarını azaltacaktır. Bu nedenle, soya fasulyesinin gelecekteki üretim eğilimi teknolojik gelişmeler tarafından yönlendirileceğinden, ekilebilir arazinin dörtte birini diğer tarımsal kullanımlara dönüştürecek politikalar memnuniyetle karşılanmalıdır. Buna ek olarak, hükümet çiftçilerin ticaret süresini iyileştirmek için çiftlik girdilerini sübvansede etmede daha fazlasını yapmalı ve böylece üreticilerin ekim alanı tahsis kararını olumsuz yönde etkileyen riskleri azaltmalıdır.

1. Introduction

In the last half-century, the global production of soyabeans has increased by a factor of eight to reach its present level of over 100 million metric tons per year. USA (45 percent), Brazil (20 percent) and China (12 percent) are the leading producers of this crop in the globe. Most of this remarkable growth was due, according to the FAO (no date), to the rapid rise in US production between 1950 and 1970, and the introduction of soyabean to Brazilian agriculture in the sixties.

Twenty-one African countries now grow soyabeans, with Nigeria having the highest 6-year (2000-05) average production of 486 000 tons over an area of 553 260 hectares, followed by South Africa with 205 270 tons out of 122 870 hectares, and then Uganda with 155 500 tons out of 139,500. Currently, Nigeria produces about 500 000 metric tons of soyabeans annually making it the black continent's largest producer of the commodity.

Approximately 11 million tons of soyabeans are consumed worldwide; annual consumption in Africa is about 618 000 tons, and another 4 800 tons of animal feed are used. Nigeria is sub-Saharan Africa's largest consumer of soyabeans, and then Uganda. Nigeria currently produces soyabean worth \$85 million on the international market; while most soyabeans in the nation is consumed locally where it is used in soymilk production and specially formulated foods to support malnourished babies and children. The product's foreign market is rising, and sustainable.

Soyabeans development has received tremendous attention and direct government support in Nigeria in the last two decades (AMREC, 2007). The interest in promoting production and consumption of soyabean is related to the crop's tremendous economic and nutritional value. In addition, the crop has gained popularity in Nigeria since as far back as 1992; more than 200 000 hectares of land were devoted to cultivation. This was then the largest field of soya cultivation land in Africa as a whole (AMREC, 2007). Soya is extensively farmed, often by small-scale farmers, which accounts for its low yields. Despite this, there is a lot of hope to Nigeria's experiment in using soyabean as a food crop.

The current increase in soyabean development in Nigeria was due to several years of work from the mid-1960s to the 1980s, when scientists adopted a nationally organized soyabean research approach (Okoruwa, 2001). Soyabean cultivation in Nigeria has grown to a large extent over the years due to awareness of its economic advantages (Ojo, 2002). Due to increased knowledge among farmers about the versatility of soyabean and then the release of high-yielding varieties from research institutes working on soyabean growth in Nigeria, its production level has increased in some states.

As the largest producer of human and animal feed crops in West and Central Africa, Nigeria has a great potential to substitute certain imported vegetable oils for soy oil (RMRDC, 2004). Current domestic

demand and home consumption have made the crop a versatile, multifunctional agricultural commodity that could be processed for human, livestock and industrial purposes in almost 365 ways. With the current ban on the importation of vegetable oils, some of the hitherto idle mills across the country are now looking inward, generating soyabean-based edible oils, preventing vegetable oil processing facilities from becoming inefficient and preventing inadequate supply of the oils. Therefore, it implies that the crop is an essential economic commodity that contributes significantly to the livelihoods of the farming population in the region. It is in the light of the above that this work aimed to analyze the sustainability efficiency of the crop with a view to ensuring soyabean food security in the country as it is one of the richest and cheapest protein sources.

The broad objective of the research is, therefore, to monitor the output of soyabean production in Nigeria, while the basic objectives were to analyze the soyabean production trend; to determine the growth pattern of soyabean production; to determine the status of instability in soyabean production; to determine the sources of instability in soyabean production; and to forecast soyabean production in Nigeria.

2. Materials and Methods

The study made use of time series data for the area, yield, production and prices which spanned from 1961 to 2017 (56 years), sourced from FAO database. The collected data were analyzed using descriptive statistics, growth model, instability index, Hazell decomposition model, Nerlovian's model and ARIMA model. For a detailed analysis of the growth trend and instability, the data were classified into periods based on the reform regimes that marked the economy of the country *viz.* pre-Structural Adjustment Period (pre-SAP) (1961-1984), SAP (1985-1999) and post-SAP (2000-2017). In descending order, the objectives were achieved using descriptive statistics, growth model, instability index, Hazell's decomposition model, Nerlovian's model and ARIMA model

2.1 Empirical model

2.1.1. Growth rate

The compound annual growth rate calculated using the exponential model is given below:

$$\gamma = \alpha\beta^t \dots\dots\dots (1)$$

$$\ln\gamma = \ln\alpha + t\ln\beta \dots\dots\dots (2)$$

$$CAGR = [\text{Antilog}\beta - 1] \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

Where, CAGR is compound growth rate; t is time period in year; γ is area/yield/production; α is intercept; and, β is the estimated parameter coefficient.

2.1.2. Instability index

Coefficient of variation (CV), Cuddy-Della Valle Index and Coppock's index were used to measure the variability in the production, area and yield of soyabean. Following Sandeep et al. (2016) and Boyalet al. (2015) the CV is shown below:

$$CV(\%) = \frac{\sigma}{\bar{X}} * 100 \dots\dots\dots (4)$$

Where, σ is standard deviation and \bar{X} is the mean value of area, yield or production

The simple CV overestimates the degree of instability in long-term trends in time series results, while the Cuddy-Della Valle Index corrects the coefficient of variability by the index of instability as it de-trends the annual output and shows the exact direction of instability (Cuddy-Della Valle, 1978). Thus, it is a better measure to capture the instability of agricultural production and prices, and it is given below:

$$CDII = CV*(1-R^2)^{0.5} \dots\dots\dots (5)$$

Where CDII is the index of Cuddy-Della instability; where CV is the variance coefficient; and where R² is the multiple determination coefficient. In conformity with Dharke and Sharma (2009); and Debnath et al. (2015) the instability index was classified as low instability (≤15%) and high instability (>15%).

Unlike CV, Coppock's instability index gives a close approximation of the average year-to-year percentage variation adjusted for trend (Ahmed and Joshi, 2013; Kumar et al., 2017; Umar et al., 2019) and the advantage is that it measures the instability in relation to the trend in production (Kumar et al., 2017). According to Kumar et al. (2017), a higher numerical value for the index represents a greater instability. Following Coppock (1962), the algebraic economic formula as used by Ahmed & Joshi (2013); Sandeep et al. (2016); Kumar et al. (2017); Umar et al. (2019) is given below:

$$CII = (\text{Antilog} \sqrt{\log V} - 1) * 100 \dots \dots \dots (6)$$

$$\log V = \frac{\sum [\log \frac{X_{t+1}}{X_t} - m]^2}{N-1} \dots \dots \dots (7)$$

Where, X_t = Area or Yield or Production in year 't', N = number of year(s), CII = Coppock's instability index; m = mean difference between the log of X_{t+1} and X_t ; and, $\log V$ = Logarithm Variance of the series

2.1.3. Source of change in soybean production

Instantaneous instability

Following Sandeep et al. (2016) the instantaneous decomposition analysis model used to measure the relative contribution of area and yield to the total output change is given below:

$$P_0 = A_0 \times Y_0 \dots \dots \dots (5)$$

$$P_n = A_n \times Y_n \dots \dots \dots (6)$$

Where, P , A and Y represents the production, area and yield respectively. The subscript 0 and n represents the base and the n^{th} years respectively

$$P_n - P_0 = \Delta P \dots \dots \dots (7)$$

$$A_n - A_0 = \Delta A \dots \dots \dots (8)$$

$$Y_n - Y_0 = \Delta Y \dots \dots \dots (9)$$

From equation (5) and (9) we can write

$$P_0 + \Delta P = (A_0 + \Delta A)(Y_0 + \Delta Y) \dots \dots \dots (10)$$

Therefore,

$$P = \frac{Y_0 \Delta A}{\Delta P} \times 100 + \frac{A_0 \Delta Y}{\Delta P} \times 100 + \frac{\Delta A \Delta Y}{\Delta P} \times 100 \dots \dots \dots (11)$$

$$\text{Production} = \text{Area effect} + \text{Yield effect} + \text{Interaction effect} \dots \dots \dots (12)$$

2.1.4. Sources of instability

Hazell's decomposition model

Hazell's (1982) decomposition model was used to estimate the change in average output and change in the variance of output with respect to both regimes and the overall duration. Hazell decomposed the causes of change in the output average and modified the output variance into four (4) and ten (10) components as Umar *et al.* (2017 and 2019) quoted.

Decomposition analysis of change in production assesses the quantum of increase or otherwise of production in year 'n' over the base year that results from change in the area, productivity or their interaction.

- i. *Changes in average production:* Changes in the covariance between area and yield and changes in average area and mean yield are the causes. The model is shown below:

$$E(P) = \bar{A}\bar{Y} + COV(A, Y) \dots \dots \dots (13)$$

$$\Delta E(P) = E(P_2) - E(P_1) = \bar{A}_1 \Delta \bar{Y} + \bar{Y}_1 \Delta \bar{A} + \Delta \bar{A} \Delta \bar{Y} + \Delta COV(A, Y) \dots \dots \dots (14)$$

Table 1. Components of change in the average production

Sources of change	Symbols	Components of change
Change in mean area	$\Delta\bar{A}$	$\bar{A}_1\Delta\bar{Y}$
Change in mean yield	$\Delta\bar{Y}$	$\bar{Y}_1\Delta\bar{A}$
Interaction effect	$\Delta\bar{A}\Delta\bar{Y}$	$\Delta\bar{A}\Delta\bar{Y}$
Changes in area-yield covariance	$\Delta COV(A, Y)$	$\Delta COV(A, Y)$

ii. *Change in variance decomposition:* It is caused by ten factors and shown below is the model:
 $V(P) = \bar{A}^2.V(Y) + \bar{Y}^2.V(A) + 2\bar{A}\bar{Y}COV(A, Y) - COV(A, Y)^2 + R..... (15)$

Table 2. Components of change in variance production

Sources of change	Symbols	Components of change
Change in mean area	$\Delta\bar{A}$	$2\bar{Y}\Delta\bar{A}COV(A, Y) + \{2\bar{A}\Delta\bar{A} + (\Delta\bar{A})^2\}V(Y)$
Change in mean yield	$\Delta\bar{Y}$	$2\bar{A}\Delta\bar{Y}COV(A, Y) + \{2\bar{Y}\Delta\bar{Y} + (\Delta\bar{Y})^2\}V(A)$
Change in area variance	$\Delta V(A)$	$\bar{Y}^2V(A)$
Change in yield variance	$\Delta V(Y)$	$\bar{A}^2V(Y)$
Interaction effect I (changes in mean area and mean yield)	$\Delta\bar{A}\Delta\bar{Y}$	$2\Delta\bar{A}\Delta\bar{Y}COV(A, Y)$
Changes in area-yield covariance	$\Delta COV(A, Y)$	$\{2\bar{A}\bar{Y} - 2COV(A, Y)\}COV(A, Y) - \{\Delta COV(A, Y)\}^2$
Interaction effect II (changes in mean area and yield variance)	$\Delta\bar{A}\Delta V(Y)$	$\{2\bar{A}\Delta\bar{A} + (\Delta\bar{A})^2\}\Delta V(Y)$
Interaction effect II (changes in mean yield and area variance)	$\Delta\bar{Y}\Delta V(A)$	$\{2\bar{Y}\Delta\bar{Y} + (\Delta\bar{Y})^2\}\Delta V(A)$
Interaction effect IV (changes in mean area and mean yield and changes in area-yield covariance)	$\Delta\bar{A}\Delta\bar{Y}COV(A, Y)$	$(2\bar{A}\Delta\bar{Y} + 2\bar{Y}\Delta\bar{A} + 2\Delta\bar{A}\Delta\bar{Y})\Delta COV(A, Y)$
Residual	ΔR	$\Delta V(AY)$

2.1.5. Nerlovian model

The basic model that has come to be called as Nerlovian’s price expectation model is as follows, following Sadiq et al. (2017).

$$A_t = \alpha + \beta_i P_t^* + \varepsilon_t (16)$$

$$(P_t^* - P_{t-1}^*) = \beta(P_{t-1} - P_{t-1}^*)0 < \beta < 1..... (17)$$

Where;

A_t = Actual acreage under the crop in year 't'

P_t^* = Expected price of the crop in year 't'

P_{t-1}^* = Expected price of the crop in year 't - 1'

P_{t-1} = Actual price of the crop in year 't - 1'

α = Intercept

β = Coefficient of price expectation

ε_t = Disturbance term

The hypothesis described in Equation (17) is the hypothesis of price expectation. The left-hand representation of this equation is the change of year-to-year demand forecasts. The expression on the right hand side is the error the farmers made in predicting the price during t-1. The price expectation coefficient (β) suggests that, during the current year, only a fraction of the last year's price prediction error is converted into revision in the expected price.

The Nerlovian’s model depicting farmer’s behavior in its simplest form is shown below:

$$A_t^* = \beta_0 + \beta_1 SP_{t-1} + \beta_2 CP_{t-1} + \beta_3 SPR_{t-1} + \beta_4 CPR_{t-1} + \beta_5 SY_{t-1} + \beta_6 CY_{t-1} + \beta_7 SYR_{t-1} + \beta_8 CYR_{t-1} + \beta_9 WI_{t-1} + \varepsilon_t \dots\dots\dots (18)$$

$$A_t - A_{t-1} = \beta(A_t^* - A_{t-1}) \text{ (Nerlovian adjustment equation)} \dots\dots\dots (19)$$

Since the predicted variables cannot be observed, a reduced form containing only measurable variables can be written for estimation purposes after replacing the value of A_t^* from equation (19) to equation (18), as follows:

$$A_t^* = \beta_0 + \beta_1 SP_{t-1} + \beta_2 CP_{t-1} + \beta_3 SPR_{t-1} + \beta_4 CPR_{t-1} + \beta_5 SY_{t-1} + \beta_6 CY_{t-1} + \beta_7 SYR_{t-1} + \beta_8 CYR_{t-1} + \beta_9 WI_{t-1} + \beta_{10} A_{t-1} + \varepsilon_t \dots\dots\dots (20)$$

The first equation is an equation of behaviour, which states that the optimal acreage (A_t^*) depends on the following independent variables:

Where,

A_t = current area under the crop;

SP_{t-1} = one year lagged price of soyabeans ; CP_{t-1} =

one year lagged price of cowpea (competing crop);

SPR_{t-1} = one year lagged price risk of soyabeans;

CPR_{t-1} = one year lagged price risk of cowpea;

SY_{t-1} = one year lagged yield of soyabeans;

CY_{t-1} = one year lagged yield of cowpea;

SYR_{t-1} = one year lagged yield risk of soyabeans;

CYR_{t-1} = one year lagged yield risk of cowpea;

WI_{t-1} = one year lagged weather index for soyabeans;

A_{t-1} = one year lagged area under soyabeans;

β_0 = intercept;

β_{1-n} = parameter estimates; and,

ε_t = Disturbance term

Price and yield risks were calculated using the standard deviation of the preceding three years. The weather effect on yield variability was calculated by means of a Stalling index (Stalling, 1960) for the environment index. To get the expected yield, the actual yield was regressed. The actual yield ratio to predict is known as the weather variable. The weather effects such as rainfall, temperature, etc. can be captured in the acreage response model through this index (Ayalew, 2015).

The magnitude of the adjustment to market and/or non-price adjustments is calculated by the "adjustment coefficient". The transition takes place in the previous year, in conjunction with the actual area planted. If the adjustment coefficient is one, farmers themselves will fully adjust the area under the crop during the current year and there will be 'no lags' in the adjustment. But if the adjustment coefficient is less than one, the adjustment will continue and cause lags, which will be distributed over time. The number of years required for 95 percent of the effect of the price to materialize is given below (Sadiq *et al.* 2017):

$$(1 - r)^n = 5/100 \dots\dots\dots (21)$$

Where;

r = Change coefficient (1-lagged field coefficient); and,

n = number of year.

In the present analysis, both the area under the crop's short-run (SRE) and long-run (LRE) elasticities with respect to price are calculated to analyze and compare the impact of price on the area's responsiveness in both the short-run and long-run. Below are the price elasticities:

$$SRE = Price\ coefficient * \frac{Mean\ of\ price}{Mean\ of\ area} \dots\dots\dots (22)$$

$$LRE = \frac{SRE}{\text{Coefficient of adjustment}} \dots\dots\dots (23)$$

2.1.6. ARIMA

Box & Jenkins (1976) submitted that ARIMA (p, d, q), which is a combination of Auto-regressive (AR) and Moving Average (MA) with an integration or differentiation order (d), denotes a non-seasonal ARIMA model. The p and q, respectively, are the autocorrelation order and the moving average (Gujarati *et al.*, 2012).

The order p Auto-regressive denoted as AR(p) is set out below:

$$Z_t = \alpha + \delta_1 Z_{t-1} + \delta_2 Z_{t-2} + \dots + \delta_p Z_{t-p} + \varepsilon_t \dots\dots\dots (24)$$

Where, α is the constant; δ_p is the p-th autoregressive parameter and ε_t is the error term at time 't'.

The general Moving Average of (MA) of order q or MA(q) can be written as follow:

$$Z_t = \alpha + \varepsilon_t - \varphi_1 \varepsilon_{t-1} - \varphi_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \varphi_q \varepsilon_{t-q} \dots\dots\dots (25)$$

Where, α is the constant; φ_q is the q-th moving average parameter and ε_{t-k} is the error term at time 't-k'.

ARIMA in general form is as follows:

$$\Delta^d Z_t = \alpha + (\delta_1 \Delta^d Z_{t-1} + \dots + \delta_p \Delta^d Z_{t-p}) - (\varphi_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \varphi_q \varepsilon_{t-q}) + \varepsilon_t \dots\dots\dots (26)$$

Where, Δ denotes difference operator like:

$$\Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1} \dots\dots\dots (27)$$

$$\Delta^2 Z_{t-1} = \Delta Z_t - \Delta Z_{t-1} \dots\dots\dots (28)$$

Here, $Z_{t-1} \dots \dots \dots, Z_{t-p}$ are values of past series with lag 1, $\dots \dots \dots$, p respectively.

Modeling using ARMA methodology consists of four steps viz. model identification, model estimation, diagnostic checking and forecasting.

Forecasting Accuracy

Mean absolute prediction error (MAPE), relative mean square prediction error (RMSPE), relative mean absolute prediction error (RMAPE) (Paul, 2014), Theil's U statistics and R^2 were calculated using the following formulae for measuring the accuracy in fitted time series model:

$$MAPE = 1/T \sum_{i=1}^5 (A_{t-1} - F_{t-1}) \dots\dots\dots (29)$$

$$RMPSE = 1/T \sum_{i=1}^5 (A_{t-1} - F_{t-1})^2 / A_{t-1} \dots\dots\dots (30)$$

$$RMAPE = 1/T \sum_{i=1}^5 (A_{t-1} - F_{t-1}) / A_{t-1} \times 100 \dots\dots\dots (31)$$

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1} \frac{(Y_{t+1} - Y_t)^2}{Y_t}}{\sum_{t=1}^{n-1} \frac{(Y_{t+1} - Y_t)^2}{Y_t}}} \dots\dots\dots (32)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (A_{ti} - F_{ti})}{\sum_{i=1}^n (A_{ti})} \dots\dots\dots (33)$$

Where, R^2 = coefficient of multiple determination, A_t = Actual value; F_t = Future value, and T = time period

3. Results and Discussion

3.1. Trend pattern of soyabean production

Figure 1 showed the trend patterns of production, area and yield across the sub-periods and the overall period. A perusal of the graph depicted an irregular trend for the production of soyabean over the entire period under consideration with area been the major cause of fluctuation as evident from the year

1969 to 2017; with a trend break in the year 2010. From the year 1961 to 1975, the production trend was flat due to mix of marginal changes in both area and yield; and thereafter, in the year 1976 to 1982, there was a slight incline in the production trend due to pronounced increase in the area cultivated under soyabean. During the latter period, the yield of soyabean was observed to be on the decline which may be attributed to policy inconsistencies owing to regime shifts; while infancy of the Nigerian economy owing to relegation of administration by the colonial master immediately after the country was granted independence which effected the managerial efficiency of the economy and the episodic factor (civil war) may be the reasons for the almost stagnant trend during the former period. It was observed that the production trend plummeted sharply in the year 1982 and maintained a flattened trend till the year 1984 which may be due to political crises *viz.* corruption by the political elites and weak international trade policies which affected the production trend as evident by the stagnant area and yield trends. The production trend suddenly inclined from the year 1985 till 1989, and then suddenly decline in the year 1990 and thereafter maintained a flattened trend till the year 1994. It was observed that the increase in the production trend from 1985 to 1989 is due to an increase in both area and yield with the increase in area been more pronounced than the incremental change in yield. Furthermore, the result showed sharp incremental changes in the production trend from the year 1995 and it persisted till the year 2008 with incremental changes in both area and yield been responsible. The incremental change in the trend of the area is more pronounced than the incremental contribution change recorded by yield. However, there was a deep decline in the production trend in the succeeding year (2009) due to a sharp fall in the area cultivated for soyabean in spite of the high yield recorded in the same year. From the year 2009 to 2017, the production trend exhibited a *zig-zag* shape with more pronounced changes in the area than the yield been responsible for the upward and downward swings in soyabean production trend in the country. Summarily, from the year 1961 to 1994, the production trend of soyabean exhibited mild changes with the trend been flattened and thereafter, the changes sharply steep upward and downward. Incremental changes in area were more pronounced than the incremental changes in yield, thus the major source of change in the production trend of soyabean in Nigeria.

A decomposition analysis across the three policy regime periods (Pre-SAP, SAP and Post-SAP) showed incremental change in yield to be the major source of increase in soyabean production during the pre-SAP despite that the production trend is flattened i.e. almost stagnant during the pre-SAP regime (Figure 1b); incremental change in area is the major source of increase in the production trend during the SAP period (Figure 1c); while changes in both area and yield were the major source of incremental change in production trend during the post-SAP era (Figure 1d). This general outlook did not come as a surprise as the pre-SAP era place more priority on the agricultural sector but the Nigerian's economy been nascent and poor in global trade integration affected the production of soyabean in Nigeria, thus the reason for the mild changes in the production trend of soyabean during this regime. For the SAP period, liberalization of the economy which led to the prioritization of black gold (crude oil) affected the agriculture sector: agricultural innovations and market promotion, thus the reason for area increase to sprout production increase rather than yield. For the post-SAP period, a decentralized and deregulated economy, competing demand and pressure on the existing land for purposes other than agriculture and the consequence of climate change due to exploitative human activities shrink the available arable land for agriculture production, thus the reason for the changes in soyabean production to be due to mixed change between area and yield during this regime.

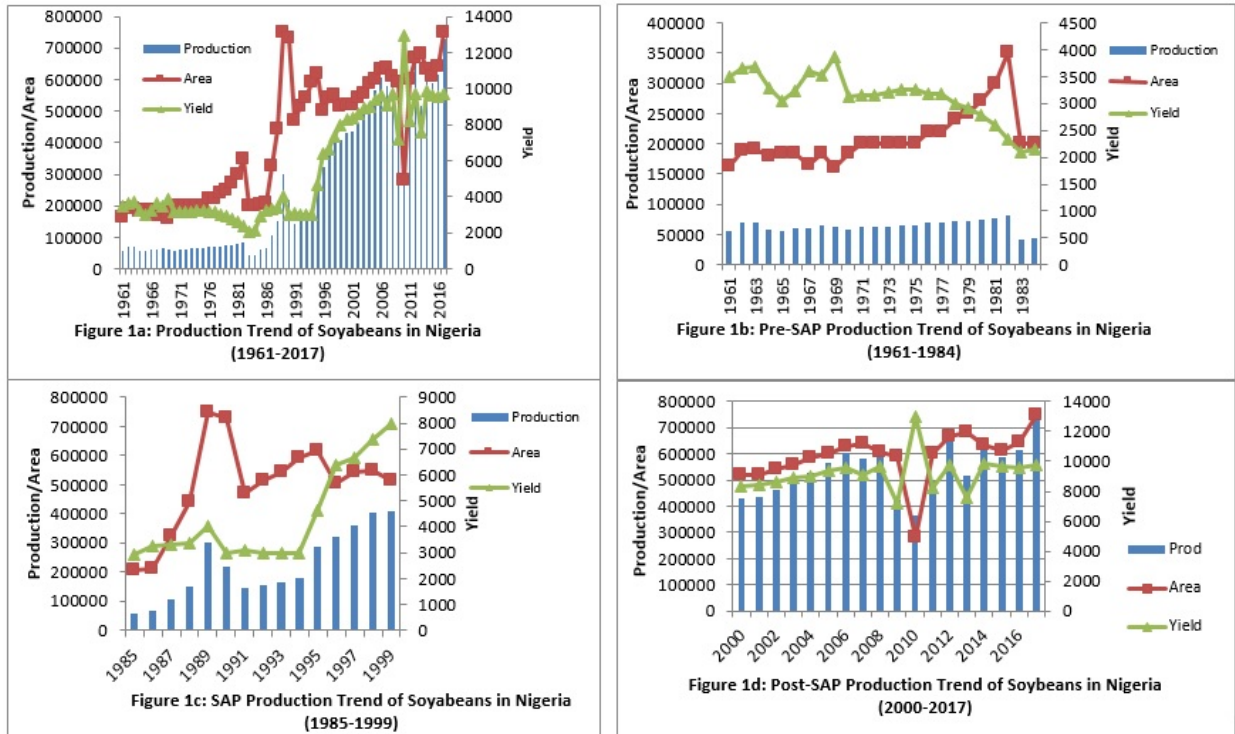


Figure 1. The trend patterns of production, area and yield across the sub-periods and the overall period.

3.2. Growth pattern of soybean production

A perusal of Table 3 showed the growth in the area, yield and production of soyabean in Nigeria to be magnificent over the three policy regimes considered. A significant increase in area was recorded during the SAP regime; a significant increase in yield was observed during the Post-SAP regime while a significant increase in production was recorded during the SAP and Post-SAP regimes. The annual average area under soyabean increased from 209 875 hectares during the pre-SAP era to 500 100 hectares during the SAP era, while the annual average yield sharply surged from 433 55kg during the SAP period to 919 62kg during the post-SAP regime. For the production, the annual average inclined steeply from 64208.33 tons during the pre-SAP regime to 221866.70 tons during the SAP regime, and thereafter geometrically increased to 538969.60 tons during the post-SAP regime. However, the growth in the area and yield were steady between the regimes that preceded post-SAP regime while that of the production was magnificent throughout the regimes.

The intra-year variation in area, yield and production of soyabean were observed to be considerably large as noticed from the variation in the annual compound growth rates across the three policy regimes and the overall period. The results showed the annual growth of production to have sharply increased from 0.1% during the pre-SAP era to 11.7% during the SAP era and then plummeted drastically to 1.9% during the post-SAP era. A similar trend was observed for the area as it steeply increased from 1.9% during the pre-SAP era to 5.2% during the SAP era and then sharply declined to 1.2% during the post-SAP regime. However, in the case of yield growth, unlike area and production growths it troughed (negative growth rate) during the pre-SAP regime (-1.8%) and thereafter revived steeply to 6.6% during the SAP regime, and then suddenly depressed to 0.6% during the SAP regime. Furthermore, the regime-wise analysis showed that the positive growth observed during the pre-SAP is solely due to increase in the area growth rate as the growth rate of yield was below the trough; while the positive production growth rates recorded during the succeeding regimes were due to both incremental growth rates in area and yield with yield and area growth rate increases been more pronounced during the

SAP and post-SAP periods respectively. For the overall period, the instantaneous increase in the soyabean production growth rate (5.4%) is due to increase in both the growth rates of area (2.9%) and yield (2.6%) as their difference is marginal. Therefore, it can be inferred that instantaneous increase in the growth rate of area contributed more to the instantaneous increase in the growth rate of production across the regimes while the instantaneous growth rate of the duo (area and yield) interchangeably contributed to the incremental production growth rate observed for soyabean during the overall period. Therefore, the similar rise and fall in the growth rates of area and production as noticed across the policy regimes clearly indicate that the prevailing risk in the production of soyabean in Nigeria has been quite high.

Table 3. Growth pattern of soyabean production

Variables	Pre-SAP	SAP	Post-SAP	Overall
Area (ha)	209875 (1.9)***	500100 (5.2)**	591761.8 (1.2) ^{NS}	406845.8(2.9)***
Yield (hg)	3116.208 (-1.8)***	4335.533 (6.6)***	9196.222 (0.6) ^{NS}	5357.088(2.6)***
Production (ton)	64208.33 (0.1) ^{NS}	221866.7 (11.7)***	538969.6 (1.8)**	255622(5.4)***

Source: Authors' computation, 2019.

Note: Figure in parenthesis is CAGR.

*** ** * & ^{NS} means significant at 1, 5, 10% and Non-significant respectively.

3.3. Instability in soybean production

For SAP and the overall periods, the growth rates for the area, yield and production were quite impressive but the extent of variability in the area, yield and production were quite large as evident from the percentage of the coefficient of variation (CV) index. Though the growth rates for the area, yield and production were not that quite impressive during the pre-SAP and post-SAP regimes but the extent of the variability was comparatively very less in terms of the measurement parameters (Table 4).

The CV of the area, yield and production for the overall period (1961-2017) were 49.06%, 54.53% and 85.68% respectively, while the same for the SAP regime were 31.63%, 41.95% and 52.90% respectively. Therefore, it can be inferred that the higher compound growth rates in the area, yield and production during the aforementioned periods were accompanied by a greater degree of variability. Decomposition analysis across the sub-periods with regard to the CV showed that Nigeria was in the comfort zone for soyabean production during the pre-SAP and post-SAP as evident by the CV indexes of 14.73% and 17.40% respectively, while during the SAP and overall periods it was not in the comfort zone despite its impressive production performance in terms of annual growth as indicated by the CV values of 85.68% and 52.90% respectively. However, both area and yield interchangeably were the cause of high fluctuation during the SAP and the overall periods, but yield fluctuation was more pronounced in both periods.

The results of the Cuddy-Della Valle instability index (CDII) for the area, yield and production across the three regimes and the overall period showed instability to be low, thus indicating that the production of soyabean during the three regimes were in the comfort zone. In order words, the exact direction of instability in the production of soyabean using CDII showed a low instability during the pre-SAP period while the succeeding policy regimes exhibited high instability in the production of soyabean. A similar trend of high instability was observed in the production of soyabean for the overall period. While CV is the simplest measure of instability, it overestimates the level of instability in data from time series that is characterized by long-term trends. The Cuddy Della Valle Index de-trends the yearly data and shows the exact direction of uncertainty (Cuddy & Della Valle, 1978), thus, the appropriate measure to capture instability in agricultural production. Also, in examining the year to year percentage variation in the production of soybean, the Coppock's instability index (CII) showed high instability in the soyabean production across the regimes and the overall period.

Table 4. Instability indices in soyabean production

Regimes	Variables	CV	CDII	CII
Pre-SAP	Area	0.21224	11.26994	44.05155
	Yield	0.14711	4.795786	41.57673
	Production	0.14732	12.37488	45.51702
SAP	Area	0.3163	23.78576	46.81591
	Yield	0.41945	15.18409	45.59728
	Production	0.52895	13.64691	47.2661
Post-SAP	Area	0.16302	13.20462	50.36041
	Yield	0.13257	12.32901	48.30737
	Production	0.17401	11.41506	50.76086
Overall	Area	0.49062	12.21644	50.89212
	Yield	0.5453	17.17695	49.12068
	Production	0.8568	14.73696	48.04758

Source: Authors' computation, 2019.

3.4. Sources of change in soyabean production

Given that the trend pattern of soyabean production has been analyzed, thus, it's imperative to know the sources of the growth in the production of soyabean and the variance *vis-a-vis* year in year out. For the intra-regime-wise, yield effect was identified to be the major source of production increase during the pre-SAP and SAP periods while area effect was found to be the major source of production increase during the post-SAP and the overall periods (Table 5).

Table 5. Sources of change in soyabean production (Intra-wise %)

Source of change	Pre-SAP	SAP	Post-SAP	Overall
Area effect	-154.226	25.83894	131.8764	76.32259
Yield effect	240.4686	73.50911	75.94499	71.77165
Interaction effect	13.76571	0.650943	-107.832	-48.0981
Total change	100	100	100	100

Source: Authors' computation, 2019.

Furthermore, for the inter-regime-wise, the major source of change in the production increase between pre-SAP and post-SAP periods was area effect (55.92%); while yield effect (76.42%) was discovered to be the major source of production increase between the SAP and post-SAP regimes (Table 6). Therefore, it can be inferred that low level of technological development was responsible for the dominant effect of area for the former transition while high technological advancement *viz.* introduction of hybrids, improved varieties, technological breakthrough, mechanization and development of research institutes were responsible for the dominant effect for the latter transition. Also, for the overall period i.e across pre-SAP, SAP and post-SAP, the dominant source of change in soyabean production in the study area is yield effect. This implies that the country is aiming towards output expansion for food security *viz.* high productivity as available arable land is shrinking due to high competing pressure on land for many uses thereby causing loss of lives and properties as evident by the frequent reoccurring farmers-herders clashes and communal conflicts.

Table 6. Sources of change in average production of soyabeans (Inter-regime wise %)

Source of change	Pre-SAP to SAP	SAP to Post-SAP	Overall
Area effect	15.82	76.42	14.43
Yield effect	55.92	12.49	-14.52
Interaction effect	21.88	14.01	-8.13
Covariance effect	6.38	-2.93	-3.27
Total change	100	100	100

Source: Authors' computation, 2019.

