

ISSN 1300 - 0225
E-ISSN 2667 - 6087



ETAE-AARI

ANADOLU

EGE TARIMSAL ARAŞTIRMA
ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

JOURNAL OF AEGEAN
AGRICULTURAL
RESEARCH INSTITUTE

İZMİR
TURKEY

CİLT
VOLUME 29

SAYI
NUMBER 1

2019

ANADOLU

ISSN 1300-0225
E-ISSN 2667-6087

Sahibi ve Başkan (Owner and President) : Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü adına
Dr. Ali PEKSÜSLÜ

Başkan Yardımcısı (Vice President) : Dr. Ertuğrul ARDA

Yayın Kurulu (Editorial Board) : Dr. Ahmet Şemsettin TAN - Baş Editör ve Yayın Kurulu Başkanı
Editor in Chief and Head of Editorial Board

Dr. Müge ŞAHİN
Dr. Eylem TUĞAY KARAGÜL
Dr. Ceylan BÜYÜKKİLEÇİ
Uzm. Mustafa KÖSOĞLU
Uzm. Neslihan ÖZSOY TAŞKIRAN

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün (ETAE) yayın organı ANADOLU dergisi, tarım bilimleri alanında orijinal araştırma makaleler ve güncel derlemeleri Türkçe ve İngilizce olarak yayımlayarak bu alanda iletişimi sağlamak üzere, yılda iki kez yayımlanan hakemli, uluslararası ve açık erişimli bir dergidir.

Dergiye kabul edilecek yazıların, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü veya elektronik ağıdan (<http://arastirma.tarim.gov.tr/etae>) temin edilebilen "ANADOLU Yazım Kuralları"na göre yazılmış olması gerekmektedir. Dergide yayınlanan yazılardan, atıf yapmak koşuluyla, alıntı yapılabilir. Yazılarda savunulan fikirler yazarlara aittir.

Abone koşulları: Abone bedeli T.C. Ziraat Bankası Menemen Şubesi **8445877-5001 (IBAN No: TR 75 0001 0001 4608 4458 7750 01)** sayılı hesabına yatırılmalı, dekontun fotokopisi Enstitüye gönderilmelidir. ANADOLU'ya ilişkin yazışmalar aşağıdaki adrese yapılmalıdır.

ANADOLU, a scientific an international, peer-reviewed, open-access journal of the Aegean Agricultural Research Institute (AARI), Republic of Turkey Ministry Agriculture and Forestry, is devoted to original scientific research articles and current reviews in the field of agricultural sciences. ANADOLU is, and publishes twice a year in Turkish and English.

Manuscripts to be submitted should be prepared according to "Publication Policy of ANADOLU" that can be obtained separately upon request and from the web site (<http://arastirma.tarim.gov.tr/etae>) of AARI. Articles published herein may be reprinted, provided the credit is given to ANADOLU. The opinions expressed by the contributing authors are not necessarily those of AARI or ANADOLU.

Subscription rates: US\$ 12 per year, surface postage and handling included. Enquiries about submission, subscriptions and advertisements should be forwarded to the following address.

ANADOLU

Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Cumhuriyet Mah. Çanakkale Asfaltı No: 138
PK 9 Menemen 35661 İZMİR
e-mail: etae@tarimorman.gov.tr / anadolu.etae@gmail.com

ANADOLU

Aegean Agricultural Research Institute
Cumhuriyet Mah. Çanakkale Asfaltı No: 138
PO Box 9 Menemen 35661 IZMIR, TURKEY
e-mail: etae@tarimorman.gov.tr / anadolu.etae@gmail.com

ISSN 1300-0225
E-ISSN 2667-6087

ANADOLU

*EGE TARIMSAL ARAŞTIRMA
ENSTİTÜSÜ DERGİSİ*

*JOURNAL OF AEGEAN AGRICULTURAL
RESEARCH INSTITUTE*

*CİLT
VOLUME*

29

*SAYI
NUMBER*

1

2019

ANADOLU

ISSN 1300-0225

E-ISSN 2667-6087

EGE TARIMSAL ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

JOURNAL OF AEGEAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Sahibi ve Başkan (Owner and President) : Dr. Ali PEKSÜSLÜ
Başkan Yardımcısı (Vice President) : Dr. Ertuğrul ARDA

YAYIN KURULU - EDITORIAL BOARD

Dr. Ahmet Şemsettin TAN – Baş Editör ve Yayın Kurulu Başkanı
Editor in Chief and Head of Editorial Board

Dr. Müge ŞAHİN
Dr. Eylem TUĞAY KARAGÜL
Dr. Ceylan BÜYÜKKİLEÇİ
Uzm. Mustafa KÖSOĞLU
Uzm. Neslihan ÖZSOY TAŞKIRAN

Telefon	: + 90 232 8461331 (Pbx)	E-posta	: etae@tarimorman.gov.tr anadolu.etae@gmail.com
Faks	: + 90 232 8461107	Elektronik ađ	: http://arastirma.tarim.gov.tr/etae
Adres	: Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Cumhuriyet Mah. Çanakkale Asfaltı No: 138, P.K. 9 Menemen 35661 İZMİR		
Banka Hesabı	: Ziraat Bankası Menemen Şubesi Hesap No: 8445877-5001 IBAN No: TR75 0001 0001 4608 4458 7750 01		
Basım Yeri	: Meta Basım 87 Sokak No: 4/B Bornova - İZMİR		
Basım Tarihi	: 24.05.2019		

ANADOLU

ISSN 1300-0225 / E-ISSN 2667-6087

HAKEM KURULU / TEKNİK EDITÖRLER SCIENTIFIC BOARD / TECHNICAL EDITORS

Bahçe Bitkileri **Horticulture**

Prof. Dr. Ahmet ALTINDIŞLI
Prof. Dr. Uygun AKSOY
Prof. Dr. Mirela Irina CORDEA
Prof. Dr. İbrahim DUMAN
Prof. Dr. Dursun EŞİYOK
Prof. Dr. Hülya İLBI
Prof. Dr. Adalet MISIRLI
Prof. Dr. Ercan ÖZZAMBAK
Prof. Dr. Fatih ŞEN
Prof. Dr. Yüksel TÜZEL

Bitki Koruma **Plant Protection**

Prof. Dr. Saadettin BALOĞLU
Prof. Dr. Nafiz DELEN
Prof. Dr. Semih ERKAN
Prof. Dr. Hüseyin GÖÇMEN
Prof. Dr. Yusuf KARSAVURAN
Prof. Dr. Yıldız NEMLİ
Prof. Dr. Ersin ONOĞUR
Prof. Dr. Hikmet SAYGILI
Prof. Dr. Serdar TEZCAN
Prof. Dr. Necip TOSUN
Prof. Dr. Gülay TURHAN
Prof. Dr. Figen YILDIZ

Biyoloji **Biology**

Prof. Dr. Hayri DUMAN
Prof. Dr. Zeki KAYA
Prof. Dr. Teoman KESERCİOĞLU
Prof. Dr. Nedret TORT

Biyomühendislik **Bioengineering**

Prof. Dr. Nazan DAĞÜSTÜ
Prof. Dr. Sami DOĞANLAR
Prof. Dr. Anne FRARY
Prof. Dr. Aynur GÜREL
Prof. Dr. Bahattin TANYOLAÇ

Gıda Mühendisliği **Food Engineering**

Prof. Dr. Muharrem CERTEL
Prof. Dr. Gülden OVA

Peyzaj Mimarisi **Landscape Architecture**

Prof. Dr. Ümit ERDEM
Prof. Dr. Osman KARAGÜZEL

Tarla Bitkileri **Field Crops**

Prof. Dr. Esvet AÇIKGÖZ
Prof. Dr. Nazimi AÇIKGÖZ
Prof. Dr. Galip AKAYDIN
Prof. Dr. Halis ARIOĞLU
Prof. Dr. Neşet ARSLAN
Prof. Dr. Rıza AVCIOĞLU
Prof. Dr. Hasan BAYDAR
Prof. Dr. Emine BAYRAM
Prof. Dr. İlhan ÇAĞIRGAN
Prof. Dr. M. Emin ÇALIŞKAN
Prof. Dr. Esen ÇELEN
Prof. Dr. Yavuz EMEKLİER
Prof. Dr. Hakan GEREN
Prof. Dr. A. Tanju GÖKSOY
Prof. Dr. Rüştü HATİPOĞLU
Prof. Dr. Alptekin KARAGÖZ
Prof. Dr. Özer KOLSARICI
Prof. Dr. Zahit Kayıhan KORKUT
Prof. Dr. Orhan KURT
Prof. Dr. Temel ÖZEK
Prof. Dr. Cafer Olcayto SABANCI
Prof. Dr. Hikmet SOYA
Prof. Dr. Muzaffer TOSUN
Prof. Dr. Emin TUĞAY
Prof. Dr. Metin TUNA
Prof. Dr. Aydın ÜNAY
Prof. Dr. Metin Birkan YILDIRIM

Tarım Ekonomisi **Agricultural Economics**

Prof. Dr. Canan ABAY
Prof. Dr. Cristina Bianca POCOL
Prof. Dr. Gamze SANER

Tarım Makinaları **Agricultural Machinery**

Prof. Dr. Erdem AYKAS
Prof. Dr. Adnan DEĞİRMENCİOĞLU
Prof. Dr. Müjdat TOZAN
Prof. Dr. Harun YALÇIN

Tarımsal Yapılar ve Sulama **Agricultural Structures and Irrigation**

Prof. Dr. Şerafettin AŞIK
Prof. Dr. İ. Hakkı TÜZEL
Prof. Dr. Mehmet Ali UL

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme **Soil Science and Plant Nutrition**

Prof. Dr. Nevin ERYÜCE
Prof. Dr. Mustafa KAPLAN
Prof. Dr. Yusuf KURUCU
Prof. Dr. Bülent OKUR
Prof. Dr. Nur OKUR
Prof. Dr. Sadık USTA
Prof. Dr. Huriye UYSAL
Prof. Dr. Rifat YALÇIN

Zootekni **Animal Science**

Prof. Dr. Ahmet ALÇİÇEK
Prof. Dr. Özge ALTAN
Prof. Dr. Güldehen BİLGEN
Prof. Dr. Ufuk KARADAVUT
Prof. Dr. Türker ŞAVAŞ
Prof. Dr. Banu YÜCEL

ANADOLU

ISSN 1300-0225 (Print) / E-ISSN 2667-6087 (Online)

ANADOLU aşağıdaki veri tabanları tarafından indekslenmektedir.

ANADOLU Journal of Aegean Agricultural Research Institute is indexed by the following databases.

-TÜBİTAK ULAKBİM - TR Dizin

-CABI

CAB Abstracts

AgBiotechNet

Agricultural Economics Database

Agricultural Engineering Abstracts

Animal Breeding Abstracts

Animal Science

Crop Physiology Abstracts

Crop Science Database

Dairy Science Abstracts

Environmental Impact

Environmental Science Database

Field Crop Abstracts

Forest Science

Grasslands and Forage Abstracts

Horticultural Science

Horticultural Science Abstracts

Irrigation and Drainage Abstracts

Maize Abstracts

Nutrition and Food Sciences

Ornamental Horticulture

Plant Breeding Abstracts

Plant Genetic Resources Abstracts

Plant Genetics and Breeding Database

Plant Growth Regulator Abstracts

Plant Pathology veya Plant Protection Database

Postharvest News and Information

Potato Abstracts

Poultry Abstracts

Review of Aromatic and Medicinal Plants

Review of Plant Pathology

Rice Abstracts

Rural Development Abstracts

Seed Abstracts

Soil Science Database

Soils and Fertilizers Abstracts

Soybean Abstracts

Veterinary Science Database

Weed Abstracts

Wheat, Barley and Triticale Abstracts

ANADOLU'nun yayımlanan sayılarına aşağıdaki web sitelerinden ulaşılabilir.

Published articles of ANADOLU could be received from following web sites.