3.5. Sources of instability in soyabean production

The results of the decomposition analysis showed 'interaction between changes in mean area and yield variance effect' and 'interaction between changes in mean area and yield and change in area-yield covariance effect' to be the major sources of variation in the soyabean production between pre-SAP and SAP periods (Table 7). However, the effect of the former is marginally more pronounced than that of the latter. Between the SAP and post-SAP regimes, the dominant source of production variance is 'interaction between changes in mean area and yield and change in area-yield covariance' as it accounts for 70.21% variation in the total production variance of soyabean in the study area. However, for the overall period i.e. across the three regimes, the major source of soyabean production variance is 'change in residual' i.e. risk and uncertainty which accounts for 76.50% annual variation in soyabean production in Nigeria. This result is not surprising owing to the apprehension of capital loss by smallholder farmers who account for bulk production relies mostly on social capital due to lack of economic power and the heightened climate change effects.

Table 7. Sources of instability in soyabean production

Source of variance	Pre-SAP to SAP	SAP to Post-SAP	Overall
Change in mean yield	-0.54	-87.47	0.15
Change in mean area	0.85	-29.73	-0.32
Change in yield variance	7.52	53.00	9.99
Change in area variance	4.42	8.29	5.24
Interaction between changes in mean yield and mean area	-0.71	-9.55	-0.48
Change in area yield covariance	12.63	45.50	13.48
Interaction between changes in mean area and yield variance	35.18	21.21	-8.08
Interaction between changes in mean yield and area variance	4.13	29.01	7.51
Interaction between changes in mean area and yield and change in area-yield covariance	31.21	70.21	-3.98
Change in residual	5.32	-0.47	76.50
Total change in variance of production	100	100	100

Source: Authors' computation, 2019.

3.6. Acreage response of soyabean farmers

A perusal of Table 8 showed the Nerlovian acreage response model to be the best fit as it satisfied the ordinary least squares (OLS) criteria. The diagnostic test results showed the residual to be devoid of autoregression/serial correlation as indicated by the Durbin-Watson (DW) statistic of 2.424 which is greater than the benchmark value of 1.5; and the autocorrelation Langrage multiplier (LM) test statistic value of 1.648 which is not different from zero at 10% degree of freedom. In furtherance of the above test, the variance of the residual did not exhibit a correlation ($e_i^2 \neq e_j^2$) i.e. has no arch effect as evident by the LM test statistic value of 2.27 which is not different from zero at 10% degree of freedom. This clearly indicates that the result is not a spurious or nonsense regression. In addition, the variance of the residual variable was found to be constant (homoscedasticity) as indicated by the Breusch-Pegan LM test statistic value of 7.02 which is not different from zero at 10% degree of freedom, thus the absence of

heteroscedasticity. However, the residual variable did not exhibit a bell-shape (i.e. not normally distributed) as indicated by the Chi^2 test statistic value of 23.68 which is different from zero at 10% degree of freedom. Though, non-normality of the residual is not considered a serious problem as data in their natural form are not naturally distributed.

The test of multicollinearity indicates the absence of a collinear relationship between explanatory variables as evident by the explanatory variables variance inflation factors (VIF) which were below the VIF benchmark value of 10.0. The RESET test for specification test statistic value (3.71) not different from zero at 10% degree of freedom, implied that the structure of the model is appropriate i.e. rigid, thus suitable for prediction. It was also observed that there is no structural break in the equation i.e. the equation is stable as indicated by the CUSUM test statistic value of -1.007 which is not different from zero at 10% degree of freedom (Figure 2). In addition, it showed the population to be one and not subdivision(s). The coefficient of multiple determination is 0.8608, implying that 86.08% variation in the current acreage allocation is being influenced by the explanatory variables included in the model. In furtherance to the above, the R^2 value been normal indicates the absence of spurious correlation i.e. the estimated parameters does not drift with time trend. Thus, with these sufficient evidences it can be inferred that the model is the best fit and the estimated parameters are reliable for future prediction. The acreage allocation decision of soyabean farmers in Nigeria is influenced by lagged one year weather index, one year lagged yield, one year lagged cowpea and soyabean prices and one year lagged area cultivated under soyabean. Thus, the positive significant coefficients favorably influenced the area allocation decisions of the farmers while the negative significant coefficients negatively influenced the acreage allocation decisions of the soyabean farmers in the study area.

The negative significance of weather index implies that the effect of the one year lagged weather vagaries makes farmers decrease the current area cultivated under soyabean. Therefore, the marginal implication of an increase in weather vagaries will lead to a decrease in the current total area allocation to soyabean by 126393 hectares. In addition, the short-run (SR) and long-run (LR) elasticities implications of a unit change in the weather vagaries will lead to a decrease in the acreage allocation by 0.297% and 0.899% respectively. The positive significance of the one year lagged yield level indicates that high productivity owing to the adoption of improved varieties encouraged farmers to increase the current area allocation to soyabean in the study area. Thus, the marginal effect of a unit increase in the lagged year yield level by 1 kg will lead to an increase in the current area allocation to soyabean by 54.44 hectares. Also, the SR and LR elasticities implications of a unit increase in the lagged yield would lead to an increase in the current acreage allocation by 0.691% and 2.094% respectively.

The negative significance of the one year lagged soyabean price showed how fear of glut owing to cobweb effect decreased the current area allocation to soyabean. In addition, it implied high imperfection in the marketing of soyabean in the country. Therefore, the marginal effect of a unit increase in the producer price per ton will force farmers to decrease the current area allocation by 7.54 hectares. In addition, the SR and LR elasticities implications of a unit increase in the lagged producer price of soyabean would lead to a decline in the current acreage allocation to soyabean by 0.414% and 1.255% respectively. The positive significance of the one year lagged price of cowpea showed that soyabean farmers take advantage of the high price of the competing crop to increase their output supply in order to generate remunerative price i.e better farmers' term of trade. Thus, the marginal implication of a unit increase in the lagged producer price of the competing crop will lead to an increase in the current acreage allocated to soyabean by 3.22 hectares. In addition, the SR and LR elasticities implications of a unit increase in the lagged price of the competing crop will lead to a decrease in the current soybean area allocation by 0.201% and 0.608% respectively.

The positive significance of the one year lagged area cultivated under soyabean indicated partial adjustment or lesser rigidity in the current acreage allocated to soyabean in the study area. In addition, it implied that the producers of soyabean in the country not only considered the preceding year's price but also the past experience in the area allocation decision under soyabean. Thus, it can be inferred that the immediate lagged area allocation accounted for 67.04% of the current area allocation for soyabean production in the study area. In addition, the SR and LR elasticities implications of a unit increase in the

lagged area allocation to soyabean will lead to an increase in the current soyabean acreage allocation by 0.656% and 1.989% respectively. The positive sign of the intercept coefficient though non-significant implies that acreage allocation to soyabean responded to technology i.e. technological improvements viz. improved seed varieties, agrochemicals and mechanization influenced farmers' decision on current area allocation to soyabean production. Thus, the marginal implication of a unit increase in the level of technology will encourage farmers to increase area allocation under soyabean production by 32075.10 hectares in the study area.

Table 8. Farmers' acreage response

Variables	Parameters	t-stat	Mean	MPP	SRE	LRE	VIF
Intercept	32075.1(72256.4)	0.44 ^{NS}	-	-	-	-	-
SP _{t-1}	-7.539(2.104)	3.58***	22489.69	-7.54	-0.414	-1.255	25.001
CP _{t-1}	3.223(1.510)	2.13**	25497.52	3.22	0.201	0.608	17.326
SPR _{t-1}	1.687(8.142)	0.21 ^{NS}	2680.77	1.69	0.011	0.034	5.670
CPR _{t-1}	0.269(2.152)	0.12 ^{NS}	5935.84	0.27	0.004	0.012	4.675
SY _{t-1}	54.438(18.312)	2.97***	5195.40	54.44	0.691	2.094	19.668
CY _{t-1}	1.396(11.13)	0.13 ^{NS}	5239.98	1.4	0.018	0.054	6.028
SYR _{t-1}	11.035(31.865)	0.35 ^{NS}	497.55	11.04	0.013	0.041	3.580
CYR _{t-1}	24.116(26.703)	0.90 ^{NS}	784.55	24.12	0.046	0.140	4.151
WI _{t-1}	-126393(64705.3)	1.95*	0.9609	-126393	-0.297	-0.899	3.342
A _{t-1}	0.670(0.114)	5.84***	401021.2	0.67	0.656	1.989	3.361
R ²	0.861						
F-stat	22.27{1.5E-12}***						
DW	2.423						
Autocorr.	1.64{0.19} ^{NS}						
Arch eff.	2.27{0.51} ^{NS}						
Heterosc.	20.2{0.44} ^{NS}						
Normality	23.6{7.2E-6}***						
CUSUM	-1.007{0.32} ^{NS}						
RESET T	3.70{0.34} ^{NS}						

Source: Authors' computation, 2019.

Note: *** ** * ^{NS} means significant at 1%, 5%, 10% probabilities and Non-significant respectively.

Values in (), [] and { } are standard error, t-statistic and probability level respectively.

3.7. Short-run and long-run elasticities

A cursory review of the results showed that the farmers' response to a price change in the short-run was inelastic (-0.414) while in the long-run they were elastic (-1.255) to price change as indicated by the coefficients of the former and latter which were less than unit and greater than unity respectively (Table 9).

The short-run elasticity revealed soyabean farmers' acreage responsiveness to price changes during the preceding crop period. However, it should be noted that, as observed in many earlier studies, negative supply response is not an uncommon feature in the supply response. For example, in nearly six gram cultivating districts in Punjab, Sud and Kahlon (1969) observed negative price coefficients; Cumming (1975) also observed a negative price coefficient in nearly half of India's 100 wheat-growing districts; Jhala (1979) also observed a negative price response in six of his fourteen groundnut-growing cases. This kind of conflicting estimate was reported in studies of Krishna (1963); Krishna & Rao (1967); and Bhowmick and Goswami (1998). This result is similar to the finding of Jain et al. (2005), who in his study on oilseeds output growth in Rajasthan State of India, observed a negative price coefficient for soyabean. Sadiq et al. (2017) in their study on supply response of cereal crops in Rajasthan State of India observed negative price coefficients for maize and Bajra. Of recent, Sadiq et al. (2019) in their study on the dynamics of root and tuber crops' acreage allocation and yield adjustment in Nigeria observed a negative price coefficient for yam.

If given the requisite time to adjust, the long-run elasticity represents the soyabean crop's acreage sensitivity to price changes. Because the soyabean crop showed very low long-run elasticity, the long-run effect of the price policy instrument on this crop would not have been significant. Because the soyabean crop showed very low long-run elasticity, the long-run effect of the price policy instrument on this crop would not have been significant. The number of years needed to materialize the price impact depends on the technical and institutional constraints for a specific crop that the farmers face. The higher the restrictions, the more time for adjustment is needed. It has been observed that the crop has taken substantial large time for adjustment to materialize its price. A similar result for soyabean crop was discovered by Jain et al.(2005) in their study on oilseed crops in Rajasthan State of India. The shorter the time for adjustment, the more efficient the market policy instruments are in bringing about desired improvement in a crop's supply (Sadiq et al., 2017). Also, it was observed that the farmers' responses to changes for the remaining parameters in the short-run and long-run were inelastic except for the lagged yield and area which were elastic.

Table 9. Time required for the price effects to materialize

Crops	Price elasticity		Adjustment coefficient		Time (yr)
	SR	LR	SR	LR	
soybeans	-0.414	-1.255	0.656	1.989	7.48

Source: Authors' computation, 2019.

3.8. Production forecast of soyabean

The future trend of soybean production in Nigeria was forecasted using ARIMA at different Autoregression (AR) and moving average (MA) levels (Table 10). All the variables *viz.* production, area and yield did not converged when the ARIMA was tested at level, but converged when tested at first difference, thus indicating that the variables were non-stationary at level but at first difference. Thus, the variables were stationary before the forecasts were made. A perusal of the Table showed ARIMA (1,1,1) and ARIMA (1,1,0) to be the best fits for forecasting the production and area; and, yield respectively, as they have the lowest Akaike information criteria (AIC) value among all the ARIMA levels estimated. Furthermore, all the best fit ARIMAs have their residuals devoid of autocorrelation and auto-covariance (arch effect) as evident by their respective autocorrelation LM and Arch effect LM tests respectively, which were not different from zero at 10% degree of freedom. However, the diagnostic test results showed that the residuals failed the test of normality as indicated by the Chi² statistic values of the respective ARIMAs which were different from zero at 10% degree of freedom. Just as earlier mentioned, non-normality of residual is not considered a serious problem as data in their normal form are not normally distributed. Therefore, the absence of white noise means that the soyabean production variables are predictable, thus good for policymaking, farmers' decision on supply allocation and consumption pattern.

Table 10. ARIMA models

Variable	Model	AIC	Autocr	Arch effect	Normality test
Production	ARIMA (1,1,1)	1387.998	0.663(0.41) ^{NS}	7.93 (0.16) ^{NS}	12.95(0.0015)***
	ARIMA (1,1,0)	1388.08	-	-	-
	ARIMA (0,1,1)	1388.002	-	-	-
Area	ARIMA (1,1,1)	1439.91	2.483(0.11) ^{NS}	4.42(0.21) ^{NS}	64.1(1.2E-14)***
	ARIMA (1,1,0)	1441.50	-	-	-
	ARIMA (0,1,1)	1441.24	-	-	-
Yield	ARIMA (1,1,1)	931.22	-	-	-
	ARIMA (1,1,0)	929.57	0.309(0.85) ^{NS}	5.87(0.11) ^{NS}	18.8(8.08E-05)***
	ARIMA (0,1,1)	940.50	-	-	-

Source: Authors' computation, 2019.

Validation (ex-post prediction power)

To determine the predictive power of the estimated equation (Table 11a), a one-step forecast of the variables along with their corresponding standard errors using naïve approach for the period 2013 to 2017 (a total of 5 data points) was calculated with respect to the fitted ARIMA models. Through the sample periods, the calculated models were validated to determine how closely they could follow the actual observation path.

Table 11a. One step ahead forecast of soyabean production

Period	Production		Area		Yield	
	Actual	Forecast	Actual	Forecast	Actual	Forecast
2013	517960	642296.1	680000	638685.9	7617	8930.46
2014	623815	537925	633016	654318.4	9855	9171.97
2015	588523	626483	609333	623971.7	9658	8581.16
2016	614632	600761	641823	607800.2	9576	9968.74
2017	730000	624315.9	750000	633111.8	9733	9811.9

Source: Authors' computation, 2019.

The forecasting ability of the variables were measured using the mean absolute prediction error (MAPE), root mean square error (RMSE), Theil's inequality coefficient (U) and the relative mean absolute prediction error (RMAPE) (Table 11b). Generally, the values of the RMAPE were very low i.e. less than 5% and also the values of U were less than 1.

The implication of the findings is, therefore, that the predictive error associated with the estimated equations in monitoring the actual data (*ex-post* prediction) was very small and negligible, and could therefore be used for *ex-ante* projection with strong forecast validity and accuracy.

Table 11b. Validation of models

Variable	R ²	RMSE	RMSPE	MAPE	RMAPE (%)	Theil's U
Production	0.945532	63528.9	5977.491	33497.04	4.810509	0.868745
Area	0.96531	55656.98	4217.849	22993.98	3.023684	1.001981
Yield	0.97226	597.7599	36.83022	257.646	2.633716	0.542345

Source: Authors' computation, 2019.

Shown in Table 11c and Figure (3-5) are the computed one-step-ahead out of the sample forecasts for production (ton), area (hectare) and yield (hg) of soyabean spanning from 2018-2027. A perusal of the graphs showed that there will be a gentle rise in the future production trend of soyabean; there will be a gentle decline in the future area trend of soybean, while the yield will be marked by a flat-slight trend rise during the forecasted periods. In case of any fluctuation, the forecasted figures will not go below the lower limit nor exceed the upper limit. Therefore, it can be inferred that the gentle rise in the future trend of soyabean production will be due to steady-flat rise in the yield. Thus, technology will be the major driver of soyabean production in Nigeria. The country is expected to witness a paradigm shift from area as the major driver of production to yield. The trend if sustained will be a major breakthrough for the country food security and containing the incessant farmers/herders clashes and tenurial conflicts owing to high pressure and competing demand for arable land for other purposes. Any policy which will convert arable land to other agricultural uses should be welcomed as the future production trend of soyabean will be driven by technological advancement. For sustainability of soyabean food security, viable policies that will sustain the quality of the soil *viz.* containing excessive exploitation of agricultural resources which add to global warming should be put in place and implemented holistically, otherwise, this forecasted trend will be jeopardized.

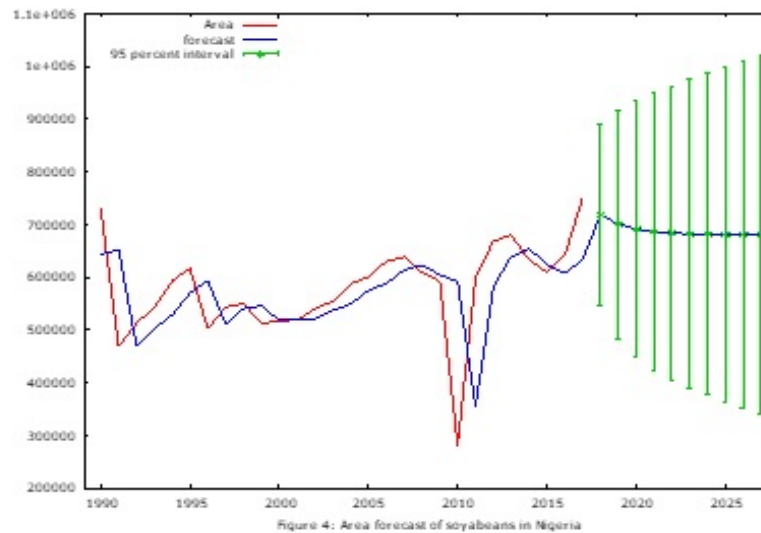
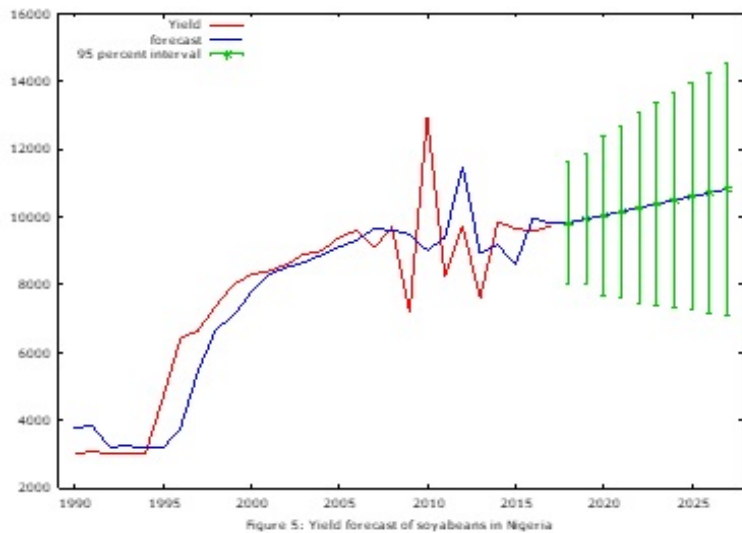
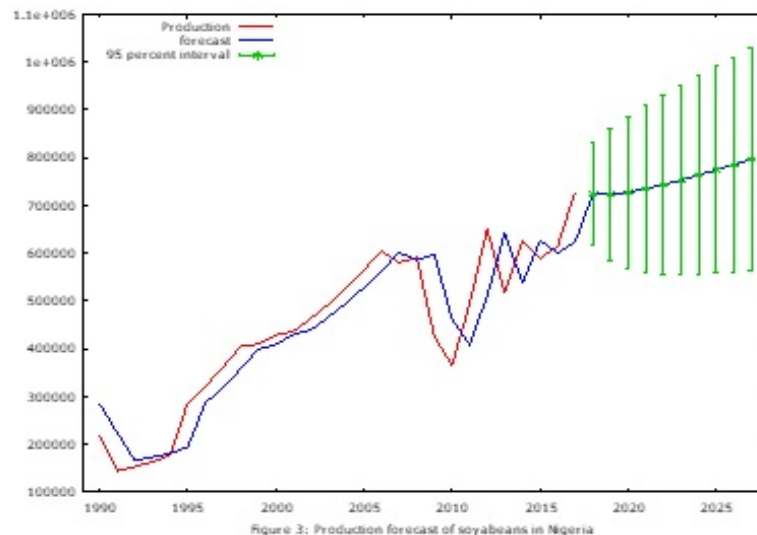
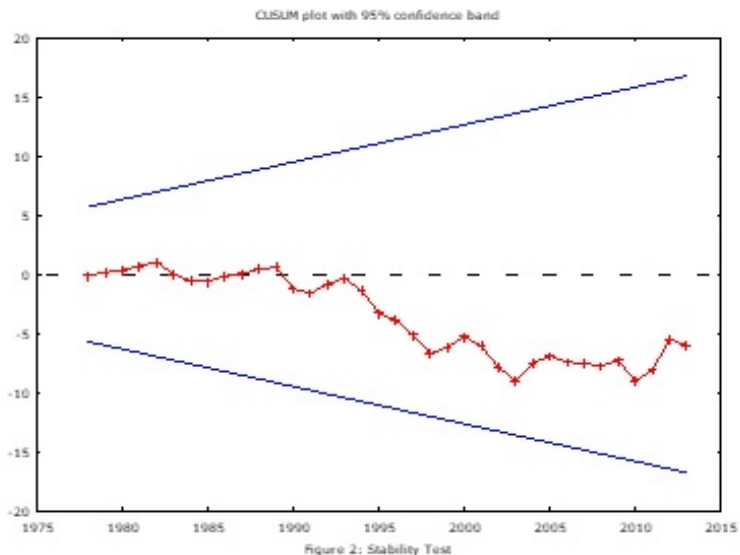


Figure 2: CUSUM test for parameter stability; Figure 3-5: Production forecast

Table 11c. Out of sample forecast of the variables

Year	Production			Area		
	Forecast	LCL	UCL	Forecast	LCL	UCL
2018	723019.2	616675.9	829362.4	718196.9	546204.2	890189.7
2019	723019	584422.6	861615.5	700889.3	483976.7	917801.9
2020	727363.6	568318.5	886408.7	691470.2	448032.9	934907.6
2021	734412.2	560136.3	908688.1	686344.2	423656.1	949032.3
2022	743143.8	556417.6	929870.1	683554.6	405125.9	961983.3
2023	752922.9	555396.2	950449.7	682036.4	389790.9	974282
2024	763354	556087.1	970620.8	681210.2	376319.3	986101.2
2025	774190.7	557913.5	990467.9	680760.6	364010.3	997510.9
2026	785280	560525.8	1010034	680515.9	352481.4	1008550
2027	796526.5	563706.5	1029347	680382.8	341516.4	1019249
Year	Yield					
	Forecast	LCL	UCL			
2018	9813.37	8013.79	11612.96			
2019	9943.61	8037.43	11849.79			
2020	10041.4	7681.89	12400.9			
2021	10160.3	7636.88	12683.73			
2022	10265.47	7463.73	13067.2			
2023	10379.57	7402.24	13356.9			
2024	10487.86	7298.29	13677.42			
2025	10599.93	7240.38	13959.48			
2026	10709.54	7170.43	14248.65			
2027	10820.75	7121.89	14519.62			

Source: Authors' computation, 2019.

4. Conclusion and Recommendations

Based on the results, it can be inferred that the increased growth trend of soyabean production in Nigeria was majorly due to the increase in the area cultivated under soyabean. Furthermore, the rise and fall in the growth of area which is the major driver of production growth as noticed across the policy regimes clearly indicate that the prevailing risk in the production of soyabean in Nigeria has been quite high. In addition, evidence of risk and uncertainty accounts for the chunk (76.50%) of annual variation in soyabean production in the studied area as indicated by 'change in residual' parameter. Also, the farmers had a preference for risk with respect to the price of the competing crop but are risk-averse with respect to the price of the soyabean crop in taken decision on acreage allocation. Empirical evidence showed a good future production trend for soyabean in the country which will be driven by technological changes. Thus, viable policies that will sustain soil health status and the environment should be put in place. Besides, policies which will convert one-quarter of the arable land to other agricultural uses should be welcomed as the future production trend of soyabean will be driven by technological advancement. Owing to the production and marketing risks, government should do more in subsidizing farm inputs so that the farmers can have favorable farmers' terms of trade.

References

- Agricultural Media Resources and Extension Centre (AMREC). (2007). Mapping of soybean production areas in Nigeria. *Monograph Series 28*, AMREC, University of Agriculture, Abeokuta, Nigeria.
- Ahmed, S.I., & Joshi, M.B.(2013).Analysis of instability and growth rate of cotton in three district of Marathwada. *International Journal of Statistika and Matematika*, 6(3), 121-124.
- Ayalew, B.(2015).Supply response of maize in Ethiopia: Cointegration and Vector Error Correction Approach. *Trends in Agricultural Economics*, 8 (1), 13-20.
- Bhowmick, B.C., & Goswami, J.(1998).Supply response of some important crops in Assam-An inter-district analysis. *Agricultural Situation in India*, 55(6), 349-356.

- Box, G.E., & Jenkins, G.M.(1976).*Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Holden Day, San Francisco.
- Boyal, V.K., Pant, D.C., & Mehra, J.(2015).Growth, instability and acreage response function in production of cumin in Rajasthan. *The Bioscan*, 10(1), 359-362.
- Coppock, J.D.(1962).*International Economic Instability*. McGraw-Hill, New York, pp 523-525.
- Cuddy, J.D.A., & Valle, P.A.D.(1978).Measuring the instability of time series data. *Oxford Bulletin and Economic Statistics*, 40, 53-78.
- Cummings, J.T.(1975).The supply responsiveness of Indian farmers in the post-independence periods-major cereals and cash crops. *Indian Journal of Agricultural Economics*, 30(1), 25-40.
- Debnath, P., Singh, R., Feroze, S.M., & Sarkar, A.(2015).Study on growth and instability of sesame in north-eastern hill region of India. *Economic Affairs*, 60(2), 193-196.
- Dhakre, D.S., & Sharma, A.(2009).Growth and instability analysis of ginger production in North-East Region. *Agricultural Situation in India*, 66(8), 463-466.
- Gujarati, D., Porter, D., & Gunasekar, S.(2012).*Basic Econometrics*. McGraw Hill, New Delhi.
- Hazell, P.B.R.(1982).Instability in Indian food grain production.*Research Report 30*, Washington, D.C., USA: International Food Policy Research Institute.
- Jain, P.K., Singh, I.P., & Kumar, A.(2005).Risk in output growth of oilseeds in the Rajasthan State: A Policy Perspective. *Agricultural Economics Research Review*, 18 (Conference No.), 115-133.
- Jhala, M.L.(1979).Farmers response to economic incentive: An analysis of inter-regional groundnut supply response in India. *Indian Journal of Agricultural Economics*, 34(1), 55-67.
- Krishna, J., & Rao, M.S.(1967).Dynamics of acreage allocation in U.P.- A study of supply response. *Indian Journal of Agricultural Economics*, 22(1), 37-52.
- Krishna, R.(1963).Farm supply response in India-Pakistan: A case study of the Punjab Region. *Economics Journal*, 73(291), 477-487.
- Kumar, N.S, Joseph, B., & Muhammed, J.P.K.(2017).Growth and Instability in Area, Production, and Productivity of Cassava (*Manihot esculenta*) in Kerala. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, 4(1), 446-448.
- Ojo, D.K.(2002).Food legume for health and wealth. *Lecture Series 4*, UNAAB Alumni Association, January 2002.
- Okoruwa, A.E.(2001).Nutritional value and uses of legumes in Africa. *Paper presented at the Legume Breeders Workshop*, IITA Ibadan, Nigeria.
- Paul, R.K.(2014).Forecasting wholesale price of pigeon pea using long memory time-series models. *Agricultural Economics Research Review*, 27(2), 167-176.
- Raw Materials Research and Development Council (RMRDC)(2004).*Soybeans*. A Report. Pp. 1-99.
- Sadiq, M.S., Singh, I.P., & Karunakaran, N.(2017).Supply response of cereal crop farmers to price and non-price factors in Rajasthan state of Nigeria. *Journal of Agricultural Economics and Rural Development*, 3(2), 203-210.
- Sadiq, M.S., Singh, I.P., Yusuf, T.L., Sani, T.P., & Lawal, M.(2018). Sustainable cowpea trade in West Africa Region. *Journal of Forestry, Environment and Sustainable Development*, 4(1), 91-105.
- Sadiq, M.S., Karunakaran, N., & Singh, I.P.(2019).Dynamics of root and tuber crops acreage allocation and yield adjustment in Nigeria. *International Journal of Research-Granthaalayah*, 7(2), 144-161.
- Sandeep, M.V., Thakare, S.S., & Ulemale, D.H.(2016).Decomposition analysis and acreage response of pigeon-pea in western Vidarbha. *Indian Journal of Agricultural Research*, 50(5), 461-465.
- Stalling, J.L.(1960).Weather indexes. *Journal of Farm Economics*, 42, 180-186.
- Sud, L., & Kahlon, A.S.(1969).Estimation of acreage response to price of selected crops in Punjab State. *Indian Journal of Agricultural Economics*, 34(3), 46-49.
- Umar, S.M., Suhasini, K., Jainuddin, S.M., & Makama, S.A.(2019).Sources of growth and instability in cassava production in Nigeria: An evidence from Hazell's Decomposition Model. *SKUAST Journal of Research*, 21(1), 86-95.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



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

Araştırma Makalesi (Research Article)

Poultry Farmers' Training Needs Analysis in Edo State, Nigeria

**Oghenero OVHARHE^{1*}, Edith UHUNMWANGHO², Elizabeth YARHERE³,
Oghenesuvwe OKPARA⁴**

^{1,4}Dep. of Agricultural Economics and Extension Delta State Univ., Asaba Campus, Asaba, Delta State, Nigeria

²Department of Animal Science and Fisheries Delta State University, Asaba Campus, Asaba, Delta State, Nigeria

³Raw Materials Research & Development Council, Asaba Delta State, Nigeria

¹<https://orcid.org/0000-0003-0732-2793> ²<https://orcid.org/0000-0001-6792-7300> ³<https://orcid.org/0000-0001-6693-5595>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-6751-1639>

*Corresponding author e-mail: drovharhe.oghenero@gmail.com

Article Info

Received: 12.04.2020

Accepted: 30.09.2020

Online Published 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.718609

Keywords

Farmers,
Information,
Needs,
Poultry,
Training,
Techniques.

Abstract: This study assessed the training needs poultry farmers in Egor Local Government Area of Edo State. The objectives were to describe the socio-economic characteristics of the poultry farmers, examine the perceived training needs of the poultry farmers, ascertain the sources of information to poultry farmers, determine the sources of assistance to poultry farmers and identify the constraints to the training of poultry farmers. A quota sampling technique was used to select 84 respondents. The study results revealed that the mean age of the respondents was 33years and more of the respondents were male. More of the respondents were married and had an average household of 6 persons. The respondents were educated up to the secondary education level with a mean farming experience of 8 years and extension visits were annual. This study unveiled that respondents lacked competence among others in feed formulation (85.7%) and medication provision (76.2%). The majority of the poultry farmers possess a high level of awareness from cooperative society (75%) as the highest source of information while few of them possess low-level awareness from extension workers (47.6%). Self- help (mean = 3.26) was the highest source of assistance to the poultry farmers. The constraints such as inadequate farming fund (mean = 3.19), inadequate training provision (mean = 3.10) and inadequate input support (mean = 3.08) were considered to be the most serious. It was recommended that extension workers should be ready to make themselves available to farmers monthly.

Kümes Hayvanı Çiftçilerinin Nijerya, Edo Eyaletindeki Eğitim İhtiyaç Analizi

Makale Bilgileri

Geliş: 12.04.2020

Kabul: 30.09.2020

Online Yayınlanma 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.718609

Öz: Bu çalışmada, Edo Eyaleti Egor Yerel Yönetim Bölgesi'ndeki kümes hayvanı çiftçilerinin eğitim ihtiyaçlarını değerlendirilmiştir. Çalışmanın amacı, kümes hayvanı çiftçilerinin sosyo-ekonomik özelliklerini tanımlamak, kümes hayvanı çiftçilerinin algılanan eğitim ihtiyaçlarını incelemek, kümes hayvanı çiftçilerine bilgi kaynaklarını tespit etmek, kümes hayvanı çiftçilerine yardım kaynaklarını belirlemek ve eğitimin önündeki kısıtlamaları belirlemektir. kümes hayvanı çiftçileri. 84 deneği seçmek için bir kota örnekleme tekniği

Anahtar kelimeler

Çiftçiler,
Bilgi,
İhtiyaçlar,
Kümes hayvanları
Eğitim,
Teknikler.

kullanılmıştır. Çalışma sonuçları, katılımcıların ortalama yaşının 33 olduğunu ve katılımcıların daha fazlasının erkek olduğunu ortaya koydu. Ankete katılanların çoğu evli ve ortalama haneleri 6 kişiden oluşmaktadır. Ankete katılanlar, ortalama 8 yıllık bir çiftçilik deneyimi ile orta öğretim seviyesine sahiptir ve yayım ziyaretleri yıllık gerçekleşmiştir. Bu çalışma, katılımcıların yem formülasyonu (% 85.7) ve ilaç sağlama (% 76.2) konularında diğerleri arasında yeterlilikten yoksun olduğunu ortaya koymuştur. Kümes hayvanı çiftçilerinin çoğunluğu, en yüksek bilgi kaynağı olarak kooperatif toplumundan yüksek düzeyde bir farkındalığa (% 75) sahipken, bunların birkaçı, yayım çalışanlarından düşük düzeyde farkındalığa (% 47.6) sahiptir. Kendi kendine yardım (ortalama = 3,26) kanatlı çiftçilere en yüksek yardım kaynağı durumundadır. Yetersiz tarım fonu (ortalama = 3.19), yetersiz eğitim sağlanması (ortalama = 3.10) ve yetersiz girdi desteği (ortalama = 3.08) gibi kısıtlamalar en ciddi olanlar olarak kabul edilmektedir. Yayım çalışanlarının, aylık olarak çiftçilere hizmet vermeye hazır olmaları önerilmektedir.