ETAЕ (AARI) (<http://arastirma.tarim.gov.tr/etae/Menu/48/Anadolu-Dergisi>)

TÜBİTAK ULAKBİM - TR Dizin (<http://cabim.ulakbim.gov.tr/tr-dizin/>)

DERGİ PARK (<http://dergipark.org.tr/anadolu>)

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
Ege ve Doğu Marmara Bölgesi Ayva Plantasyonlarında Ateş Yanıklığı Hastalığının Değerlendirilmesi	1
M. ŞAHİN, A. MISIRLI, H. ÖZAKTAN	
Gazal Boynuzu (<i>Lotus corniculatus</i> L.) Genotiplerinin Akdeniz İklim Koşullarında Verimlerinin Belirlenmesi	15
H. ÖZPINAR, M. AVCI, A. A. ACAR, S. AKSU, F. NİKSARLI İNAL, E. AY, İ. İNAL, F. D. GÜNDEL, A. AKTAŞ, R. HATİPOĞLU	
Mainstreaming Biodiversity for Food and Nutrition into Policies and Practices: Methodologies and Lessons Learned from Four Countries.....	25
D. BELTRAME, E. GEE, B. GUNER, N. O. LAURIDSEN, W. L. G. SAMARASINGHE, V. W. WASIKE, D. HUNTER, T. BORELLI	
Farklı Biçim Zamanlarının Yeşil ve Mor Fesleğen (<i>Ocimum basilicum</i> L.) Tiplerinde bazı Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi.....	39
Ç. SÖNMEZ, A. Ö. ŞİMŞEK SOYSAL, A. YILDIRIM, F. BERBEROĞLU, E. BAYRAM	
Evaluation of Heavy Element Contamination Levels with Use of Different Species of Hydrophilidae (<i>Coleoptera</i>) in Erzurum Province of Turkey	50
Z. AYDOGAN, U. INCEKARA, A. GUROL	
Determination of Physiological Traits for Growth Analysis in some Bread Wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) Cultivars	57
S. SIMSEK, A. UNAY	
A Preliminary Study on Response of Iron Content and Yield of Corn to Different Rates of Sewage Sludge.....	63
B. YAGMUR, B. OKUR, E. OZLU, N. OKUR	
Determination of Yield and Yield Components in Safflower (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) Cultivars under Menemen-Izmir Ecological Conditions	71
C. SAYILIR, V. M. CINAR, A. UNAY	
Turunçgillerde Büyüme Düzenleyici Madde Uygulamalarının Meyve Dökümü ve Kalitesi Üzerine Etkileri.....	76
G. SEZER, A. MISIRLI, F. ŞEN, N. ACARSOY BİLGİN	

CONTENTS

	<u>Page</u>
Evaluation of Fire Blight Disease on Quince Plantations in Aegean and East Marmara Regions	1
M. SAHIN, A. MISIRLI, H. OZAKTAN	
Determination of Yields of Bird's-foot Trefoil (<i>Lotus corniculatus</i> L.) Genotypes Under Mediterranean Climatic Conditions.....	15
H. OZPINAR, M. AVCI, A. A. ACAR, S. AKSU, F. NIKSARLI INAL, E. AY, I. INAL, F. D. GUNDEL, A. AKTAS, R. HATIPOGLU	
Mainstreaming Biodiversity for Food and Nutrition into Policies and Practices: Methodologies and Lessons Learned from Four Countries	25
D. BELTRAME, E. GEE, B. GUNER, N. O. LAURIDSEN, W. L. G. SAMARASINGHE, V. W. WASIKE, D. HUNTER, T. BORELLI	
The Effect of Different Cutting Intervals on some Yield and Quality Characteristics of Green and Purple Basils (<i>Ocimum basilicum</i> L.) Types	39
C. SONMEZ, A. O. SIMSEK SOYSAL, A. YILDIRIM, F. BERBEROGLU, E. BAYRAM	
Erzurum İlindeki Farklı Hydrophilidae (<i>Coleoptera</i>) Türlerini Kullanarak Ağır Element Kirliliğinin Değerlendirilmesi	50
Z. AYDOĞAN, Ü. İNCEKARA, A. GÜROL	
Bazı Ekmeklik Buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) Çeşitlerinde Büyüme Analizine Yönelik Fizyolojik Özelliklerin Saptanması	57
S. ŞİMŞEK, A. ÜNAY	
Mısır Bitkisinin Demir İçeriği ve Veriminin Farklı Dozlarda Atık Su Çamuru Uygulamasına Tepkisi Üzerine Bir Ön Çalışma	63
B. YAĞMUR, B. OKUR, E. ÖZLÜ, N. OKUR	
Bazı Aspir (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) Çeşitlerinin İzmir Menemen Ekolojik Koşullarında Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi	71
C. SAYILIR, V. M. ÇINAR, A. ÜNAY	
Effects on Fruit Drop and Quality of Growth Regulator Applications in Citrus.....	76
G. SEZER, A. MISIRLI, F. SEN, N. ACARSOY BILGIN	

Ege ve Doğu Marmara Bölgesi Ayva Plantasyonlarında Ateş Yanıklığı Hastalığının Değerlendirilmesi

Müge ŞAHİN^{1*}

Adalet MISIRLI²

Hatice ÖZAKTAN³

¹Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir/TURKEY

²Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir/TURKEY

³Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı, İzmir/TURKEY

* Corresponding author (Sorumlu yazar): mugesahin67@hotmail.com

Received (Geliş tarihi): 30.11.2017 Accepted (Kabul tarihi): 02.01.2018

ÖZ: Dünya ayva üretiminde ilk sırada yer alan ülkemizde ateş yanıklığı hastalığı, üretimde önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Ayva üretiminin yoğun olarak yapıldığı yörelerde hastalığın yaygınlık oranının belirlenmesi, mücadele açısından önem taşımaktadır. Bu bağlamda, İzmir, Manisa, Bursa, Sakarya ve Denizli illerinde 2015 yılında yürütülen çalışmada, hastalık şiddeti, oranı ile hastalığın yaygınlık oranının belirlenmesi ve ayva plantasyonlarından izole edilen *E. amylovora* izolatlarının klasik ve moleküler yöntemler ile kesin tanılamasının yapılarak virülensi yüksek izolatların saptanması amaçlanmıştır. Surveylerde ortalama 50.000 ağacın yer aldığı, 1.000 dekar ayva bahçesi taranmış ve survey alanında ortalama hastalık oranı % 4,24 olarak belirlenmiştir. İl bazında, bu oran; İzmir'de % 0,54; Manisa'da % 0,65; Bursa'da % 2,85; Sakarya'da % 2,95 ve Denizli'de % 5,90 olarak tespit edilmiştir. Hastalığın yaygınlık oranı ise İzmir'de % 37,50; Manisa'da % 100; Bursa'da % 28,50; Sakarya'da % 44,44 ve Denizli'de % 24,30 olarak belirlenmiştir. Şiddetli epidemiy görülen bahçelerden alınan hastalıklı bitki örneklerinde yapılan klasik ve moleküler tanılama testleri sonucunda klasik tanılamada *E. amylovora* olduğu belirlenen izolatlardan bir tanesinin, moleküler tanılamada istenilen uzunlukta bant vermemesi, ateş yanıklığı hastalığına benzer belirti gösteren bakteriyel kanser ve yanıklık etmeni *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* gibi farklı bakteriyel etmenlerin de ayva plantasyonlarında bulunduğunu göstermiş ve yapılan tanılama çalışmalarının moleküler yöntemlerle desteklenmesi gerekliliğini ön plana çıkarmıştır. İzolatların hastalık şiddeti % 0-83,33 arasında değişim göstermiştir. Bununla birlikte, 211, 217 ve 223 no'lu izolatlar % 83,33 hastalık şiddeti ve *E. amylovora* için karakteristik olan bakteriyel eksudat oluşumu ile öne çıkmıştır. Üreticilerle yapılan görüşmeler sonucunda, hastalığın bazı bölgelere budama uygulamalarıyla giriş yaptığı ve hızla yayılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bursa'da "Eşme", Sakarya'da "Limon", Denizli'de her iki çeşidinde yaygın olarak yetiştirildiği, "Ege 22" çeşidinin, ise İzmir'de son yıllarda önem kazandığı ve hastalık şiddetinin diğer çeşitlere göre daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Araştırma bulguları sonucunda, duyarlı çeşitlerin yetiştirildiği bölgelerde, hastalık şiddeti ve oranının daha yüksek olduğu kanısına varılmıştır. Yeni plantasyonların tolerant çeşitlerle tesis edilmesine özen gösterilmesi, budama araç gereçlerinin çok iyi dezenfekte edilmesi ve budanan hastalıklı sürgünlerin imha edilmesi gibi kültürel önlemlerle hastalığa karşı mücadele edilmesi gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: *Cydonia oblonga* Mill, *Erwinia amylovora* Burrill, hastalık oranı, hastalık şiddeti, hastalık yaygınlığı.

Evaluation of Fire Blight Disease on Quince Plantations in Aegean and East Marmara Regions

ABSTRACT: Turkey which is in the first place in world quince production, fire blight disease causes significant losses. Determination of the prevalence rate of disease in areas where the quince production is concentrated is very important in terms of struggle to disease. In this context, it was aimed to determine disease severity, disease rate and the prevalence of the disease on quince plantations in İzmir, Manisa, Bursa, Sakarya and Denizli provinces in 2015. In addition, *E. amylovora* isolates were obtained from these areas identified via classical and molecular methods and with high virulence were determined. On average, 50,000 trees were surveyed, and 1,000 decares quince orchards were screened and the average disease rate in the survey area was 4.24%. As the provincial basis, this rate was determined 0.54% in İzmir; 0.65% in Manisa; 2.85% in Bursa; 2.95% in Sakarya and 5.90% in Denizli. The prevalence rate of the disease was 37.50% in İzmir; 100% in Manisa; 28.50% in Bursa; 44.44% in Sakarya and 24.30% in Denizli. As a result of classical and molecular diagnostic tests carried out in the disease samples taken from the infected plants, one of the identified as *E. amylovora* in the classical diagnosis did not give the desired length of tape in the molecular diagnosis. This shows that different bacterial factors such as *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* can also found in quince plantations and that the diagnostic studies should be supported with molecular methods. The disease severity of isolates varied between 0-83.33%. However, 211, 217 and 223 isolates were predominant with a disease severity rate

of 83.33% and bacterial exudate formation characteristic of *E. amylovora*. As a result of meeting with producers, it is found that the disease entered into some regions with pruning practices and showed rapid spread. It is determined that "Esme" in Bursa, "Limon" in Sakarya, and both varieties in Denizli province are cultivated widely and also "Ege 22" variety is widely cultivated in Denizli and İzmir in recent years and disease severity is lower than other varieties. As a result of the research findings, it has been concluded that the disease severity and proportion is higher in regions where susceptible varieties are grown. It is necessary to fight against the disease by cultural struggle such as taking care to establish new plantations with tolerant varieties, disinfecting the pruning tools very well and destroying the sickly shoots.

Keywords: *Cydonia oblonga* Mill, *Erwinia amylovora* Burrill, disease rate, disease severity, disease prevalence.

GİRİŞ

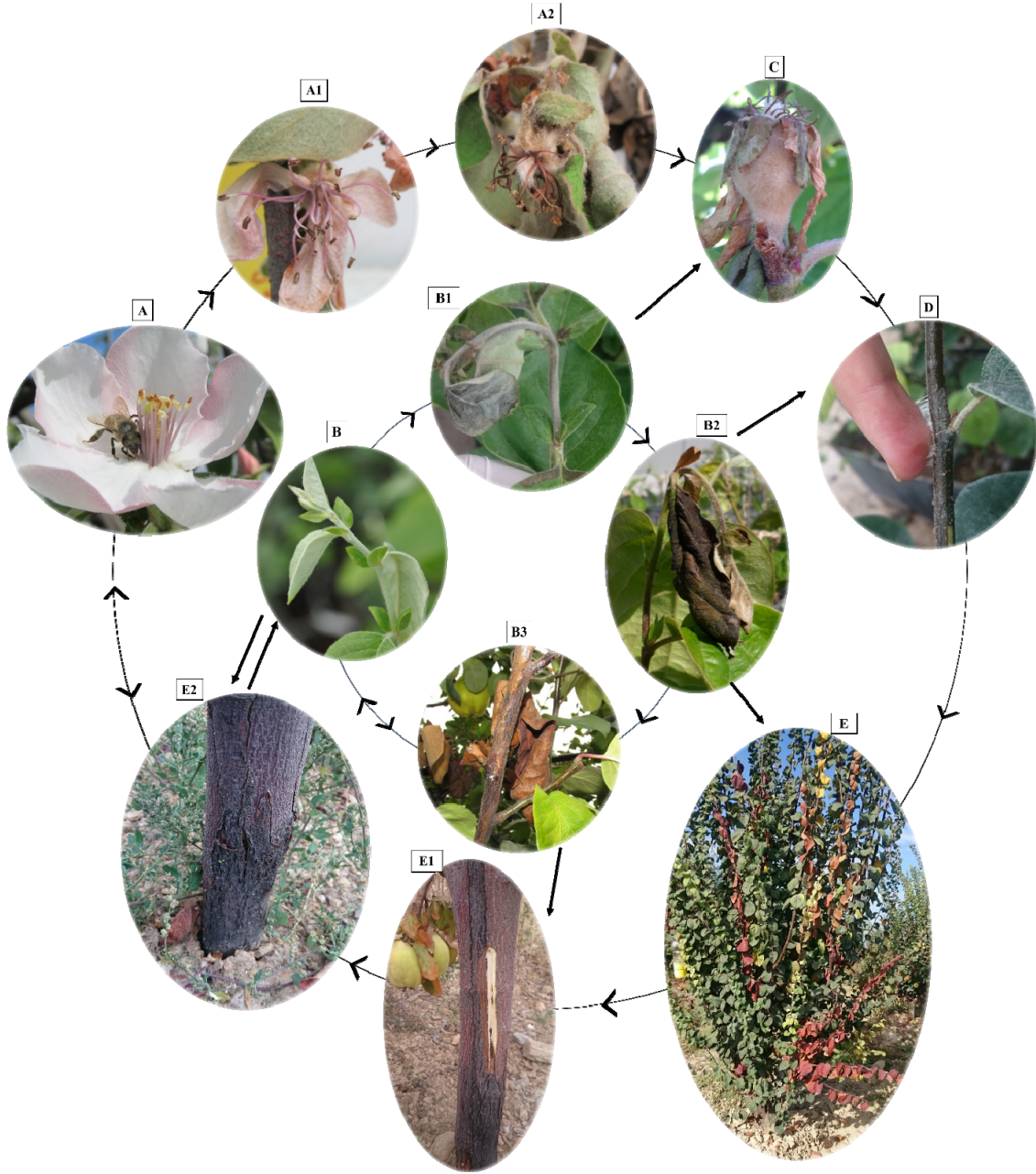
Ayva, yumuşak çekirdekli meyveler grubunda elma ve armuttan sonra üretimi en fazla olan türdür ve Türkiye, dünyada 174.038 ton üretim miktarı ile ilk sırada yer almaktadır. Çin, Özbekistan, İran ve Fas ise üretimin yoğun olarak yapıldığı ülkeler olarak ön plana çıkmaktadır (Anonymous, 2017). Türkiye’de ayva üretimi bölgeler bazında incelendiğinde, 133.037 ton ile toplam üretimin 76,44’ünün Marmara Bölgesi’nden sağlandığı görülmektedir. İller bazında ise en yoğun üretim miktarı 102.476 ton ile Sakarya’da olup Bursa, Bilecik, Denizli ve Çanakkale önemli üretim merkezleri olarak sıralanmaktadır (Anonim, 2017).

Ayva üretiminde de, diğer *Rosaceae* familyası türlerinde olduğu gibi, en önemli sorunlardan biri T. J. Burril tarafından 1882 yılında dünyada saptanan ve ilk bakteriyel hastalık olan ateş yanıklığı (*Erwinia amylovora* Burril.) hastalığıdır (Van der Zwet ve Keil, 1979). Gram negatif ve nekroz oluşturan bir bakteri olan *E. amylovora*’nın neden olduğu ateş yanıklığı, dünyada 200 yılı aşkın bir süredir bilinmekle birlikte, ülkemizde ilk kez 1985 yılında Afyon ili Sultandağ ilçesinde yetiştirilen armut ağaçlarında saptanmış (Oktem ve Benlioglu, 1988) ve çok kısa sürede hızla yayılarak ürün kayıplarına yol açmıştır (Oktem ve Benlioglu, 1988; Tokgonul ve Cınar, 1991; Momol ve ark., 1992; Demir ve Gundogdu, 1993). Ege Bölgesi’nde 1986-1991 yılları arasında yumuşak çekirdekli meyve türlerinin, değişen oranlarda bu etmenle bulaşık olduğu tespit edilmiştir (Demir and Gundogdu, 1993). Ayva yetiştiriciliğinde, 1989-1990 döneminde Yugoslavya’da birçok üretim bölgesinde hastalığın şiddetli ve epidemik boyutlarda ortaya çıktığı bildirilmekte (Arsenijevic ve Panic, 1992) ve ayvanın en duyarlı tür olduğu ifade edilmektedir (Postman, 2008; Bobev ve ark., 2009).

Hastalık etmeni, penetrasyon sağlayacak enzimleri bulunmadığından, nektar, stoma gibi doğal açıklıklar

(Billing, 2011) ve yara yerlerinden (Van der Zwet ve Beer, 1991) giriş yaparak vasküler sistem ile bitkiye yayılmakta ve tohum dışındaki tüm organlar ile taşınabilmektedir. Enfeksiyon; çiçek, meyve, vejetatif sürgün, odunsu doku ve toprak altı kısımları olmak üzere üzere tüm bitki dokularında ortaya çıkmakta ve çiçek, sürgün ve anaç yanıklığına neden olmaktadır (Vanneste, 2000; Norelli ve ark., 2003). Hastalık döngüsü Şekil 1’de verilmiştir.

Meyve türlerinde görülen hastalıklarla ilgili değerlendirmelerde, yoğun yetiştiricilik yapılan bölgelerde hastalığın ortaya çıkma ve yayılma durumunun belirlenmesi amacıyla surveyler yapılmakta ve hem çeşitler hem de lokasyonlar bazında veriler elde edilmektedir. Diğer yandan ise bu süreçte, tanılama ve patojenisite testleri için gerekli izolat eldesi amacıyla hastalıklı bitki örnekleri toplanmaktadır. Ülkemizde ve dünyada elma, armut, ayva, muşmula ve yenedünya gibi yumuşak çekirdekli meyve türlerinde, ateş yanıklığı etmeninin izolasyonu, klasik ve moleküler yöntemlerle tanınması, hastalığının şiddeti, oranı ve yaygınlık oranının belirlendiği ve mücadelesine yönelik yapılan birçok çalışma bulunmaktadır (Tokgonul ve Cınar, 1991; Oden ve Alp, 1994; Hepaksoy ve ark., 1999; Geider, 2000; Mirik, 2000; Aysan ve ark., 2004; Ozaktan ve Bora, 2004; Saygili ve ark., 2004; Lopez ve ark., 2006; De Bellis ve Schena, 2007; Atasagun, 2009; Aktepe, 2012; Tunalı, 2013; Arda, 2016; Gok, 2016; Kıpçak ve Akkopru, 2017). Bu araştırmalar ışığında planlanan çalışmada, dünya ayva üretiminde söz sahibi olan ülkemizde, üretim bakımından önem taşıyan Doğu Marmara ve Ege Bölge’sinde yer alan bazı il ve ilçelerde hastalığın durumunun değerlendirilmesi ve ayva plantasyonlarından izole edilen *E. amylovora* izolatlarının kesin tanılmasının yapılarak virülensi yüksek izolatların belirlenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 1. Ayvada ateş yanıklığı hastalığı döngüsü (Fotoğraf: M. Şahin): A: bakterinin arı gibi vektörler ve nektar aracılığıyla çiçekten bitkiye giriş yapması, yayılması, A1: bulaşık çiçekte meydana gelen ilk belirti, suda haşlanmış görünüm, A2: hastalığın çiçekten yakın yapraklara ilerlemesi ve yanık çiçek ve yapraklar; B: taze ve sağlıklı sürgün, B1: stoma veya yara yerlerinden giriş yapan bakterinin taze sürgünlerde oluşturduğu baston (çoban değneği) görünümü, B2: 1 yıllık sürgünlerde hastalığın ilerlemesi, B3: 2 ve daha yaşlı dallarda hastalığın ilerlemesi, C: çiçek ve sürgün yanıklığının ilerlemesi sonucunda meydana gelen meyve yanıklığı, D: enfekte sürgünlerde oluşan ooz, E: çok yıllık dallarda meydana gelen enfeksiyon, E1: gövdeye ilerleyen hastalığın kabuk ve iç dokuda oluşturduğu tahribat, E2: çiçek, taze sürgün, çok yıllık dal, anaçtan çıkan taze sürgünlerden ilerleyen hastalığın kök boğazında oluşturduğu anaç yanıklığı görünümü.

Figure 1. Fire blight disease cycle in quince (Photo credit: M. Sahin): A: penetrating and spreading of the bacterium from the flowers to the plant via nectar and/or vectors such as bees, A1: first symptom occurring in the infected flower, watersoaked view, A2: disease progression in flowers to nearby leaves and blighted flowers and leaves, B: fresh and healthy shoot, B1: view of the shepherd's crook formed by the bacteria entering the stoma and/or wounds on fresh shoots, B2: disease progression in 1-year shoots, B3: Disease progression in branches of 2 and older, C: fruit blight occurring as a result of the progressing flowers and shoot blight, D: drops of bacterial ooz on the blighted shoots, E: infection occurring in branches, E1: damage of shell and inner tissue with disease progressing to the trunk, E2: view of collar and root blight via spreading of infection from the flowers, fresh shoots, perennial branches and/or fresh shoots originating from rootstocks.

MATERYAL VE METOT

Survey alanı

Surveyler, Doğu Marmara ve Ege Bölgesi'nde ayva üretiminin yoğun olarak yapıldığı; İzmir (Menemen, Selçuk), Manisa (Köprübaşı, Gördes), Bursa (Gürsu, Kestel, İnegöl), Sakarya (Geyve, Serdivan, Pamukova) ve Denizli (Sarayköy, Pamukkale, Baklan, Acıpayam, Serinhisar, Honaz) illerini kapsayacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Survey alanı.
Figure 2. Survey area.

E. amylovora izolatları

Surveylerde, ayva ağaçlarından izole edilen *E. amylovora* izolatlarının yanısıra, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Bakteriyojî Laboratuvarı stoklarında bulunan 163 (elma) ve 205 (yabancı izolat) nolu izolatlar moleküler testlemelerde kontrol amacıyla kullanılmıştır.

Besi yerleri

E. amylovora izolatlarının izolasyonu ve tanılaması testlerinin gerçekleştirilebilmesi için King B (King ve ark., 1954) ve SNA (Sucrose Nutrient Agar) (Schaad ve ark., 2001) besi yerleri kullanılmıştır. Besi yerlerinin kimyasal içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Primerler

E. amylovora izolatlarının moleküler tanılaması için genomik DNA'lar ve Çizelge 2'de belirtilen G1F-G2R primerleri kullanılarak PCR testi

gerçekleştirilmiştir (Taylor ve ark., 2001). Tüm izolatların PCR ürünleri için agaroz jel (% 1,5'lik), elektroforez analizleri için ise Tris-acetate-EDTA (TAE) buffer kullanılmıştır.

Çizelge 1. Besi yerleri ve kullanılan kimyasallar.
Table 1. Plating mediums and chemicals used.

King B		SNA	
Kimyasal Chemical	Miktar Amount	Kimyasal Chemical	Miktar Amount
Pepton	20 g/l	Nutrient Broth	8 g/l
K ₂ HPO ₄	1,5 g/l	Sakkaroz	50 g/l
MgSO ₄ ·7H ₂ O	1,5 g/l	Agar	20 g/l

Survey çalışmaları, hastalığın şiddeti ve yaygınlığının belirlenmesi

Surveylerin planlanması amacıyla ayva üretiminin yoğun olarak yapıldığı 5 ilde (Sakarya, Bursa, Denizli, İzmir, Manisa) T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım İl ve İlçe Müdürlükleri'ne anket formları gönderilmiştir. Bu formlar;

- Üretici adı, köyü veya mahallesi,
- Yetiştiriciliği yapılan çeşitlerin yöresel adları (varsa),
- Ağaç sayısı ve bahçe büyüklüğü,
- Hasat tarihi (yaklaşık),
- Hastalığın bahçede görülme durumu,
- Hastalığa dayanımı yüksek olarak gözlemlenen ve/veya doğal olarak yayılış gösteren tiplerin varlığı konusundaki bilgileri içermektedir.

Türkiye İstatistik Kurumu kayıtları (mevcut üretim miktarları, ağaç sayısı istatistikleri), anket sonuçları ve şahsi görüşmeler doğrultusunda survey planı yapılmış ve güzergâhı belirlenmiştir. Buna göre 2015 yılında gerçekleştirilen surveylerde, hastalığın şiddeti, arazide ateş yanıklığı şiddetini belirlemek için kullanılan 1-10 skalası (Van Der Zwet ve Keil, 1979) modifiye edilerek tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Survey yapılan bahçelerdeki hastalık şiddeti ve hastalık oranının tespiti amacıyla, bahçede zig zag çizilerek ağaçlar tesadüfi olarak gezilmiş ve tipik ateş yanıklığı belirtisi taşıyanlar gözlemlenmiştir. Tek bir belirtinin varlığı durumunda, ağaç, hastalıklı olarak değerlendirilmiştir. Bu incelemeler, Lazarov ve Grigorov (1961) modeline göre yapılmış ve her bahçedeki toplam ağaç sayısına göre gözlemlenen ağaç sayısı Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 2. Primer çiftlerinin oligo dizinleri.

Table 2. Oligo sequences of the primer pairs.

Primerler Primers	Oligo dizin Oligo sequences
G1-F	5'- CCTGCATAAATCACCGCTGACAGCTCAATG- 3'
G2-R	5'- GCTACCACTGATCGCTCGAATCAAATCGGC- 3'

Çizelge 3. Ateş yanıklığı hastalık şiddetinin belirlenmesinde kullanılan 1-10 skalası.

Table 3. 1-10 scale used in determining the fire blight disease severity.

Skala değeri Scale value	Açıklama Description
1	Hastalık simptomsu yok
2	% 1-3 hastalık şiddeti veya 1 yaşındaki sürgünler üzerinde belirtilerin ortaya çıkması
3	% 4-6 hastalık şiddeti veya 1-2 yaşındaki sürgünler üzerinde belirtilerin ortaya çıkması
4	% 7-12 hastalık şiddeti veya 1-3 yaşlarındaki sürgünlerin 1/8'nin üst kısımlarında belirtilerin ortaya çıkması
5	13-25 hastalık şiddeti veya 3 yaşındaki sürgünlerin 1/4'nin üst kısımlarında belirtilerin ortaya çıkması
6	% 26-50 hastalık şiddeti veya 3 yaşındaki sürgünlerin 1/2'nin üst kısımlarında belirtilerin ortaya çıkması
7	% 51-75 hastalık şiddeti veya ağaç tabanının ve yaşlı dalların 1/4'nin alt kısımlarında belirtilerin ortaya çıkması
8	% 76-88 hastalık şiddeti veya ağaç tabanının ve yaşlı dalların 1/2'nin alt kısımlarında belirtilerin ortaya çıkması
9	% 89-99 hastalık şiddeti veya gövdede belirtilerin ortaya çıkması
10	% 100 hastalık şiddeti veya ağacın tümünün ölmesi

Çizelge 4. Bahçelerdeki toplam ağaç sayısına göre incelenecek ağaç sayıları.