1. Introduction

Agriculture remains a key sector in the global economy to sustain industrial and commercial growth. Agriculture is regarded as the most important sector in the economics of the most non-oil exporting countries (Raheem, 2011). As known, agriculture involves various enterprises including poultry production. The poultry sector, according to Evbuomwan (2005) offers the greatest scope of increasing the quality and quantity of animal protein in Nigeria as they account for about 30% of total livestock output of which eggs account for 80%. Commercial poultry is well established in Nigeria with substantial infrastructure on the ground for income generation (Ike, 2011).

Chickens raised intensively for their meat are known as broilers and different breeds that can grow to an acceptable carcass size of 2 kg in six weeks or less (Brown, 2002) chickens raised for egg production purpose are called laying hens (layers). Some hen breeds can produce more than 300 eggs per annum, after which their laying abilities start to defoliate to the point where the birds are undesirable and also sold out for meat. The rising population and urbanization have led to the bulk of production egg in large quantity, with more intensive specialists units, often situated close to where poultry meat and table eggs are needed which in turn results in cheap and safe food for urban communities (FAO, 2002).

The poultry practice has many branches which include eggs and meat production. Poultry feed formulation and compounding, processing, marketing, and commercial sale of eggs and table birds. Poultry production in all its ramification represents one of the most viable and productive forms of the farming enterprise, providing the much-needed animal protein sources to ameliorate the protein shortage factor in the Nigerian food crisis. However, poultry production is faced with many problems, such as high cost of feeding and veterinary drugs, poor quality of commercial feeds due to abuses from the manufacturers, little or no capital investment and poor knowledge on the nutrients and energy requirements of various classes of poultry birds (Raheem, 2011). This culminates in low production and subsequently reduces income which frustrates the business ventures and sometimes leads to financial bankruptcy (Aromolarun, 1999).

Why poultry farmers' training? The poultry practice in Nigerian would play a vital role in the development and strengthen the Nigerian economy when seriously empowered. Poultry farming also provides great employment opportunities for the unemployed faction, thereby serving as a major source of income to the people. However, the usefulness of poultry farming to the Nigerian economy over time has grown to become a popular avenue for the small holders' group which plays a great contribution to the country's economy. These contributions over the years have serious limitations such as unaffordable loans, inadequate partnership, bad farm-market routes, inadequate poultry extension services, poorly subsidized input and assets support. These gaps call for empirical research to provide interventions that will enhance

the poultry industry to assumed greater importance in improving the employment rate and animal food production for Nigerians and export opportunities.

1.1. Objectives of the study

The main objective of this study was to examine the perceived training needs of the poultry farmers in Edo State. The specific objectives were to:

- i. describe the socio-economic characteristics of the poultry farmers;
- ii. examine the perceived training needs of the poultry farmers;
- iii. ascertain the sources of information to poultry farmers;
- iv. determine the sources of assistance to poultry farmers, and
- v. identify the constraints to the training of poultry farmers.

Hypothesis

A null hypothesis was tested in this study

Ho: There is no significant effect between poultry farmers' socio-economic characteristics and their training needs.

1.2. Review of related theories and models

Training theories: Training is a term, which covers a wide range of activities. Its length could vary from short term training activities such as one-day demonstration to longer-term professional courses which could last for several months (FAO, 2002). Training is an important tool for assisting poultry farmers in the realization of their objectives and goals of rearing poultry birds. Often the farmers are faced with the need to change their techniques or to implement a new way of raising poultry birds. Agricultural extension training programmes may also need to provide farmers with new knowledge and/or with new skills that are necessary to implement a change. Training programmes on poultry is, therefore, a potential solution to the lack of skills and technical know-how of poultry farmers (FAO, 2002).

The agricultural extension training programme in the agricultural sphere is concerned with the constant educating of farmers with new agricultural innovations and methods. To further grasp the meaning of extension training programme, it is important to bring to light more definitions as given by various scholars.

Jamagani (2013) described extension training programme as an applied science that consists of contents derived from various research, accumulated from countless field practice and relevant principles derived from behavioural science which are being synthesized with useful technology into a philosophy, content, principle, and method focused on the problems of out of school education for youths and adults. He also said that "extension training programme is the process of teaching rural farmers on how to live better through the learning of ways and methods that improves their farm and communities".

Madukwe and Obibuaku (1991) also describe extension training programme as a professional method of informal education which is aimed at impacting behavioural changes in farmers known for increasing their income through improved productivity by establishing a strong and lasting bond with researchers for solving farmer's problems also ensuring a regular and adequate supply of information and innovations using proven methods of communication for rapid process of acceptance and adoption of innovations. He further stated on the point that extension training programme as the dissemination of information, knowledge and also innovations to farmers for the improvement of their rural life. While, Miller and Osinik (2002) described extension training programme as a two-way channel that disseminates scientific knowledge, and information to the rural farmers and also conveys the problems of the farmers to the research institutions for solutions, this is a continuous educational process, in which the learner and teacher are both contributors and receivers.

Training needs assessment theories: There are many theories which show how training needs assessment can be conducted McGhee and Thayer's theories of 1961 explained training needs assessment

as identifying training on three levels; organization, task and individuals. To design training programs that will satisfy both organizational and human assets, the training programs must be based on an organizational, operational and individual assessment with the use of appropriate techniques and methods to collect data from the three levels (Jamil, 2006).

Organizational assessment theories: Organizational examines where and within an organization training emphases could and should be needed. In doing this the objectives of the organization, human resources, climate and efficiency indices must be analyzed.

Organization analysis involves strategic directions of whether the managers and extension agents support the training activity and of what training resources are available (Jayarante, Owen and Jones, 2010). It helps to know if the proposed training will be compatible with the mission of the organization, goals and strategy. However, organization analysis consists of how personal training can help attain the goals of the organization and where the training is needed. It also ascertains the knowledge, skills and abilities that the extension agent will need for the future (Miller and Osinki, 2002)

Models in Extension Training: The channel of communication model is called the extension teaching method. According to Raheem (2011), there is a wide range of training models, methods and aids available for utilization, it is not a question of either-or but which method is appropriate for a particular purpose at a specific time and in certain circumstances. The choice of the model generally relies on the number and location of the target audience and the time available for communication. Farmers learn in different ways, some by listening, seeing, acting and others through discussions.

A systematic approach to an agricultural extension training programme is a result of an oriented process designed to ensure that the training programme is effective and also relevant (FAO, 2009). This systematic approach to training programmes consists of appropriate structuring of different activities, which makes up an extensive training programme.

Task analysis model: According to McGehee and Thayer (1961) task analysis begins with the nature of the task to be performed on the job and the skill, knowledge and abilities needed to perform such task. It begins with job requirements and compares the extension agent's knowledge and skills to determine training needs. Any gap reveals training needs (Fabusoro et al., 2008). Job analysis is the identification of the purpose of a job, its essential part and specifying what must be learned for effective work performance (Marchington and Wilkinson (2000). Thus, job analysis is the collecting, recording, tabulating and analyzing duties and task, examining the competence that are important for extension agents to perform their jobs, identifying job performance standard, knowledge skills and abilities that are necessary to perform these task. Job description assembles the important components of the job such as the main task and responsibilities, the qualification required and the functional relationship of the job to another job. Identifying job description and specification provides necessary information on expected performances and skills of extension agents needed to accomplish their work. Task analysis answers the question of what job needs training and where the training is needed.

Individual Analysis Model: Generally, this theory focuses on determining who should be trained and what training is needed by an individual. In poultry production, it targets individual poultry farmers and how they perform in their job. The individual analysis identifies poultry farmers' performance and compares it with established standards (Stone, 2002). Therefore, this theory is based on how will poultry farmers perform their job and what knowledge skills and abilities they used to conduct this jobs, individual answers the question of which people needs training and what kind of training is needed, to find the answer to this specific question knowledge and skills are to be developed.

2. Materials and Methods

The study was carried out in Edo State. Edo state lies approximately between longitude 5.00' and 5.93' East and latitude 5.00' and 6.63' North (Federal Republic of Nigeria, 2017). It has a total land area of 19,187 square kilometers and about one-third of this is swampy and waterlogged.

Sampling technique and sample size: The sample for the study was drawn from the population of poultry farmers in Egor Local Government Area (LGA) of Edo State. A secondary report from the Agricultural

Development Programme (ADP) reveals that the LGA has a total of 120 registered farmers. Registered farmers were used because it enabled the researcher to measure the extent to which the extension workers conducted their activities. Based on this, a quota sampling technique was used to achieve a sample size of 70% of poultry farmers. This resulted in a sample population of 84 poultry farmers as sample size.

Method of data collection: Data was collected from respondents with the use of a semi-structured questionnaire. The questionnaire comprises questions relating to training needs, information sources, assistance sources and constraints.

Measurements of variables: The socio-economic characteristics example, age was measured in years by asking the respondents to indicate their actual age which enabled the grouping. The data generated were used statistically for frequency count and percentages.

Perceived training needs of the respondents: This was measured using a dichotomous scale of “yes” and “no” to obtain the information needed from the respondents this was further calculated using percentage and frequency count.

Sources of information to poultry farmers: Various sources of information (e.g. friends, family) were listed out for respondents to indicate as applicable.

Sources of assistance to poultry farmers: Various sources of information (e.g. donor agencies) were laid out for respondents to tick as applicable.

Constraints to training of poultry farmers: Constraints to the training of poultry farmers was measured using the four (4) point Likert scales with corresponding weight of “strongly agree = 4”, “agree = 3”, “disagree = 2” and “strongly disagree = 1” with a cut-off point of 2.5 ($4 + 3 + 2 + 1 = 10/4 = 2.5$).

Methods of data analysis: Inferential statistical tools were used to test the stated hypothesis:

H_{01} : There is no significant difference between the socio-economic characteristics of poultry farmers and their training needs. A Logistic Regression Analysis was used to test this hypothesis:

The various statistical approaches below were used for analysis.

Regression Analysis: The regression analysis used in the study was similar to that used by Ajieh and Ulakpa (2018). The hypothesis one was analysed by multiple Regression

H_{01} : There is no significant difference between poultry farmers' socio-economic characteristics and their training needs.

Linear, semi-log, double log and logistic forms of regression were used in the analysis. A lead equation was used to make a conclusion based on the following:

Relative magnitude of the R^2

Relative f calculated value of the models

The function that showed more statistical significance

The Logistic Regression Equation is stated as

$$\text{Log}(\pi) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_m X_m$$

Where

Log = Training needs

b_0 = Constant

b_1 to b_6 = Regression Coefficient of six variables

X_1 = Age of farmers

X_2 = Sex of farmers

X_3 = Marital status of farmers

X_4 = Educational level of the farmers

X_5 = Farming Experience

X_6 = Household size

X_m = Random error

Semi-log functional form of Regression

$$Y = \log b_0 + b_1 \log X_2 + b_3 \log X_3 + \dots + b_6 \log X_6 + e$$

$$\text{Log } Y = \log b_0 + b_1 \log X_1 + b_2 \log X_2 + b_3 \log X_3 + \dots + b_6 \log X_6 + e$$

Note: independent variables in logistic regression can also be continuous.

The omnibus test relates to the hypotheses

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k$
 $H_1: \text{at least one pair } \beta_j \neq \beta_j'$

3. Results

3.1 Socio-economic characteristics of respondents

Table 1. Respondents Socio-economic characteristics (n = 84)

Variables	Frequency	Percentage	Mean/Mode
Gender			
Male	47	56	Male
Female	37	44	
Age			
20-24 years	13	15.5	33 years
25-29 years	24	28.6	
30-34 years	14	16.7	
35-39 years	11	13.1	
40-44 years	11	13.1	
45-49 years	8	9.5	
50-54 years	43	3.6	
Marital Status			
Never married	35	41.7	
Married	37	44	
Divorced	6	7.1	
Separated	4	4.8	
Widowed	2	2.4	
Household size			
1-5 persons	43	51.2	6 persons
6-10 persons	35	41.7	
11-15 persons	5	6	
16-20 persons	1	1.2	
Education Level			
No formal education	14	16.7	SSCE
PSLC	11	13.1	
SSCE	22	26.2	
OND/NCE	8	9.5	
B.Sc./HND	21	25	
Postgraduate	8	9.5	
Farming experience (years)			
1-5 years	44	52.4	7.8 years
6-10 years	22	26.2	
11-15 years	6	7.1	
16-20 years	8	9.5	
21-25 years	3	3.6	
26-30 years	1	1.2	
Farm size (Ha)			
Less than 1 Ha	14	16.7	1.8 Ha
1-3 Ha	58	69	
4-6 Ha	11	13.1	
7-9 Ha	1	1.2	
Extension visits			
Weekly	16	19	Annually
Fortnightly	4	4.8	
Monthly	20	23.8	
Quarterly	12	14.3	
Annually	32	38.1	

The result in Table1 shows that respondents' majority (56%) were male. This finding concurs with Jabil (2009) who reported that some of the agricultural activities were performed by males. The mean age of the respondents is 33 years.

More of the respondents (44%) were married. This is in line with the findings of Miller (2004) who reported that agricultural activities were performed by married men and women as they have the sole responsibilities of providing food for their families.

Some of the respondents (26.2%) had at least secondary education while 25% had tertiary education which revealed that there is a high literacy level among farmers in the study area. Respondents' mean in farming experience was 8 years. This result agrees with the finding of Ovharhe (2015) in a study conducted among farmers in the Niger Delta. Respondents mean poultry farm size was 1.8 Ha. Some of the respondents (38.1%) had contact with extension advisers visited once in a year. This implies poor access to extension agents' visits which may be a contributing factor for poor poultry farming in the study area.

3.2 Perceived training needs by poultry farmers

Entries in Table 2 shows the perceived training needs of poultry farmers. Results showed that respondents need training in 5 of the 10 skills. These included the 5 professional skills in which the poultry farmers were found to lack competence. Considering a baseline of above 60% used in proxy by Uzokwe and Ovharhe (2011) in the assessment of participatory tools by extension workers, these were: feed formulation (85.7%), medication provision (76.2%), vaccination techniques (72.6%), housing techniques (69%) and brooding techniques (66.7%). Training has been found to enhance farmers' competency and job performance.

Table 2. Respondents perceived training needs ($n = 84$)

Variables	Frequency (Multiple responses)	Percentage
Feed formulation	72	85.7*
Medication provision	64	76.2*
Vaccination techniques	61	72.6*
Housing techniques	58	69*
Brooding techniques	56	66.7*
Marketing skills	47	56.0
Stocking density	45	53.6
Litter application and type	44	52.4
Record keeping	44	52.4
Sorting and handling eggs	43	51.2

Cut – off point = 60%; * implies significant following Uzokwe and Ovharhe, (2011).

3.3 Sources of Information to Poultry Farmers

The result in Table 3 shows that respondents get their information more from 5 out of 12 sources of information. These are membership of cooperative society (75%); neighbours (71.4%); television (65.5%) {on poultry news}; contact farmers (63.1%) and town crier (62%). Relevant and available sources of information enlighten farmers' knowledge and change of attitude for improved farming (Farinde *et al.*, 2004).

Table 3. Respondents Sources of Information ($n = 84$)

Variables	Frequency((Multiple responses)	Percentage
Cooperative society	63	75.0
Neighbour	60	71.4
Television	55	65.5
Contact farmers	53	63.1
Town crier	52	62.0
Circulars	50	59.5
Internet	49	58.3
Posters	45	53.5
Newspaper	44	52.3
Radio	42	50.0
Leaflets	41	48.8
Extension worker	40	47.6

3.4 Sources of Assistance to Poultry Farmers

The information in Table 4 reveals that self-help (mean=3.26) was the highest source of assistance to the poultry farmers in the study area followed by a cooperative society (mean=3.18) and friends (3.00). Banks had the lowest score (mean=1.88) as a source of assistance to poultry farmers in the study area. Surprisingly, ADP provided poor assistance (mean = 2.36). This confirms the findings of Gbigbi and Ovharhe (2017) who reported that the Edo and Delta States extension workers are below average in their job performance rating.

Table 4. Respondents sources of assistance to poultry farmers ($n = 84$)

Variables	Strongly disagree(1)	Disagree(2)	Agree(3)	Strongly agree(4)	Score	Mean
Self-help	6	10	24	44	274	3.26
Cooperative society	12	9	15	48	267	3.18
Friends	16	9	19	40	251	3.00
Fadama	7	11	53	13	240	2.86
NGOs	9	13	55	7	228	2.71
ADP	17	24	39	4	198	2.36
Banks	31	33	19	1	158	1.88

Cut-off score = 2.50 (≥ 2.50 = agree; < 2.50 = disagree).

3.5 Constraints to training needs of poultry farmers

Results in Table 5 shows that 5 of the 8 mean score constraints were considered most serious. These include: inadequate farming fund (mean = 3.19), inadequate training provision (mean = 3.10), inadequate input support (mean = 3.08), unavailability of loans (mean = 3.06) and poor management techniques (mean = 3.03). These findings concerning constraints to the training of poultry farmers in the study area are in line with the expectation of the researchers. Poor funding for instance can affect the training of poultry farmers by limiting the budgetary allocation for staff training. This assertion corroborates that of Jamagani (2013) who reported that poor funding is one of the major constraints in the implementation of training programmes.

Table 5. Respondents constraints to the training needs of poultry farmers ($n = 84$)

Variables	Not very serious (1)	Not serious (2)	Serious (3)	Very serious (4)	Score	Mean
Inadequate farming fund	5	8	37	34	268	3.19
Inadequate training provision	8	10	31	35	261	3.10
Inadequate input support	7	5	46	26	259	3.08
Unavailability of loans	8	5	45	26	257	3.06
Poor management techniques	9	10	34	31	255	3.03
Nonchalant attitudes of field workers	6	18	33	27	249	2.96
Inadequate market outlet	11	8	40	25	247	2.94
Poor feeder road situation	9	13	38	24	245	2.92
Pooled mean = 3.04						

Cut-off score = 2.50 (≥ 2.50 = serious; < 2.50 = not serious).

3.6 Test of hypothesis

H_{01} : There is no significant effect between poultry farmers' socio-economic characteristics and their training needs

Effects of socioeconomic characteristics on training needs

The regression result on the effects of socioeconomic characteristics on training needs of poultry farmers in the study area (Table 6) shows that gender and frequency of extension visits had a positive effect on housing techniques and were statistically significant at a 10% probability level. While farming experience and household size also had a positive effect on housing techniques and were statistically significant at a 5% probability level. The result of this finding implies that an increase in farming experience and household size will lead to an increase in the farmers' need for training in housing techniques.

Table 6. Effects of socioeconomic characteristics on housing techniques training needs ($n = 84$)

Omnibus tests of model coefficients						
Chi-square	Df	Cox & Snell R ²	Nagelkerke R ²	Sig		
50.053s	18	0.449	0.632	0.000***		
Variables in the equation						
Variables	B	S.E	Wald	Df	Sig.	Exp (B)
Age	0.055	0.056	0.953	1	0.329	1.057
Gender	2.072	1.068	3.768	1	0.052*	0.126
Marital status	42.382	32964.691	0.000	1	0.999	2.549E+18
Educational level	-1.079	1.576	0.469	1	0.493	0.340
Farming Experience	0.159	0.078	4.185	1	0.041**	1.172
Farm size	-0.035	0.362	0.009	1	0.924	0.966
Household size	-0.401	0.168	5.695	1	0.017**	0.670
Extension visit	2.771	1.482	3.498	1	0.061*	0.063
Constant	-18.329	27144.380	0.000	1	0.999	0.000

*=significant at 10% and **=significant at 5% .

4. Discussion and Conclusion

The mean age of the respondents corresponded with the findings of Goreux (2003) who reported that younger farmers were more willing to participate and adopt new opportunities. The need to provide for the family upkeep there for explains why farming is dominated by married households depending on age factors. Marital Status is an important socioeconomic variable of farmers that determines the status of individuals toward family responsibilities (Adesehinwa et al., 2004). The average household size was 6

persons. Murtala (2004) observed that household size was important in providing rural farmers with labour required for agricultural activities. The educational level of respondents were above average. This was contrary to the findings of Banmeke and Omoregbee (2009) who reported that a higher of farmers have low literacy levels. Educational qualification according to Murtala (2004) plays an important aspect in farmers' adoption of improved technologies and decision making and also improves their ability to evaluate and manage risk. These qualities affect possible improvements in their farm business. Respondents' farm sizes were on the average. Ovharhe (2019) discovered a similar farm size among farmers in the Niger Delta area.

The assessment of the farmers training needs were of great attention because of the gaps that were observed in the results. It was identified that farmers needed more training in marketing skills, stocking density, litter application and type, record keeping, sorting and handling eggs. There is therefore the need to regularly train farmers through various training options to update their skills and enhance their performance (Jasim, 2016).

On sources of information to poultry farmers, it was discovered that farmers need more awareness and sources of information from circulars, internet, posters, newspaper, radio, leaflets and extension worker. Farinde et al. (2004) emphasizes on the importance awareness creation through virtual aids and related media.

Support or technical assistance to farmers were deficient from the ADP and banking sectors. Gbigbi and Ovharhe (2017) recommend that extension workers in ADP, Ministry and the banking institutions need to be empowered for job effectiveness and efficiency. Besides, all the constraints were important and needs revamping which the ADP banking institutions and other stakeholders can play great roles in adequate farming funding, training provision, input support, management techniques and host of other related issues.

The study showed that the majority of the poultry farmers need training in feed formulation, medication provision, vaccination techniques, housing techniques and brooding techniques. Most farmers' sources of information were through a cooperative society. The majority of the poultry farmers get assistance from self-help efforts. The most serious constraints were inadequate farming funds, inadequate training provision and inadequate input support. From the findings of this study, it can be deduced that poultry farmers in Egor Local Government Area of Edo State are still in need of more training.

Based on the outcomes of the study, the following recommendations are valuable:

- i. Training should be conducted where felt needs were recorded such as current techniques in feed formulation, medication, vaccination, housing, and brooding by extension workers.
- ii. Donors in agriculture should be reaching out to poultry farmers among others in farming assistance.
- iii. Extension workers should be available monthly to farmers.

Acknowledgements

We hereby acknowledged the Department of Agricultural Economics and Extension and the Department of Animal Science and Fisheries, Delta State University, Asaba Campus, Asaba, Delta State, Nigeria, for the support given to conduct this research in Edo State. We also greet our field workers and various respondents in Edo State.

References

- Adesehinwa, A. O. K., Okunola, J. O. & Adewumi, M. K. (2004). Socioeconomic characteristics of ruminant livestock farmers and their production constraints south-western Nigeria, *Livestock Research for Rural Development*, 16(2), 1-11.
- Ajeh, P. C. & Ulakpa J. E. (2018). Training needs of agricultural extension agents in delta state, Nigeria. *International Journal of Agricultural Science, Research and Technology in Extension and Education Systems* 8(2), 65 – 70.

- Aromolarun, O. (1999). Analysis of household preferences and determinants in the consumption of meat http://www.afriabib.org/irrd/15/ades_1510.htm Retrieved February 21, 2018.
- Banmeke, T. O. A. & Omoregbee F. E. (2009). Rubber farmers' perceived factors militating against rubber production in edo and delta states of Nigeria. *International Journal of Agricultural Economics and Rural Development*, 2(2), 33- 39.
- Brown, A. (2002). "Six weeks to live". The Guardian. Retrieved March 12, 2018, <https://en.m.wikipedia.org/wiki/poultry>
- Evbuomwan, G. (2005). *Empirical analysis of cost and returns to commercial table egg production in lagos state*. In the proceedings of Farm Management Association of Nigeria Conference, pp: 18-20.
- Fabusoro, E., Awotunde, J.A., Sodiya, C. I. & Alarima, C.I. (2008). Status of job motivation and job performance of field extension agents in ogun state, Nigeria: implications for agricultural development. *Journal of Agricultural Extension*, 12(2), 1-13.
- Farinde, A.J., A.O. Ajayi & O.D.Kolawole (2004). *The emerging role of extension agents and agencies in managing controversy/ conflict situations for continuity of extension operations*. Paper presented at the 9th AESON Annual Conference O.A.U. Ille-ife, Nigeria September 6-11.
- Federal Republic of Nigeria (2017). Edo State coordinates. www.edostateofnigeria
- FAO (2002). Food and Agriculture Organization, Proceedings of the Workshop on Rural Radio and Food Security, 5–9 November 2001. Food and Agriculture Organization. Rome:
- FAO (2009). Food and Agriculture Organization, State of Food Insecurity in the World 2009 (FAO, Rome, 2009).
- Gbigbi, M. T. & Ovharhe, O. J. (2017). Analysis of credit inputs and constraints facing plantain production farmers in edo and delta states, Nigeria. *International Journal of Agriculture and Rural Development*, 20 (2), 3047 – 3051.
- Goreux L. M. (2003). *Cotton Producers in Africa vis US and EU Subsidies*. Prelude to the Cancun Negotiations. European Parliament: Brussels, pp. 4-10.
- Ike, P. C. (2011). Resource use and technical efficiency of small scale poultry farmers in Enugu state, Nigeria: a stochastic frontier analysis. *International Journal of Poultry Science* 10(11): 895 – 898.
- Jabil, I. Y. (2009). *Marketing of selected products in bauchi state, Nigeria*. Unpublished M.Sc. Thesis, Agricultural Economics and Extension programme, School of Agricultural Technology, Abubakar Tafawa Balewa University, Bauchi, 114.
- Jamagani Z. B. (2013). *Relationship between problems and needs of extension workers: A case study of Maigana and Samaru zones of Kaduna State Agricultural Development Project, Nigeria*. Agricultural Consultant No 11 Idris Gidado Road Hanwa GRA Zaria, Kaduna State Nigeria.
- Jamil, R. (2006). Training Needs Analysis Practice: A survey on large scale companies in the manufacturing industry in West Malaysia, Monograph (project report) edition, faculty of management and Human Resources Development, Skudai, Johor , Malaysia
- Jasim, E. (2016). Training needs of agriculture extension officers in Iraq, *International Journal of Scientific and Research Publications*, 6(2), 146 ISSN, 2250-3153
- Jayarante, K. S. U., Owen M. & Jones, D. (2010). Evaluating a new and aspiring country extension director leadership education program: determining outcomes and needed improvement. *Journal of Leadership Education*, 9(1), 17-35.
- Madukwe, M. C. & Obibuaku, L. O. (1991). Effects of personal factors on the effectiveness of extension supervisors. *Nigerian Journal of Agricultural Extension*, 6(1 & 2), 34-39.
- Marchington, M. & Wilkinson, A., (2000). 'Direct Participation', in S. Back & K. Sisson (eds), Personnel Management, 3rd edition, Oxford, Blackwell.
- McGehee, W. & Thayer, P.W. (1961). "Training in Business and Industry", New York: Wiley
- Miller, J. A & Osinik D.M. (2002). Training needs assessment. *White Paper edition Society for Human Resources Management (SHRM), USA*
- Miller, H. (2004). *Agricultural Credit and Finance in Africa*. Rockefeller Foundation USA pp 121.

- Murtala, N. (2004). *Cost and Return Analysis of Poultry Egg Marketing in Bauchi Metropolis*, Bauchi State, Nigeria
- Ovharhe, O. J. (2015). Socio-Economic Determinants affecting Plantain Production in Ovia North East Local Government Areas in Edo State. *Journal of Agriculture and Food Science*, 13(2), 12-20.
- Ovharhe, O. J. (2019). Determinants of the socioeconomic profile of Fadama III Project. Beneficiaries in three States of Niger Delta Area of Nigeria. *International Journal of Agricultural Science by International Association of Research and Science*, 4, 29 – 34.
- Raheem .O.A (2011). Poultry farmers' awareness and knowledge of improved production practices unaab.edu.ng/index.php/article_id? htm Retrieved June 21, 2019.
- Stone, R. (2002) *Human Resources Management* 4th edition Wiley Art Department, Milton Australia.
- Uzokwe, U. N. & Ovharhe, O. J. (2011). Assessment of participatory tools used by agricultural extension agents in delta state ADP. *International Journal of Agricultural and Development Economics*.1 (2), 39-48.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



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

Araştırma Makalesi (Research Article)

Yerfıstığı (*Arachis hypogea* L.) Çeşitlerinin Bazı Büyüme ve Fizyolojik Parametreleri Üzerine Tuz Stresinin Etkisi

Muhammed Said YOLCI^{1*}, Rüveyde TUNÇTÜRK², Murat TUNÇTÜRK³

^{1,2,3}Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-5304-7342> ²<https://orcid.org/0000-0002-7995-0599> ³<https://orcid.org/0000-0002-3759-8232>

*Sorumlu yazar: musayol65@gmail.com

Makale Bilgileri

Geliş: 13.07.2020

Kabul: 14.12.2020

Online Yayınlanma 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.768736

Anahtar kelimeler

Çeşit,

MDA,

Tuz Stresi,

Yerfıstığı (*Arachis hypogea* L.).

Öz: Bu çalışmada, yerfıstığı (*Arachis hypogea* L.) çeşitlerinin (Arioğlu-2003 ve Gazipaşa) bazı büyüme ve fizyolojik parametreleri üzerine tuz stresinin (0, 100, 200 mM NaCl) etkisi araştırılmıştır. Deneme, Tesadüf Parselleri Deneme Deseni' ne göre faktöriyel düzende 3 tekerrürlü olarak tam kontrollü iklim odasında yürütülmüştür. Araştırma sonucunda; tuz stresinin gövde uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Artan tuz konsantrasyonları yaprak dokularında iyon sızıntısını, yaprak sıcaklığını ve malonildialdehit (MDA) seviyesini artırırken, diğer büyüme ve fizyolojik parametreleri azaltmıştır. Çalışmada; en fazla kök uzunluğu (29.2 cm), gövde yaş ağırlığı (8.67 g), gövde kuru ağırlığı (2.88g), yaprak dokularında bağıl su içeriği (%56.6), yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksi (%79.7), yaprak alanı (%17.6) ve klorofil oranı (66.3) kontrol (0 mM NaCl) uygulamalarından elde edilirken, en yüksek yaprak dokularında iyon sızıntısı (% 61.4), yaprak sıcaklığı (19.3 °C) ve Malonildialdehit (MDA) seviyesi (0.464 nmol g⁻¹) 200 mM NaCl uygulamalarından tespit edilmiştir. Ayrıca, çeşitler arasında gövde uzunluğu, kök yaş ve kök kuru ağırlığı dışında diğer parametreler üzerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiş ve Gazipaşa yerfıstığı çeşidinin Arioğlu-2003 çeşidine göre tuz stresine kısmen daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir.

Effect of Salt Stress on Some Growth and Physiological Parameters of Peanut (*Arachis hypogea* L.) Varieties

Article Info

Received: 13.07.2020

Accepted: 14.12.2020

Online Published 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.768736

Keywords

Cultivar,

MDA,

Salinity stress,

Peanut, (*Arachis hypogea* L.).

Abstract: In this study, the effects of salt stress (0, 100, 200 mM NaCl) on some growth and physiological parameters of peanut (*Arachis hypogea* L.) cultivars (Arioğlu-2003 and Gazipaşa) were investigated. The experiment was carried out as a factorial experiment based on completely randomized design with 3 replicates under controlled growth chamber. As a result of the research; The effect of salt stress on shoot length, root fresh and dry weight was statistically insignificant. Increasing salt concentrations, while increasing ion leakage in leaf tissues, leaf temperature and malonyldialdehyde (MDA) level, it decreased other growth and physiological parameters. In the study; maximum root length (29.2 cm), shoot fresh weight (8.67 g), shoot dry weight (2.88 g), relative water content in leaf tissues (56.6%), membrane resistance index in leaf tissues (79.7%), leaf area (17.6%) and chlorophyll ratio (66.3) were obtained from control (0 mM NaCl) applications, while the highest ion leakage in leaf tissues (61.4%), leaf temperature (19.3 °C) and MDA level (0.464 nmol g⁻¹) were determined from 200 mM NaCl applications. In addition, statistically significant differences were found among the varieties on other parameters

except shoot length, root fresh and dry weight, and it was determined that Gazipaşa peanut variety was partially more resistant to salt stress than Arioğlu-2003 variety.

1. Giriş

Yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L.), baklagiller (Fabaceae) familyasına ait olup, tohumlarında % 45-55 oranında yağ, % 20-30 oranında protein, %18 oranında karbonhidrat, vitaminler ve mineral maddeler içermektedir. Yerfıstığı tohumları genellikle yağ sanayinde ve çerezlik olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, sapları yeşil ve kuru ot olarak hayvan beslenmesinde değerlendirilmektedir (Kılınççeker, 2019). Dünyada yerfıstığı ekim alanı 26.3 milyon hektar olup, üretim miktarı 45.5 milyon ton ve dekara ortalama kabuklu verim ise 174.0 kg/da' dır (FAO, 2017). Ülkemizde yerfıstığı ekimi 44.334 ha olup, 173.835 ton ürün ve kabuklu verim ise 392 kg/da' dır (TUİK, 2018).