Table 4. Number of trees to be examined according to the total number of trees in orchards.

Toplam ağaç sayısı Total number of trees	İncelenecek ağaç sayısı The number of trees to be examined
20	20
21-70	21-30
71-150	31-40
151-500	41-80
501-1000	% 15
1000<	% 5

Bahçelerdeki hastalık şiddeti, oranı ve yaygınlık oranı aşağıda verilen formüllerden (Bora ve Karaca, 1970) yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Hastalık şiddeti (S}^*) (\%) = \frac{\Sigma (\text{Hastalıklı ağaç sayısı} \times \text{Hastalık skalası})}{\text{Gözlenen ağaç sayısı} \times \text{En yüksek skala değeri}} \times 100$$

$$\text{Hastalık oranı (I}^*) (\%) = \frac{\Sigma (\text{Hastalıklı ağaç sayısı} \times S)}{\text{Toplam gözlenen ağaç sayısı} \times 100} \times 100$$

$$\text{Hastalık yaygınlığı (P}^*) (\%) = \frac{\Sigma (\text{Hastalıklı bahçe sayısı})}{\text{Bölgedeki toplam ağaç sayısı}} \times 100$$

* S: Severity; I: Intensity; P: Prevalence

Patojen izolasyonu, klasik ve moleküler tanısı ile virülensliklerinin belirlenmesi

Surveylerde elde edilen ateş yanıklığı belirtilerini gösteren hastalıklı bitki parçalarından etmenin izolasyonu, tanısı ve virülensinin belirlenmesi işlemleri

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Bakteriyoloji laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Hastalık belirtisi gösteren ağaçlardan hastalıklı örnekler (çiçek, sürgün, yaprak, dal) toplanarak, kod numarası verildikten

sonra GPS cihazı ile koordinatları kayıt altına alınmıştır. Alınan bitki parçaları kuru gazete kağıdına sarılıp naylon torba içerisinde izolasyon yapıncaya kadar +4°C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Hastalıklı bitki parçaları %1'lik sodyum hipokloritde 1 dakika tutulup ardından 3 defa steril saf su ile durulandıktan sonra steril polietilen poşet içerisinde fizyolojik tuzlu suda (% 0,85'lik NaCl) el stomaker'ı yardımıyla ezilmiştir. Öze dolusu süspansiyon King B ve SNA besiyerleri içeren petrilere çizgi ekim yöntemi ile ekilmiştir. Petrilere 24-25°C'de 48 saat inkübe edildikten sonra koloni gelişimleri incelenmiştir. İstenilen özellikteki koloniler saflaştırılarak sonraki aşamalar için -80°C'de saklanmıştır.

İzolatların konvensiyonel tanısı için; Gram reaksiyonu (KOH testi), King B besiyerinde floresan pigmentasyonun varlığı ve LOPAT (levan, oksidaz, patatestte pektolitik aktivite, arginin dehidrolaz ve tütünde aşırı duyarlılık reaksiyonu) testleri yapılmıştır.

Gram reaksiyon testi (KOH)

SNA besiyerinde geliştirilen *E. amylovora* kültürlerinden öze yardımıyla bir miktar alınıp lam üzerinde % 3'lük KOH çözeltisiyle karıştırılarak izolatların Gram reaksiyonları belirlenmiştir. Çözelti ve bakteri 5-10 saniye karıştırıldıktan sonra, öze yukarı doğru kaldırılmış ve çözeltinin viskoz bir hal alıp uzaması Gram negatif bakteri olduğunu göstermiştir (Fahy ve Persley, 1983; Sands, 1990).

King B ortamında gelişim (Floresan pigment oluşumu)

Çizgi ekim yöntemi ile King B besi ortamına ekimi yapılan izolatlar, inkübatörde 25°C' de 48 saat gelişmeye bırakılmıştır. Karanlık ortamda UV translimünatör altında mavi-yeşil pigment oluşumu gözlenmeyenler pozitif olarak değerlendirilmiştir.

Levan oluşumu testi

SNA besiyerine çizgi ekimi yapılan *E. amylovora* izolatları 23-25°C'de 48-60 saat inkübe edilmiştir. Bu süre sonunda kabarık, mukoid ve konveks olarak gözlemlenen koloniler pozitif olarak değerlendirilmiştir (Klement ve Goodman, 1967; Lelliott ve Stead, 1987).

Oksidaz testi

Filtre kağıdı üzerine, taze olarak hazırlanan %1'lik N:N:N:N- Tetrametily-1,4 phenylenediammonium diclorid solüsyonu damlatılmıştır. King B besiyerinde 48 saat geliştirilen *E. amylovora* izolatları öze yardımıyla filtre kağıtları üzerine damlatılan solüsyona sürülmüştür. 10 saniye sonra mavi renk veren izolatlar pozitif, vermeyenler ise negatif olarak değerlendirilmiştir (Kovaks, 1956).

Patatestte pektolitik aktivite testi

Patatesler yüzeysel sterilizasyona (suda fırçalama, %1'lik NaClO'de 3 dakika bekletme, steril saf su ile 2 kez durulama) tabi tutulmuştur. Sonrasında steril bistüri ile kabukları soyularak 1 cm kalınlıkta dilimlenmiş ve steril ıslak filtre kağıdı içeren steril petriye yerleştirilmiştir. Patates dilimlerinin orta kısımlarına açılan oyuklara öze dolusu *E. amylovora* kültürü bulaştırılmıştır. 25°C'de 48 saatlik inkübasyondan sonra değerlendirme yapılmıştır. İnokule edilen bölgedeki yumuşama pozitif olarak kabul edilmiştir (Lelliott ve Stead, 1987).

Arginin dehidrolaz testi

Besiyerleri, litresinde 1 g pepton, 5 g NaCl, 0,3 g K₂HPO₄, 10 g L (+) arginin HCl, 0,01 g fenol kırmızısı, 3 g agar içerecek şekilde hazırlanarak pH 7,2'ye ayarlanmış ve tüplere (16*1,5 cm) 3 ml besiyeri konup otoklavlanmıştır. Taze geliştirilmiş *E. amylovora* izolatlarının nokta aşılama ile ekimi yapılmıştır. Tüplerdeki besiyeri üzerine steril parafin ilave edilerek kapatılmıştır. Kültürler 2 hafta 26°C'de inkübe edildikten sonra kırmızıdan vişne rengine dönenler pozitif kabul edilmiştir (Lelliott ve Stead, 1987).

Tütünde aşırı duyarlılık (HR) reaksiyonu

E. amylovora izolatları %5 SNA içeren besiyerinde 48 saat geliştirildikten sonra hazırlanan 10⁸ cfu/ml yoğunluğundaki bakteri süspansiyonu steril enjektör yardımıyla tütün (*Nicotiana tabacum* L. White Burley) yapraklarının alt kısmından damar aralarına enjekte edilmiştir. İnokule edilen bitkilerde ölü doku oluşumu pozitif, oluşmaması ise negatif olarak kabul edilmiştir (Klement ve Goodman, 1967; Lelliott ve Stead, 1987).

İzolatların moleküler tanısı için; konvensiyonel tanılama testlerinde *E. amylovora* olduğu düşünülen izolatların klasik PCR ile moleküler tanılamaları gerçekleştirilmiştir.

King B besiyerinde geliştirilen *E. amylovora* izolatlarının, steril saf su ile süspansiyonu hazırlanarak spektrofotometrede OD_{600nm}: 0,1 değeri ölçülüp, 1,5 ml'lik eppendorf tüplere doldurulmuştur. 10 dakika süre ile kaynatılan bakteri süspansiyonu daha sonra kullanılmak üzere -20 °C'de muhafaza edilmiştir. PCR çalışması Çizelge 5'de belirtilen Taylor ve ark. (2001)'a göre gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, reaksiyon tüpü adı verilen 0,5 ml'lik ince duvarlı eppendorf tüplerde toplam hacmi 25 µl olan reaksiyon karışımı kullanılmıştır. Thermalcycler cihazında kullanılan program Çizelge 6'da belirtildiği gibidir.

Elde edilen PCR ürünleri agaroz jelde yürütülmüştür. Bunun için;

1. 1,5 g agaroz 100 ml 1xTAE tamponuna konularak mikrodalga fırında eriyinceye kadar kaynatılmıştır.

2. Soğutulan solüsyona Cybersafe (Fermentas) eklenmiş tarak yerleştirilen tanka dökülmüştür.
3. Agaroz jelin donmasından sonra tarak dikkatli bir şekilde çekilerek çıkartılmış ve jeli örtünceye kadar 1xTAE tamponu eklenmiştir.
4. Hazırlanan agaroz jel çukurlarına 1 µl loading buffer ve 5 µl PCR ürünü karıştırılıp 5 µl mikropipetle çekilerek kuyucuklara yerleştirilmiştir. Moleküler ağırlık işaretleyici (Marker) olarak 100 bp DNA kullanılmıştır.
5. Elektroforez tankında agaroz jeldeki örnek hücrelerin bulunduğu yer, güç kaynağının negatif (-) kutbuna denk gelecek şekilde yerleştirilmiş ve PCR ürünleri 100 V elektrik akımında yaklaşık 40 dakika süre ile yürütülmüştür.
6. Transliminatörde bantlar incelenmiş ve fotoğraflanmıştır.

Çizelge 5. *E. amylovora* için PCR protokolü.

Table 5. PCR protocol for *E. amylovora*.

Kimyasallar Chemicals	Stok/Başlangıç Stock / Start	Final konsantrasyon Final concentration	1 örnek için gerekli miktar The amount required for 1 sample
PCR reaction Buffer	10 X	1X	2,5 µl
MgCl ₂	25 mM	1,5mM	1,2 µl
dNTP _s	2,5 mM	0,1 mM	1 µl
G1F	10 mM	0,4 mM	1 µl
G2R	10 mM	0,4 mM	1 µl
H ₂ O	-	-	13,1 µl
TaqPolimeraz	5 U	1 U	0,2 µl
Örnek nükleik asit	10 ⁷ cfu/ml	-	5 µl
Toplam hacim	-	-	25 µl

Çizelge 6. *E. amylovora* için PCR çalışma koşulları.

Table 6. PCR operating conditions for *E. amylovora*.

1 Döngü 1 Cycle	30 Döngü 30 Cycle	72 °C	1 Döngü 1 Cycle	1 Döngü 1 Cycle
95 °C	94 °C	60 °C	72 °C	15 °C
3 dk	30 sn	30 sn	1 dk	∞

İzolatların virülenslikleri ham armut meyve testi ile belirlenmiş ve King B besiyerinde geliştirilen 48 saatlik bakteri kültüründen saf su ile elde edilen ve spektrofotometre ile 10⁸ cfu/ml (OD_{600nm}: 0,4) yoğunlukta ölçülen süspansiyon kullanılmıştır

(Thibault ve Lezec, 1990). Haziran ayında toplanan, henüz olgunlaşmamış 2-3 cm çaplı armut meyveleri %70'lik alkol ile dezenfenkte edilip uzunlamasına ikiye kesilmiş, her bir dilimin dış yan yüzüne mantar deliyle 2 adet çukur açılmıştır. Bu çukurlara her bir

E. amylovora izolatından 40 µl süspansiyon inokule edilmiştir. Her bir izolat için 4 adet meyve dilimi kullanılmış ve nemlendirilmiş steril kurutma kağıtlı plastik kaplara yerleştirilerek 27°C'de inkubasyona bırakılmıştır (Beer ve ark., 1984). Uygulamadan 6 gün sonra bakterilerin virülensi 0-3 skalasına (Çizelge 7) göre değerlendirilmiştir (Goorani ve Hassanein, 1991).

Çizelge 7. Ham armut testi 0-3 skalası.

Table 7. Raw pear test 0-3 scale.

Skala değeri Scale value	Açıklama Description
0	Hiç simptom yok
1	Hafif bakteriyel sızıntı ve suda ıslanmış görüntü
2	Daha çok bakteriyel sızıntı ve hafif renk değişikliği
3	Siyah lezyonlarla birlikte yoğun bakteriyel sızıntı

Elde edilen skala değerleri Townsend Heuberger (TH) formülü yardımı ile % hastalık şiddeti değerlerine dönüştürülmüştür (Karman, 1971).

$$\% \text{ Hastalık şiddeti} = \frac{\sum (\text{Skala değeri} \times \text{Skalada değerlendirilen örnek sayısı})}{\text{Toplam örnek sayısı} \times \text{En yüksek skala değeri}} \times 100$$

Çizelge 8. Anket sonuçları ile ilgili ayrıntılı bilgiler.

Table 8. Detailed information about the survey results.

İl Province	İncelenen ilçe sayısı Number of district examined	Yetiştiricilik yapılan ve hastalığın görüldüğü ilçe sayısı Number of districts where cultivated and disease occur	Hastalık yoğunluğu Disease density
Sakarya	7	3	2-orta 1-az
Bursa	13	7	3-yok 1-az 1-orta 2 yüksek
Denizli	14	8	1-az 3-orta 4-yüksek
İzmir	5	2	2-az

Çalışma süresince yaklaşık olarak 50.000 ayva ağacının yer aldığı, 1.000 dekar ayva bahçesi taranmıştır. Bu bahçelerde hastalık şiddeti, oranı ve iller bazında hastalığın yaygınlık oranına ilişkin bulgular Çizelge 9'da görülmektedir.

Verilerin analizi

Verilere varyans analizi uygulanmıştır. İstatistik açıdan önemli çıkan ortalama verileri için LSD testi ile farklılıklar belirlenmiştir (Steel ve Torrie, 1980; Yurtsever, 1984).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Survey çalışmaları, hastalığın şiddeti ve oranı ile yaygınlık oranı

Ayva üretiminin yoğun olarak yapıldığı 5 ilde T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım İl ve İlçe Müdürlükleri'ni kapsayacak şekilde (Sakarya, 17; Bursa, 17; Denizli, 19; İzmir, 15; Manisa, 15 ilçe) toplam 83 ilçeye, resmi yazı ile gönderilen anket formlarından, 39 ilçeden geri dönüş alınamamıştır. Cevap gelen il ve ilçeler ile ilgili ayrıntılı bilgiler Çizelge 8'de yer almaktadır. Hastalık ilçelere göre farklılık göstermekle beraber, Denizli'de en yüksek yoğunlukta görüldüğü belirtilmiştir.

Survey alanında ortalama hastalık oranı %4,24 olarak belirlenmiştir. İl bazında ise; İzmir'de %0,54; Manisa'da %0,65; Bursa'da %2,85; Sakarya'da %2,95 ve Denizli'de %5,90 olarak tespit edilmiştir. Hastalığın yaygınlık oranı

İzmir’de %37,50; Manisa’da % 100; Bursa’da % 28,50; Sakarya’da % 44,44 ve Denizli’de % 24,30 olarak belirlenmiştir. Yetiştiricilerle yapılan görüşmeler sonucunda hastalığın Denizli ili Sarayköy ilçesine son yıllarda budamacılar aracılığıyla giriş yaptığı ve hızla yayılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bu konuda Amasya ve Tokat illerindeki ayva plantasyonlarında yapılan çalışmada, sırasıyla hastalık oranı, %26,73 ve %45,13, yaygınlık oranı ise %100 (Mirik, 2000), Van yöresindeki elma plantasyonlarında ise ortalama yaygınlık oranı %36 olarak saptanmıştır (Kıpcak ve Akkopru, 2017).

Hastalık şiddeti çeşitler bazında incelendiğinde, bu oranın Ege 22 çeşidinde, Eşme, Limon ve Ekmek çeşitlerine göre daha düşük olduğu görülmektedir

(Çizelge 9). Bursa’da Eşme, Sakarya’da Limon, Denizli’de hem Limon hem de Eşme çeşitlerinin yaygın olarak yetiştirildiği ve bunlara ek olarak Ege 22 çeşidinin ise İzmir’de son yıllarda önem kazandığı gözlemlenmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular sonucunda, duyarlı çeşitlerin yetiştirildiği bölgelerde hastalık şiddeti ve oranının daha yüksek olduğu kanısına varılmıştır. Bunu destekler şekilde, Mirik (2000) Tokat ve Amasya’da Eşme, Limon ve Ekmek ayva çeşitlerinin hastalığa karşı çok duyarlı olduklarını saptamıştır. Ayrıca Adana, İçel ve Kahramanmaraş illerinde hastalık yaygınlık ve oranının nispeten yüksek seyretmesinin, çeşitlerin hastalığa karşı duyarlılık düzeylerinden kaynaklandığı ifade edilmektedir (Tokgonul ve Cınar, 1991).

Çizelge 9. Taranan bahçelerde, hastalık şiddeti (S), hastalık oranı (I) ve il bazında hastalığın yaygınlığı (P).
Table 9. Disease severity (S), disease rate (I) and prevalence of disease in province basis (P) in scanned orchards.

İl Province	İlçe District	Çeşit Variety	Toplam ağaç sayısı Total number of trees	İncelenen ağaç sayısı Number of trees examined	S (%)	I (%)	P (%)
İzmir	Menemen	-	420	70	5	0,83	37,50
	Selçuk	Ege 22	300	70	5	1,17	
	Selçuk	Ege 22	1500	225	2	0,30	
	Selçuk	Ege 22	400	70	0	0	
	Selçuk	Ege 22	1000	150	0	0	
	Selçuk	Ege 22	200	50	5	1,25	
	Selçuk	Ege 22	1600	240	5	0,75	
	Selçuk	Ege 22	500	80	0	0	
Manisa	Köprübaşı	-	4000	200	3	0,15	100
	Gördes	Ege 22	350	70	1	0,20	
	Gördes	Ekmek	500	80	10	1,60	
Bursa	Kestel	Eşme	350	70	3	0,60	28,50
	Gürsu	Eşme	600	90	40	6,00	
	Gürsu	-	200	50	5	1,25	
	Kestel	-	350	70	0	0	
	İnegöl	Çöğür	2800	140	0	0	
	İnegöl	Eşme	120	40	10	3,33	
	İnegöl	-	200	50	35	8,75	
Sakarya	Geyve	-	750	120	0	0	44,44
	Geyve	-	4000	200	2	0,10	
	Geyve	-	120	40	25	8,33	
	Geyve	-	120	40	0	0	
	Serdivan	Limon	500	80	0	0	
	Serdivan	-	750	120	0	0	
	Pamukova	-	1000	150	60	9,00	
	Pamukova	Limon	200	50	30	7,50	
Pamukova	Limon	1330	70	30	1,58		

Çizelge 9. Devam.
Table 9. Continued.

İl Province	İlçe District	Çeşit Variety	Toplam ağaç sayısı Total number of trees	İncelenen ağaç sayısı Number of trees examined	S (%)	I (%)	P (%)
	Sarayköy	Ege 22	300	70	5	1,17	
	Sarayköy	-	1000	150	5	0,75	
	Sarayköy	Limon	240	55	0	0	
	Sarayköy	Eşme	225	60	50	13,33	
	Sarayköy	-	165	40	25	6,06	
	Sarayköy	Eşme	30	30	40	40,00	
	Pamukkale	-	660	100	0	0	
	Pamukkale	-	600	90	0	0	
	Pamukkale	-	270	60	50	11,11	
	Pamukkale	-	665	100	20	3,01	
	Pamukkale	-	1500	75	30	1,50	
	Pamukkale	-	5300	265	40	2,00	
	Pamukkale	Eşme	740	120	20	3,24	
	Pamukkale	-	50	30	30	18,00	
	Pamukkale	-	1500	75	40	2,00	
	Baklan	-	250	60	75	18,00	
	Baklan	-	500	80	0	0	
	Baklan	-	570	85	5	0,75	
Denizli	Baklan	-	200	30	30	4,50	24,32
	Baklan	-	500	80	0	0	
	Acıpayam	-	500	80	0	0	
	Acıpayam	Limon	380	70	0	0	
	Acıpayam	-	200	30	0	0	
	Acıpayam	-	110	40	10	3,64	
	Acıpayam	Limon	790	120	30	4,56	
	Serinhisar	-	30	30	0	0	
	Serinhisar	-	10	10	40	40,00	
	Honaz	-	320	70	50	10,94	
	Honaz	-	300	70	30	7,00	
	Honaz	-	260	60	20	4,62	
	Honaz	-	660	100	40	6,06	
	Honaz	-	260	60	15	3,46	
	Honaz	-	750	120	40	6,40	
	Honaz	-	2500	125	30	1,50	
	Honaz	-	700	120	5	0,86	
	Honaz	-	1250	65	15	0,78	
	Honaz	-	500	80	20	3,20	

Patojen izolasyonu, tanısı ve virülenliklerinin belirlenmesi

İzmir (Menemen, Selçuk), Manisa (Köprübaşı, Gördes, Salihli, Yenice, Demirci), Bursa (Gürsu, Kestel, İnegöl), Sakarya (Geyve, Serdivan, Pamukova) ve Denizli (Sarayköy, Pamukkale, Baklan, Acıpayam, Serinhisar, Honaz) illerinde incelenen ayva plantasyonlarından hastalık belirtisi gösteren yaprak, meyve ve sürgün örneklerinden yapılan izolasyonlar sonucunda Çizelge 10'da yer alan izolatlar elde edilmiştir. Bu izolatlar ait klasik tanılama testleri (Gram reaksiyonu, floresan pigment oluşumu, LOPAT) sonuçları Çizelge 11'de belirtilmiştir.

Çizelge 10. Çalışma kapsamında izole edilen *E. amylovora* izolatları.Table 10. Isolated *E. amylovora* isolates in the study.

İzolat no. Isolate no.	İl / İlçe Province/ District	İzolat no. Isolate no.	İl / İlçe Province/ District
154	Sakarya	211	Bursa
155	Sakarya	212	Bursa
159	Sakarya	213	Bursa
169	Sakarya	214	Baklan
170	Salihli	215	Baklan
172	Gördes	216	Acıpayam
173	Manisa	217	Baklan
174	Yenice	218	Honaz
176	Demirci	219	Pamukkale
177	Demirci	220	Honaz
204	Menemen	221	Pamukkale
208	Menemen	222	Honaz
209	Menemen	223	Selçuk
210	Menemen		

Çizelge 11. *E. amylovora* izolatlarının klasik tanılama sonuçları.
Table 11. Classical diagnostic results of *E. amylovora* isolates.

İzolat numarası Isolate no	Gram reaksiyon Gram reaction	Floresan pigment Fluorescent pigment	Levan oluşum Levan formation	Oksidaz Oxidase	Patateste pektolitik aktivite Pectolytic activity in potatoes	Arginin dehidrolaz Arginine dehidrolase	Tütünde aşırı duyarlılık Hypersensitivity to tobacco
154	-	-	+	-	-	-	+
155	-	-	-	-	-	-	-
159	-	-	+	-	-	-	+
169	-	-	+	-	-	-	+
170	-	-	+	-	-	-	+
172	-	-	-	-	-	-	-
173	-	-	+	-	-	-	+
174	-	-	+	-	-	-	+
176	-	-	+	-	-	-	+
177	-	-	-	-	-	-	-
204	-	-	+	-	-	-	+
208	-	-	+	-	-	-	+
209	-	-	-	-	-	-	-
210	-	-	-	-	-	-	-
211	-	-	+	-	-	-	+
212	-	-	+	-	-	-	+
213	-	-	+	-	-	-	+
214	-	-	+	-	-	-	+
215	-	-	+	-	-	-	+
216	-	-	+	-	-	-	+
217	-	-	+	-	-	-	+
218	-	-	+	-	-	-	+
219	-	-	+	-	-	-	+
220	-	-	+	-	-	-	+
221	-	-	+	-	-	-	+
222	-	-	+	-	-	-	+
223	-	-	+	-	-	-	+
E.a*	-	-	+	-	-	-	+

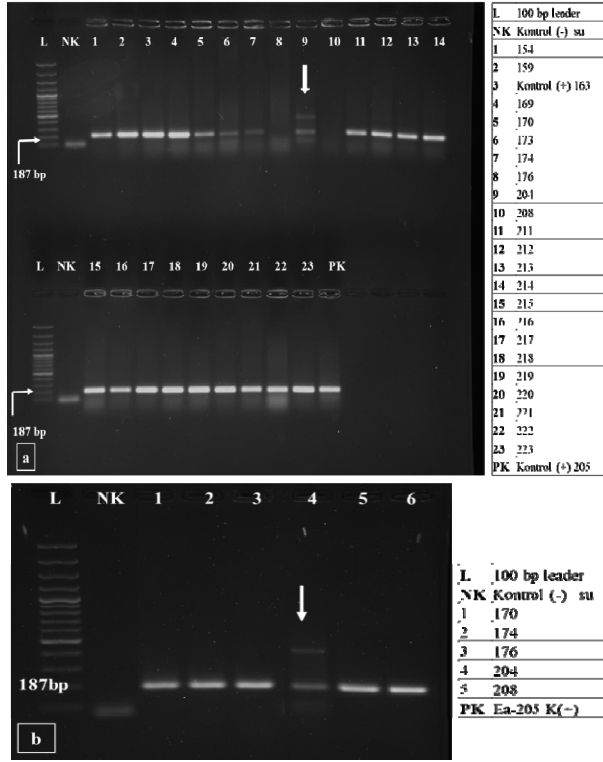
* Schaad ve ark.(2001)'den alınan tanılama testi sonuçlarıdır.

Şiddetli epidemi görülen bahçelerden alınan 27 hastalıklı bitki örneğinden yapılan klasik tanılama sonucunda, 22 adedi Schaad ve ark. (2001) tarafından verilen referans bilgileriyle benzerlik göstermiş ve Gram negatif, King B besiyerinde non-floresan, levan oluşumu pozitif, oksidaz negatif, pektolitik aktivite negatif ve tütünde aşırı duyarlılık belirtileri göstermesi nedeniyle HR pozitif olarak saptanmış 5 izolatta ise *E. amylovora*'dan farklı olarak levan oluşumu gerçekleşmemiş ve tütünde aşırı duyarlılık görülmemiştir. Elde edilen bulgular dünyada farklı araştırmacıların çalışmaları ile benzerlik göstermekte olup, *E. amylovora* strainlerinin SNA besi yerinde parlak, krem renkte, mukoid ve levan şeklinde koloniler şeklinde gelişim gösterdiği saptanmıştır (Agrios, 1997; Geider, 2000; Aysan ve ark., 2004; Atasagun, 2009; Aktepe, 2012; Tunalı, 2013; Arda, 2016).