Tuzluluk; bitkilerin yaşamlarını tehdit eden abiyotik stres kaynaklarının başlarında gelmektedir (Toprak ve Tunçtürk, 2018). Toprak tuzluluğu bitkide stres oluşturmada ve birçok değişime sebep olmaktadır. Bu değişimler; tuz çeşidi, stres seviyesi, strese maruz kalma süresi, bitki genotipinin tuza tolerans seviyesi ve bitkide hangi yaşam sürecine denk geldiğine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Dolayısıyla aynı tuzlu toprakta yetişen farklı bitkilerde stresin etkileri farklılık arz etmektedir. Bazı bitkiler yetiştirildikleri ortamda tuzluluğun artışına bağlı olarak çeşitli morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler anlamda değişimler başlatabilir ve stresin zararlarını en aza indirip hayatlarını devam ettirebilirken, bazı bitkilerde stresi tolere edebilecek mekanizmalar yeterli olamamakta ve hayatta kalma şansları azalmaktadır (Çulha ve Çakırlar, 2011). Toprakta tuz artışına bağlı olarak yeterince su alamayan bitki ozmotik strese girmektedir (Reinhardt ve Rost, 1995). Bu durum; hücre büyümesinin yavaşlamasına, sürgün gelişiminin sekteye uğramasına sebep olmaktadır. Toprakta Na^+ ve Cl^- iyonlarının artışı K^+ , Ca^{+2} ve NO^{-3} gibi bazı anyon ve katyonların alınımının engellenmesine, bitkide besin elementi eksikliği ve dengesizliğinin meydana gelmesine (Hu ve Schmidhalter, 2005), hücre büyüme ve gelişiminin olumsuz yönde etkilenmesine bağlı olarak da kök ve sürgünlerde hücresel aktivitenin azalmasına sebep olmaktadır (Bursens ve ark., 2000). Tüm bu faktörlere bağlı olarak toprak altı ve üstü aksamlarda uzunluk ve ağırlıkça azalmalar, tuzun etkisini azaltma amacıyla kök bölgesinde ligninleşme, yaprak boyutu, kalınlığı ve sayısında azalmalar (Mohammad ve ark., 1998), çiçeklenme zamanında değişimler ve çiçek sayısında azalmalar (Munns, 2002) meydana gelmektedir. Tuz stresinde bitkilerde aktif oksijen türleri (serbest radikaller) meydana gelerek hücre zarı lipitlerinin oksitlenmesine, DNA, RNA ve klorofil pigmentlerinin bozulmasına (Mittler, 2002) ve klorofil pigmentlerinde azalmaların ortaya çıkmasına ve sonuç olarak da fotosentez reaksiyonu sonucu üretilen primer metabolitlerin yeterince üretilmemesine sebep olduğu bildirilmiştir (Parida ve Das, 2005).

Tuz stresine duyarlı olan yerfıstığı bitkisinin tuzlu topraklarda yetiştirilmesi sonucu; çimlenme sorunları, vejetatif ve generatif büyümede gerileme, tohum veriminde azalmaların meydana geldiği bilinmektedir. Bu sebeple yerfıstığının ilk gelişme döneminde tuza tolerans seviyelerinin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, ülkemizde yaygın tarımı yapılan yerfıstığı çeşitlerinin abiyotik stres faktörlerinden biri olan tuz stresine karşı tolerans durumunun tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Deneme, 2019 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü' ne ait tam kontrollü iklim odasında yürütülmüştür. Araştırmada tohumluk materyali olarak Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünden (Arioğlu-2003) ve Batı Akdeniz Araştırma Enstitüsünden (Gazipaşa) temin edilen tescilli çeşitler kullanılmıştır. Çalışma öncesinde çok sayıda çeşit üzerinde yapılan ön denemeler sonucu çimlenme, çıkış ve büyüme ile ilgili gözlemlerde Arioğlu-2003 ve Gazipaşa çeşitlerinin ön plana çıkması denemeye alınmalarında etkili olmuştur. Denemede kullanılan Virginia tipi çeşitlerden, Gazipaşa çeşidinin meyve verimi 300-400 kg/da, yağ oranı % 50-52 ve protein oranı % 20; Arioğlu-2003 çeşidinin meyve verimi 450-550 kg/da, yağ oranı % 52 ve protein oranı % 25' tir (Kadiroğlu, 2013).

Deneme, Tesadüf Parselleri Deneme Deseni' ne göre faktöriyel düzende 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırmada, 2 farklı yerfistiği çeşidi (Arioğlu-2003 ve Gazipaşa) ve 3 farklı tuz konsantrasyonu (0, 100 ve 200 mM NaCl) kullanılmıştır. Araştırmada, yerfistiği tohumları 1/3 perlit ve 2/3 toprak karışımı ile doldurulan 500 cc' lik plastik bardak saksılara 3' er adet ekilmiştir. Ekimden sonra saksılar 16/8 saatlik aydınlık/karanlık fotoperiyotta, 25°C sıcaklık % 65 neme sahip tam kontrollü iklim odasına yerleştirilmiştir. Çıkıştan sonra her saksıda birer adet bitki olacak şekilde tekleme yapılmıştır. Ekimle birlikte tuz uygulamalarının başladığı 27. güne kadar (kontrol grubu hasada kadar) her saksıya gün aşırı olmak üzere 50 ml saf su verilmiştir. Tüm bitkilere ekimden 2 hafta sonra temel gübreleme olarak amonyum sülfat (11.4 g/l), triple süper fosfat (2.86 g/l) ve potasyum sülfat (3.45 g/l) gübre solüsyonu sulama suyuna katılarak uygulanmıştır. Kontrol grubu hariç diğer bitkilere ekimden 27 gün sonra 100 ve 200 mM NaCl tuz solüsyonu, gün aşırı olmak üzere toplam 8 kez uygulanmıştır Bitkilerde fizyolojik sorunlar belirdiğinde (ekimden 45 gün sonra) gerekli analizler yapılmak üzere deneme sonlandırılmıştır.

Bitkinin kök ve gövde yaş ağırlıkları alındıktan sonra, kuru ağırlıklarını tespit etmek amacıyla bitkinin kök ve gövde kısımları ayrı ayrı kese kâğıtlarına konularak 105 °C sıcaklıkta 24 saat boyunca etüvde kurutulduktan sonra tartım işlemleri yapılmıştır. Yaprak alanı ölçümleri; Easy Leaf Area programı kullanılarak, klorofil içeriği; taşınabilir klorofil metre cihazı (Minolta SPAD-502, Osaka, Japan) yardımıyla, yaprak sıcaklığı; infrared termometre (Spectrum Technologies) ile yaprak dokularında bağıl (oransal) su içeriği; Arora ve ark. (2002), yaprak dokularında iyon sızıntısı ve yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksi; Premchandra ve ark. (1990) ve Sairam, (1994) yöntemlerine göre belirlenmiştir. Malondialdehit miktarı (MDA) ise Heath ve Packer, 1968; Sairam ve Saxena, (2000) esaslarına göre yapılmıştır.

Araştırma sonucunda elde edilen veriler faktöriyel düzende kurulan Tesadüf Parselleri Deneme Deseni' ne göre varyans analizine tabi tutulmuştur. İstatiksel hesaplamalar COSTAT (6.3 versiyonu) bilgisayar analiz programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma testi' ne göre belirlenmiştir (Düzgüneş ve ark., 1987).

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada, yapılan varyans analizi sonucuna göre; gövde uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı dışında incelenen tüm özellikler bakımından tuz dozları ve çeşitler arasında istatistiksel farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Kök uzunluğu üzerine tuz konsantrasyonları, çeşit ve tuz konsantrasyonları x çeşit interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Çeşitler bakımından en uzun kök 28.2 cm ile Gazipaşa çeşidinden, en kısa kök ise 25.3 cm ile Arioğlu-2003 çeşidinden elde edilmiştir. Tuz konsantrasyonları bakımından ise en uzun kökler 29.2 cm ile kontrol grubundan elde edilirken, en düşük kök uzunluğu değeri, 23.8 cm ile 200 mM tuz uygulamalarından ölçülmüştür. Tuz x çeşit interaksyonunda ise en uzun kökler 29.2 cm ile Arioğlu-2003 çeşidinin kontrol grubundan tespit edilirken, aynı çeşidin 200 mM uygulamaları dışında tüm kombinasyonlar aynı Duncan grubunda yer almıştır. Delgado ve Sanchez-Raya, (2007) ayçiçeğinde, Silva ve ark. (2019) krambe bitkisinde yaptıkları çalışmalarda tuz konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak kök ve sürgün gelişiminin olumsuz yönde etkilendiğini bildirmişlerdir. Kök uzunluğunun azalması; kök bölgesinde osmotik basıncın yükselmesi ile birlikte su alımının azalması ve buna bağlı hücre büyüme ve bölünmesinde azalmaların meydana gelmesinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Al-Karaki, 2001). Çalışma bulguları araştırmacı sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 1'de görüldüğü gibi gövde uzunluğu üzerine tuz konsantrasyonları, çeşit ve T x Ç interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Çeşitler arasında gövde uzunluğu değeri 20.3 ile 20.5 cm arasında değişirken, tuz uygulamaları bakımından gövde uzunluğu değeri ise 19.5-21.4 cm arasında belirlenmiştir. Aydınşakir ve ark. (2015), yerfistiğinde tuz konsantrasyonlarının (0.5, 100, 200, 400, 800, 1600 mM) bazı büyüme parametreleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada; 400 mM' a kadar olan tuz uygulamalarının gövde uzunluğu üzerinde önemli etkisinin olmadığını ancak 400 mM' dan sonraki artan tuz konsantrasyonlarının gövde uzunluğunu azalttığını bildirmişlerdir. Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda; Tavili ve Biniaz (2009), *Hordeum vulgare* ve *Hordeum bulbosum* bitkilerinde farklı tuz uygulamalarının 180 mM yoğunluğa kadar bitki boyunu önemli derecede etkilemediğini, Jampeetong ve Brix (2009), *Salvinia natans* türünde tuz uygulamalarının (50, 100 ve 150 mM) gövde uzunluğu üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak

önemsiz olduğunu bildirirken, çalışma bulgularımızdan farklı olarak mercimek ve mısırdaki tuz uygulamalarının gövde uzunluğunu azalttığı tespit edilmiştir (Yakıt ve Tuna, 2006; Tepe ve Aydemir, 2017).

Çizelge 1. Yerfistiği çeşitlerinde tuz stresi koşullarının bazı büyüme parametreleri üzerine etkisi

Uygulamalar		Kök Uzunluğu (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)	Kök Yaş Ağırlığı (g)	Gövde Yaş Ağırlığı (g)
Çeşitler	Tuz Konsant.				
Arioğlu-2003	Kontrol (0 mM)	29.2 a	20.9	4.78	8.21
	100 mM	26.3 a	20.6	4.14	7.08
	200 mM	20.4 b	19.5	3.40	5.39
	Ortalama	25.3 ± 2.59 b	20.3 ± 0.43	4.10 ± 0.40	6.89 ± 0.82 b
Gazipaşa	Kontrol (0 mM)	29.1 a	21.8	5.36	9.12
	100 mM	28.3 a	20.3	4.99	7.43
	200 mM	27.1 a	19.4	4.11	5.85
	Ortalama	28.2 ± 0.58 a	20.5 ± 0.70	4.82 ± 0.37	7.47 ± 0.94 a
Tuz Konsant. Ort.	Kontrol (0mM)	29.2 ± 0.05 a	21.4 ± 0.45	5.07 ± 0.29	8.67 ± 0.46 a
	100 mM	27.3 ± 1.00 b	20.5 ± 0.15	4.57 ± 0.43	7.25 ± 0.18 b
	200 mM	23.8 ± 3.25 c	19.5 ± 0.05	3.75 ± 0.36	5.62 ± 0.23 c
Tuz Konsantrasyonu (T)		**	öd	öd	**
Çeşit (Ç)		**	öd	öd	*
T x Ç		**	öd	ö	öd
Varyasyon Katsayısı		5.21	7.34	19.7	6.72

*p<0.05 düzeyinde, ** P<0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil.
Aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Çizelge 1' de görüldüğü gibi, kök yaş ağırlığı üzerine tuz konsantrasyonları, çeşit ve T X Ç interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Çeşitler bakımından kök yaş ağırlığı 4.10-4.82 g arasında, tuz konsantrasyonları bakımından ise kök yaş ağırlığı değeri 3.75 ve 5.07 g arasında değişiklik göstermiştir. Osuagwu ve Udogu (2014), farklı tuz konsantrasyonlarının yerfistiği üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, tuz konsantrasyonlarının kök yaş ağırlığını azalttığı ancak bu azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit ettikleri çalışma sonuçları ile araştırma sonuçlarımız uyum içerisindedir. Ayrıca, farklı çalışmalarda da tuz stresinin kök yaş ağırlığında azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Hernandez ve ark., 1995; Ali Dinar ve ark., 1999; Chartzoulakis ve Klapaki, 2000).

Gövde yaş ağırlığı üzerine çeşitlerin % 5, tuz konsantrasyonlarının etkisi % 1 düzeyinde önemli olmasına rağmen T x Ç interaksyonu bakımından istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Çeşitler arasından en yüksek gövde yaş ağırlığı değeri 7.47 g ile Gazipaşa çeşidinden, en düşük değer ise 6.89 g olarak Arioğlu-2003 çeşidinden elde edilmiştir. Tuz konsantrasyonları bakımından en yüksek değer 8.67 g ile kontrol grubundan, en düşük değer ise 5.62 g ile 200 mM NaCl uygulamasından elde edilmiştir. Tuz dozlarının artışına paralel olarak gövde yaş ağırlığı da önemli derecede azalmıştır. Osuagwu ve Udogu (2014) ile Satu ve Shahrear (2019) yerfistiğinde, Wang ve ark. (2019), hindistan cevizinde, tuz konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak gövde yaş ağırlığında azalmaların meydana geldiğini bildirdikleri araştırma sonuçları ile bulgularımızla benzerlik göstermektedir.

Kök kuru ağırlığı üzerinde araştırma faktörlerinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Çeşitlerden elde edilen kök kuru ağırlığı 0.83-0.91 g olarak belirlenmiştir. Tuz konsantrasyonları bakımından kök kuru ağırlığı değeri ise 0.77-0.96 g arasında belirlenmiştir. Acar ve ark., (2011) bezelyede, Hassanpouraghdam ve ark., (2019), biberiyede farklı tuz konsantrasyonlarının büyüme parametreleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, değişen tuz konsantrasyonlarının kök kuru ağırlığı üzerine önemli etkide bulunmadığını tespit ettikleri araştırma bulguları, bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ile uyumlu iken, farklı çalışmalarda tuz uygulamalarının kök kuru ağırlığında azalmaya neden olduğu bildirilmektedir (Hernandez ve ark., 1995; Ali Dinar ve ark., 1999; Chartzoulakis ve Klapaki, 2000).

Bu çalışmada, gövde kuru ağırlığı üzerine çeşitlerin etkisi % 5, tuz konsantrasyonlarının etkisi % 1 düzeyinde önemli bulunurken, T x Ç interaksyonu bakımından istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Çeşitler arasından en yüksek gövde kuru ağırlığı değeri 2.58 g ile Gazipaşa çeşidinden, en düşük değer ise 2.34 g olarak Arioğlu-2003 çeşidinden elde edilmiştir. Tuz

konsantrasyonları bakımından en yüksek değer 2.88 g ile kontrol grubundan, en düşük değer ise 2.07 g ile 200 mM tuz uygulamasından elde edilmiştir. Çalışma bulgularımızla benzer olarak, farklı yerfistiği çeşitlerinde, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak gövde kuru ağırlığında azalmaların meydana geldiği bildirilmiştir (Satu ve Shahrear, 2019; Steiner ve ark., 2019).

Çizelge 2. Yerfistiği çeşitlerinde tuz stresi koşullarının bazı büyüme ve fizyolojik parametreler üzerine etkisi

Uygulamalar		Kök Kuru Ağırlığı (g)	Gövde Kuru Ağırlığı (g)	Yapr. Dok. Bağ. Su İçeriği (%)	Yapr. Dok. İyon Sız. Oranı (%)
Çeşitler	Tuz Konsant.				
Arioğlu-2003	Kontrol (0 mM)	0.94	2.73	53.9ab	29.8 d
	100 mM	0.81	2.25	41.8cd	49.0 bc
	200 mM	0.75	2.05	32.9e	68.6 a
	Ortalama	0.83 ± 0.45	2.34 ± 0.43 b	42.9 ± 6.09b	49.2 ± 11.2 a
Gazipaşa	Kontrol (0 mM)	0.98	3.03	59.2a	13.6 e
	100 mM	0.96	2.63	47.2bc	43.5 c
	200 mM	0.80	2.09	36.8de	54.2 b
	Ortalama	0.91 ± 0.51	2.58 ± 0.73 a	47.7 ± 6.47a	37.1 ± 12.3 b
Tuz Konsant. Ort.	Kontrol (0 mM)	0.96 ± 0.27	2.88 ± 0.71 a	56.6 ± 2.65 a	21.7 ± 8.75 c
	100 mM	0.88 ± 0.42	2.44 ± 0.79 b	44.5 ± 2.70 b	46.2 ± 2.75 b
	200 mM	0.77 ± 0.35	2.07 ± 0.81 c	34.9 ± 1.95 c	61.4 ± 7.20 a
Tuz Konsantrasyonu (T)		öd	**	**	**
Çeşit (Ç)		öd	*	**	**
T x Ç		öd	öd	**	**
Varyasyon Katsayısı		15.9	6.19	4.87	5.20

*p<0.05 düzeyinde, ** P<0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil.
Aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistikse lolarak fark yoktur.

Yaprak dokularında bağıl su içeriği üzerine tuz konsantrasyonlarının, çeşitlerin ve T x Ç interaksiyonunun % 1 oranında istatistiksel olarak önemli etkisinin bulunduğu tespit edilmiştir. Çeşitler arasında ise en yüksek değer % 47.7 ile Gazipaşa, en düşük değer % 42.9 ile Arioğlu-2003 çeşidinden elde edilmiştir. Tuz uygulamaları bakımından, en yüksek bağıl su içeriği değeri % 56.5 ile kontrol grubundan, en düşük değer ise % 34.9 ile 200 mM tuz uygulamasından elde edilmiştir. Tuz x çeşit interaksiyonunda en yüksek değer % 59.2 ile Gazipaşa çeşidinin kontrol grubundan elde edilmiştir. Konu ile ilgili çalışmalarda; çeltik ve yerfistiği bitkilerinde artan tuz dozlarının yaprak dokularında bağıl su içeriğinde azalmalara neden olduğunu tespit ettikleri araştırma bulguları ile çalışma bulgularımız benzerdir (Nguyen ve ark., 2005; Kavas ve ark., 2015).

Hücre zarının stabilitesi ve bütünlüğünün bir göstergesi olan iyon sızıntısı, bitkilerde stres toleransını ortaya koyan önemli bir parametre olarak kullanılmaktadır (Kocheva ve ark., 2004). İyon sızıntısının belirlenmesi; çevresel stresler ile büyüme, gelişme ve genotipik değişimlerin membran bütünlüğü arasındaki ilişkiyi belirlemek için gereklidir. Stres uygulamaları sonucu sızıntı miktarının belirlenmesi, doku zararlanmalarının tespitine olanak sağlamaktadır (Palta ve ark., 1982). Ayrıca MDA artışı ile iyon sızıntısı arasında pozitif bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Lutts ve ark., 1996).

Çizelge 2' de görüldüğü gibi yaprak dokularında iyon sızıntısı üzerine tuz, çeşit ve tuz x çeşit interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak % 1 oranında farklılık göstermektedir. Tuz konsantrasyonları arasında en yüksek değer % 61.4 ile 200 mM tuz uygulamalarından, en düşük değer ise % 21.7 ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Çeşitler arasında ise en yüksek değer % 49.2 ile Arioğlu-2003 çeşidinden, en düşük değer ise % 37.1 ile Gazipaşa çeşidinden elde edilmiştir. Tuz konsantrasyonu x çeşit interaksiyonunda, en yüksek değer % 68.6 ile Arioğlu-2003 çeşidinin 200 mM tuz uygulamasından tespit edilmiştir. Membran hasarına yol açan oksidatif etkenler zar geçirgenliğinde anormallikler meydana getirmekte ve hücre bütünlüğünün bozulmasına sebep olmaktadır. Çalışma bulgularımız ile uyumlu olarak, Assaha ve ark. (2016), yulafta; Liu ve ark. (2011), asperde abiyotik stres şartlarının yaprak dokularında iyon sızıntısını arttırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca, yerfistiğinde yapılan bir çalışmada, artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak iyon sızıntısının arttığı bildirilmiştir (Kavas ve ark., 2015).

Çalışmada, yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksi üzerine tuz, çeşit ve tuz x çeşit interaksiyonunun etkisi istatistiki anlamda % 1 oranında önemli bulunmuştur. Tuz konsantrasyonları arasında en yüksek değer % 79.7 ile kontrol grubundan, en düşük değer ise % 38.6 ile 200 mM tuz

uygulamasından elde edilmiştir. Çeşitler arasında en yüksek değer % 63.9 ile Gazipaşa, en düşük değer ise % 50.8 ile Arıoğlu-2003 çeşidinden elde edilmiştir. T x Ç interaksiyonunda ise en yüksek değer % 89.4 ile Gazipaşa çeşidinin kontrol grubundan elde edilmiştir. Farghaly ve ark. (2016), ayçiçeğinde, Kaya (2011), fasulye bitkisinde, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak membran dayanıklılık indeksinin azaldığını bildirmişlerdir.

Yaprak alanı üzerinde tuz, çeşit ve tuz x çeşit interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çeşitler arasında en yüksek değer 17.5cm² ile Gazipaşa, en düşük değer ise 12.8 cm² ile Arıoğlu çeşidinden elde edilmiştir. Tuz uygulamaları arasında en yüksek değer 17.6 cm² ile kontrol grubundan, en düşük değer ise 13.2 cm² ile 100 mM tuz uygulamalarından elde edilmiştir. 100 ve 200 mM tuz uygulamaları arasında istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir. Tuz x çeşit interaksiyonunda en yüksek değer 22.2 cm² ile Gazipaşa çeşidinin kontrol grubundan elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarımız, tuz stresine maruz kalan bitkilerde stomaların kapalı olduğu, bünyelerindeki nemi asgariye indirmek için yaprak alanlarının küçüldüğü (Yaşar, 2003), aspir bitkisinde tuz stresi uygulamalarında artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak yaprak alanında azalmaların olduğu (Kara ve ark., 2019), farklı stres şartlarında yetiştirilen kavun bitkisinde kontrole göre bitki boyu ve çapı, yaprak sayısı ve alanında azalmaların olduğuna (Kuşvuran ve ark., 2011) dair araştırıcı sonuçları ile uyum içerisindedir.

Çizelge 3. Yerfıstığı çeşitlerinde tuz stresi koşullarının bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisi

Uygulamalar		Yapr. Dok.	Yaprak Alanı (c	Klorofil Oranı	Yaprak Sıcaklığı	MDA
Çeşitler	Tuz Konsant.	Memb. Day. İndeksi	m ²)	(SPAD)	(°C)	(nmol g ⁻¹)
Arıoğlu- 2003	Kontrol (0 mM)	70.1 b	13.0 b	61.8 a	19.1	0.287 d
	100 mM	51.0 cd	11.3 b	65.8 a	19.4	0.433 b
	200 mM	31.3 e	14.2 b	57.2 b	20.0	0.513 a
	Ortalama	50.8 ± 11.2b	12.8 ± 0.84b	61.6 ± 2.28b	19.5 ± 0.27a	0.411 ± 0.066a
Gazipaşa	Kontrol (0 mM)	89.4 a	22.2 a	70.7 a	17.2	0.335 cd
	100 mM	56.5 c	15.1 b	61.4 b	18.3	0.380 bc
	200 mM	45.8 d	15.2 b	63.0 b	18.6	0.415 b
	Ortalama	63.9 ± 13.1a	17.5 ± 2.35a	65.1 ± 2.87a	18.0 ± 0.43b	0.377 ± 0.023b
Tuz Konsant. Ort.	Kontrol (0 mM)	79.7 ± 9.65 a	17.6 ± 4.60 a	66.3 ± 4.45 a	18.2 ± 0.95 b	0.311 ± 0.95c
	100 mM	53.7 ± 2.75 b	13.2 ± 1.90 b	63.6 ± 2.20 a	18.9 ± 0.55 a	0.407 ± 0.55b
	200 mM	38.6 ± 7.25 c	14.7 ± 0.50 b	60.1 ± 2.90 b	19.3 ± 0.70 a	0.464 ± 0.70a
Tuz Konsantrasyonu (T)		**	**	**	**	**
Çeşit (Ç)		**	**	*	**	**
T x Ç		**	**	**	öd	*
Varyasyon Katsayısı		5.36	12.3	4.32	2.39	5.86

*p<0.05 düzeyinde, ** P<0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil.
Aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Çizelge 3' de görüldüğü gibi klorofil oranı üzerine tuz konsantrasyonları ile tuz konsantrasyonları x çeşit interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 seviyesinde, çeşitler arasında ise % 5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Çeşitler arasında en yüksek değer 65.1 ile Gazipaşa çeşidinden, en düşük değer ise 61.6 ile Arıoğlu-2003 çeşidinden elde edilmiştir. Tuz uygulamaları bakımından en yüksek değer 66.3 ile kontrol grubundan elde edilirken, 100 mM tuz konsantrasyonu ile aynı Duncan grubunda yer almıştır. En düşük değer ise 60.1 ile 200 mM tuz uygulamalarından elde edilmiştir. Tuz konsantrasyonları x çeşit interaksiyonunda en yüksek klorofil oranı 70.7 ile Gazipaşa çeşidinin kontrol grubundan elde edilirken, Arıoğlu-2003 çeşidinin kontrol ve 100 mM tuz uygulamaları ile aynı Duncan grubunda yer aldığı Çizelge 3' te izlenebilmektedir. Konu ile ilgili yapılan bir çalışmada; Yakıt ve Tuna (2006), tuz stresi altında yetiştirilen mısır bitkisinin metabolik faaliyetlerinin aksadığını ve klorofil aktivasyonunun olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, kavunda yapılan bir çalışmada tuzluluk oranının artışına bağlı olarak klorofil miktarlarında azalmaların olduğu belirtilmiştir (Kaya ve ark., 2007; Kuşvuran ve ark., 2008).

Yaprak sıcaklığı üzerine tuz konsantrasyonları ve çeşitler arasında istatistiksel olarak % 1 seviyesinde önemli farklılıklar tespit edilirken, T X Ç interaksiyonunun etkisi önemli bulunmamıştır. Tuz uygulamaları bakımından en yüksek yaprak sıcaklığı değeri 19.3°C ile 200 mM tuz uygulamalarından elde edilirken, 100 mM tuz uygulamaları ile aynı Duncan grubunda yer almıştır. En düşük değer ise 18.2°C ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Çeşitler arasında en yüksek değer 19.5°C

ile Arıoğlu-2003, en düşük değer ise 18.0°C ile Gazipaşa çeşidinden elde edilmiştir. Akçay ve Eşitken (2017), elmada, Wu ve Zou, (2009) armutta yaptıkları çalışmada tuz uygulamalarının yaprak sıcaklığını kontrole göre arttırdığını bildirdikleri araştırma sonuçları ile çalışma bulgularımız uyumludur.

Bu çalışmada malonildialdehit (MDA) seviyesi üzerine tuz konsantrasyonlarının ve çeşitlerin etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, T X Ç interaksiyonunun etkisi % 5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Tuz konsantrasyonları bakımından en yüksek değer 0.464 ile 200 mM tuz uygulamasından elde edilirken, en düşük değer 0.311 ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Çeşitler arasında en yüksek değer 0.411 ile Arıoğlu-2003 çeşidinden, en düşük değer ise 0.377 ile Gazipaşa çeşidinden elde edilmiştir. T x Ç interaksiyonunda en yüksek değer 0.513 ile Arıoğlu-2003 çeşidinin 200 mM tuz uygulamasından elde edilmiştir. Kavas ve ark. (2015), yerfistığında, Kara ve ark. (2019), ekinezyada yaptıkları çalışmada, artan tuz konsantrasyonlarının MDA düzeyini arttırdığını bildirdikleri çalışma sonuçları, bulgularımızı destekler niteliktedir.

4. Sonuç

Kuraklık, tuzluluk, radyasyon, kimyasal maddeler, yüksek sıcaklık veya don gibi abiyotik stresler bitkilerin fizyolojik işlevlerinde farklılıklara neden olmaktadır. Toprakta biriken tuzlar, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini bozmakta ve bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. Tuz stresi bitkilerdeki tüm metabolizmayı, büyümeyi ve gelişmeyi olumsuz etkileyerek yetiştirilen bitkinin veriminde azalmalara neden olmaktadır. Bu durum, toprak çözeltisinin yoğunluğuna bağlı olduğu kadar, bitkinin tuzluluğa olan toleransı ile ilgilidir. Araştırmada, tuz stresi koşullarında yetiştirilen yerfistığı bitkisinin yaprak dokularında iyon sızıntısı, yaprak sıcaklığı ve malonildialdehit (MDA) düzeyinde artışlar tespit edilirken, diğer büyüme ve fizyolojik parametrelerde tuz konsantrasyonunun artması sonucu düşüşler gözlenmiştir. Ayrıca, çeşitler arasında gövde uzunluğu, kök yaş ve kök kuru ağırlığı dışında diğer parametreler üzerinde önemli farklılıklar tespit edilmiş ve Gazipaşa yerfistığı çeşidinin Arıoğlu-2003 çeşidine göre tuz stresine kısmen daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir.

Kaynakça

- Acar, R., Yorgancılar, M., Atalay, E., & Yaman, C. (2011). Farklı tuz uygulamalarının bezelyede (*Pisum sativum* L.) bağıl su içeriği, klorofil ve bitki gelişimine etkisi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 25 (3), 42-46.
- Akçay, D., & Eşitken, A. (2017). MM106 anacı ve üzerine aşılı Golden Delicious elma çeşidine tuz stresinin etkileri. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(2), 228-232.
- Ali Dinar, H.M., Ebert, G., & Ludders, P. (1999). Growth, chlorophyll content, photosynthesis and water relations in guava (*Psidium guajava* L.) under salinity and different nitrogen supply. *Gartenbauwissenschaft*, 64, 54- 59.
- Al-Karaki, G.N. (2001). Germination, sodium, and potassium concentrations of barley seeds as influenced by salinity. *Journal of Plant Nutrition*, 24, 511-512.
- Arora, A., Sairam, R.K., & Srivastava, G.C. (2002). Oxidative stres and antioxidative systems in plants. *Current Science*, 82(10), 1227-1238.
- Assaha, D.V.M., Liu, L., Ueda, A., Nagaoka, T., & Saneoka, H. (2016). Effects of drought stress on growth, solute accumulation and membran stability of leafy vegetable, huckleberry (*Solanum scabrum* mill.). *Journal of Environmental Biology*, 37(1), 107.
- Aydınsakir, K., Büyüktaş, D., Dinç, N., & Karaca, C. (2015). Impact of salinity stress on growing, seedling development and water consumption of peanut (*Arachis hypogaea* cv. NC-7). *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2), 77-84.
- Burssens, S., Himanen, K., Cotte, B.V., Beeckman, T., Montagu, M.V., Inze, D. & Verbruggen, N. (2000). Expression of cell cycle regulatory genes and morphological alterations in responseto salt stress in *Arabidopsis thaliana*. *Planta*, 211, 632-640.
- Chartzoulakis, K.S., & Klapaki, G. (2000). Response of two green house pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia horticulturae*, 86 (33), 247-260.
- Çulha, Ş., & Çakırlar, H. (2011). Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(2), 11-34.

- Delgado, I.C., & Sanchez-Raya, A. J. (2007). Effects of sodium chloride and mineral nutrients on initial stages of development of sunflower life. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 38, 2013-2027.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., & Gürbüz, F. (1987). *Araştırma ve Deneme Metotları*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 381s.
- FAO. (2017). FAO Statistical Databases. <http://www.fao.org>. Erişim tarihi: 20.02.2020
- Farghaly, F. A., Radi, A. A., Abdel-Wahab, D. A., & Hamada, A. M. (2016). Effect of salinity and sodicity stresses on physiological response and productivity in *Helianthus annuus*. *Acta Biologica Hungarica*, 67 (2), 184-194.
- Hassanpouraghdam, M. B., Mehrabani, L. V., & Tzortzakis, N. (2019). Foliar application of nano-zinc and iron affects physiological attributes of *Rosmarinus officinalis* and quietens NaCl salinity depression. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 1-11.
- Heath, R. L., & Packer, L. (1968). Photo peroxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of biochemistry and biophysics*, 125(1), 189-198.
- Hernandez, J.A., Olmos, E., Corpas, F.J., Sevilla, F., & Del Rio, L.A. (1995). Salt- induced oxidative stress in chloroplasts of pea plants. *Plant Science*, 105, 151-167.
- Hu, Y., & Schmidhalter, U. (2005). Drought and Salinity: A Comparison of Their Effects on Mineral Nutrition of Plants. *Journal of Plant Nutrient and Soil Science*, 168, 541-549.
- Jampeetong, A., & Brix, H., (2009). Effects of NaCl salinity on growth, morphology, photosynthesis and proline accumulation of *Salvinia natans*. *Aquatic Botany*, 91, 181-186.
- Kadiroğlu, A. (2013). *Yerfistiği Yetiştiriciliği*. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, s.9-16.
- Kara, A., Tunçtürk, M., & Tunçtürk, R. (2019). Ekinezya (*Echinaceae purpurea* L.) bitkisinde tuz stresi ve deniz yosunu uygulamalarının bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisinin araştırılması. *Derim*, 36 (2), 199-206.
- Kavas, M., Akça, O. E., Akçay, U. C., Peksel, B., Eroğlu, S., Öktem, H. A., & Yücel, M. (2015). Antioxidant responses of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seedlings to prolonged salt-induced stress. *Archives of Biological Sciences*, 67(4), 1303-1312.
- Kaya, C., Tuna, A.L., Ashraf, M., & Altunlu, H. (2007). Improved salt tolerance of melon by addition of proline and potassium nitrate. *Environmental and Experimental Botany*, 60, 397-403.
- Kaya, E. (2011). *Erken bitki gelişme aşamasında kuraklık ve tuzluluk streslerine tolerans bakımından fasulye genotipinin taranması*. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 212 sayfa, Adana.
- Kılınççeker, M.B. (2019). *Çukurova koşullarında yetiştirilen bazı virginia tipi yerfistiği çeşitlerinin önemli kalite özelliklerinin belirlenmesi*. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 82 sayfa, Adana.
- Kocheva, K., Lambrev, P., Georgiev, G., Goltsev, V., & Karabaliyev, M. (2004). Evaluation of chlorophyll fluorescence and membrane injury in the leaves of barley cultivars under osmotic stress. *Bioelectrochemistry*, 63(1), 121-124.
- Kuşvuran, Ş., Daşgan Yıldız H., & Abak, K. (2011). Farklı kavun genotiplerinin kuraklık stresine tepkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(3):209-219
- Kuşvuran, Ş., Yaşar, F., Abak, K., & Ellialtıoğlu, Ş. (2008). Tuz stresi altında yetiştirilen tuza tolerant ve duyarlı *Cucumis sp.*'nin bazı genotiplerinde lipid peroksidasyonu, klorofil ve iyon miktarlarında meydana gelen değişimler. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 18 (1), 13-20.
- Liu, C., Liu, Y., Guo, K., Fan, D., Li, G., Zheng, Y., Yu, L., & Yang, R. (2011). Effect of drought on pigments, osmotic adjustment and antioxidant enzymes in six wood plant species in karst habitats of South western China. *Environmental and Experimental Botany*, 71(2), 174-183.
- Lutts, S., Kinet, J.M., & Bouharmont, J. (1996). NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany*, 78, 389-398.
- Mittler, R. (2002). Oxidative stress, antioxidant and stress tolerance. *Trends in Plant Science*, 7, 405-410.
- Mohammad, M., Shibli, R., Ajlouni, M., & Nimri, L. (1998). Tomato Root and Shoot Responses to Salt Stress Under Different Levels of Phosphorus Nutrition. *Journal of Plant Nutrition*, 21(8), 1667-1680.