Farklı bölgelerden elde edilen izolatların tanısında, ham armut testi (lezyon ve sonrasında bakteriyel akıntı) (Psallidas ve Dimova, 1986; Aysan ve ark., 2004; Tunalı, 2013; Arda, 2016), tütünde hipersensitif

reaksiyon (Aysan ve ark., 2004; Arda, 2016) ve sürgün inokulasyonu (Arda, 2016) testleri gerçekleştirilerek sonuçlar pozitif olarak belirlenmiştir. Armut ve ayva plantasyonlarından, hastalıklı bitki parçalarından elde edilen 29 bakteri izolatının, klasik tanılama testleri sonucunda *E. amylovora* olduğu tespit edilmiştir (Yahyaoglu, 1998).

Klasik tanılama sonucunda *E. amylovora* olduğu belirlenen 22 izolattan elde edilen genomik DNA'ların *E. amylovora*'ya spesifik G1F-G2R primer çifti kullanılarak yapılan PCR ürünleri %1,5'lik agaroz jel üzerinde 187 bp'de belirgin bantlar oluşturmuştur (Şekil 4a). Bant oluşumu net olmayan izolatların PCR işlemlerinin tekrarlanması sonucunda (Şekil 4b), 204 nolu izolatta bu uzunlukta bant oluşmamıştır. Bu bulgular, aynı primer çifti kullanarak moleküler tanılama yapılan çalışmalarla (Lopez ve ark., 2006; De Bellis ve Schena, 2007; Arda, 2016; Kıpçak ve Akkopru, 2017) benzerlik göstermiş olup hızlı ve daha duyarlı bir tanılama sağlamıştır. Bu yöntemin, kesin tanı için kullanılması gerektiği önemle vurgulanmaktadır.



Şekil 4. *E. amylovora* izolatlarının 1. (a) ve 2. (b) PCR elektrofores-jel görüntüleri.
Figure 4. PCR electrophoresis-gel images of *E. amylovora* isolates' 1st (a) and 2nd (b).

Çizelge 12. Ham armut meyvelerinde patojenisite testi sonuçları.

İzolat no Isolate no	Hastalık şiddeti (%) [*] Disease severity (%) [*]	
154	33,33	e-g
159	50,00	c-e
169	33,33	e-g
170	58,33	b-d
173	0,00	h
174	0,00	h
176	0,00	h
208	0,00	h
211	83,33	a
212	41,66	d-f
213	41,66	d-f
214	25,00	fg
215	16,67	gh
216	66,66	ab
217	83,33	a
218	66,66	ab
219	75,00	ab
220	50,00	c-e
221	25,00	fg
222	33,33	e-g
223	83,33	a
CV (%)	38,97	
LSD (0,01)	22,05	

* İzolatlar arasındaki fark P<0,01 düzeyinde önemli.

* Difference between isolates significant at P<0.01.

E. amylovora olduğu kanıtlanan 21 adet izolattan, virülensi yüksek izolatları saptamak amacıyla gerçekleştirilen ham armut meyve testi sonuçları Çizelge 12'de belirtilmiştir. İzolatların hastalık şiddeti % 0-83,33 arasında değişim göstermiştir. 211, 217 ve 223 nolu izolatlar % 83,33 hastalık şiddeti oranı ve *E. amylovora* için karakteristik olan bakteriyel eksudat oluşumu ile öne çıkmıştır.

Ham armut meyve testi, virülensin belirlenmesinde kolay ve güvenilir bir test yöntemidir. Bu test sonuçlarına göre, seçilen izolatlar ham armut meyve testlerinde yüksek hastalık şiddeti oluşturmuştur. Bu yöntem ön eleme yöntemi olarak güvenilir ve dolayısıyla önerilebilir bir yöntem olarak görülmektedir (Psallidas ve Dimova, 1986; Aysan ve ark., 2004; Tunali, 2013; Arda, 2016).

SONUÇ

Ateş yanıklığı hastalığının 2015 yılında yapılan surveyler sonucunda incelenen plantasyonların önemli bir kısmında görüldüğü, iller bazında ise hastalığın yaygınlık oranının % 24,30 - 100 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bazı illerde yetiştiriciliği yaygın olan çeşitlerin, hastalığa dayanım durumlarının gözlemlenmesi sonucunda ise duyarlı çeşitlerin yetiştirildiği bölgelerde, hastalık şiddeti ve oranının daha yüksek olduğu kanısına varılmıştır. Kültürel uygulamaların, hastalığın kontrolü kadar yayılmasında da etkili olduğu tespit edilmiştir. Özellikle Denizli'de hastalığın farklı bölgelerden gelen budama ustaları nedeniyle ortaya çıktığı ve hızla yayıldığı, üreticiler tarafından ifade edilmiştir. Şiddetli epidemiy görülen bahçelerden alınan hastalıklı bitki örneklerinin klasik tanılamada *E. amylovora* olduğu belirlenen bir izolat, moleküler tanılamada istenilen uzunlukta bant vermemiştir. Bu durum, ateş yanıklığı hastalığına benzer belirti gösteren bakteriyel kanser ve yanıklık etmeni *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* gibi farklı bakteriyel etmenlerin de ayva plantasyonlarında bulunduğunu göstermektedir. Böylece tanılama çalışmalarının moleküler yöntemlerle desteklenmesi gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Son yıllarda ekonomik önemi anlaşılan ve hızla kapama bahçelerin kurulduğu bu türde, iklim faktörlerinin de hastalık oluşumu için

uygun olduğu bölgelerde, özellikle, budama araç gereçlerinin çok iyi dezenfekte edilmesi ve budanan hastalıklı sürgünlerin imha edilmesi gibi kültürel önlemlerle beraber tolerant çeşit kullanımıyla hastalığa karşı mücadele edilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Ülkemiz ayva üretiminde ön planda olan Doğu Marmara ve Ege Bölgesi'nde, önemli ekonomik kayıplara neden olan ateş yanıklığı hastalığının durumunu ortaya koyması açısından bu çalışma önem taşımaktadır.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Agrios, G. N. 1997. Plant pathology. 5th Ed. Academic press. p. 952. eBook ISBN: 9780080473789 / Hardcover ISBN: 9780120445653.
- Aktepe, B. P. 2012. Yenedünya çeşitlerinin ateş yanıklığı hastalığına duyarlılıklarının belirlenmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Anonim. 2017. TÜİK. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi 17/01/2019).
- Anonymous. 2017. FAO. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi 17/01/2019).
- Arda, H. 2016. Ayvada ateş yanıklığı hastalığı etmeninin (*Erwinia amylovora*) tanısı ve entegre mücadele olanakları, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Arsenijevic, M., and M. Panic. 1992. First appearance of fire blight, caused by *Erwinia amylovora* on quinces and pears in Yugoslavia. Plant Disease 76 (12): 1283.
- Atasagun, R. 2009. Rosaceae familyesindeki farklı bitki türlerinden elde edilen *Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow *et al.*'nin biyokimyasal ve polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) testleriyle tanılanması. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 93 s.
- Aysan, Y., F. Sahin, H. Saygili, M. Mirik, and R. Kotan. 2004. Phenotypic characterization of *Erwinia amylovora* from pome fruits in Turkey. Acta Horticulturae 704: 459-463.
- Beer, S. V., J. R. Rundk, and R. S. Wodzinski. 1984. Interaction between *Erwinia amylovora* and *Erwinia herbicola* *in vitro*, in immature pear fruits and in apple blossoms. Acta Horticulture 151: 203-204.
- Billing, E. 2011. Fire blight, Why do views on host invasion by *Erwinia amylovora* differ?. Plant Pathology 60: 178-189.
- Bobev, S., L. T. Angelov, G. I. Govedarov, and J. D. Postman. 2009. Field susceptibility of quince hybrids to fire blight in Bulgaria, APS Annual Meeting, Portland, Oregon, Abstracts of Presentations. Phytopathology 99: 13.
- Bora, T. ve I. Karaca. 1970. Kültür bitkilerinde hastalığın zararın ölçülmesi, Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitabı, Yayın No: 167, 43 s. Ege Üniversitesi, İzmir.
- De Bellis, P., and L. Schena. 2007. Real-time Scorpion-PCR detection and quantification of *Erwinia amylovora* on pear leaves and flowers. European Journal of Plant Pathology 118: 11-22.
- Demir, G., and M. Gundogdu. 1993. Fireblight of pome fruit trees in Turkey: distribution of the disease, chemical control of blossom infections and susceptibility of some cultivars. Acta Horticulturae 338: 67-74.
- Fahy, P. C., and G. J. Persley. 1983. Plant bacterial diseases: a diagnostic guide, (No. 632.3 F3).
- Geider, K. 2000. Exopolysaccharides of *Erwinia amylovora*: Structure, biosynthesis, regulation, role in pathogenicity of amylovoran and levan. In: J. Vanneste (ed.). Fire blight: The disease and its causative agent *Erwinia amylovora* CABI Publishing. Wallingford Oxon/UK.-New York. pp. 117-140.
- Goorani, M. A., and F. N. Hassanein. 1991. The effect of *Bacillus subtilis* on *in vitro* growth and pathogenicity of *Erwinia amylovora*. J. Phytopathology 133: 134-38.
- Gok, G. 2016. Iğdır ili elma ağaçlarında ateş yanıklığı hastalığına neden olan *Erwinia amylovora* (burr.) Winslow *et al.* etmeninin biyokimyasal ve moleküler (MIS) yöntemlerle tanısı, Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Iğdır, 72 s.
- Hepaksoy, S., A. Unal, H. Z. Can, H. Saygili, and H. Türküsay. 1999. Distribution of fire blight (*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow *et al.*) disease in Western Anatolia Region in Turkey, Acta Horticulturae 489: 193-197.
- Karman, M. 1971. Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler. Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü. İzmir – Bornova. T. C. Tarım Bakanlığı. Zirai Mücadele ve Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları. Mesleki Kitaplar Serisi. 279 s.
- Kıpcak, C. ve A. Akkopru. 2017. Van gölü havzasındaki elmalarda ateş yanıklığı problemi: durumu ve hastalığın yaygınlık oranı, Yüzüncü Yıl Ün. Tar. Bil. Dergisi 27 (2): 207-214.

- King, E. O., M. K. Ward, and D. E. Raney. 1954. Two simple media for the demonstrating of phycocyanin and fluorescein, *J. Lab. Clin. Med.* 44: 301-307.
- Klement, Z., and R. N. Goodman. 1967. The hypersensitive reaction to infection by bacterial plant pathogens, *Annual Review of Phytopathology* 5: 17- 44.
- Kovaks, N. 1956. Identification of *Pseudomonas pyocyanea* by the oxidase reaction, *Nature (London)* 178: 703.
- Lazarov, A. V., and P. Grigorov. 1961. *Karantina na Rastenjata. Zeminzdat, Sofia.* 258 p.
- Lelliott, R. A., and D. E. Stead. 1987. *Method for the Diagnosis of Bacterial Diseases of Plants. Vol. 2.* British Society for Plant Pathology, Blackwell Scientific Publications, 216 p.
- Lopez, M. M., E. Bertolini, E. Marco, E. Noales, P. Llop, and M. Cambira. 2006. Update on molecular tools for detection of plant pathogenic bacteria and viruses. *Journal of Plant Pathology* 91 (2): 249-292.
- Mirik, M. 2000. Amasya ve Tokat illerinde yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında görülen ateş yanıklığı (*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow *et al.*) hastalığının etmeninin tanılanması, yaygınlık durumu ve dayanıklı çeşitlerin saptanması, Trakya Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Momol, M. T., O. Yegen, H. Basim, M. A. Zachowski, and K. Rudolph. 1992. Identification of *Erwinia amylovora* and occurrence of fire blight of pear in Western Mediterranean Region of Turkey. *J. Turk. Phytopath.* 21 (1): 41
- Norelli, J. L., H. T. Holleran, W. C. Johnson, T. L. Robinson, and H. S. Aldwinckle. 2003. Resistance of Geneva and other apple rootstocks to *Erwinia amylovora*. *Plant Disease* 87: 26-32.
- Oden, S., and S. Alp. 1994. Investigations on the fire blight infection in pome fruits grown in Van and around. S. 531-533. 9. Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Kuşadası-Aydın.
- Oktem, Y. E ve K. Benlioglu. 1988. Yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında görülen ateş yanıklığı (*Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow *et al.*) üzerinde çalışmalar, *In: V. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, Ekim* 18-21. Ankara.
- Ozaktan, H., and T. Bora. 2004. Biological control of fire blight in pear orchards with a formulation of *Pantoea agglomerans* strain Eh 24. *Brazilian Journal of Microbiology* 35: 224-229.
- Postman, J. D. 2008. The USDA quince and pear genebank in Oregon, a world source of fire blight resistance, *Acta Horticulturae* 793: 357-362.
- Psallidas, P. G., and M. Dimova. 1986. Occurrence of the disease fire-blight of pomaceous trees in Cyprus. Characteristics of the pathogen *Erwinia amylovora*. *In Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki* 15 (1): 61-70.
- Sands, D. C. 1990. Physiological criteria-determinate tests. *In: Z. Klement, K. Rhudolp, D. C. Sands (Eds.) Methods in Phyto bacteriology.* Academia Kiado, Budapest, Hungary.
- Saygili, H., Y. Aysan, M. Mirik, and F. Sahin. 2004. Severe outbreak of fire blight on quince in Turkey. 10th international workshop on fire blight, July 5-9 Bologna, Italy, *Acta Horticulturae* 704: 51-53.
- Schaad, N. W., B. J. Jones, and W. Chun. 2001. *Laboratory Guide for Identification Plant Pathogenic Bacteria,* APS Press, USA.
- Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics.* Second Ed. McGraw-Hill Book Company Inc., New York.
- Taylor, R. K., P. J. Guilford, R. G. Clark, C. N. Hale, and R. L. S. Forster. 2001. Detection of *Erwinia amylovora* in plant material using novel polymerase chain reaction (PCR) primers. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 29: 35-43.
- Thibault, B., and M. L. Lezec. 1990. Agrimed research programme. Fireblight of Pomoidae (*E. amylovora* Burrill, Winslow *et al.*), *Applied Research in Europe (1978-88)* EUR-12601, 96- Milan, Italy, pp. 270-281.
- Tokgonul, S. ve O. Cinar. 1991. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Armutlarda Ateş Yanıklığı Hastalığı (*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow *et al.*)'nın Tanısı ve Yaygınlık Durumu, VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, İzmir, s. 303-306.
- Tunalı, N. 2013. Bursa ve Yalova illerinde yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında ateş yanıklığı hastalığına neden olan *Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow *et al.*, izolatlarının bakır sülfat ve streptomisine olan duyarlılık düzeylerinin araştırılması, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, s. 97.
- Van der Zwet, T., and S. V. Beer. 1991. Fire Blight -It's Nature, Prevention and Control: A Practical Guide to Integrated Disease Management, U. S. Department of Agriculture, *Agriculture Information Bulletin* No. 631. pp. 83.
- Van Der Zwet, T., and H. L. Keil. 1979. *Fire Blight a Bacterial Disease of Rosaceous Plants,* *Agriculture Handbook, N. 510,* U.S. Department of Agriculture, Washington. 200 p.
- Vanneste, L. J. 2000. Fire blight, the disease and its causative agent, *Erwinia amylovora,* CABI publishing, New Zealand.
- Yahyaoglu, M. 1998. Bursa yöresinde ateş yanıklığı (*Erwinia amylovora* (burr) Winslow *et al.*) üzerinde çalışmalar, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 55 s.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Köy Hizmetleri Toprak ve Gübre Arş. Enst. Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No. 121 Ankara.