- Munns, R. (2002). Comparative Physiology of Salt and Water Stress. *Plant Cell and Environment*, 25, 239-250.
- Nguyen, H. T. T., Shim, I. S., Kobayashi, K., & Usui, K. (2005). Effects of salt stress on ion accumulation and antioxidative enzyme activities of *Oryza sativa* L. and *Echinochloa oryzicola* Vasing. *Weed Biology and Management*, 5(1), 1-7.
- Osuagwu, G. G. E., & Udogu, O. F. (2014). Effect of salt stress on the growth and nitrogen assimilation of *Arachis hypogea*L. *Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 9(5), 51-54.
- Palta, J. P., Jensen, K. G., & Li, P. H. (1982). Cell membrane alterations following a slow freeze-thaw cycle: ion leakage, injury and recovery. In *Plant cold hardiness and freezing stress* (pp. 221-242). Academic Press.
- Parida, A.K., & Das, A.B. (2005). Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants: A Review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60, 324-349.
- Premchandra, G.S., Saneoka, A., & Ogato, S. (1990). Cell membrane stability, an indicator of drought tolerance, as affected by applied nitrogen in soybean. *Journal of Agriculture Science Camb*, 115 (1), 63-66.
- Reinhardt, D.H., & Rost, T. L. (1995). On the correlation of the primary root growth and treachery element size and distance from the tip in cotton seedlings grown under salinity. *Environmental and Experimental Botany*, 35, 575-588.
- Sairam, R.K. (1994). Effect of moisture stress on physiological activities of two contrasting wheat genotypes. *Indian Journal of Experimental Biology*, 32, 594-597.
- Sairam, R. K., Saxena, D.C. (2000). Oxidative stress and antioxidants in wheat genotypes: possible mechanism of water stress tolerance. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 184 (1), 55-61.
- Satu, S. I., & Shahrear, A. (2019). Effects of Salinity on the Growth and Development of Groundnut plant (*Arachis hypogaea* L.). *Journal of Bangladesh Academy of Sciences*, 43 (1), 25-30.
- Silva, M. F. D., Araújo, E. F., Silva, L. J. D., Amaro, H. T. R., Dias, L. A. D. S., & Dias, D. C. F. D. S. (2019). Tolerance of crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) to salinity and water stress during seed germination and initial seedling growth. *Ciência e Agrotecnologia*, 43.
- Steiner, F., Zuffo, A. M., Busch, A., Sousa, T. D. O., & Zoz, T. (2019). Does seed size affect the germination rate and seedling growth of peanut under salinity and water stress. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 49.
- Tavili, A., & Biniaz, M. (2009). Different salt effects on the germination of *Hordeum vulgare* and *Hordeum bulbosum*. *Pakistan journal of nutrition*, 8, 63-68.
- Tepe, H. D., & Aydemir, T. (2017). Farklı konsantrasyonlarda tuz stresi uygulanmış mercimek bitkilerine (*Lens culinaris*) bor ilavesinin bitki mineral değişimi üzerindeki etkileri. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 13 (3), 769-775.
- Toprak, T., & Tunçtürk, R. (2018). Farklı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinin gelişim performansları üzerine tuz stresinin etkisi. *Doğu Fen Bilimleri Der*, 1 (1), 44-50
- TUİK. (2018). Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri, Ankara <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim tarihi: 11.03.2020
- Yakıt, S., & Tuna, A.L. (2006). Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) stres parametreleri üzerine Ca, Mg ve K' un etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1), 59-67.
- Yaşar, F. (2003). *Tuz stresi altındaki patlıcan genotiplerinde bazı antioksidant enzim aktivitelerinin in vitro ve in vivo olarak incelenmesi*. Doktora Tezi (Basılmamış), Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Wang, Y., Jie, W., Peng, X., Hua, X., Yan, X., Zhou, Z., & Lin, J. (2019). Physiological adaptive strategies of oil seed crop *Ricinus communis* early seedlings (cotyledon vs. true leaf) under salt and alkali stresses: From the growth, photosynthesis and chlorophyll fluorescence. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1939.
- Wu, Q. S. & Zou, Y. N. (2009). Adaptive responses of birch-leaved pear (*Pyrus betulaefolia*) seedling to salinity stress. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37 (1), 133.



Yüzüncü Yil Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



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

Research Article (Araştırma Makalesi)

Effects of Endophytic Bacteria on Some Physiological Traits and Nutrient Contents in Pepper Seedlings under Drought Stress**

Aynur SADAK^{1*}, Ahmet AKKOPRU², Suat SENSOY³

^{1,3}Horticulture Sci., Institute of Natural Sciences, Van Yuzuncu Yil University, 65080 Van, Turkey

²Department of Plant Protection, Agriculture Faculty, Van Yuzuncu Yil University, 65080 Van, Turkey

³Department of Horticulture, Agriculture Faculty, Van Yuzuncu Yil University, 65080 Van, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-5865-6497> ²<https://orcid.org/0000-0002-1526-6093> ³<https://orcid.org/0000-0001-7129-6185>

Corresponding author's e-mail: aynuursadak@gmail.com

Article Info

Received: 29.12.2020

Accepted: 27.02.2021

Online Published 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.849260

Keywords

Drought,
EB,
Enzyme activity,
Growth,
Mineral matters,
Pepper.

Abstract: The present study was conducted to determine the effects of the endophytic bacteria (EB) on some physiological traits and nutrient contents in pepper (*Capsicum annuum* L.) seedlings grown under drought stress. The pepper cv. Mostar F₁ and two EB isolates [*Bacillus thurigiensis* (CA41/1) and *Ochrobactrum* sp. (CB36/1)] were employed under drought stress condition. The first EB application was at a density of 10⁸ CFU mL⁻¹ as 10 mL plant⁻¹ at the first cotyledon leaf stage and the second one was two weeks later. The seedlings were irrigated by gravimetric method on a regular basis every two days. Twenty days after EB application, irrigation was terminated completely in half of the applications in order to form drought stress for 7 days. Among the studied traits, membrane damage index, leaf relative water content, amount of malondialdehyde, catalase enzyme activity, ascorbate peroxidase enzyme activity, and the contents of some mineral elements (K, Ca and Mg) were significantly different in drought stressed seedlings compared the control (regularly irrigated) seedlings. EB (Especially CA41/1) had generally positive effects on most studied traits, whereas drought stress had generally negative effects on the mentioned traits. There might be a high potential of EB fighting against drought stress in pepper; however, one keeps in mind that there is variation in the performance of EB; therefore, the best EB combinations have to be determined even for cultivars in each plant species in future studies.

Endofitik Bakterilerin Kuraklık Stresi Altındaki Biber Fidelerinin Bazı Fizyolojik Özellikleri ve Besin İçerikleri Üzerine Etkileri

Makale Bilgileri

Geliş: 29.12.2020

Kabul: 27.02.2021

Online Yayınlanma 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.849260

Anahtar kelimeler

Biber,
EB'ler,
Enzim aktivitesi,
Büyüme,

Öz: Bu çalışma, kuraklık stresi altında yetiştirilen biber (*Capsicum annuum* L.) fidelerinde endofitik bakterilerin (EB) bazı fizyolojik özellikler ve besin içerikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Mostar F₁ Biber çeşidi, iki EB izolatı [*Bacillus thurigiensis* (CA41 / 1) ve *Ochrobactrum* sp. (CB36 / 1)] kuraklık stresi altında kullanılmıştır. İlk EB uygulaması, ilk kotiledon yaprağı aşamasında 10 mL/bitki olarak 10⁸ CFU/mL yoğunlukta ve ikincisi ise iki hafta sonra yapılmıştır. Fideler, iki günde bir düzenli olarak gravimetrik yöntemle sulanmıştır. EB uygulamasından yirmi gün sonra, 7 günlük kuraklık stresi oluşturmak için uygulamaların yarısında sulamaya tamamen son verilmiştir. Çalışılan özellikler arasında, kuraklık stresi altındaki fidelerde kontrol (düzenli olarak sulanan) fideler ile karşılaştırıldığında, membran zararlanma indeksi, yaprak oransal su içeriği, malondialdehit miktarı, katalaz enzim aktivitesi,

Kuraklık,
Mineral maddeler.

askorbat peroksidaz enzim aktivitesi ve bazı mineral elementlerin içerikleri (K, Ca ve Mg) önemli ölçüde farklı bulunmuştur. EB'ler (Özellikle CA41 / 1), incelenen özelliklerin çoğunda genel olarak olumlu etkilere sahipken, kuraklık stresi belirtilen özellikler üzerinde genellikle olumsuz etkilere yol açmıştır. Biberde kuraklık stresine karşı savaşan yüksek bir EB potansiyeli olabilir; ancak, EB'lerin performansında farklılıklar olduğu unutulmamalıdır; bu nedenle, en iyi EB kombinasyonları, gelecekteki çalışmalarda her bitki türündeki çeşitler için belirlenmelidir.

**This article extracted from M.Sc. thesis of Aynur Sadak.

1. Introduction

The need for water in agriculture is indispensable and vegetables need high amount of irrigation water (Sensoy et al., 2007). The world is threatened by global warming and climate change. This climate change causes several stress factors in agricultural areas. These stress conditions also constitute drought stress (Turkes et al., 2000; Ozturk, 2002). Plants experience different biotic or abiotic stress conditions for the duration of their life cycle. Drought stress is a common abiotic stresses disturbing plant growth and yield (Kabay and Sensoy, 2016, 2017; Kusvuran and Dasgan, 2017; Cakmakci et al., 2017; Ekinci and Başbağ, 2019; Söylemez et al., 2020). Drought stress occurs by irregular rainfalls accompanied by extreme wind and extreme temperatures (Ozturk, 2002). As a result of the increase in the world population, it is seen that water consumption increases and climate change such as global warming cause the water to decrease gradually (Çakmakcı et al., 2016; Sahin et al., 2016).

It is known that some biostimulant applications give positive results in abiotic stress conditions (Turkmen et al., 2005). Plant growth promoting rhizobacteria and a recent focus within this bacteria group of endophytic bacteria, have also significant potential. Endophytic bacteria (EB) have plant growth promoting effect that is EB have a vegetative and generative growth-enhancing effect in varying proportions in plants (Akkopru et al., 2018). EB reside in the internal plant tissues and do not have deleterious effects on the plant (Rosenblueth and Martínez-Romero, 2006; Hardoim et al., 2008). EB might affect plant growth directly or indirectly. EB might also produce the plant growth hormones (Van Loon, 2007). Moreover, EB cause reduction in ethylene synthesis, convert mineral matters into much useful forms and stimulate plant defense mechanisms (Saharan and Nehra, 2011). EB might also play a role as a biocontrol agent reducing the efficacy and quantity of pathogens, encouraging beneficial symbiotic relationships or decomposing xenobiotics found in soil (Saharan and Nehra, 2011). EB colonization is not restricted to a certain region of the plant and the effects of EB might be ameliorated by plant transport system (Rosenblueth and Martínez-Romero, 2006; Hardoim et al., 2008). The interior tissues of the plant might be protected by EB from biotic and abiotic stress factors (Rosenblueth and Martínez-Romero, 2006).

The pepper which is an important vegetable crop worldwide and contains a wide genetic variability (Aktas et al., 2009), is affected severely by biotic and abiotic stress conditions. Pepper is also very susceptible to drought stress (Yildirim et al., 1994; Dagdelen et al., 2004; Ertek et al., 2007). EB might help pepper seedlings to lessen drought stress. The study was carried out to determine the effects of the endophytic bacteria (EB) on the growth of the pepper (*Capsicum annuum* L.) seedlings developed under drought stress.

2. Material and Methods

The pepper cv. Mostar F1 was employed as plant material and two bacteria isolates [*Bacillus thuringiensis* (CA41/1) and *Ochrobactrum* sp. (CB36/1)] whose PGPR activities previously determined (Ozaktan et al., 2015) were used as biological control agents. The study was carried out with randomized plots with three replications. There were 6 applications of EB and drought applications (1: control, 2: drought, 3: CA41/1, 4: CA41/1+drought, 5: CB36/1 and 6: CB36/1+drought applications) with 3 replications each having 5 pots and 1 plant per pot (2 L pots filled with 1 peat: 1 perlite). The pepper seeds were sown in a growth chamber at a 70 % relative humidity and a temperature of $24 \pm 1^\circ\text{C}$ with 14 h fluorescent illumination (approximately 8000 lx light intensity).

2.1. PGPR applications

EB applied to seedlings as: 48-hour EB cultures developed on King's B medium (Pepton 20 g L⁻¹, K₂HPO₄ 1.5 g L⁻¹, MgSO₄·7H₂O 1.5 g L⁻¹, Glycerol 10 ml L⁻¹, Agar 15 g L⁻¹) were prepared in suspension with 10⁸ colony-forming units (CFU) mL⁻¹ density (Ozaktan et al., 2015). The suspensions were applied twice to the seedlings by drenching method with 10 ml plant⁻¹, the first EB application was performed when the first true leaves began to open, and the second one was two weeks later.

2.2. Drought stress

During the experiment period, the seedlings were irrigated by gravimetric method on a regular basis every two days. The experiment was terminated after 8 weeks. The field capacity was determined by taking the weight of the pots in the first seed sowing. With an equal amount of tap water regularly was applied every two days to all the pots. All seedlings were irrigated with equal amount of water for 7 weeks after seed sowing. For the last week, control plants was irrigated to field capacity and for drought stress irrigation was completely stopped (Kusvuran, 2010; Kabay, 2014).

2.3. Determination of leaf water content

To determine the proportional water content of leaf samples taken from plants at the 8th week, fresh leaf samples were weighed (FW) and held in distilled water for 4 h to determine the turgor weights (TW); then, the samples were held in an oven (65 °C) for 48 h and weighted (DW). Leaf water content was determined as (Kusvuran, 2010; Kabay et al., 2017):

$$\text{LWC} = (\text{FW} - \text{DW}) / (\text{TW} - \text{DW}) \times 100 \text{ FW}$$

2.4. Membrane damage index

After the application of EB and drought, the disc-shaped leaf samples in 17 mm diameter were obtained from the 3rd leaves of pepper seedlings, incubated for 5 h in 10 mL distilled water, and the EC values were determined. The same disc samples were held at 100 °C for 10 min, and their EC values were determined again. Membrane Damage Index (MDI) was determined as (Dlugokecka and Kacperska-Palacz, 1978; Fan and Blake, 1994; Kusvuran, 2010).

2.5. Malondialdehyde (MDA) product of lipid peroxidation in plants

0.5 g of leaf samples were homogenized with 10 ml of 0.1% (w/v) tri-chloro-acetic acid and the homogenate was centrifuged at 15 000 rpm for 5 min. 1 mL of the supernatant was added with 0.5 % of thio-barbituric-acid dissolved in 4 mL 20% tri-chloro-acetic acid. The mixture was incubated at 95 °C for 30 min and immediately cooled in ice bath; then centrifuged at 10 000 rpm for 10 min and absorbance readings were accomplished for the supernatant at 532 and 600 nm wavelengths. The content of MDA was determined according to the following equation (Heath and Packer, 1968; Sairam and Saxena, 2000).

2.6. Antioxidative enzyme analyses

The frozen 1 g leaf sample (third leaf from the bottom of the plants) was homogenized (4 °C for 30 minutes at 18 000 rpm) with a mixture of 5 ml of cold 0.1 M Na-phosphate, 0.5 mM Na-EDTA and 1 mM ascorbic acid (pH: 7.5). The ascorbate peroxidase (APX) activity was determined immediately in the homogenate with this preparation. The frozen 1 g leaf sample (third leaf from the bottom of the plants) was homogenized (4 °C for 30 min at 18 000 rpm) with 5 ml of cold 0.1 M Na-phosphate, 0.5 mM Na-EDTA mixture (pH: 7.5). Catalase activity (CAT) activity was detected in the homogenate (Jebara et al., 2005; Guneri Bagci, 2010; Kabay, 2014; Guzel et al. 2018). CAT activity was detected by monitoring the disappearance of H₂O₂ at a wavelength of 240 nm. 0.05 M phosphate buffer (KH₂PO₄), 1.5 mM H₂O₂ mixture (pH: 7.0) was employed as the reaction solution. 2.5 mL of reaction solution and 0.2 ml of plant extract were mixed. In spectrophotometer, 0th and 60th seconds readings

were observed at 240 nm wavelength. The reaction was initiated by the addition of 0.1 mL enzyme extract. The evaluation was completed based on the change in absorbance within 1 min (Jebara et al., 2005; Guneri Bagci, 2010; Kabay, 2014). Ascorbate peroxidase (APX) activity was detected at 290 nm depending on the ascorbic acid reducing H₂O₂. As the reaction solution, 50 mM phosphate buffer (KH₂PO₄), 0.5 mM ascorbic acid, 0.1 mM EDTA, 1.5 mM H₂O₂ mixture (pH: 7.0) were employed. 3 mL of reaction solution and 0.1 mL of plant extract were mixed. The 0th and 60th seconds readings were taken at 290 nm wavelength in the spectrophotometer. The reaction was started by the addition of 0.1 ml enzyme extract. The evaluation was completed based on the change in absorbance within 1 min (Jebara et al., 2005; Guneri Bagci, 2010; Kabay, 2014).

2.7. Mineral element analysis

The mineral matter contents of the shoot samples from the applications were determined in an atomic absorption device (Thermo no: ice3000) (Kacar, 1994; Kacar and Inal, 2008). The mineral matter contents having significant results such as Mg, K, and Ca were presented in the results.

2.8. Statistical analysis

To determine the effect of stress in drought and control plants according to the experimental design of randomized plots, the data statistically analyzed by using package program IBM SPSS Statistics 21.0 were used. The t test was used to compare the drought application means, and the Duncan test was used to compare the application means of EB and interactions.

3. Results and Discussion

The effect of EB on growth of pepper seedlings grown under drought stress was studied and the obtained results were presented below (Tables 1-3). Drought stress negatively affected pepper seedlings growth. In general, EB application positively influenced drought-stressed pepper seedlings (Table 1-3). For the membrane damage index (MDI), it was determined that pepper seedlings inoculated with EB had lower membrane damage index values compared to the control application (Table 1). EB application CB36/1 (*Ochrobactrum* sp.) had 65.74 % (10.07) lower MDI value compared to control application (29.39). Moreover, the other EB application [*Bacillus thurigiensis* (CA41/1)] had also 47.09 % (15.55) lower MDI value compared to control application (29.39). It is known that the free radical structures formed by stress in the plants damage the membrane structure and harms the membrane permeability (Shewfelt and Purvis, 1995). For leaf water content (LWC), although there were no significant differences among the applications, there was up to 2.87 % increase in LWC at EB applications (from 86.46 to 88.95). It has been reported that PGPR applications decrease the membrane damage in plants in drought stress conditions by increasing the synthesis of proline and by protecting the water status in the cell (Ansary et al., 2012; Chakraborty et al., 2013; Sarma and Saikia, 2014). Pepper is an important vegetables species in the world and Turkey. Water stress conditions adversely affect pepper seedlings sensitive to drought stress or water restriction (Yildirim et al., 1994; Ozturk, 2002; Dagdelen et al., 2004). Drought stress also negatively affects cv. Mostar F1 pepper. It has been reported that some endophyte bacteria on the seedlings of cv. Mostar F1 on post-stress recovery are relatively promising in seedlings exposed to drought stress (Sadak et al., 2019).

Table 1. Membrane damage index and leaf water content and of drought stressed EB applications

EB	Leaf Water Content (%)	Membrane Damage Index (%)
	Drought application	Drought application
Control	86.46±17.10 ^{ns}	29.39±6.82 A**
CB36/1	88.95±11.42	10.07±3.11 C
CA41/1	88.10±16.23	15.55±4.25 B
Mean	87.70±14.91	18.34±4.72

^{ns}: non-significant.

^{A-C}: Means in the same column not sharing the same superscript are significantly different (**p<0.01).

The response of MDA content and antioxidant enzyme activities (CAT and APX) have been presented in Table 2. MDA content of the drought stressed pepper seedlings increased 248.77 % (13.16) compared the control seedlings (5.19). There were insignificant increases in MDA contents of EB inoculated seedlings. There were also increases in CAT and APX contents of EB inoculated seedlings. However, only CA41/1 (*Bacillus thurigiensis*) caused significant increases in CAT and APX contents compared to control application (0.110 and 3.03, respectively) by 218.18 % (0.240) and 131.68 % (3.99), respectively. In a study dealing with drought stress in common bean, it was reported that there were increases in MDA level and CAT, SOD and APX activities (Kabay and Sensoy, 2017). In another study conducted in beans, MDA content is reported to increase in plants with drought stress (Kusvuran and Dasgan, 2017). It is obvious that antioxidant enzyme activity plays an important role in increasing tolerance to drought stress in plants. The antioxidant enzyme activity could reduce the negative effects of free radicals, especially in stress conditions. In recent studies, it is stated that with the increasing use of PGPRs in arid conditions, tolerance can be achieved by increasing antioxidant enzyme activity against the negative effects of stress (Sarma and Saikia, 2014). Kohler et al. (2008) reported that the antioxidant enzyme level was increased, and therefore, the tolerance to stress was increased in drought stressed lettuce inoculated with *Pseudomonas mendocina*. It was also stated that mung bean inoculated with *Pseudomonas aeruginosa* improved the activity of SOD and CAT; this might contribute to increase the tolerance to stress (Sarma and Saikia, 2014). Kumari et al. (2018) reported three isolates expect one strain showed positive response for CAT and PGPR with CAT activity have been stated to defend plants against biotic stress agents by maintaining plant ROS levels.

Table 2. CAT, APX and MDA values obtained in drought and EB applications

CAT (nmol g ⁻¹ FW)			
EB	Control	Drought	Mean
Control	0.063±0.011 ^{ns}	0.157±0.082	0.110±0.046 B **
CB36 / 1	0.157±0.025	0.125±0.036	0.141±0.030 B
CA41 / 1	0.250±0.096	0.230±0.016	0.240±0.056A
Average	0.156±0.068 ^{ns}	0.170±0.123	
APX (nmol g ⁻¹ FW)			
EB	Control	Drought	Mean
Control	2.51±0.65 c *	3.55±0.72 bc	3.03±0.68 B **
CB36 / 1	2.99±0.82 bc	3.89±0.83 b	3.44±0.82 B
CA41 / 1	2.95±0.76 bc	5.03±0.96 a	3.99±0.86 A
Average	2.82±0.74 B**	4.15±0.83A	
MDA (nmol / g TA)			
EB	Control	Drought	Mean
Control	4.45±1.23 ^{ns}	11.29±2.96	7.87±2.09 ^{ns}
CB36 / 1	6.62±2.06	13.74±3.01	9.47±2.53
CA41 / 1	4.52±1.26	14.45±2.49	8.49±1.87
Average	5.19±1.51 B**	13.16±2.82 A	

^{ns}: non-significant.

^{A-B}: Means in the same column or line not sharing the same superscript are significantly different (**p<0.01).

^{a-c}: Means in the interactions not sharing the same superscript are significantly different (*p<0.05).

There were also significant differences of the applications on Mg, K, and Ca contents of pepper seedlings (Table 3). Potassium (K) content of the drought stressed pepper seedlings decreased approximately 18 % (2992 ppm) compared the control seedlings (3641 ppm). There were increases in Ca content of EB inoculated seedlings. However, only CA41/1 (*Bacillus thurigiensis*) inoculated applications caused significant increases in Ca content compared to control application and CB36/1 (*Ochrobactrum* sp.) by 49 % (6891 ppm) and 41.6 % (5941 ppm) respectively. These reactions at drought condition, the pepper plants inoculated with CA41/1 were more effective in the Mg content when compared to the plants that were un-inoculated. Kabay and Sensoy, (2016 and 2017) and Kabay et al. (2017) also reported reduction in K, Ca, and Mg contents due to abiotic stress conditions.

Mechanisms for the closure of stomata in plants under water stress conditions are related with the amount of K^+ ion, the accumulation of ABA hormone and turgor pressures of closure cells. In the stress of water, the amount of ABA increases in the stoma cells of the plants and thus the water-insoluble starch is formed and the K^+ ion decreases (Okturen and Sonmez, 2005). Singh et al. (2018) stated that promising EB isolates, for use as inoculants to improve micronutrient uptake and accumulation in grains. Win et al. (2018) reported that one *Pseudomonas* strains (OFT5) decreased salt induced ethylene production in tomato seedlings, and although it did not diminish shoot uptake of Na, it encouraged shoot uptake of some macronutrients and micronutrients. They proposed that the mentioned nutrients might trigger processes that lessen the effects of salt, suggesting that OFT5 can be utilized to improve nutrient uptake and plant growth under moderate salt stress condition.

Table 3. Ca, K, and Mg values obtained in drought and EB applications

Ca (mg kg ⁻¹)			
EB	Control	Drought	Mean
Control	6217.4±1124.1 ab**	5102.8±1032.8 b	5660.1±1078.4 B**
CB36 / 1	6512.5±1101.3 ab	5369.4±1097.2 b	5941.0±1099.9 B
CA41 / 1	6180.5±1201.6 ab	7603.1±1162.8 a	6891.8±1181.5 A
Average	6328.3±1142.5 ^{ns}	5709.4±1097.6	
K (mg kg ⁻¹)			
EB	Control	Drought	Mean
Control	3518±1023 ^{ns}	2996±936	3257±979 ^{ns}
CB36 / 1	3666±1501	2698±969	3182±1235
CA41 / 1	3835±1432	3572±1006	3703±1219
Average	3641±1325 A**	2992± 970 B	
Mg (mg kg ⁻¹)			
EB	Control	Drought	Mean
Control	2823.0±856.9 bc**	2603.0±932.5 b	2713.0±894.5 ^{ns}
CB36 / 1	3099.3±896.6 bc	2542.7±965.7 b	2821.0±930.9
CA41 / 1	2598.2±762.1 c	3285.4±1003.5 a	2941.8±882.6
Average	2888.6±838.5 ^{ns}	2715.4±966.8	

^{ns}: non-significant.

^{A-B}: Means in the same column or line not sharing the same superscript are significantly different (**p<0.01).

^{a-c}: Means in the interactions not sharing the same superscript are significantly different (**p<0.01).

5. Conclusions

In general, drought stress affected negatively membrane damage index and leaf water content in pepper seedlings. On the other hand, EB application in the present study had some ameliorative effects on drought stressed pepper seedlings. Both EB [*Bacillus thurigiensis* (CA41/1) and *Ochrobactrum* sp. (CB36/1)] lessened substantially the membrane damage index (MDI). The MDA content of the drought stressed pepper seedlings increased significantly, but there were insignificant increases in MDA contents of EB inoculated seedlings. There were also increases in CAT and APX contents of EB inoculated seedlings. However, only CA41/1 (*Bacillus thurigiensis*) caused significant decreases in the mentioned enzymes in drought stressed pepper seedlings. Drought stress decreased K contents of pepper seedlings significantly. CA41/1 (*Bacillus thurigiensis*) inoculations caused significant increases in Ca content.

In conclusion, the effect of two endophytic bacteria varied in drought stressed pepper seedlings. Drought stress beside several abiotic stress factors is an important problem worldwide. Microbial organisms that exist in natural environments might help to increase tolerance level of plants to biotic and abiotic stress agents. Endophytic bacteria (EB) colonizing the roots and having plant growth promoting effect ameliorate plants tolerance level to the a/biotic stresses. There is a high potential of EB fighting against various stress factors in sustainable agriculture practices; however, one keeps in mind that there is variation in the performance of EB; therefore, the best EB combinations have to be determined even for cultivars in each plant species in future studies.

References

- Akkopru A. (2012). *Researches on the biological control of cucumber bacterial leaf spot disease (Pseudomonas syringae pv. Lachrymans) with some root bacteria*. Unpublished Ph.D. Thesis. Ege University Institute of Natural and Applied Sciences (in Turkish).
- Akkopru, A., Cakar, K., & Husseini, A. (2018). Effects of endophytic bacteria on disease and growth in plants under biotic stress. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(2), 200-208.
- Aktas, H., Abak, K., & Sensoy., S. (2009). Genetic diversity in some Turkish pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes revealed by AFLP analyses. *African Journal of Biotechnology*, 8(18), 4378-4386.
- Ansary, M.H., Rahmani, H.A., Ardakani, M.R., Paknejad, F., Habibi, D., & Mafakheri, S. (2012). Effect of *Pseudomonas* fluorescent on proline and phytohormonal status of maize (*Zea mays* L.) under water deficit stress. *Annals Biol Res.* 3 (2), 1054-1062.
- Cakmakci, O., Cakmakci, T., Durak, E. D., Demir, S., & Sensoy, S. (2017). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi in melon (*Cucumis melo* L.) seedling under deficit irrigation. *FEB-Fresenius Environmental Bulletin*, 7513.
- Chakraborty, U., B.N. Chakraborty, A.P. Chakraborty., & Dey, P.L. (2013). Water stress amelioration and plant growth promotion in wheat plants by osmotic stress tolerant bacteria. *World J Microbiol Biotechn* 29, 789–803.
- Çakmakcı, T., Şahin, Ü., Kuşlu, Y., Kızıloğlu, F. M., Tüfenkçi, Ş., & Okuroğlu, M. (2016). Van ili tarım alanlarında temiz ve atık su kaynaklarının yönetimi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(4), 662-667.
- Dagdelen, N., Yılmaz, E., Sezgin, F., & Gürbüz, T. (2004). Effects of water stress at different growth stages on processing pepper (*Capsicum annuum* cv. kapija) yield, water use and quality characteristics. *Pak J Biol Sci.* 7(12), 2167-2172.
- Dlugokecka E., & Kacperska-Palacz, A. (1978). Re-examination of electrical conductivity method for estimation of drought injury. *Biol Plantarum (Prague)*. 20, 262-267.
- Ekinci, R., & Başbağ, S. (2019). Kısıntılı sulamanın pamuğun (*G. hirsutum* L.) bazı morfolojik özelliklerine etkilerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(4), 792-800.
- Ertek, A., Sensoy, S. Gedik, I., & Kucukyumuk, C. (2007). Irrigation scheduling for green pepper (*Capsicum annuum* L.) grown by field condition by using class A pan evaporation value. *American-Eurasian J. Agric. Environmental Sci.* 2(4), 349-358.
- Fan, S., & Blake, T. (1994). Abscisic acid induced electrolyte leakage in woody species with contrasting ecological requirements. *Physiol Plantarum.* 90, 414-419.
- Guneri Bagci, E. (2010). *Nohut çeşitlerinde kuraklığa bağlı oksidatif stresin fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerle belirlenmesi* (Doktora tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri. Ankara.403s (in Turkish).
- Guzel, S., Odun, U. C., Cakmakci, T., Cakmakci, O., & Sahin, U. (2018). The effect of cucumber (*Cucumis sativus*) cultivation in aquaponic and hydroponic systems on plant nutrient elements and antioxidant enzyme activity. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(1), 553-558.
- Hardoim, P.R., van Overbeek, L.S., & Dvan Elsas, J. (2008). Properties of bacterial endophytes and their proposed role in plant growth. *Trends Microbiol.* 16(10), 463-471.
- Heath, R.L., & Packer, L. (1968). Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archiv of Biochem Biophysics*, 125(1), 189-198.
- IBM, SPSS. <http://www.ibm.com/tr-tr/analytics/spss-statistics-software>. Available date: 10.11.2020
- Jebara, S., Jebara, M., Limam., F., & Aouani. M.E. (2005). Changes in ascorbate peroxidase, catalase, guaiacol peroxidase and superoxide dismutase activities in common bean (*Phaseolus vulgaris*) nodules under salt stress. *J Plant Physiol.* 162(8), 929-936
- Kabay, T. (2014). *Determination of drought and high temperature tolerant and sensitive genotypes in Van Lake Basin beans* Unpublished Ph.D. Thesis. Van YYU University Institute of Natural and Applied Sciences, (in Turkish).
- Kabay, T. (2018). Potasyum uygulamalarının yüksek sıcaklığa hassas fasulye genotiplerinde klorofil iyon ve enzim aktivite değişimlerine etkileri. *YYU J AGR SCI, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(3), 311-316.

- Kabay, T., & Sensoy, S. (2016). Enzyme, chlorophyll and ion changes in some common bean genotypes by drought stress. *YYU J AGR SCI, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3), 380-395.
- Kabay, T., & S. Sensoy. (2017). Enzyme, chlorophyll and ion changes in some common bean genotypes by high temperature stress. *Ege Univ J Agr Fac*. 54(4), 429-437.
- Kabay, T., Erdinc, C., & Sensoy, S. (2017). Effects of drought stress on plant growth parameters, membrane damage index and nutrient content in common bean genotypes. *JAPS, Journal of Animal and Plant Sciences*, 27(3), 940-952.
- Kacar, B. (1994). *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı.
- Kacar, B., & Inal. A. (2008). *Plant Analysis*. Nobel Yayın Dağıtım. (in Turkish).
- Kohler, J., Hernández, J.A., Fuensanta Caravaca, F., & Roldán. A. (2008). Plant-growth-promoting rhizobacteria and arbuscular mycorrhizal fungi modify alleviation biochemical mechanisms in water-stressed plants. *Function Plant Biol*. (35), 141–151.
- Kumari, P., Meena, M., & Upadhyay, R.S. (2018). Characterization of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) isolated from the rhizosphere of *Vigna radiata* (mung bean). *Biocataly & Agr Biotech*. 16, 155-162.
- Kusvuran, S., (2010). *Relationships between physiological mechanisms for drought and salinity tolerance of melons*. Unpublished Ph.D. Thesis. Çukurova University Institute of Natural and Applied Sciences, (in Turkish).
- Kusvuran, S., & H.Y. Dasgan. (2017). effects of drought stress on physiological and biochemical changes in *Phaseolus vulgaris* l. *Legume Res*. 40(1), 55-62.
- Okturen, F., & Sonmez, S. (2005). Bitki besin maddeleri ile bazı bitki büyüme düzenleyicileri (hormonlar) arasındaki ilişkiler. *Derim*, 22(2), 20-32 (in Turkish).
- Ozaktan, H., Gul, A., Cakir, B. Yolageldi, L. & Akkopru. A. (2015). *Possibilities of Using Bacterial Endophytes in Cucumber Growing as Bio Fertilizers and Biopesticides*. Tubitak-COST 1110505 project (in Turkish) (COST Action FA1103: Endophytes in Biotechnology and Agriculture) p. 149.
- Ozturk, K. (2002). Global climate change and its potential impact on Turkey. *GU Journal of Gazi Education Faculty* 22(1), 47-65 (in Turkish).
- Rosenblueth, M., & E. Martínez-Romero. (2006). Bacterial endophytes and their interactions with hosts. *Mol Plant-microbe Inter*. 19(8), 827-837.
- Sadak, A., Akköprü, A., & Sensoy, S. (2019). *Endofit bakterilerin biber fidelerinin kuraklık stresinden geri dönüşümü üzerine etkileri*. Muş Ovası Tarım Bilimleri Kongresi. Sayfa: 60-80 24-27 Eylül.
- Saharan, B.S., & Nehra. V., (2011). Plant growth promoting rhizobacteria: a critical review. *Life Sci Med Res*. 21(1), 30.
- Sahin, U., Kuslu, Y., Kiziloglu, F. M., & Cakmakci, T. (2016). Growth, yield, water use and crop quality responses of lettuce to different irrigation quantities in a semi-arid region of high altitude. *Journal of Applied Horticulture*, 18(3), 195-202.
- Sairam, R. K., Srivastava, G.C., & Saxena. D.C. (2000). Increased antioxidant activity under elevated temperatures: a mechanism of heat stress tolerance in wheat genotypes. *Biol Plantarum*, 43(2), 245-251.
- Sarma, R.K., & R. Saikia. (2014). Alleviation of drought stress in mung bean by strain *Pseudomonas aeruginosa* GGRJ21. *Plant Soil*. 377, 111–126.
- Sensoy, S., Ertek, A., Gedik, I., & Kucukyumuk, C. (2007). Irrigation frequency and amount affect yield and quality of field-grown melon (*Cucumis melo* L.). *Agricultural Water Management*, 88(1-3), 269-274.
- Shewfelt, R.L., & A.C. Purvis. (1995). Toward a comprehensive model for lipid peroxidation in plant tissue disorders. *HortSci*. 30, 213-218.
- Singh, D., N. Geat, Rajawat, M.V.S., Prasanna, R., Kar, A., Singh, A.M. & Saxena. A.K. (2018). Prospecting endophytes from different Fe or Zn accumulating wheat genotypes for their influence as inoculants on plant growth, yield, and micronutrient content. *Annals Microbiol*. 68(12), 815-833.

- Söylemez, S., Esin, Ş. & Pakyürek, A. (2020). Waterpad polimerin farklı sulama düzeylerinde yetiştirilen patlıcanın verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(2), 367-378.
- Turkes, M., Sumer, U. M., & Cetiner, G. (2000). *Global climate change and its possible effects. ministry of environment, united nations framework convention on climate change*, Seminar Notes, 7-24 (in Turkish),
- Turkmen, O., Demir, S., & S. Sensoy. (2005). Effects of arbuscular mycorrhizal fungus and humic acid on the seedling growth and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions. *J Biological Sci.* 5 (5), 568-574.
- Van Loon. (2007). Plant responses to plant growth-promoting rhizobacteria. In *New perspectives and approaches in plant growth-promoting Rhizobacteria research* (pp. 243-254). *Springer, Dordrecht*.
- Win, K.T., Tanaka, F., Okazaki, K. & Ohwaki. Y. (2018). The ACC deaminase expressing endophyte *Pseudomonas* spp. enhances NaCl stress tolerance by reducing stress-related ethylene production, resulting in improved growth, photosynthetic performance, and ionic balance in tomato plants. *Plant Physiology and Biochemistry.* 127, 599-607.
- Yildirim, O., R. Yanmaz., & Orta, H. (1994). *Effect of different irrigation methods and irrigation regimes on pepper yield*. University of Ankara. Publications of Faculty of Agriculture: 1369. Scientific Research Reports: 758.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



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

Derleme Makalesi (Review Article)

**Geçmişten Günümüze Genetik ve Kromozom Mühendisliği Çalışmalarının
Sürdürülebilir Tarım ve Bitki İslahına Katkısı**

Sevim D. Kara ÖZTÜRK¹, Bilge Ş. YILDIRIM², Hümeysra YILDIZ³, Ahmet L. TEK^{*4}

^{1,2,3,4}Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Ayhan Şahenk Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Tarımsal Genetik Mühendisliği Bölümü, 51240, Niğde

¹<https://orcid.org/0000-0001-7522-0575> ²<https://orcid.org/0000-0001-6593-4312> ³<https://orcid.org/0000-0002-7791-6100>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-3292-5142>

*Sorumlu yazar e-posta: altek2@gmail.com

Makale Bilgileri

Geliş: 30.09.2020

Kabul: 03.02.2020

Online yayınlanma 30.03.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.787094

Anahtar kelimeler

Biyoteknoloji,
Bitki ıslahı,
Genetik mühendisliği,
Kromozom mühendisliği,
Sürdürülebilir tarım.

Öz: 2050 yılında nüfusun 9.2 milyara ulaşacağı ve dünya genelinde eşit ve insani temel ihtiyaçlara olan taleplerin karşılanması gerektiği öngörülmektedir. Günümüze kadar, tarımsal üretimin artırılmasına yönelik çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte birim alandan daha yüksek verim alınmasını sağlayan yeni teknoloji ve yöntemlerin geliştirilip bitki ıslah programlarına entegre edilmesi gerekmektedir. Bu entegrasyon sayesinde hem sürdürülebilir tarım anlayışına uyumsuz aşırı girdi ve mekanizasyon kullanımı azaltılabilecek hem de bitki biyolojisi, evrimi, genom yapısı anlaşılabilir şekilde tarımda verimlilik artırılabilir. Ayrıca genetik çeşitlilikten yararlanılması, model bitkilerden sağlanan verilerin bitki ıslah programlarına adapte edilmesi, yetim bitkilerin genetik kaynak potansiyelinin kullanılmasına yönelik çalışmalar yeni genotiplerin eldesine katkı sağlayacaktır. Bugüne kadar gen transformasyonu, DNA dizilemesi, genom haritalaması ve genom düzenleme gibi modern teknolojiler bitkilerde genom yapısının anlaşılmasında etkin rol oynamıştır. FISH, GISH, telomer aracılığıyla kromozom kesimi, minikromozomlar, organizmalar arası sentenik kromozomal lokuslarının saptanması, tekrarlayan DNA elementlerinin keşfi ve yapısal CENH3 proteininin kullanımı gibi çok sayıda kromozom mühendisliği yöntemleri de tarımsal gelişmede itici güç oluşturacaktır. Temel bilimlerdeki ilerlemelerden faydalanan tarımsal araştırmalar uzun vadede istenilen amaca ulaşmayı destekleyecek ve gelecekte kromozom mühendisliği yöntemleri özelinde tarımsal üretimin artırılmasına katkı sağlayacaktır. Tüm bunlara ek olarak, bu derleme makalesinde bir araya getirilen güncel ve hızlı gelişen disiplinler arası tematik çalışmalar ve aynı zamanda tarım, ıslah ve genetik disiplinlerinden sentezlenen perspektiflerin, bu alanlarda çalışan araştırmacılara yönlendirici bir tartışma platformu sunması hedeflenmiştir.

**Contribution of Genetic and Chromosome Engineering Studies from Past to
Present to Sustainable Agriculture and Plant Breeding**

Article Info

Received: 30.09.2020

Accepted: 03.02.2020

Online Published 30.03.2021

Abstract: It is predicted that by 2050 the population will reach 9.2 billion and the demands for equal and basic needs must be met worldwide. Until today, various studies have been carried out to increase agricultural production. However, new technologies and methods that ensure higher

DOI: 10.29133/yyutbd.787094

Keywords

Biotechnology,
Chromosome engineering,
Genetic engineering,
Plant breeding
Sustainable agriculture

yields per unit area should be developed and integrated into plant breeding programs. While contradictory practices to sustainable agriculture should still be reduced, productivity in agriculture can be increased by understanding plant biology, evolution, and genome structure. In addition, efficient use of genetic diversity, adaptation of knowledge from model plants to breeding programs, and the genetic resource potential of orphan plants will contribute to the development of new genotypes. So far, modern technologies such as gene transformation, DNA sequencing, genome mapping and genome editing have played an active role in understanding the genome structure in plants. Numerous chromosome engineering methods such as FISH, GISH, chromosome truncation via telomeres, mini chromosomes, detection of syntenic chromosomal loci between organisms, discovery of repetitive DNA elements and the use of structural CENH3 protein will also be a driving force in agricultural development. Agricultural research, benefiting from the advances in basic sciences, will support achieving the desired goal in the long term. Potentially, chromosome engineering methods contribute to the increase of agricultural production in the future. In this review article, we aim to create a discussion platform for researchers by providing unique perspectives synthesized from agriculture, breeding and genetics and bringing together the current and rapidly developing interdisciplinary thematic studies.

1. Giriş

Dünya nüfusunun her geçen gün artış göstermesi ile birlikte 2050 yılında 9.2 milyara ulaşacağı ve meydana gelen bu artışa paralel olarak gıda, yem ve lif gibi temel ihtiyaçlara olan talebin neredeyse iki katına çıkacağı tahmin edilmektedir (Ronald, 2014). Tarımsal üretimle birlikte, gıda, giyinme, barınma, ilaç ve yakıt gibi temel yaşam unsurları doğrudan ve dolaylı olarak sağlanmaktadır. Ancak, kentleşme, çölleşme, doğal dengenin bozulması ve çevresel stres etmenlerinin etkisiyle kullanılabilir tarım arazileri azalmaktadır. Dünya genelinin, ekilebilir arazi, su kaynaklarındaki azalmalar, daha az tarımsal üretime eğilim gibi çeşitli çevresel ve sosyal zorluklarla karşı karşıya kalacağı öngörülmektedir (Varshney ve May, 2012). Gelişen teknoloji ve artan bilgi birikimiyle bitki yapılarının anlaşılması, verimli çeşitlerin geliştirilmesi ve bitki genetik çeşitliliğinin muhafazası tarımsal üretimde devamlılığın sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır (Gross ve ark., 2014). Bu durumda tarımsal üretimi arttırmak ancak birim alandan daha yüksek verim sağlayacak yeni teknolojiler ile gerçekleştirilebilir.

Tarımsal üretimin devamlılığı klasik ıslah yöntemleri ile başlamış olup günümüzde ise modern teknolojilerle devam etmektedir. Son yıllarda kromozom ve genetik mühendisliği yöntemleri aracılığıyla geliştirilebilecek bitki ıslah programlarının, hem sürdürülebilir tarımın devamlılığını hem de bitkilerin genom yapısının daha iyi anlaşılmasını sağlayarak tarımsal üretime katkıda bulunması hedeflenmektedir.

2. Sürdürülebilirlik Bağlamında Tarımsal Üretim

Tarımsal sürdürülebilirlik, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden günümüzün ihtiyaçlarını karşılamamız gerektiği ilkesine dayanmaktadır (Brodt ve ark., 2011). Tarım; gıda, lif, inşaat malzemeleri, biyokütle ve enerji gibi hammaddeler sağladığı gibi, çevre dostu sürdürülebilir bir ekosistemin oluşmasına da katkıda bulunabilir (Paoletti ve ark., 2011). Bununla birlikte, sürdürülebilir tarım ve gıda için etkili yöntemlerin kullanılmasıyla; ekosistem dengesinin sağlanması, doğal kaynaklarının korunması ve verimliliğinin artırılması, insanlığın gereksinim duyduğu geçim kaynaklarının iyileştirilmesi beklenmektedir (FAO, 2020).

Yeni teknolojiler, mekanizasyon, artan kimyasal kullanımı, uzmanlaşma gibi gıda ve lif üretimini en üst düzeye çıkarmayı ve gıda fiyatlarını düşürmeyi hedefleyen politikaların tarım üzerinde birçok olumlu etkisi bulunmaktadır (Brodt ve ark., 2011). Buna rağmen, toprak erozyonu ve değişen iklim koşullarının etkileri ile meydana gelen organik madde kaybı, nüfus artışı ile doğru orantılı olarak tarım sistemi üzerindeki baskı sonucu meydana gelen toprak verimliliğinde azalma,

tarımsal ekosistemin direncindeki bozulmalara neden olmakta ve bu durum tarımda sürdürülebilirliği de tehdit etmektedir (Paoletti ve ark., 2011).

Tarımsal sürdürülebilirlik, hem tüm modern biyoteknolojik yaklaşımlar kullanılarak genotiplerin iyileştirilmesine hem de ekolojik ve tarımsal yönetim, manipülasyon ve yeniden düzenlemelerin daha iyi anlaşılmasına odaklanılmasını önermektedir (Pretty, 2008). Bu nedenle her organizmanın kendi doğası gereği genetik açıdan eşsiz olduğu düşünüldüğünde yeni çeşitlerin eldesinde doğal genetik kaynaklardan yararlanılması gerektiği açıktır. Bu durum karşısında; artan dünya nüfusu, ekilebilir alanların azalması ve kentleşme ile birlikte meydana gelen gıda üretim sorunlarını gidermek için geliştirilen çalışmalarda bitki genetik çeşitliliği önem kazanmaktadır (Govindaraj ve ark., 2015).

3. Genetik Çeşitlilik ve Tarımsal Üretimdeki Önemi

Genetik çeşitlilik, bir türün sahip olduğu değişken popülasyonlar arasındaki genetik varyasyonu ifade etmektedir (Ramanatha Rao ve Hodgkin, 2002). Genetik çeşitlilik ve dağılımının tespiti ve bunların analizi, bitkilerdeki çeşitli biyolojik olayların moleküler temelini anlaşılmasına, bu çeşitliliğin korunmasına, ilgili bitki türlerinin taksonomisi, kökeni ve evrimi hakkındaki bilgi birikiminin artırılmasına katkı sağlamaktadır (Agarwal ve ark., 2008).

Farklı bitki genotipleri önemli tarımsal karakterler bakımından varyasyonlar göstermektedir. Bitkilerde genetik varyasyonun zenginliği, bitki ıslah çalışmaları ile yeni çeşitlerin geliştirilmesinde ileri düzeyde seçenekler sunmaktadır (Govindaraj ve ark., 2015). Temel biyoteknoloji çalışmalarındaki ilerlemelerin en etkin özelliklerinden biri genom ölçeğindeki varyasyonun türler düzeyinde karakterize edilmesidir (Cook ve Varshney, 2010). Ayrıca, moleküler teknikler aracılığıyla gerçekleştirilen filogenetik ve evrimsel çalışmalar, tür içi ve türler arasındaki genetik varyasyonun dağılımı ve kapsamı hakkında detaylı bilgiler sunmaktadır (Mondini ve ark., 2009).

Günümüz ıslah stratejileriyle kültür bitkileri ve yabani akrabalarından karakterize edilen genetik çeşitlilik kullanılarak ileri dönemlerdeki ıslah çalışmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Fears, 2007). Bu bağlamda ileri dönemlerde yapılacak ıslah çalışmalarında genetik çeşitlilikten daha fazla faydalanılması, arzu edilen karaktere uygun ebeveyn seçiminde genetik kaynaklar önem göstermektedir.

Geçmişten günümüze farklı ıslah yöntemlerinin kullanılmasıyla istenilen karakterlere sahip bitki çeşitlerinin geliştirilerek tarımsal üretimde verim artışı sağlanmıştır. Tarımsal üretimde meydana gelen verim artışı temelde sulama ve gübreleme gibi tarımsal uygulamaların iyileştirilmesi ve bitki çeşitlerinin genetik potansiyellerinin artırılması yoluyla gerçekleştirilmektedir (Acquaah, 2012). Gelecek yıllarda artan nüfusa bağlı olarak sulama kaynakları, yeni ortaya çıkan patojenler ve zararlılar, durağan verimlerden kaynaklı sorunların çözümünde özellikle bitki genetiği ve genetik mühendisliği gibi alanların öncü rol oynayacağı ileri sürülmektedir (Cook ve Varshney, 2010). Sonuç olarak artan nüfusun gıda taleplerinin karşılanabilmesi, tarımsal ürün verimliliği ve tarımsal sürdürülebilirliğin iyileştirilmesine katkıda bulunmak için genetik çeşitlilikten yararlanılması ve yeni bitki ıslah tekniklerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Lusser ve ark., 2012). Bu ihtiyacın karşılanması için tarımsal üretim yapısının ve tiplerinin net bir şekilde ifade edilmesi gerekmektedir.

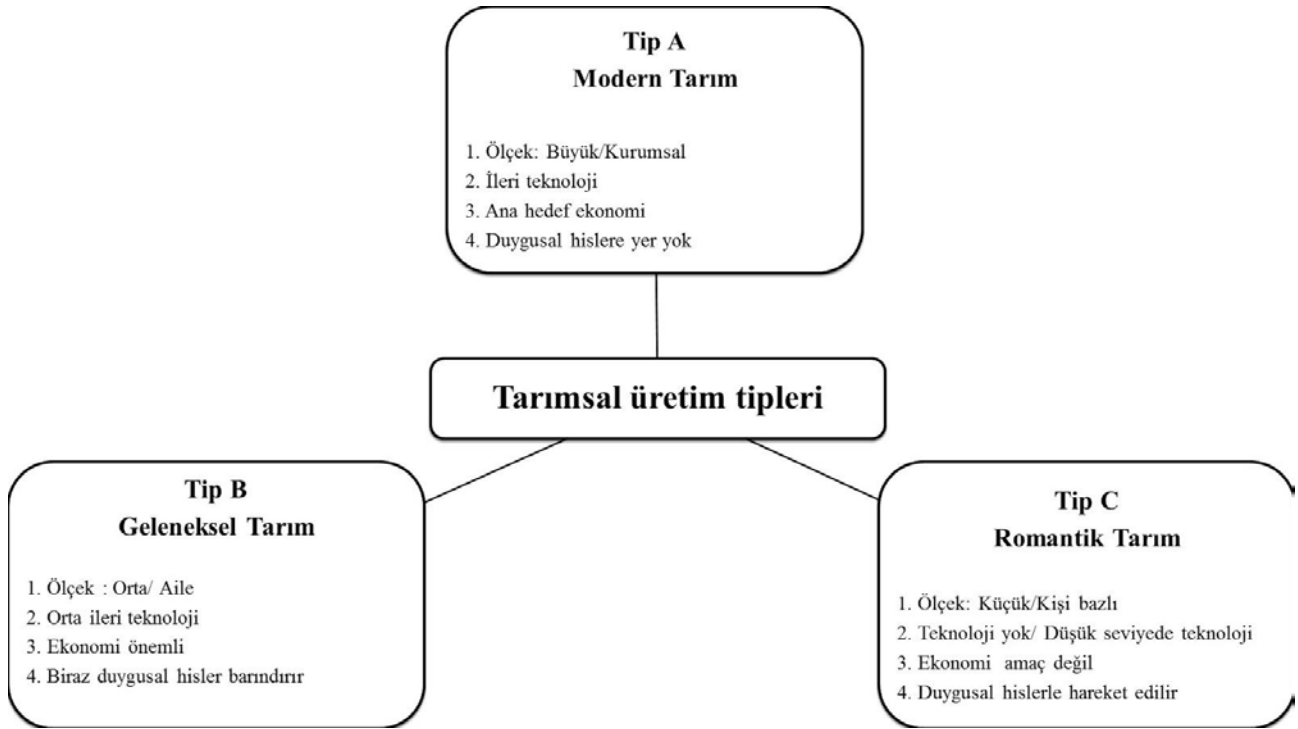
4. Tarımsal Üretim Tipleri

İlerleyen teknolojik gelişmelerle birlikte artan bilgi birikiminin, tarımsal üretimi geliştirmek için hangi safhalarda ve basamaklarda hedeflenebileceğinin ayrıntılı irdelenmesi gereklidir. Bu amaçla bu derleme makalesine özgü olarak tarımsal üretim tipleri, tarımda verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından kullanılan teknolojik yöntemler, hedef kitlesi ve amaçları doğrultusunda üç genel tipe ayırarak karşılaştırmalı olarak analiz edilecektir (Şekil 1).

Tip A olarak adlandırılan modern tarımda, yüksek verimli ve kaliteli bitki çeşitlerinin üretimi hedeflenmektedir. Bu üretim tipinde, klasik ıslah ve genetik mühendisliği teknikleriyle geliştirilen çeşitler kullanılmaktadır. Geleneksel tarım olarak ifade edilen Tip B üretim modelinde ise, modern tarıma göre daha küçük ölçekli aile işletmeleri gerçekleştirilmektedir. Bu üretim modelinde, tip A üretim modelinden farklı olarak sadece klasik ıslah yöntemleri kullanılmaktadır. Tip B modeli ya da geleneksel tarım döneminde verim ve kaliteli ürün artışının en somut örneği, yeşil devrim olarak

adlandırılan Norman Borlaug tarafından yüksek verimli buğday ve çeltik çeşitlerinin geliştirilmesi sonucunda görülmüştür. Birim alanda daha yüksek verime ulaşılması hedeflenen bu dönemde; tarımsal üretimde belirli bir artış sağlanmış olmasına rağmen, sulamaya ve monokültüre dayalı üretim toprağa ve çevreye zarar verebilecek tarımsal uygulama ve kimyasalların kullanımı sürdürülebilir tarım çalışmaları kapsamında negatif etkiler sunmaktadır (Aguilar-Rivera ve ark., 2019). Romantik tarım ise teknolojinin yok denecek kadar az kullanıldığı daha çok hobi amaçlı ferdi bazlı üretimin yapıldığı Tip C modeli olarak adlandırılan diğer bir üretim tipidir.

Doğrudan veya dolaylı amaçlarla kullanılan bitkilerin genom özelliklerinin aydınlatılması biyoteknoloji araçlarına adapte edilebilirliği ve uygunluğu noktasında farklılıklarının tespit edilmesi tarımsal üretimi sınırlayan negatif etkilerin giderilmesinde önem taşımaktadır. Bu amaç doğrultusunda biyolojik bilgi sağlama potansiyeli yüksek model bitkiler, hâlihazırda kullanılan kültür bitkileri ve genetik kaynak potansiyeli olabilecek yetim bitkiler genom çalışmalarında etkinliğin artırılabilmesi için önemlidir.



Şekil 1. Tarımsal üretimin genel tipleri. Tip A üretim modeli modern tarım, Tip B modeli geleneksel tarım ve Tip C modeli ise romantik tarım hakkında genel özellikleri bir çerçeve halinde sunmaktadır.

5. Model Bitkiler - Kültür Bitkileri - Yetim Bitkiler

Dünya da model bitki olarak kabul edilen Arabidopsis, bitki gelişimi, fizyolojisi, hücre biyolojisi ve genetik alanlarındaki temel araştırmaların uygulandığı bitki türüdür (Chang ve ark., 2016). Yeni nesil DNA dizileme yöntemlerinin 2000'li yıllarda gelişmesine paralel olarak nispeten küçük genom büyüklüğüne sahip Arabidopsis genomunun dizilenmesi üzerine diğer model bitki türlerinde de çalışmalar gerçekleştirilmeye başlamıştır (Armstead ve ark., 2009). Model bitkiler vasıtasıyla saptanan veriler, karşılaştırmalı genomik, sinteni, QTL haritalama gibi yöntemlerde kullanılarak agronomik açıdan değerli bitkilerin genom yapısının aydınlatılmasında ön bilgiler sunmaktadır.

Kültür bitkileri üzerinde insanlık tarihi boyunca seleksiyon ve farklı melezleme tekniklerinden başlayarak çok sayıda ıslah yöntemleri uygulanmıştır. Bu sayede arzu edilen özellikler bakımından çeşit geliştirilerek tarımsal üretimde verim, kalite artışı ve adaptasyon kabiliyeti yüksek ürün eldesi sağlanabilmektedir. Ancak belli başlı türlere eğilim, yıllar içerisinde mevcut genetik kaynaklarda azalma

ve birçok türün ihmal edilmesi sonucunu doğurmuştur. Bununla birlikte dünyanın temel gıda talebini karşılamak için tarımsal açıdan önemli özelliklerin altında yatan genlerin keşfedilmesi gerekmektedir. Kültür bitki türlerinin bitki ıslah yöntemleri vasıtasıyla geliştirilmesinde gerekli genetik kaynaklara ihtiyaç duyulmaktadır.

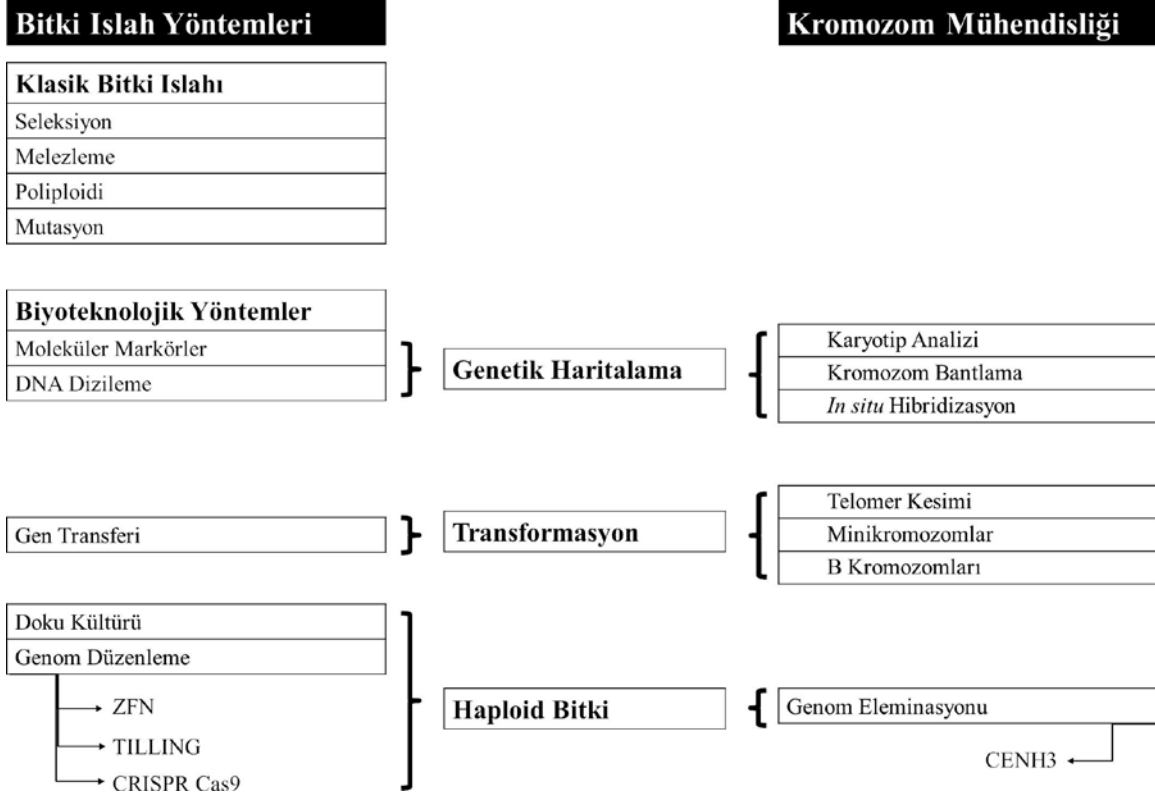
Yetim bitkiler ise, yerel düzeyde büyük önem taşımasına rağmen, büyük fon kuruluşları tarafından yatırım almayan, küresel ölçekte sınırlı pazara sahip, genetik ve biyoinformatik çalışmaların az olduğu ihmal edilmiş bitkiler olarak tanımlanmaktadır. (Naylor ve ark., 2006; Armstead ve ark., 2009; Ribaut ve Ragot, 2019). Yetim bitkiler, küresel gıda ve beslenme güvenliğinde önemli bir rol oynamaktadır. İklim değişikliği altında sürdürülebilir gıda sistemlerine katkıda bulunma potansiyeli mevcuttur (Mabhaudhi ve ark., 2019). Yetim bitki türleri düşük verimliliklerine rağmen, yüksek adaptasyona sahiptir. Buna karşılık genetik, tarımsal ve ekonomik özellikleri bakımından çeşitlilik göstermektedir (Naylor ve ark., 2006). Yetim bitkilerin genetik yapısı hakkında araştırmalar yetersiz olduğu için bu bitkiler hakkında çok az bilgi mevcuttur. Yetim bitkiler üzerinde araştırmalar arttıkça bu bitkilerden elde edilen veriler, iyi karakterize edilmiş bir model bitki türüyle karşılaştırmalı genomik ve biyoinformatik gibi yöntemler aracılığıyla ilişkilendirilebilir ve daha hızlı, etkin çeşit geliştirme çabalarına katkıda bulunabilir (Armstead ve ark., 2009; Ribaut ve Ragot, 2019).

6. Modern Bitki Islahına Geçiş ve Genetik Mühendisliği

Bitki ıslahı, üreticilerin ve tüketicilerin ihtiyaçlarına göre bitki çeşitlerinin geliştirilmesi, üstün genotipe sahip bitkilerin oluşturulması ve seçilmesi için gerekli yöntemleri sunmaktadır (Moose ve Mumm, 2008). Geçmişten günümüze bilim ve teknolojinin ilerlemesine paralel olarak çok sayıda ıslah yöntemi kullanılmaktadır ve bilgi birikimi arttıkça hâlen yeni yöntemler geliştirilmektedir (Şekil 2). Bunlar içerisinde en temel klasik bitki ıslah yöntemleri seleksiyon ve melezlemedir. Ancak klasik bitki ıslah çalışmalarında kullanılan yöntemlerde bilinen bazı sınırlamalar mevcuttur. Süregelen zaman boyunca mevcut sınırlamaların ortadan kaldırılması için bitki ıslahçıları yeni yöntem arayışlarına girmiştir ve bitki genetik mühendisliğinin sağladığı yeni yöntemlere olan ihtiyaç artmıştır.

Bitki genetik mühendisliği çalışmaları Mendel tarafından gerçekleştirilen araştırmalarla başlamış olup günümüzde hâlen daha yeni teknolojilerle gelişimini sürdürmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte sağlanan bilgiler tarımsal üretimde istenilen karakterler bakımından gerekli bitki ıslah çalışmalarının ilerlemesini sağlamıştır. Genetik teknolojilerinin hızlı gelişimi ve benimsenmesi, araştırmacıların genom biyolojisi, heterozis ve karmaşık agronomik özelliklerin kalıtım derecesi ile ilgili temel soruları ele almalarını sağlamaktadır (Varshney ve May, 2012). Ayrıca tüm genom dizilemesi genomu oluşturan elementler açısından ayrıntılı bir resim sunmaktadır (Saraswathy ve Ramalingam, 2011).