Gazal Boynuzu (*Lotus corniculatus L.*) Genotiplerinin Akdeniz İklim Koşullarında Verimlerinin Belirlenmesi

**Hüseyin ÖZPINAR^{1*} Mustafa AVCİ² Ali Alptekin ACAR³ Serhat AKSU⁴
Firdevs NİKSARLI İNAL¹ Ergül AY¹ İlker İNAL⁵
FeYZa Döndü GÜNDEL⁵ Arif AKTAŞ⁵ Rüştü HATİPOĞLU⁶**

¹ Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, İzmir/TURKEY

² Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde/TURKEY

³ Manisa İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Manisa/TURKEY

⁴ İzmir İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, İzmir/TURKEY

⁵ Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana/TURKEY

⁶ Çukurova Üniversitesi, Adana/TURKEY

* Corresponding author (Sorumlu yazar): huseyin_ozpinar@hotmail.com
Received (Geliş tarihi): 16.10.2018 Accepted (Kabul tarihi): 12.02.2019

ÖZ: Proje, çeşit eksikliğini gidermeye katkı sağlamak için Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde yurtiçi ve yurtdışı kaynaklardan temin edilen, çok yıllık baklagil yem bitkilerinden gazal boynuzu türüne ait materyal üzerinde sürdürülen çalışmalar sonucu, ilk ıslah döngüsü tamamlanarak geliştirilen çeşit adaylarının İzmir ve Adana'da bölge verim denemelerine alınarak verim ve uyum performanslarının belirlenmesi amacı ile gerçekleştirilmiştir. Bölge verim denemeleri tesadüf blokları deneme deseninde çeşit adayları, kontrol çeşitler ve populasyon kullanılarak dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. İzmir ve Adana lokasyonlarında iki yıl yürütülen çalışmada; genotiplerin her iki lokasyon ve yıl ortalamalarına göre kuru madde verimlerinin 694-951 kg/da; NDF oranlarının % 37,1-39,4; ADF oranlarının ise % 29,8-31,2 olduğu belirlenmiştir. Tohum verimlerinin 9,7-23,4 kg/da; çimlenme oranlarının % 52,3-67,9; 1000 tohum ağırlıklarının 1,04-1,21 g arasında değiştiği saptanmıştır. Kuru madde ve tohum verimleri incelenen çeşit adayları ilk verim gruplarında yer alarak, yüksek verimli, Akdeniz iklim kuşağına uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gazal boynuzu, ıslah, kuru madde verimi, tohum verimi, kalite, ADF, NDF.

Determination of Yields of Bird's-foot Trefoil (*Lotus corniculatus L.*) Genotypes Under Mediterranean Climatic Conditions

ABSTRACT: This project was conducted to test performance of cultivar candidates of legume bird's-foot trefoil developed in the forage crop breeding program of Aegean Agricultural Research Institute after completing the first cycle of selection procedures whose base material had been obtained from domestic and foreign sources. Regional yield trials were arranged in randomized complete block design with four replications by using cultivar nominees, check cultivars and population at Izmir and Adana locations and conducted for two years in 2015 and 2016. According to mean yields of trials obtained as both locations and year means, genotypes obtained 6940-9510 kg/ha matter yields, 37.1-39.4 %, NDF rates and 29.8-31.2 %, ADF ratios while seed yields were 97-234 kg/ha, germination rates were 52.3-67.9%, 1000 seed weights were 1.04-1.21 g. In terms of dry matter and seed yields, the trials showed that variety candidates were found to be high yielding and well adapted to the region, ranking in first yield groups.

Keywords: Bird's-foot trefoil, breeding, dry matter yield, seed yield, quality, ADF, NDF.

GİRİŞ

Ülkemiz hayvancılığının farklı sorunları olmakla beraber, bu sorunlardan en önemlisini hayvanlarımızın potansiyellerine uygun şekilde beslenememesi oluşturmaktadır. Ülkemizde mevcut 16,4 milyon büyük baş birimi (BB) hayvanının gereksinimi olan yaklaşık 83,9 milyon ton kaliteli kaba yem yeterli miktarda sağlanamamaktadır (Özkan ve Demirbağ, 2016). Halen ülkemiz hayvancılığının en önemli kaba yem kaynağını 14,6 milyon ha alan kaplayan doğal meralar oluşturmaktadır. Toplam mera alanlarının %5,49'u Ege Bölgesi'nde, %4,62'si de Akdeniz Bölgesi'nde bulunmaktadır (Anonim, 2001a).

Ancak, mülkiyeti devlete, kullanım hakkı buldukları yerleşim yeri halkına ait olan bu doğal kaynaklarımızın uzun yıllardan beri süre gelen tekniğine uygun olmayan kullanım sonucu bitki örtülerini büyük ölçüde kaybetmiş ve verimleri son derece düşmüş durumdadır. Bundan dolayı mera alanlarımızın önemli kısmının yeniden bitkilendirme ile ıslahına ihtiyaç duyulmaktadır. Böylelikle, meraların ıslahında kullanılacak farklı ekolojik koşullara uyumlu yüksek verimli ve kaliteli ot sağlayan yem bitkisi çeşitlerinin geliştirilmesi ve bunların tohumlarının yeterli miktarda üretilmesi gerekmektedir.

Doğal meraların ıslahında kullanılan çok yıllık bir baklagil yem bitkisi olan gazal boynuzu aynı zamanda toprak ıslahında ve erozyon kontrolünde de önemli rol oynamaktadır. Birçok baklagil yem bitkisine göre kışa daha dayanıklı, asit topraklarda verimli, tuza oldukça dayanıklı olan gazal boynuzu Akdeniz havzasının doğal bir türüdür. Gazal boynuzunun köklerinin yana doğru yayılımı daha fazla olduğundan yüzeysel topraklara, su basmalarına dayanıklı, ot kalitesi yüksektir ve aynı zamanda şişmeye neden olmamaktadır (Chriansen-Weiger ve ark., 1979; Frame ve ark., 1998; Sardaro ve ark., 2008).

Karadağ ve ark. (2016)'nın Tokat-Kazova koşullarında bazı çok yıllık yem bitkilerinin verim ve kalitelerini belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarında 3 gazal boynuzu genotipinin kuru madde verimlerinin 1250-1466,2 kg/da; tohum verimlerinin 28-34,7 kg/da; 1000 tohum

ağırlıklarının 1,157-1,173 g; ham protein oranlarının %18,94-19,76; ADF oranlarının %30-32,30; NDF oranlarının %39,20-41,80 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Çınar ve ark. (2016) ise aynı genotiplerin Sivas ekolojik koşullarında kuru madde verimlerini 505,3-592 kg/da; tohum verimlerini 24,3-28,7 kg/da; 1000 tane ağırlıklarını 0,95-1,05 g; ADF oranlarını % 31,1-32,6; NDF oranlarını %39,9-42,0 olarak bildirmişlerdir. Churkova (2007) Bulgaristan'da yaptığı 3 yıllık çalışmada farklı karışımlar ve yalın olarak ektiği gazal boynuzu tohum verimini ortalama 25,8 kg/da olarak bildirmiştir.

Çok yıllık baklagil ve buğdaygil yem bitkilerinin ıslahında çoğunlukla ve özellikle ıslahın ilk döngülerinde fenotipe dayalı tekrarlamalı seleksiyon yöntemleri izlenmektedir (Knowles, 1977; Poehlman, 1987; Poehlman ve Sleeper, 1995; Casler ve ark., 2003; Marshall ve Wilkins, 2003; Sabancı ve Tosun, 2009).

Bu çalışmada gazal boynuzu türünde geliştirilen ETAE GB-1 ve ETAE GB-2 genotiplerinin Akdeniz iklim koşullarında performanslarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bölge verim denemeleri, ot ve tohum verimlerini belirlemek amacıyla iki ayrı deneme şeklinde tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Parsel büyüklüğü 2,5 m x 5 m=12,5 m² olarak, 10 sıralı ve sıra arası 25 cm olacak şekilde düzenlenmiştir. ETAE GB-1 ve ETAE GB-2 kodlarıyla çeşit adaylarımızın tohumları; Leo ve Gaida çeşitleri ile Tokat popülasyonu standart olarak kullanılarak İzmir'de 06.11.2014, Adana lokasyonunda ise 10.11.2014 tarihlerinde olmak üzere dekara 1,0 kg tohumluk kullanılarak ekilmiştir. Tesis yılında 3 kg/da saf azot amonyum sülfat, 10 kg/da saf fosfor (P₂O₅) triple süper fosfat gübresi şeklinde, bakım yıllarında ise 10 kg saf fosfor (P₂O₅) triple süper fosfat gübresi şeklinde verilmiştir. Parsellerde gerektiği durumlarda yabancı ot mücadelesi yapılmıştır. Parseller bitkilerin su ihtiyaçları olduğunda yağmurlama ile sulanmıştır. Yeşil ot hasatları parsellerin %10 çiçeklenme zamanında gerçekleştirilmiştir. İzmir lokasyonunda her iki senede Leo çeşidinde 3 biçim, diğer genotiplerde ise 5 biçim yapılmıştır (Çizelge 1). Adana lokasyonunda ise her yıl her

genotipte üç biçim yapılmıştır (Çizelge 2). İzmir lokasyonu araştırma alanında Menemen ovası Gediz tını (typic Ustorthent) topraklar hakimdir ve %1,28 organik madde içeriğine sahiptir. Adana lokasyonu araştırma alanının toprakları ise Seyhan nehrinin taşkınlarıyla getirilip depolanan ince tekstürlü, yaşlı nehir terası toprakları olup, Arıklı serisindedir ve %1,7 organik madde içermektedir.

İzmir lokasyonunda yıllık yağış toplamı 2015 yılında 683 mm ile uzun yıllar ortalamasından (530 mm) daha yüksek, 2016 yılında ise 481,6 mm ile daha düşük bulunmuştur. Ortalama sıcaklıklar 2015 ve 2016 yılında sırasıyla 17,2 °C ve 18,1 °C gerçekleşerek, uzun yıllar ortalamasından (16,9 °C) daha yüksek bulunmuştur. Minimum sıcaklıklar 2015 yılında -5,4 °C, 2016 yılında -3,8 °C ile uzun yıllar değerinden (-7,4 °C) daha düşük gerçekleşmiştir. Maksimum sıcaklıklar da 2015 ve 2016 yılında sırası ile 38,7°C ve 41,4 °C bulunarak uzun yıllara göre (44,1 °C) daha düşük gerçekleşmiştir (Anonim, 2016).