Bitkilerde ilk olarak Sanger dizileme yöntemi ile 2000 yılında *A. thaliana*'nın tüm genom dizilemesinin yapılmasının ardından tüm genom shotgun (Whole Genome Shotgun) dizilemesi kullanılarak 2005 yılında çeltik genom dizilemesi tamamlanmıştır. Dizileme bu birinci nesil tekniklerle kalmayıp, çok sayıda yeni ikinci nesil dizileme teknikleri (Illumina, Roche, SOLiD vb.) geliştirilmiştir. Dizileme tekniklerinin ilerlemesine bağlı olarak dizileme maliyetinin azalması ile birlikte yüksek çözünürlüklü daha uzun dizi okuma uzunlukları sayesinde model ve kültür bitkilerine ek olarak yetim bitkilerinin de dizilenmesi sağlanmıştır (Fleury ve ark., 2012). Böylece yetim bitkilerin genom dinamikleri hakkında daha detaylı bilgiler kazanılmıştır. Daha yakın dönemlerde ise tek molekül DNA kullanımına dayalı üçüncü nesil dizileme teknikleri olan, Helicos Biosciences (Harris ve ark., 2008), Pacific Bioscience (Eid ve ark., 2009) ve Oxford Nanopore yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır. Üçüncü nesil dizileme teknolojilerinin diğer yeni nesil dizileme teknolojilerine göre en büyük avantajı uzun DNA moleküllerinin dizilenebilme potansiyelini sağlayarak genom üzerindeki boşlukların tamamlanmasını sağlamasıdır (Fleury ve ark., 2012). Daha uzun okumalar ile tekrar dizilerinin etkisinden dolayı meydana gelen kromozom parçacıklarını birleştirme zorlukları atlatılabilecektir. Tek molekül dizileme ve fiziksel haritalama teknolojilerindeki bu son gelişmeler, bitki türlerinin kromozom ölçeğinde yüksek çözünürlükte birleştirilmesine öncül olmuştur (Michael ve Vanburen, 2020).



Şekil 2. Bitki ıslah yöntemlerinin genel akışı. Moleküler markörler, DNA dizileme yöntemleri, kromozom karyotip analizi, kromozom bantlama ve *in situ* hibridizasyon teknikleri genetik haritalamada kullanılan araçlardır. Biyoteknolojik yöntemlerde yer alan gen transferi amacıyla kullanılan vektörlere ek olarak, telomer kesimi, minikromozomlar ve B kromozomları da gen transferi (transformasyon) amacıyla vektör olarak kullanılabilir. ZFN, TILLING, CRISPR/Cas9 ve CENH3 katkılı genom eliminasyonu ve doku kültürü çalışmaları haploid bitki üretiminde kullanılabilen yeni teknolojik araçlardır.

7. Kromozom Çalışmalarının Tarımsal Üretime Katkıları

Bitki ıslah çalışmaları, klasik yöntemlerle başlamış olup modern biyoteknolojik tekniklerle daha da ileri seviyeye taşınmıştır. Ancak bu çalışmaların kendi içerisinde bir takım zorlukları ve riskleri mevcuttur. Geliştirilebilecek yeni teknikler ile bu sorunların üstesinden gelinmesi hedeflenmektedir. Örneğin ökaryotik bir genomda tekrarlayan DNA dizileri genomun yaklaşık %90'lık bir kısmını meydana getirmektedir (Charlesworth ve ark., 1994; Heslop-Harrison ve Schmidt, 2012; Hidalgo ve ark., 2017; Mehrotra ve Goyal, 2014). Tekrar elementlerinin genom içerisinde yoğunluk ve dağılımı dizileme işleminden sonra genomun yeniden yapılandırılmasında (genome assembly) zorluklar ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle genetik haritalamadan ziyade kromozomlar üzerinde tekrarlayan DNA elementlerinin yerlerinin tespitini kolaylaştıran fiziksel haritalama yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Fiziksel haritalama oluşturabilmek için Southern hibridizasyonu, PCR, Restriksiyon enzimleri ile kesim, Floresan *in situ* hibridizasyon (FISH) ve Genomik *in situ* hibridizasyon (GISH) gibi moleküler teknikler kullanılmaktadır. Bu teknikler ile kromozom ölçeğinde yüksek çözünürlüklü genom ayrıştırması ve kromozom karyotip haritası mümkündür (Saraswathy ve Ramalingam, 2011). Kromozomların boyutlarına ve sentromer bölgelerine göre düzenlenmesine karyotipleme adı verilmektedir. Brassicaceae türlerinin karyotip evriminin anlaşılmasında ve kromozom temelli filogenetik haritasının oluşturulmasında, *Triticum aestivum* türünün standart karyotipinin oluşturulması gibi çok sayıda çalışmada kullanılan C-, Q-, NOR-, G- bantlama ve FISH, GISH gibi teknikler entegre edilerek yüksek çözünürlüklü fiziksel haritalar oluşturulabilmektedir (Gill ve ark., 1991; Mandakova ve Lysak, 2008).

Özellikle FISH tekniği, tekrarlayan DNA elementlerinin kromozomlar üzerinde yerlerinin tespitinde yol gösterici olmakta ve bir takım kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca, bu teknik sayesinde genom dizilemesi sırasında tekrar dizilerinin yarattığı zorluğun üstesinden de gelinebilmektedir (Kato ve ark., 2005; Tek, 2013). Tekrarlayan DNA elementlerinin tespiti bitki genomunun anlaşılmasında, fenotipik analizlerde, gen transferinde kullanılabilir (Biscotti ve ark., 2015; Heslop-Harrison ve Schmidt, 2012; Schmidt ve Heslop-Harrison, 1998). Örneğin iPBS-Retrotranspozon markör sistemi kullanılarak *Fritillaria imperialis* L. (Terslale) genotiplerinde genetik varyasyon tespit edilmiş olup bu veriler gelecekte yapılacak ıslah çalışmalarında uygun ebeveyn seçimi için ön bilgi oluşturabilecektir (Koçak ve ark., 2020). Ayrıca, Fabaceae familyasında Ty1/copia elementleri (Galasso ve ark., 1997), *Musa acuminata* (Muz) telomerik tekrar elementleri (Hribova ve ark., 2010), *Solanum bulbocastanum* (patates) sentromerik ve perisentromerik tekrarları (Tek ve ark., 2005; Tek ve Jiang 2004), *Glycine max* (soya) satellit ve retrotranspozonları (Tek ve ark., 2010) gibi çok sayıda ökaryotik genomda tekrar elementlerinin kromozomal lokalizasyonları farklı tekniklerle saptanmıştır.

Kromozom analizlerinin bir diğer katkısı ise iki ayrı türün birbirlerine olan yakınlık ve uzaklıklarının ve poliploidi durumlarında atasal kromozomların tespiti açısından önemlidir. Bu durum poliploid türlerin bitki ıslah çalışmalarında ilerlemeler sağlayabilmektedir. Poliploid türlerde genlerin nasıl evrimleştiğini anlamak için genomların kökeni, tarihi ve araştırılan gen ailesinin yapısı bilinmelidir (Faris ve ark., 2001). Bitki genomları, değişken sayıda ploidi içerir ve heterozigotluk seviyelerinde farklılık gösterir (Michael ve Vanburen, 2020). Bitki türlerinin büyük çoğunluğu poliploid yapıya sahip olduğundan, genom organizasyonunun ayrıntılarının keşfinde ve genomlar arası benzerlik ve farklılıkların belirlenmesinde GISH tekniğinden yararlanılmaktadır (Shamim ve Armstrong, 2019). Güncel literatür incelendiğinde; allopoliploid *Brassica juncea* (Shamim ve Armstrong, 2019), *Medicago sativa* (Falistocco, 2020) gibi çok sayıda bitki türünde GISH tekniği kullanılarak genom yapılarının aydınlatılması ve karyotiplerinin oluşturulması sağlanmıştır.

Genom dizileme teknolojileri geliştikçe, yukarıda ifade edilen sitogenetik araçlar genom fonksiyonunun araştırılmasında ve kromozom organizasyonlarının tespitinde büyük roller üstleneceklerdir (Kato ve ark., 2005). Dizileme teknolojileri aracılığıyla genom dizilemesinden elde edilen çıktılar, temel bilimlerde bilgi birikimini artırarak, bitki genomunun özelliklerini ayrıntılı açıklamayı mümkün kılmaktadır (Fears, 2007; Varshney ve May, 2012). Bu sayede bitki ıslahı için genetik kaynak potansiyeli olan bitki türlerinin ileri düzey genom bilgisi elde edilecektir. Ayrıca yapılan analizlerin sonuçları, genom yapısı ve dinamiklerinin hakkında önemli bilgiler sağlayabilir ve türler arasındaki filogenetik ilişkileri anlamamıza katkıda bulunabilir (Faris ve ark., 2001).

Modern biyoteknolojik tekniklerin sağladığı tüm bu avantajların yanı sıra; ilerlemelere bağlı olarak bazı risklerde mevcuttur. Örneğin transformasyon sonrası bitkilerin seleksiyonu için seçilebilir markör genlerinin kullanılması çevresel kaygı ve insan sağlığı bakımından risk oluşturmaktadır. Ayrıca gen transferi yöntemlerinin çoklu genlerin transferindeki sorunları ve gen susturması gibi dezavantajları bulunmaktadır (Dhar ve ark., 2011). Bu nedenle bilim adamları yeni arayış içine girmiştir. Temel kromozom çalışmalarından elde edilen bilgiler, minikromozomlar veya bitki yapay kromozomları bu arayışın çözüm alternatifi olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, seçici markör genleri olmadan transformasyon çalışmaları için bitki yapay kromozom teknolojisi bir fırsat sunmaktadır (Barampuram ve Zhang, 2011). Minikromozomlar, ökaryotik kromozomların işlevsel yapılarını ortaya çıkarmak için kullanılan araçlardır (Murata, 2014). Yapay kromozomlar (minikromozomlar) birkaç gen kümesinin tek bir bağımsız kromozomda birleştirmesini sağlayarak kararlı ve kalıtsal bir platform sağlayabilir (Cody ve ark., 2015). Bitki yapay kromozom teknolojisinin en somut örneği kromozom temelli vektör inşasında kendini göstermektedir. Minikromozomların vektör olarak kullanılmasının sağlayacağı bazı avantajlar aşağıda ifade edilmiştir (Dhar ve ark., 2011; Yu ve ark., 2016). Bu avantajlar: 1) Minikromozomların küçük olması, 2) arzu edilen genlerin tek bir kromozomda birleştirilmesi, 3) melezleme (crossing) ile transferinin kolay olması, 4) mayoz ve mitoz bölünme sırasında sabit olması ve nesilden nesile aktarılabilmesi, 5) genom dizileme yöntemleri sayesinde minikromozomlar üzerindeki genlerin silinmesi, eklenmesi ve düzenlenmesidir. Kromozom temelli vektör olarak gen transferinde kullanılan kromozomların telomer aracılığıyla kesilmesi sonucu oluşturulan minikromozomlar, Arabidopsis ve mısırdaki B kromozomlarının keşfi yeni çeşit geliştirilmesinde potansiyel göstermektedir (Yu ve ark., 2007; Birchler ve ark., 2008; Houben ve ark., 2011; Murata, 2014). B kromozomları bazı bitki türlerinde doğal olarak bulunabildiği gibi kromozom mühendisliği teknikleri ile sonradan genoma dahil edilebilir. Bu tip kromozomların temel genlerden

yoksun olmaları, telomer aracılığıyla B kromozomlarının kesilmesiyle meydana getirilen minikromozomların oluşturulması için bir avantaj sunmaktadır (Dhar ve ark., 2011; Cody ve ark., 2015). Kromozom mühendisliği yöntemlerinde ilerlemeler ve genom düzenleme yöntemlerinin minikromozomların oluşturulmasında katkılarına bağlı olarak yeni çeşitlerin geliştirilmesinde kullanılması beklenmektedir (Murata, 2014; Cody ve ark., 2015). Bu sayede genetik mühendisliğinin yukarıda ifade edilen sınırlamalarını çözümlmek için geliştirilen kromozom mühendisliği yöntemleri genetik çeşitlilik sağlayarak sürdürülebilir tarım için gerekli kaynakları oluşturabilir. Böylece artan nüfusa karşı gıda güvenliğinin teminatı sağlanabilir.

8. Genom Düzenlemenin Kromozom Mühendisliği Perspektifinde Katkıları

Temel bilimler alanında yeni bir teknolojik gelişme olan genom düzenleme yöntemleri, biyolojik araştırmalara katkı sağlamaktadır (Vats ve ark., 2019). Bu yöntemlerin, birden çok hedefi aynı anda düzenleme potansiyeli bulunmaktadır (Vats ve ark., 2019). ZFN, TILLING ve CRISPR/Cas9 genom düzenleme yöntemlerinin kullanımı tarımsal üretimin gelişiminde yeni bir döneme geçilmesini sağlamıştır. CRISPR/Cas9 teknolojisi yüksek etkinlik göstermesi ve diğer düzenleme yöntemlerine göre basit olması nedeniyle bitki genom düzenleme yöntemleri içerisinde en geçerli yaklaşımdır ve bitki ıslahının geliştirilmesinde yeni olanaklar sunmaktadır (Stajić ve ark., 2019).

Double (katlanmış) haploid yaklaşımlara dayanan ıslah çalışmalarında %100 homozigot saf hatların elde edilmesi bitki ıslah programlarının hızlandırılmasını ve güvenli sonuçlar alınmasını sağlamasından dolayı son zamanlarda yeni bir araç konumuna ulaşmıştır (Tek ve ark., 2015; Cerit ve ark., 2016). Haploid bitki türlerinin eldesinde *in vitro* ve *in vivo* olmak üzere çok sayıda yöntem kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemlerin kullanımının genotipe bağlı olması, haploid üretim için gerekli olan indüzer (inducer) hatların türe özgü olması, doku kültürü çalışmalarında türe spesifik ortamların oluşturulması gibi sınırlamalar mevcuttur. Bu nedenle genom eliminasyonunun sentromer vasıtasıyla kazandırıldığı haploid üretim model ümitvar bir yaklaşım olarak kullanılan yeni bir yöntemdir (Tek ve ark., 2015). Kromozomların temel yapısal parçası olan sentromer, hücre bölünmesi sırasında kromozomların doğru ve eksiksiz dağılımı ve yavru hücrelere aktarımı için gereklidir. Sentromer bölgesi sentromere özgü DNA tekrar dizilerinden ve aktif sentromerlerin temel bileşeni olan sentromere özgü histon H3 (CENH3) proteininden oluşmaktadır (Houben ve Schubert, 2003; Wang ve ark., 2009; Lermontova ve Schubert 2013). Aktif sentromer bölgesinde yer alan nükleozomlar, standart histon H3 proteininin bir varyantı olan CENH3 proteininin standart histon H3 ile yer değiştirmesiyle tanımlanır (Houben ve Schubert, 2003). CENH3 homologları, insan (Palmer ve ark., 1991), maya (Stoler ve ark., 1995), *Drosophila* (Henikoff ve ark., 2000), *Arabidopsis* (Talbert ve ark., 2002), çeltik (Nagaki ve ark., 2004), mısır (Zhong ve ark., 2002), soya (Tek ve ark., 2010), arpa (Sanei ve ark., 2011), muz (Muiruri ve ark., 2017) gibi çok sayıda farklı türde karakterize edilmiştir.

İlk olarak Ravi ve Chan, (2010) *Arabidopsis thaliana* model türünde CENH3 proteini üzerinde modifikasyonlar yaparak genom eliminasyonunu sağlamışlardır. CRISPR/Cas9 sistemi ve CenH3 geninin bir arada kullanımıyla *Brassica oleracea* türünde CENH3 haploid indüzer hatlar *Agrobacterium* ve protoplast transformasyon sistemleri aracılığıyla aktarılmıştır (Stajić ve ark., 2019). Benzer şekilde sorgum bitkisinde CenH3 geninde CRISPR/Cas9 aracılığıyla genom düzenlenmesi *Agrobacterium* aracılığıyla transformasyon sisteminde uygulanmak üzere geliştirilmiştir (Che ve ark., 2018). CRISPR/Cas9 aracılığıyla CenH3 geninde delesyon sonucu yaratılan mutasyon ile *A. thaliana* türünde haploid indükleyici hatlar elde edilmiştir (Kuppu ve ark., 2020). Özetle homozigot saf hatların elde edilmesi için gereken zaman, yüksek iş gücü ve maliyet haploid bitki üretimini sınırlamaktadır (Kurtar ve ark., 2020). Bununla birlikte; CENH3 evrimsel olarak korunduğu için böylesi bir kromatin bileşeni üzerinde yapılan modifikasyonlardan elde edilen çıktılar, diğer haploid üretim yöntemlerine göre evrensel sonuçlar oluşturabilecektir ve haploid üretiminde türe özgü sınırlamaları ortadan kaldıracak potansiyeli sunacaktır.

9. Sinteni: Genlerin Kromozom Boyunca Benzer Sıralanışı

Sinteni terimi genetikte aynı kromozomda iki veya daha fazla lokus varlığını belirtmek için kullanılmaktadır (McCouch, 2001). Sinteni vasıtasıyla elde edilen genetik bilgiler hastalıklara

dayanıklılık, biyotik ve abiyotik strese tolerans gibi önemli özellikleri sağlayan genlerin ortologlarını ya da homologlarının saptanmasında kullanılmaktadır. Örneğin Solanaceae familyası içerisinde yer alan patates ve domates bitkilerinin temel kromozom sayıları 12'dir ($n=12$). Yapılan karşılaştırmalı haritalama çalışması sırasında her iki türün 9 kromozomunun lokus sırasının birbiriyle aynı olduğu ancak geri kalan 3 kromozom üzerinde perisentromerik bölgede inversiyonlar olduğu açığa çıkarılmıştır (Bonierbale ve ark., 1988). Benzer şekilde Poaceae familyası içerisinde yer alan çeltik, cin darı, mısır, sorgum ve *Triticeae* türlerinin sinteni haritası çıkarılmıştır (Bennetzen ve Chen, 2008). Bu çalışmaya göre, gen sıralaması ve telomer bölgesinin büyük ölçüde korunduğu, kromozom sayısının ise türler arasında değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca sinteni haritalaması ile önemli özellikleri kodlayan genlerin ortologlarının yerleri de gösterilmiştir. Tespit edilen bu bilgiler ışığında büyük genoma sahip kültür bitkilerinin harita tabanlı klonlanmasını kolaylaştırmak için nispeten daha küçük genoma sahip model bitkiler kullanılmaktadır (Bennetzen ve Chen, 2008). *Brassica oleracea* ve *Arabidopsis* karşılaştırmalı haritalama çalışmaları sonucunda sinteni bölgeleri tespit edilmiş ve *Brassica oleracea* mevcut genlerinin ortologlarının *Arabidopsis* üzerinde oldukça korunmuş olduğu bildirilmiştir (O'Neill ve Bancroft, 2000). Ek olarak, *Arabidopsis* ve domates karşılaştırmalı dizileme çalışması ile meyve şeklini kontrol eden geninin tespiti yapılmıştır (Ku ve ark., 2000).

10. Sonuç

Bilimsel çalışmalarda sürekliliğin sağlanması için temel ve uygulamalı araştırmaların bir arada yürütülmesi gerekmektedir (Clark, 2007). Uygulamalı ve temel bilimler arasında uçurumun olmadığına anlaşılması ve koordineli olarak birbirine bağlı olduğunun benimsenmesine ihtiyaç vardır. Hazırlanan ıslah programları temel bilimsel bilgilerden yararlanılarak tasarlandığında elde edilen sonuçlar uzun vadede daha yüksek başarılar sağlayabilecektir. Ayrıca tarımsal ürünlere olan talep bu yüzyılın ilk yarısına kadar ikiye katlanacaktır (Varshney ve May, 2012). Artan nüfusunun aksine tarım alanlarının daha fazla genişletilemeyecek durumda olması üretim alanlarının genişletilmesini sınırladığından, birim alanda tarımsal ürünlerin miktar ve kalitesinin artmasına yönelik çalışmalarla taleplerin desteklenmesi ve yenilikçi yollar bulunması gerekmektedir (Cody ve ark., 2015). Örneğin, *Arabidopsis* gibi model türlerden sağlanan bilgiler ve deneysel yaklaşımlar kullanılarak daha az karakterize edilmiş yetim bitki türlerinde çalışmalar mümkün kılınabilir ve ilerleyen teknolojilerle birlikte aday genler yönünden bitki ıslahında katkıda bulunabilir (Cook ve Varshney, 2010). Tarımın ihtiyaç duyduğu teknoloji değişiminin kaynağı temel bilimlerden gelmektedir. Temel bilimlerden saptanan veriler kullanılarak uygulamalı tarım bilimleri desteklenmeli ve bitki ıslah çalışmaları daha etkin hâle getirilmelidir. Böylece tarımsal üretimde verimin artırılması sağlanmalıdır.

Artan gıda ihtiyaç talebinin karşılanması için yeni teknolojilerle birlikte tarımın daima bir arada ilerlemesi gerekmektedir. Tarımda verimliliği artırıp, yüksek kalitede ürün eldesi sağlanırken, aynı zamanda çevre ve insan sağlığını gözeterek şekilde yapılan çalışmalar, klasik bitki ıslah yöntemleri yanı sıra, genetik ve kromozom mühendisliği yöntemleri aracılığıyla gerçekleştirilebilmektedir. Bugüne kadar yapılan klasik ıslah çalışmaları ve tarımsal uygulamalar (gübreleme vs.) yoluyla ürünlerde verim ve kaliteyi arttırmak amacıyla kullanılan iki stratejidir. Ancak genetik ve kromozom mühendisliği, küresel gıda güvenliğini sağlamak için başka stratejiler sunmaktadır (Cody ve ark., 2015). Örneğin Sanger, Illumina, Oxford Nanopore dizileme yöntemleri, doku kültürü, tek gen aktarımını sağlayan transformasyon teknikleri, QTL, bağlantı haritalaması, moleküler markör teknikleri, CRISPR/Cas9 gibi genom düzenleme ve kromozom mühendisliği kapsamında yer alan yöntemlerin kullanımı bitki ıslah çalışmalarında çeşit geliştirilmesi için ön bilgiler sunmuştur ve sunmaya devam etmektedir. Genetik ve kromozom bilimi uygulamalı tarım bilimlerinin ilerlemesi için önemlidir. Genom haritalama çalışmaları kullanılan yöntemlere ek olarak, satelit tekrarlar, transpozon elementleri ve 5S, 45S gibi ribozomal DNA dizilerinin kromozomlar üzerinde lokalizasyonları FISH ve C-bantlama gibi bantlama teknikleri ile gösterilmiştir. Ayrıca, poliploid türlerde GISH metodu ile kromozom karyotip analizi sağlanarak farklı bir bakış açısı sunulmuştur. Gelecekte, tüm genom dizilemeleri için hâlen büyük zorluk getiren tekrar dizilerinin sitogenetik yöntemler ve biyoinformatik çalışmalar ile anlaşılması, minikromozomlar veya B kromozomlarının gen transferinde bir vektör olarak kullanılabilmesi, CENH3 üzerinde yaratılan mutasyon haploid üretiminde gelişmeler tarımsal üretimde çeşit geliştirilmesinde ve genetik çeşitliliğin sağlanmasında ciddi bir potansiyel oluşturmaktadır.

Teşekkür

ALT, SDKÖ, BŞY ve HY TÜBİTAK (118O670; 118Z589), COST CA16212 - Impact of Nuclear Domains On Gene Expression and Plant Traits projeleri tarafından desteklenmektedir. SDKÖ, BŞY ve HY YÖK 100/2000 programı tarafından desteklenmektedir. Bitki Kromozom Laboratuvarındaki çalışmalarımız Ayhan Şahenk Vakfı tarafından desteklenmektedir.

Kaynakça

- Acquaah, G. (2009). *Principles of Plant Genetics and Breeding*. John Wiley & Sons. 1-22.
- Agarwal, M., Shrivastava, N., & Padh, H. (2008). Advances in molecular marker techniques and their applications in plant sciences. *Plant Cell Reports*, 27(4), 617-631.
- Aguilar-Rivera, N., Michel-Cuello, C., & Cárdenas-González, J. F. (2019). Green Revolution and Sustainable Development. In W. Leal Filho (Ed.), *Encyclopedia of Sustainability in Higher Education* (pp. 833-850). Springer International Publishing.
- Armstead, I., Huang, L., Ravagnani, A., Robson, P., & Ougham, H. (2009). Bioinformatics in the orphan crops. *Briefings in Bioinformatics*, 10(6), 645-653.
- Barampuram, S., & Zhang, Z. J. (2011). Recent advances in plant transformation. *Methods in Molecular Biology (Clifton, N.J.)*, 701, 1-35.
- Bennetzen, J. L., & Chen, M. (2008). Grass genomic synteny illuminates plant genome function and evolution. *Rice*, 1(2), 109-118.
- Birchler, J. A., Yu, W., & Han, F. (2008). Plant engineered minichromosomes and artificial chromosome platforms. *Cytogenetic and Genome Research*, 120(3-4), 228-232.
- Biscotti, M. A., Olmo, E., & Heslop-Harrison, J. S. P. (2015). Repetitive DNA in eukaryotic genomes. *Chromosome Research: An International Journal on the Molecular, Supramolecular and Evolutionary Aspects of Chromosome Biology*, 23(3), 415-420.
- Bonierbale, M. W., Plaisted, R. L., & Tanksley, S. D. (1988). RFLP maps based on a common set of clones reveal modes of chromosomal evolution in potato and tomato. *Genetics*, 120(4), 1095-1103.
- Brodt, S., Six, J., Feenstra, G., Ingels, C. & Campbell, D. (2011) Sustainable agriculture. Nature education knowledge 3(10),1. <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/sustainable-agriculture-23562787/>. Erişim tarihi: 12.05.2020.
- Cerit, İ., Cömertpay, G., Oyucu, R., Çakir, B., Hatipoğlu, R., & Özkan, H. (2016). Melez mısır ıslahında in-vivo katlanmış haploid tekniğinde kullanılan farklı inducer genotiplerin haploid indirgeme oranların belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araş. Enstitüsü Dergisi*, 25(1), 52-57.
- Chang, C., Bowman, J. L., & Meyerowitz, E. M. (2016). Field guide to plant model systems. *Cell*, 167(2), 325-339.
- Charlesworth, B., Sniegowski, P., & Stephan, W. (1994). The evolutionary dynamics of repetitive DNA in eukaryotes. *Nature*, 371(6494), 215-220.
- Che, P., Anand, A., Wu, E., Sander, J. D., Simon, M. K., Zhu, W., Sigmund, A. L., Zastrow-Hayes, G., Miller, M., Liu, D., Lawit, S. J., Zhao, Z.-Y., Albertsen, M. C., & Jones, T. J. (2018). Developing a flexible, high-efficiency Agrobacterium-mediated sorghum transformation system with broad application. *Plant Biotechnology Journal*, 16(7), 1388-1395.
- Clark, W. C. (2007). Sustainability science: A room of its own. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(6), 1737-1738.
- Cody, J. P., Swyers, N. C., McCaw, M. E., Graham, N. D., Zhao, C., & Birchler, J. A. (2015). Minichromosomes: Vectors for Crop Improvement. *Agronomy*, 5(3), 309-321.
- Cook, D. R., & Varshney, R. K. (2010). From genome studies to agricultural biotechnology: Closing the gap between basic plant science and applied agriculture. *Current Opinion in Plant Biology*, 13(2), 115-118.
- Dhar, M. K., Kaul, S., & Kour, J. (2011). Towards the development of better crops by genetic transformation using engineered plant chromosomes. *Plant Cell Reports*, 30(5), 799-806.
- Eid, J., Fehr, A., Gray, J., Luong, K., Lyle, J., Otto, G., Peluso, P., Rank, D., Baybayan, P., Bettman, B., Bibillo, A., Bjornson, K., Chaudhuri, B., Christians, F., Cicero, R., Clark, S., Dalal, R.,

- deWinter, A., Dixon, J., Turner, S. (2009). Real-Time DNA sequencing from single polymerase molecules. *Science*, 323(5910), 133-138.
- Falisticco, E. (2020). Insight into the chromosome structure of the cultivated tetraploid alfalfa (*Medicago sativa subsp. Sativa L.*) by a combined use of GISH and FISH techniques. *Plants*, 9(4), 542.
- Faris, J., Sirikhachornkit, A., Haselkorn, R., Gill, B., & Gornicki, P. (2001). Chromosome mapping and phylogenetic analysis of the Cytosolic Acetyl-CoA Carboxylase Loci in wheat. *Molecular Biology and Evolution*, 18(9), 1720-1733.
- FAO (2020). Food and Agriculture organization. <http://www.fao.org/sustainability/en/>. Erişim tarihi: 15.04.2020.
- Fears, R. (2007). Genomics and genetic resources for food and agriculture. Commission on genetic resources for food and agriculture. <http://www.fao.org/3/a-k0174e.pdf>. Erişim tarihi: 12.06.2020.
- Fleury, D., Baumann, U., & Langridge, P. (2012). Plant genome sequencing: Models for developing synteny maps and association mapping. In A. Altman & P. M. Hasegawa (Ed.), *Plant Biotechnology and Agriculture* (pp. 83-97). Academic Press.
- Galasso, I., Harrison, G. E., Pignone, D., Brandes, A., & Heslop-harrison, J. S. (1997). The distribution and organization of Ty1-copia-like retrotransposable elements in the genome of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Cowpea) and its Relatives. *Annals of Botany*, 80(3), 327-333.
- Gill, B. S., Friebe, B., & Endo, T. R. (1991). Standard karyotype and nomenclature system for description of chromosome bands and structural aberrations in wheat (*Triticum aestivum*). *Genome*, 34(5), 830-839.
- Govindaraj, M., Vetriventhan, M., & Srinivasan, M. (2015). Importance of genetic diversity assessment in crop plants and its recent advances: An overview of its analytical perspectives. *Genetics Research International*, 2015, 431487.
- Gross, B. L., Kellogg, E. A., & Miller, A. J. (2014). Speaking of food: Connecting basic and applied plant science. *American Journal of Botany*, 101(10), 1597-1600.
- Harris, T. D., Buzby, P. R., Babcock, H., Beer, E., Bowers, J., Braslavsky, I., Causey, M., Colonell, J., Dimeo, J., Efcavitch, J. W., Giladi, E., Gill, J., Healy, J., Jarosz, M., Lapen, D., Moulton, K., Quake, S. R., Steinmann, K., Thayer, E., Xie, Z. (2008). Single-molecule DNA sequencing of a viral genome. *Science (New York, N.Y.)*, 320(5872), 106-109.
- Henikoff, S., Ahmad, K., Platero, J. S., & van Steensel, B. (2000). Heterochromatic deposition of centromeric histone H3-like proteins. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97(2), 716-721.
- Heslop Harrison, J. (Pat), & Schmidt, T. (2012). Plant nuclear genome composition. In *ELS*. American Cancer Society.
- Hidalgo, O., Pellicer, J., Christenhusz, M., Schneider, H., Leitch, A. R., & Leitch, I. J. (2017). Is there an upper limit to genome size? *Trends in Plant Science*, 22(7), 567-573.
- Houben, A., & Schubert, I. (2003). DNA and proteins of plant centromeres. *Current Opinion in Plant Biology*, 6(6), 554-560.
- Houben, A., Nasuda, S., & Endo, T. R. (2011). Plant B chromosomes. *Methods in Molecular Biology (Clifton, N.J.)*, 701, 97-111.
- Hribová, E., Neumann, P., Matsumoto, T., Roux, N., Macas, J., & Dolezel, J. (2010). Repetitive part of the banana (*Musa acuminata*) genome investigated by low-depth 454 sequencing. *BMC Plant Biology*, 10, 204.
- Kato, A., Vega, J. M., Han, F., Lamb, J. C., & Birchler, J. A. (2005). Advances in plant chromosome identification and cytogenetic techniques. *Current Opinion in Plant Biology*, 8(2), 148-154.
- Koçak, M., Karataş, M. D., Alp, Ş., Baloch, F., & Yildiz, M. (2020). Van Gölü havzasından toplanan Terslale (*Fritillaria imperialis L.*) genotiplerinde genetik farklılığın iPBS retrotranspozon markırları ile belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(2), 398-406.
- Kurtar, E. S., Seymen, M., & Kal, Ü. (2020). An overview of doubled haploid plant production in Cucurbita species. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(3), 510-520.
- Ku, H.-M., Vision, T., Liu, J., & Tanksley, S. D. (2000). Comparing sequenced segments of the tomato and Arabidopsis genomes: Large-scale duplication followed by selective gene loss creates a network of synteny. *Proceedings of the National Ac. of Sciences*, 97(16), 9121-9126.

- Kuppu, S., Ron, M., Marimuthu, M. P. A., Li, G., Huddleson, A., Siddeek, M. H., Terry, J., Buchner, R., Shabek, N., Comai, L., & Britt, A. B. (2020). A variety of changes, including CRISPR/Cas9-mediated deletions, in CENH3 lead to haploid induction on outcrossing. *Plant Biotechnology Journal*.
- Lermontova, I., & Schubert, I. (2013). CENH3 for Establishing and Maintaining Centromeres. In J. Jiang & J. A. Birchler (Eds). *Plant Centromere Biology* (pp. 67-82). John Wiley & Sons, Ltd.
- Lusser, M., Parisi, C., Plan, D., & Rodríguez-Cerezo, E. (2012). Deployment of new biotechnologies in plant breeding. *Nature Biotechnology*, 30(3), 231-239.
- Mabhaudhi, T., Chimonyo, V. G. P., Hlahla, S., Massawe, F., Mayes, S., Nhamo, L., & Modi, A. T. (2019). Prospects of orphan crops in climate change. *Planta*, 250(3), 695-708.
- Mandáková, T., & Lysak, M. A. (2008). Chromosomal phylogeny and karyotype evolution in x=7 crucifer species (*Brassicaceae*). *The Plant Cell*, 20(10), 2559-2570.
- McCouch, S. R. (2001). Genomics and synteny. *Plant Physiology*, 125(1), 152-155.
- Mehrotra, S., & Goyal, V. (2014). Repetitive sequences in plant nuclear DNA: Types, distribution, evolution and function. *Genomics, Proteomics & Bioinformatics*, 12(4), 164-171.
- Michael, T. P., & Van Buren, R. (2020). Building near-complete plant genomes. *Current Opinion in Plant Biology*, 54, 26-33.
- Mondini, L., Noorani, A., & Pagnotta, M. A. (2009). Assessing plant genetic diversity by molecular tools. *Diversity*, 1(1), 19-35.
- Moose, S. P., & Mumm, R. H. (2008). Molecular plant breeding as the Foundation for 21st Century crop improvement. *Plant Physiology*, 147(3), 969-977.
- Muiruri, K. S., Britt, A., Amugune, N. O., Nguu, E. K., Chan, S., & Tripathi, L. (2017). Expressed centromere specific histone 3 (CENH3) variants in cultivated triploid and wild diploid bananas (*Musa* spp.). *Frontiers in Plant Science*, 8, 1034.
- Murata, M. (2014). Minichromosomes and artificial chromosomes in arabidopsis. *Chromosome Research*, 22(2), 167-178.
- Nagaki, K., Cheng, Z., Ouyang, S., Talbert, P. B., Kim, M., Jones, K. M., Henikoff, S., Buell, C. R., & Jiang, J. (2004). Sequencing of a rice centromere uncovers active genes. *Nature Genetics*, 36(2), 138-145.
- Naylor, R. L., Falcon, W. P., Goodman, R. M., Jahn, M. M., Sengooba, T., Tefera, H., & Nelson, R. J. (2004). Biotechnology in the developing world: A case for increased investments in orphan crops. *Food Policy*, 29(1), 15-44.
- O'Neill, C. M., & Bancroft, I. (2000). Comparative physical mapping of segments of the genome of *Brassica oleracea* var. *Alboglabra* that are homoeologous to sequenced regions of chromosomes 4 and 5 of *Arabidopsis thaliana*. *The Plant Journal: For Cell and Molecular Biology*, 23(2), 233-243.
- Paoletti, M. G., Gomiero, T., & Pimentel, D. (2011). Introduction to the Special Issue: Towards A More Sustainable Agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30(1-2), 2-5.
- Palmer, D. K., O'Day, K., Trong, H. L., Charbonneau, H., & Margolis, R. L. (1991). Purification of the centromere-specific protein CENP-A and demonstration that it is a distinctive histone. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 88(9), 3734-3738.
- Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491), 447-465.
- Ramanatha Rao, V., & Hodgkin, T. (2002). Genetic diversity and conservation and utilization of plant genetic resources. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 68(1), 1-19.
- Ravi, M., & Chan, S. W. L. (2010). Haploid plants produced by centromere-mediated genome elimination. *Nature*, 464(7288), 615-618.
- Ribaut, J.-M., & Ragot, M. (2019). Modernising breeding for orphan crops: Tools, methodologies, and beyond. *Planta*, 250(3), 971-977.
- Ronald, P. (2011). Plant genetics, sustainable agriculture and global food security. *Genetics*, 188(1), 11-20.
- Ronald, P. C. (2014). Lab to Farm: Applying research on plant genetics and genomics to crop improvement. *PLoS Biology*, 12(6), e1001878.

- Sanei, M., Pickering, R., Kumke, K., Nasuda, S., & Houben, A. (2011). Loss of centromeric histone H3 (CENH3) from centromeres precedes uniparental chromosome elimination in interspecific barley hybrids. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(33), E498-E505.
- Saraswathy, N., & Ramalingam, P. (2011). Genome mapping. In N. Saraswathy & P. Ramalingam (Eds.), *Concepts and Techniques in Genomics and Proteomics*, pp. 77-93.
- Schmidt, T., & Heslop-Harrison, J. S. (1998). Genomes, genes and junk: The large-scale organization of plant chromosomes. *Trends in Plant Science*, 3(5), 195-199.
- Shamim, Z., & Armstrong, S. J. (2020). Using Genome In Situ Hybridization (GISH) to Distinguish the Constituent Genomes of *Brassica nigra* and *B. rapa* in the Hybrid *B. juncea*. In M. Pradillo & S. Heckmann (Eds.), *Plant Meiosis: Methods and Protocols* (pp. 69-78). Springer.
- Stajič, E., Kielkowska, A., Murovec, J., & Bohanec, B. (2019). Deep sequencing analysis of CRISPR/Cas9 induced mutations by two delivery methods in target model genes and the CENH3 region of red cabbage (*Brassica oleracea* var. *Capitata* f. *Rubra*). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 139(2), 227-235.
- Stoler, S., Keith, K. C., Curnick, K. E., & Fitzgerald-Hayes, M. (1995). A mutation in CSE4, an essential gene encoding a novel chromatin-associated protein in yeast, causes chromosome nondisjunction and cell cycle arrest at mitosis. *Genes & Development*, 9(5), 573-586.
- Talbert, P. B., Masuelli, R., Tyagi, A. P., Comai, L., & Henikoff, S. (2002). Centromeric localization and adaptive evolution of an Arabidopsis histone H3 variant. *The Plant Cell*, 14(5), 1053-1066.
- Tek, A. L., Stevenson, W. R., Helgeson, J. P., & Jiang, J. (2004). Transfer of tuber soft rot and early blight resistances from *Solanum brevidens* into cultivated potato. *TAG. Theoretical and Applied Genetics. Theoretische Und Angewandte Genetik*, 109(2), 249-254.
- Tek, A. L., Song, J., Macas, J., & Jiang, J. (2005). Sobo, a recently amplified satellite repeat of potato, and its implications for the origin of tandemly repeated sequences. *Genetics*, 170(3), 1231-1238.
- Tek, A. L., Kashiwara, K., Murata, M., & Nagaki, K. (2010). Functional centromeres in soybean include two distinct tandem repeats and a retrotransposon. *Chromosome Res.*, 18(3), 337-347.
- Tek, A.L. (2013, Eylül). *Moleküler sitogenetik yöntemlerle bitki genom analizi*. Konya Tarla Bitkileri Kongresi. Konya.
- Tek, A. L., Stupar, R. M., & Nagaki, K. (2015). Modification of centromere structure: A promising approach for haploid line production in plant breeding. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39(4), 557-562.
- Varshney, R. K., & May, G. D. (2012). Next-generation sequencing technologies: Opportunities and obligations in plant genomics. *Briefings in Functional Genomics*, 11(1), 1-2.
- Vats, S., Kumawat, S., Kumar, V., Patil, G. B., Joshi, T., Sonah, H., Sharma, T. R., & Deshmukh, R. (2019). Genome editing in plants: Exploration of technological advancements and challenges. *Cells*, 8(11), 1386.
- Wang, G., Zhang, X., & Jin, W. (2009). An overview of plant centromeres. *Journal of Genetics and Genomics*, 36(9), 529-537.
- Yu, W., Han, F., Gao, Z., Vega, J. M., & Birchler, J. A. (2007). Construction and behavior of engineered minichromosomes in maize. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(21), 8924-8929.
- Yu, W., Yau, Y.-Y., & Birchler, J. A. (2016). Plant artificial chromosome technology and its potential application in genetic engineering. *Plant Biotechnology Journal*, 14(5), 1175-1182.
- Zhong, C. X., Marshall, J. B., Topp, C., Mroczek, R., Kato, A., Nagaki, K., Birchler, J. A., Jiang, J., & Dawe, R. K. (2002). Centromeric retroelements and satellites interact with maize kinetochore protein CENH3. *The Plant Cell*, 14(11), 2825-2836.

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ YAYIN İLKELERİ*

1. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 1995 yılında yayın hayatına başlamış bir bilimsel araştırma dergisidir Dergide, tarım bilimleri (Bahçe Bitkileri, Bitki Koruma, Biyosistem Mühendisliği, Gıda Mühendisliği, Peyzaj Mimarlığı, Su Ürünleri Mühendisliği, Tarla Bitkileri, Tarımsal Biyoteknoloji, Tarım Ekonomisi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme, Zootečni) alanında düzenli olarak Mart, Haziran, Eylül ve Aralık aylarında yılda dört sayı yayımlanan uluslararası hakemli bir dergidir.
2. Dergimizde Türkçe ve İngilizce yazılmış Araştırma Makalesi, Teknik Not ve Derlemeler yayımlanır.
3. Yayımlanmak üzere gönderilen makalelerin herhangi bir yerde yayımlanmamış veya yayımlanmak üzere herhangi bir dergiye gönderilmemiş olması zorunludur. On yıldan eski çalışmalar değerlendirilmeye alınmaz.
4. Dergiye yayımlanmak üzere gönderilen bir araştırma makalesi; Başlık, Türkçe ve İngilizce Özet, Giriş, Materyal ve Yöntem, Bulgular, Tartışma ve Sonuç ve Kaynaklar ana başlıkları altında hazırlanmalıdır. Bulgular ve Tartışma kısmı birlikte de yazılabilir.
5. Araştırma Makalesi 2500-5000, Derleme 4.000-7000 ve Teknik Not 1000-2500 kelime sayısı sınırları içerisinde olmalıdır.
6. Derlemeler bilimsel dergilerde yayımlanmış bilimsel yazıların, çalışmaların veya güncel gelişmelerin belirtilen konuda yoğun çalışmaları bulunan deneyimli yazarlarca (sorumlu yazarın derleme konusu ile ilgili Uluslararası hakemli dergilerde en az 5 özgün makaleye sahip olması şartı aranır) yapılan bir sentezi, yorumu ve durum değerlendirmesi şeklinde olmalıdır. Her sayıda basılan makale sayısının en fazla % 10'u kadar derlemeye yer verilir.
7. Araştırma makalesi olarak dergimize gönderilen çalışmalar lisansüstü tezlerden üretilmiş ise bu durum ilk sayfada dipnot olarak verilmelidir.
8. Dergimiz **Açık Kaynak Yayın Politikası** benimsemektedir.
9. Dergimizde yayımlanacak makalelerin bilimsel etik kuralları içerisinde olması gerekmektedir. Makaleler, uluslararası kabul görmüş bilim etik kurallarına uygun olarak hazırlanmalıdır.
10. Etik Kurul Raporu gerekli hallerde (doğrudan/dolaylı olarak hayvan ile ilişkili olan çalışmalar) raporun bir kopyası metin ile birlikte gönderilmelidir.
11. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisine gönderilen makaleler intihal raporu iThenticate yazılımı aracılığıyla kontrol edilir. Makalenin Benzerlik İndeksi (SI) < % 20; Her bir benzerlik oranı (alıntı yapılan her bir kaynak) ise \leq % 5 olmalıdır. Benzerlik indeksi belirtilen düzeylerin üzerinde ise ilgili yazar/yazarlara makale iade edilir (Bir makale için en fazla 3 benzerlik taraması yapılır). Bu konuda yeterli düzeltmelerin 10 gün içerisinde yapılmaması halinde makale reddedilir. İntihal, makalenin yayımlanmasından sonra ispatlanırsa, o makale derhal web sitesinden çekilecek ve kaldırılacaktır ve ilgili yazar/yazarlar, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisine beş yıl süre ile makale gönderemeyeceklerdir.
12. Makalede yer alan tüm yazarlar, çalışmalarının yayın haklarını Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi'ne verdiklerine dair Telif Hakları Formu'nu imzalamalıdır. Telif Hakkı Formu yazarlar tarafından gönderilmediği sürece çalışma değerlendirmeye alınmaz.
13. Değerlendirme süreci tamamlanan makaleler, geliş tarihi dikkate alınarak yayımlanır. Makaleler yayına hazır hale geldikleri andan itibaren yayımlanması planlanan ilk sayıya eklenirler; ancak tüm makaleler tamamlandıktan sonra ilgili sayı toplu halde yayımlanır.
14. Mizanpaj çalışması sırasında yazar(lar)a gönderilecek olan kontrol ve düzeltme amaçlı gönderilere (matbaa provası), en geç 15 gün içerisinde cevap verilmelidir. Belirtilen sürede cevap vermeyen yazar(lar)ın makaleleri daha sonraki sayıda değerlendirilmek üzere ötelenir.
15. Basımına karar verilen eserde ekleme ve çıkarma yapılamaz. Bir yazarın aynı sayıda sorumlu yazar olarak bir (1), sorumlu yazar olmadan da bir (1) eseri olmak üzere en fazla iki eseri basılabilir. Yayımlanan eserin tüm sorumluluğu yazar(lar)ına aittir.
16. Basım masrafları olarak eser başına 300 TL ya da 60 \$ alınır.

ESER BAŞVURUSU

Makale Hazırlama

1. Dergimizde yayımlanmak üzere gönderilen eserler dergi yazım kurallarına göre hazırlanmalıdır. Yazım ilkelerine uygun olmayan çalışmalar hakem değerlendirme sürecine alınmadan yazarlara iade edilir. **YAZIM KURALLARI VE İLGİLİ ŞABLON için "https://dergipark.org.tr/yyutbd/writing-rules"** web adresine gidiniz.
2. Dergimizde yazım dili Türkçe ve/veya İngilizce olup makale metni anlaşılabilir, yalın ve akıcı bir tarzda ilgili alandaki teknik ifadelerle kaleme alınmalıdır. Gereksiz ve çok bilinen bilgilerden ve gereksiz kaynaklardan kaçınılmalıdır ve daha önce yayımlanmış veri, formül ve sonuçlara atıf yapılarak alıntı yapılmalıdır. Zorunlu ya da istisnai haller dışında 15 yıldan eski kaynak kullanılmamalıdır. Kaynak sayısı her 1000 kelime için 6 adetten fazla olmamalıdır.
3. Kaynaklar bölümündeki dergi isim kısaltmaları "**Web of Science Kısaltmaları**" a uygun düzenlenmelidir. Makaleye özgü veya ilgili alanda kullanılan kısaltmalar, ilk geçen yerde parantezde belirtilmelidir. Tüm makalelerde SI (International System of Units) ölçü birimleri ve ondalık kesir olarak nokta kullanılmalıdır (1,25 yerine 1.25 gibi). Binler basamağını ayırmak için boşluk kullanılmalıdır (100000 yerine 100 000).
4. Baskı için, resimlerin kaliteli kopyaları (JPG veya TIFF formatında 300 dpi) ek dosya olarak gönderilmelidir.
5. Dergi yazım kuralları aynı zamanda baskı formatıdır. Bu nedenle yazım kurallarının yazarlarca dikkatle uygulanması gerekmektedir. Yazım kurallarına uygun olmayan makaleler, yazarlara geri gönderilecektir.

**PUBLICATION GUIDLINES OF
YUZUNCU YIL UNIVERSITY JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES***

1. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences* is a scientific research journal that has been published in 1995. Journal of Agricultural Sciences (Agricultural Biotechnology, Agricultural Economics, Animal Science, Biosystems Engineering, Field Crops, Fisheries Engineering, Food Engineering, Horticulture, Landscape Architecture, Plant Protection, Soil Science and Plant Nutrition) is a refereed international journal published four times a year in March, June, September and December.
2. Research articles, technical notes and reviews written in Turkish and English are published in our journal.
3. Articles submitted for publication must not be published elsewhere or sent to any journal for publication. Older studies more than ten years are not accepted to evaluate.
4. A research paper submitted to the journal for publication have following sections; Turkish and English Abstract, Introduction, Material and Method, Results, Discussion and Conclusion and References. Results and Discussions can either be combined into one section.
5. Research Article 2500-5000 words, Reviews 4.000-7000 words and Technical Note must be within the limits of 1000-2500 words.
6. Reviews should include a synthesis, interpretation, and evaluation of previous scientific studies and current developments by experienced authors in the field of research area (the corresponding author of the review should have at least 5 research articles in international refereed journals). Reviews published up to 10% of the number of articles published in each issue.
7. If the research paper is summarized from graduate theses, this should be given as a footnote on the first page.
8. Our journal adopts the **Open Source Publication Policy**.
9. The articles published in our journal must comply with the scientific ethics rules. Manuscripts should be prepared in accordance with internationally accepted code of ethics.
10. A copy of the report should be submitted with the manuscript in the studies where the Ethics Committee Report is required (studies related directly / indirectly to the animal).
11. The articles submitted to *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences* are controlled through the iThenticate software. Similarity Index (SI) of the article should be <20%; Each similarity ratio should be $\leq 5\%$. If the similarity index is above the acceptable limits, the article will be returned to the author(s) (no more than 3 plagiarism scans are performed for an article). If revisions are not made within 10 days, the article will be rejected. If the plagiarism is proved after the publication of the article, that article will be withdrawn and removed from the website immediately and the author(s) will not be able to submit a paper for a period of five years to the *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*.
12. All authors should sign the Copyright Form for the publication rights of their article to the *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*. The article will not be taken into consideration unless the Copyright Form is submitted by the authors
13. The articles whose evaluation process is completed are published considering the date of submission. The articles are added to the first issue scheduled to be published as soon as they are ready for publication. The volume is published, after all articles will be published in the same volume are completed.
14. Response to control and correction postings to be sent to the author (s) during the page-layout the study should be replied within 15 days at the latest. The articles of the author (s) who are not responding within the specified period of time shall be forwarded for further volumes.
15. No changes are allowed in the study that is decided to be published. An author can publish a maximum of two study as a corresponding author, one without a corresponding author. The responsibility of the published study belongs to the author (s).
16. The publication fee is 300 TRY or 60 \$ per article.

MANUSCRIPT SUBMISSION

Manuscript preparation

1. Articles submitted for publication in our journal should be prepared according to the journal writing rules. The study which are not in accordance with the writing rules will be returned to the authors and will not be accepted for peer-review. **WRITING RULES AND TEMPLATE** are at this web adress "<https://dergipark.org.tr/yvutbd/writing-rules>".
2. In our journal, the writing language is Turkish and / or English. A good quality of scientific writing is required. The research must be understandable by a general scientific readership and by specialists. The research problem is identified, existing knowledge relevant to the problem is analyzed, the hypothesis is clear. Sentences are simple, short and direct, the style is concise and precise. Unnecessary and well-known info and unnecessary references should be avoided. Previously published data should be cited with reference to the formula and results. No reference of over 15 years should be used except for compulsory or exceptional cases. **The number of references should not be more than 6 per 1000 words.**
3. Journal name abbreviations in the reference section should be arranged in accordance with "**Web of Science Abbreviations**". Abbreviations used in the article should be written in full and provide in the parenthesis in the first mention. In all articles, the SI (International System of Units) units of measure and the decimal point must be used as a decimal fraction (1.25 instead of 1.25). Blank should be used to separate the thousands (100 000 instead of 100000)
4. For printing, quality copies of pictures (300 dpi in JPG or TIFF format) should be sent as an additional file.
5. Journal writing rules are also print format. Therefore, the rules of writing should be prepared carefully by the authors. Articles that do not comply with the writing rules will be sent back to the authors.

MAKALE GÖNDERİMİ ve TELİF HAKKI DEVİR SÖZLEŞMESİ

Yazarlar tarafından Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisine iletilen “*Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Sözleşmesi*”, bu çalışma basıma kabul edildikten sonra yazar(lar)ın her türlü yayınlama yetkisinin YYÜ Tarım Bilimleri Dergisine devredildiğini açıkça ve yazılı olarak ifade etmektedir. Dolayısı ile sözleşme niteliğindeki aşağıdaki form, dergiye gönderilen her makale için doldurulmalı ve tüm yazarlar tarafından imzalanmalıdır.

Makale Başlığı:

olan makale, “Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri” dergisinde basılmak üzere gönderilmiştir.

Bu makalenin YYÜ, Tarım Bilimleri dergisi “Yazım Kuralları”na uygun olarak hazırlandığını onaylarız. Bu makale orijinal olduğunu, son haliyle basılı ve elektronik olarak daha önce yayınlanmadığını ve başka bir dergide yayınlanmak üzere değerlendirme aşamasında olmadığını taahhüt ederiz. Bildiğim(iz) kadarıyla bu makale herhangi bir mevcut telif hakkı, diğer üçüncü taraf hak, iftira niteliğinde, müstahcen veya başka yasadışı nitelikte herhangi bir materyal içermez; bu makale başkalarının haklarını ihlal etmez.

Makale “Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri ” dergisinde basıma kabul edildikten sonra, yazar(lar) olarak; makale ile ilgili tüm hakları, “telif hakkı devir” yasaları uyarınca, YYÜ-Ziraat Fakültesine devretmeyi kabul ediyoruz. Ancak, bu makalenin YYÜ, Tarım Bilimleri dergisi tarafından yayımlandığına dair referans verilmesi şartıyla aşağıdaki haklarımız saklıdır:

- Basılmış makalenin tamamı veya bir bölümü yazar(lar) tarafından çoğaltılarak ders materyali olarak kullanılabilir.
- Basılmış makalenin tamamı veya bir bölümü yazar(lar) tarafından yazılan bir derleme veya ders kitabında yeniden kullanılabilir.
- Basılmış makalenin tamamı veya bir bölümü çalıştığımız kurumun yayınladığı yayınlarda yeniden kullanılabilir.

Ancak, yayınlanan makalenin doğrudan kullanımı söz konusu olduğunda, YYÜ-Ziraat Fakültesi’ne bildirim yapılmalıdır.

Bu koşullar altında yapılacak kopyaların da, bu telif hakkı devir koşullarını taşıyacağını ve asıl telif hakkı sahibinin YYÜ-Ziraat Fakültesi olduğunu kabul ediyoruz. Diğer telif hakkı sahip(ler)inde olan; her türlü yöntem, şekil, çizelge ve/veya fotoğraflar ile benzeri materyalin bu makalede kullanılabilmesi için yazılı izin alındığını, YYÜ-Ziraat Fakültesine tarafından talep edilirse bunların belgeleneceğini ve bu materyal için YYÜ-Ziraat Fakültesinden ücret istenmeyeceğini yazar(lar) olarak taahhüt ederiz.

Adı Soyadı :

İmza Tarih:

Adı Soyadı :

İmza Tarih:

Adı Soyadı :

İmza Tarih:

Adı Soyadı :

İmza Tarih:

(Bu form, makaledeki tüm yazarlar tarafından imzalanmış olarak makale ile birlikte “Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri” dergisine gönderilmelidir)

LÜTFEN İMZALANMIŞ SÖZLEŞMEYİ AŞAĞIDAKİ ADRESE GÖNDERİNİZ: (Faks veya E-posta gönderilebilir)

Tarım Bilimleri Dergisi

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Telefon: (432) 225 13 92

Faks: (432) 225 11 04

E-posta: zyaykom@yyu.edu.tr, yyujagrsci@gmail.com

65080, Kampus, VAN

MANUSCRIPT SUBMISSION AND COPYRIGHT ASSIGNMENT FORM

“*Manuscript Submission and Copyright Release Agreement*” sent to Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences from author(s) clearly states in writing to enable the journal to ensure that it has the exclusive distribution rights of the authors’ work after the article is accepted for publication. Therefore, the following agreement form must be filled and signed by author(s) for each article submission made to the journal.

The article title:.....

is herewith submitted for publication to “*Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*”.

We affirm that the article has been prepared in accordance with Author Instructions of Journal of Agricultural Sciences, YYU. We hereby also warrant and undertake that the article is original, and has not been published before, and it is not under consideration for publication in its final form in printed and electronic form. This Article contains no violation of any existing copyright or other third party right or any material of an obscene, libelous or otherwise unlawful nature and that to the best of my knowledge; this article does not infringe the rights of others.

When the article is accepted for publication, we as the authors, hereby agree to transfer all rights under existing copyright laws to the Journal-Yuzuncu Yil University, Turkey. Provided that the reference be given to Journal of Agricultural Sciences, the following rights reserved:

- a. The right to make further copies of all or part of the published article for our use in classroom teaching.
- b. The right to reuse all or part of this material in a compilation of our own works or in a textbook of which we are the author.
- c. The right to reuse all or a portion of the published article in publications of the institution.

For clarity, we shall inform the Journal of Agricultural Sciences, YYU-Turkey if we directly use of the published article.

We hereby agree that copies made under these circumstances will continue to carry the copyright notice that appeared in the original published work. We certify that we have obtained written permission for the use of text, tables, figures and/or photographs etc. from any copyright source(s), and we also agree to supply such written permission(s) to inform YYU-College of Agriculture, Turkey upon request. We as the authors, hereby affirm that we will not ask for monetary return from YYU-College of Agriculture, Turkey for the use of this material.

Name :
Signed Date :

Name :
Signed Date :

Name :
Signed Date :

Name :
Signed Date :

Name :
Signed Date :

(This form must be signed by all authors and returned to the Editor Office of Yuzuncu Yil University, Journal of Agricultural Sciences)

PLEASE RETURN A SIGNED COPY OF THIS FORM TO:

(a fax or an email is acceptable, but the original must follow within 7 days)

Journal of Agriculture Sciences
Yuzuncu Yil Univeristy
Faculty of Agriculture
Phone: +90 432 225 13 92
Fax: +90 432 225 11 04
Email: yyujagrsci@gmail.com
65080, Campus, VAN, TURKEY

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ, TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ
(YUZUNCU YIL UNIVERSITY, JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES)
İÇİNDEKİLER
(CONTENTS)

Araştırma Makaleleri/ Articles

- **Arapgir Dolma Biber Popülasyonundan Seleksiyonla Seçilen Ümitvar Genotiplerin Bitkisel Özellikleri Yönünden İncelenmesi** 1-10
- Investigation of Promising Genotypes Selected From Arapgir Bell Pepper Population in Terms of Their Plant Characteristics...
Özlem ALTUNTAŞ, Rabia KÜÇÜK, Miraç DEĞİRMENCI
- **Bazı Soya (*Glycine max* L.) Çeşitlerinin IPBS Markörleriyle Moleküler Karakterizasyonu Etkisi** 11-18
- Molecular Characterization of Some Soybean (*Glycine max* L.) Varieties
Ahmet Metin KUMLAY, Serap DEMİREL, Fatih DEMİREL, Bünyamin YILDIRIM
- **Bazı Turunçgil Melezlerinin *in vitro* Koşullarda Mikroçoğaltım ve Köklenme Performanslarının Araştırılması** 19-29
- Investigation of Micropropagation and Rooting Performances of Some Citrus Hybrids in *in vitro* Conditions
Oğuzcan KURTULUŞ, Dicle DÖNMEZ, Belgin BİÇEN, Özhan ŞİMŞEK, Berken ÇİMEN, Turgut YEŞİLOĞLU, Ayzin KÜDEN, Yıldız AKA KAÇAR
- **Determination of Radioactivity Levels in Different Mushroom Species from Turkey** 30-41
- Türkiye'den Farklı Mantar Türlerinde Radyoaktivite Seviyelerinin Belirlenmesi
Aysun PEKŞEN, Aslı KURNAZ, Nezahat TURFAN, Beyhan KİBAR
- **Dihaploidization in Promising Summer Squash Genotypes (*Cucurbita pepo* L.) via Irradiated Pollen Technique** 42-51
- Nitelikli Yazlık Kabak (*Cucurbita pepo* L.) Genotiplerinde İşlanmış Polen Tekniği ile Dihaploidizasyon
Ertan Sait KURTAR, Musa SEYMEYEN, Ayşe Nur ÇETİN, Önder TÜRKMEN
- **Hakkari Bölgesindeki Bazı Sulama Havuzlarının Sulama Suyu Kalitesi Açısından Değerlendirilmesi** 52-61
- Evaluation of Some Irrigation Pools in Hakkari Region in Terms of Irrigation Water Quality
Kayhan KAÇAR, Şefik TÜFENKÇİ
- **Investigation of Drought Tolerance of Dwarf Landrace *Phaseolus vulgaris* L. Genotypes** 62-70
- Bodur Yerel Fasulye Genotiplerinin Kuraklık Stresine Tolerans Düzeylerinin Araştırılması
Kamile ULUKAPI, Ayşe Gul NASIRCILAR
- **Reactions of Fifteen Onion Cultivars Commonly Cultivated in Turkey to *Leek yellow stripe virus* (LYSV)** 71-79
- Türkiye'de Yaygın Olarak Üretilen On Beş Soğan Çeşidinin *Leek yellow stripe virus* (LYSV) üne Karşı Reaksiyonları
Adayatma İrawan SANTOSA, Filiz ERTUNÇ
- **Murat Nehri'ndeki *Garra rufa* (Heckel, 1843)'nın Bazı Popülasyon Parametreleri** 80-88
- Some Population Parameters of *Garra rufa* (Heckel, 1843) in Murat River
Şaban ASLAN, Fahrettin YÜKSEL, Mehmet Zülfü ÇOBAN
- **Nitrogen Fertilization Affects Growth, Yield, Nitrate and Mineral Content of Garden Cress (*Lepidium sativum* L.)** 89-97
- Azot Gübrelemesinin Terede (*Lepidium sativum* L.) Büyüme, Verim, Nitrat ve Mineral İçeriğine Etkileri
Ayşegül İNNE, Raziye KUL, Melek EKİNCİ, Metin TURAN, Ertan YILDIRIM
- **Mitigation of Salinity Effects by Salicylic Acid Priming on Germination and Physiological Characteristics of Bitter Vetch (*Vicia ervilia* L.)** 98-110
- Salisilik Asit ile Priming Uygulamasının Acı Fig'in (*Vicia ervilia* L.) Çimlenmesi ve Fizyolojik Özellikleri Üzerine Tuzluluk Etkilerinin Azaltılması
Sina Siavash MOGHADDAM, Latifeh POURAKBAR, Amir RAHIMI, Faegheh JANGJOO
- **Scanning Morphological Traits of Orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) Genotypes in the Natural Rangelands of Eastern Anatolia** 111-120
- Doğu Anadolu'nun Doğal Çayır ve Meralarında Yayılış Gösteren Domuz Ayrığı (*Dactylis glomerata* L.) Genotiplerinin Bazı Morfolojik Özelliklerin Taranması
Ahmad NABHAN, Ösmetullah ARVAS, Abdulkarim LAKMES
- **Van İli İpekyolu İlçesinde Üretilen Yonca Kuru Otunun Hasattan Depolamaya Kadar Besin Madde Kompozisyon Düzeyindeki Değişimin İncelenmesi** 121-132
- Investigation of the Change in Nutrient Composition Level of Alfalfa Hay Cultivated in İpekyolu District of Van Province from Harvest to Storage
Emine AÇIKGÖZ, Murat DEMİREL
- **The Investigation Propolis Foraging Preference of Different Honey Bee** 133-141
- Farklı Bal Arısı İrklarının Propolis Toplama Tercihlerinin Araştırılması
Nazife EROĞLU, Merve KAMBUR ACAR, Meral KEKEÇOĞLU
- **Bazı Fidanlıklarda Görülen Toprak Kökenli Fungusların Belirlenmesi** 142-149
- Determination of Soil-Borne Fungi Observed in Some Nurseries
Aysun UYSAL, Şener KURT, Merve KARA, Soner SOYLU, Emine Mine SOYLU
- **Constraints to Access and Utilization of Meteorological Services in Delta State, Nigeria** 150-161
- Delta Eyaleti, Nijerya'da Meteoroloji Hizmetlerine Erişim ve Kullanım Kısıtlamaları
Albert Ukaro OFUOKU, Christain C. OBIAZI
- **Çiftçilerin Tarımsal Üretim Yapma Amaçlarının Sıralanması Üzerine Bir Araştırma: Kahramanmaraş İli Örneği** 162-169
- A Research on the Ranking of Farmers' Agricultural Production Goals: The Case of Kahramanmaraş Province
Sarpier Afşin ÜNAL, Emine İKİKAT TÜMER
- **Investigation of Some Agricultural Performances of Lavender Varieties** 170-178
- Lavanta Çeşitlerinin Bazı Tarımsal Özelliklerinin İncelenmesi
Rumyana GEORGIEVA, Hristofor KIRCHEV, Vanya DELIBALTOVA, Petar CHAVDAROV, Zlatina UHR
- **Domates Pazarlama Kanalları ve Pazar Marjının Belirlenmesi** 179-187
- Tomato Marketing Channels and Determining the Market Margin
Merve BOZDEMİR, Zeki BAYRAMOĞLU, Zuhar KARAKAYACI, Kemalettin AĞIZAN, Süheyla AĞIZAN
- **Karar Ağacı Algoritmaları ile Organik Ürün Tüketici Tercihlerinin Belirlenmesi: İğdir İli Örneği** 188-196
- Determination of Organic Product Consumer Preferences with Decision Tree Algorithms: Sample of İğdir Province
İbrahim Hakkı KADİRHANOĞULLARI, Köksal KARADAŞ, Ömer ÖZGER, Meryem KONU KADİRHANOĞULLARI
- **Tracking the Performance of Soybean Production in Nigeria** 197-215
- Nijerya'da Soya Fasulyesi Üretim Performansının İzlenmesi
Mohammed Sanusi SADIQ, Invinder Paul SINGH, Muhammad Makarfi AHMAD
- **Poultry Farmers' Training Needs Analysis in Edo State, Nigeria** Değerlendirilmesi 216-227
- Kümes Hayvanı Çiftçilerinin Nijerya, Edo Eyaletindeki Eğitim İhtiyaç Analizi
Oghenero OVHARHE, Edith UHUNMWANGHO, Elizabeth YARHERE, Oghenesuwue OKPARA
- **Yerfıstığı (*Arachis hypogea* L.) Çeşitlerinin Bazı Büyüme ve Fizyolojik Parametreleri Üzerine Tuz Stresinin Etkisi** 228-236
- Effect of Salt Stress on Some Growth and Physiological Parameters of Peanut (*Arachis hypogea* L.) Varieties
Muhammed Said YOLCI, Rüveyde TUNÇTÜRK, Murat TUNÇTÜRK
- **Effects of Endophytic Bacteria on Some Physiological Traits and Nutrient Contents in Pepper Seedlings under Drought Stress** 237-249
- Endofitik Bakterilerin Kuraklık Stresi Altındaki Biber Fidelerinin Bazı Fizyolojik Özellikleri ve Besin İçerikleri Üzerine Etkileri
Aynur SADAK, Ahmet AKKOPRU, Suat SENSOY

Derleme/Review

- Geçmişten Günümüze Genetik ve Kromozom Mühendisliği alışmalarının Sürdürülebilir Tarım ve Bitki Islahına Katkısı 246-255
- Contribution of Genetic and Chromosome Engineering Studies from Past to Present to Sustainable Agriculture and Plant Breeding
Sevim D. Kara ÖZTÜRK, Bilge ř. YILDIRIM, Hmeyra YILDIZ, Ahmet L. TEK