Adana lokasyonunda yıllık yağış toplamı 2015 yılında 471 mm, 2016 yılında ise 363 mm olmuştur. Her iki yılda da yağış toplamı uzun yıllar ortalaması olan 655 mm'nin altında gerçekleşmiştir. Adana lokasyonunda ortalama sıcaklıklar hem 2015 yılında 19,4 °C hem de 2016 yılında 19,4 °C gerçekleşerek uzun yıllar ortalamasına (19,0 °C)

çok yakın seyretmiştir. Minimum sıcaklıklar 2015 yılında -3,0 °C, 2016 yılında ise -8,0 °C gerçekleşmiştir. Uzun yılların minimum sıcaklığı -8,1 °C'dir. 2015 yılı maksimum sıcaklığı 42,0 °C, 2016 yılı ise 41,0 °C'dir. Maksimum sıcaklıklar uzun yıllara göre (44,0 °C) daha düşük oluşmuştur.

Araştırmada incelenen özellikler

Agromik özellikler

Hasattan sonra parsellerin yaş ot ağırlıkları tartılmış, yeşil ot içinden rastgele alınan 0,5 kg'lık örnekler kurutma dolabında 48 saat 65 °C' de kurutulmuş kuru madde oranları saptanmıştır. Kuru madde oranı değerlerinden yararlanılarak kuru madde verimi (kg/da) hesaplanmıştır. Biçimler toplanarak genotiplerin yıllık toplam kuru maddeleri hesaplanmıştır. Fizyolojik olumu tamamlanan parseller elle hasat edilmiştir. Hasat edilen parseller laboratuvar harman makinasıyla dövülmüş, elekten geçirilmiş ve temizlenmiştir. Tohum verimi %14 düzeltme faktörü kullanılarak dekara çevrilmiştir (Anonim, 2001b). Bin tane ağırlığı temizlenmiş tohumlardan 4 tekerrürlü olarak 100'er tane sayılıp, tartılarak ortalaması alınmıştır (Soya ve ark., 2005). Çimlenme oranı Ellis ve ark. (1985)'na göre 3 tekerrürlü olarak 50 tane tohumdan çimlenen tohumların sayılıp ortalaması alınarak % olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 1. Gazal boynuzu genotiplerinin İzmir lokasyonu biçim zamanları (2015-2016).

Table 1. Cutting time of bird's-foot trefoil genotypes in Izmir (2015-2016).

Genotipler Genotypes	Biçim zamanları (2015) Cutting time (2015)					Biçim zamanları (2016) Cutting time (2016)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ETAE GB 1	25.05	15.06	14.07	14.08	20.10	29.04	26.05	16.06	01.07	22.07
ETAE GB 2	25.05	15.06	14.07	14.08	20.10	29.04	26.05	16.06	01.07	22.07
Tokat popülasyonu	25.05	15.06	14.07	14.08	20.10	29.04	26.05	16.06	01.07	22.07
Leo	15.06	14.07	14.08	-	-	03.06	28.06	22.07	-	-
Gaida	25.05	15.06	14.07	14.08	20.10	29.04	26.05	16.06	01.07	22.07

Çizelge 2. Gazal boynuzu genotiplerinin Adana lokasyonu biçim zamanları(2015-2016).

Table 2. Cutting time of bird's-foot trefoil genotypes in Adana (2015-2016).

Genotipler Genotypes	Biçim zamanları (2015) Cutting time (2015)			Biçim zamanları (2016) Cutting time (2016)		
	1	2	3	1	2	3
ETAE GB 1	16.04	22.09	13.11	09.04	12.10	28.10
ETAE GB 2	16.04	22.09	13.11	09.04	12.10	28.10
Tokat popülasyonu	16.04	22.09	13.11	09.04	12.10	28.10
Leo	28.04	11.09	01.11	11.04	14.10	28.10
Gaida	16.04	22.09	13.11	09.04	12.10	28.10

Kalite analizleri: Parsellerden alınan bitki örnekleri 65°C'ye ayarlanmış etüvde, ağırlıkları sabitleşinceye kadar kurutulmuştur. Bu örnekler kalite analizleri için 1 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütüldükten (Brabender Ohg Duisburg) sonra örneklerde kalite analizleri yapılmıştır.

Kuru madde örneklerinde yarı otomatik Tekatör marka Kjeldahl cihazıyla azot tayini yapılmıştır. Belirlenen azot değerleri 6,25 dönüşüm katsayısı ile çarpılarak söz konusu ot örneğindeki % ham protein değerleri saptanmıştır (Anonymous, 1995). Bitki hücre duvarındaki selüloz ve lignin miktarı, “% ADF (Acid Detergent Fiber / Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif)”, selüloz, hemiselüloz ve lignin miktarı “% NDF (Neutral Detergent Fiber / Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif)” Van Soest ve ark. (1991) tarafından belirtilen esaslara göre ANKOM lif analiz cihazı (Fiber analiz) ile belirlenmiştir.

Araştırmada elde edilen verilerin değerlendirilmesi: Araştırma ile ilgili tarla denemelerinden ve laboratuvar analizinden elde edilen verilerin JMP istatistik paket programı kullanılarak (birden fazla yıl ve her yıl aynı yerlerde ve aynı randomizasyonla yürütülen-çakılı denemeler veya çok yıllık bitkiler modeli) varyans analizleri yapılmıştır (Steel ve Torrie, 1980; Yurtsever, 1984).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kuru madde verimi

Kuru madde verimi açısından; yıl, genotip ve lokasyon istatistiki olarak önemli yıl x lokasyon, genotip x lokasyon ve yıl x lokasyon x genotip interaksiyonları ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3). Adana lokasyonu daha yüksek verime sahip olmuştur. 2016 yılı verim ortalaması 2015 yıl ortalamasından daha yüksek bulunmuştur. Genotipler açısından ise, aday genotipler ile Gaida kontrol çeşidi ilk verim grubunu oluşturmuşlardır. Leo kontrol çeşidi ise lokasyonlarda düşük verime sahip olarak son verim grubunda yer almıştır. Genotip x lokasyon interaksiyonunun önemli bulunmaması genotiplerin performanslarının lokasyona bağlı olmadığını göstermiştir.

Kuru madde verimleri açısından deneme bulgularımız Çınar ve ark. (2016)'nın çalışmasından elde edilen sonuçlardan (505,3-592 kg/da) daha yüksek, Bologna ve ark. (1996)'nın (1022,4 kg/da) ve Karadağ ve ark. (2016)'nın. (1250-1466,2 kg/da) sonuçlarından daha düşük bulunmuştur. Marley ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada kullandıkları genotiplerin verim ortalamalarının çok farklılıklar gösterdiğini belirlemişlerdir. Çeşit adaylarının lokasyonlarda yüksek verime sahip olması Akdeniz iklim kuşağı için uyumlu çeşitler olduğunu da göstermektedir.

Çizelge 3. Gazal boynuzu genotiplerinin kuru madde verimleri (kg/da).

Table 3. Dry matter yields of bird's-foot trefoil genotypes (kg/da).

Genotipler / Genotypes	İzmir lokasyonu Izmir location			Adana lokasyonu Adana location			Genel ort. Gen. mean
	2015	2016	Ort./mean	2015	2016	Ort./mean	
ETAE GB-1	669	1178	923	707	1253	980	951 A
ETAE GB-2	697	1208	952	712	1112	912	932 A
Tokat popülasyonu	585	1035	810	632	1134	883	846 B
Leo	633	704	669	741	698	720	694 C
Gaida	641	1159	900	696	1261	978	939 A
Lokasyon / Location	*		851 b			894 a	
Yıl / Year	***	671 b	1074 a				
Genotip / Genotype	***						
Genotip x Lokasyon	Ö.D						
Yıl x Lok. / Year x Loc.	Ö.D	645	1057	697	1092		
Yıl x Lok. x Gen/Year x Lo...x Gen.	Ö.D						
LSD (0,05): Genotip / Genotype: 81,43; Lokasyon / Location: 29,15; Yıl / Year: 87,12							
CV (%)							8,58

*, ***, P<0,05; P<0,001 düzeyinde önemli. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark yoktur.

*, ***, Significant at P<0.05; P<0.001. Same letters in a column are not significantly different.

Ö.D. Önemli değil (Non-significant).

Kalite Özellikleri

Ham protein oranı

Yapılan değerlendirmede; lokasyon, yıl, genotip, genotip x lokasyon, yıl x lokasyon interaksyonları istatistiksel olarak önemli, yıl x genotip x lokasyon interaksyonu ise önemsiz bulunmuştur.

İzmir lokasyonunda ham protein oranı ortalaması (%18,6) Adana lokasyonu ortalamasına göre (%14,4) daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4). Araştırmada 2015 yılında saptanan ortalama ham protein oranı (%18,3) 2016 yılında tespit edilen orandan (%14,7) daha yüksek gerçekleşmiştir. Genotiplerin ham protein oranları %15,9-17,5 arasında değişmiş ve Loe çeşidi en yüksek oran ile ilk sırada yer almış ve araştırmada yer alan diğer genotiplerden önemli derecede farklı bulunmamış ve düşük verim grubunda yer almışlardır. Ham protein oranı değerleri Karadağ ve ark. (2016) (%18,94-19,76) ve Çınar ve ark. (2016)'nın (%18,4-18,8) Tokat ve Sivas koşullarında yürüttükleri çalışmalarından elde ettikleri sonuçlardan daha düşük bulunmuştur.

NDF oranı

Yapılan değerlendirmede; lokasyon, yıl, yıl x lokasyon, yıl x genotip x lokasyon interaksyonu

istatistiksel olarak önemli bulunurken, genotip ve genotip x lokasyon interaksyonları ise önemsiz bulunmuştur.

İzmir lokasyonunda NDF oranı ortalaması (%36,5) Adana lokasyonu ortalamasına göre (%39,9) daha düşük bulunmuştur. Araştırmada 2015 yılında saptanan ortalama NDF oranı (%36,5) 2016 yılında tespit edilen orandan (%40,0) daha düşük bulunmuştur (Çizelge 5). Genotiplerin NDF oranları %37,1-39,4 arasında değişmiştir. Denemede yer alan Gaida kontrol çeşidinin 2015 yılında İzmir lokasyonundaki NDF oranı diğer genotiplerin oranlarına yakın veya benzer bir değer (%31,6) göstermesine rağmen, bu çeşidin aynı yıl Adana lokasyonundaki NDF oranı araştırmada yer alan diğer genotiplerden daha yüksek (%44,1) bulunmuştur. Bu gibi değişkenlikler yıl x genotip x lokasyon interaksyonunun ortaya çıkmasında etkili olmuştur. NDF oranı değerleri, Tokat ve Sivas koşullarında, Karadağ ve ark. (2016) (%39,20-41,80) ile Çınar ve ark. (2016)'nın (%39,9-42,0) yürüttükleri çalışmalarından elde ettikleri sonuçlara benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4. Gazal boynuzu genotiplerinin ham protein oranları (%).
Table 4. Protein rates of bird's-foot trefoil genotypes (%).

Genotipler / Genotypes	İzmir lokasyonu Izmir location			Adana lokasyonu Adana location			Genel ort. Gen. mean
	2015	2016	Ort./mean	2015	2016	Ort./mean	
ETAE GB-1	14,7	21,2	18,0 B	13,1	14,7	13,9 D	15,9 B
ETAE GB-2	15,3	21,4	18,4 AB	13,1	14,7	13,9 D	16,1 B
Tokat popülasyonu	15,3	21,5	18,3 B	14,3	14,8	14,6 D	16,4 B
Leo	16,2	21,3	18,9 AB	15,3	16,9	16,1 C	17,5 A
Gaida	17,3	21,5	19,4 A	12,6	15,0	13,8 D	16,6 B
Lokasyon / Location	***		18,6 a			14,4 b	
Yıl / Year	***	18,3 a	14,7 b				
Genotip / Genotype	***						6,16
Genotip x Lokasyon	**						
Yıl x Lok. / Year x Loc.	***	15,8 b	21,4 a	13,7 c	15,2 b		
Yıl x Lok. x Gen/Year x Lo. x Gen.	Ö.D.						
LSD (0,05):	Genotip / Genotype 0,51; Lokasyon / Location: 0,45; Yıl / Year: 0,32;			Genotip.x Lokasyon / Genotype x Location: 0,88; Yıl x Lokasyon / Year x Location: 0,55			
CV (%)							7,5

, *: P<0,01; P<0,001 düzeyinde önemli. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark yoktur.

, *: Significant at P<0.01; P<0.001. Same letters in a column are not significantly different.

Ö.D. Önemli değil (Non-significant).

Çizelge 5. Gazal boynuzu genotiplerinin NDF oranları (%).
Table 5. NDF rates of bird's-foot trefoil genotypes (%).

Genotipler / Genotypes	İzmir lokasyonu Izmir location			Adana lokasyonu Adana location			Genel ort. Gen. mean	
	2015	2016	Ort./mean	2015	2016	Ort./mean		
ETAE GB-1	30,7 h	42,5 ac	36,6	41,3 be	38,8 dg	40,1	38,3	
ETAE GB-2	31,0 h	41,4 be	36,2	42,0 ad	37,4 fg	39,7	37,9	
Tokat popülasyonu	31,2 h	38,0 eg	34,6	41,0 bf	31,2 dg	39,7	37,1	
Leo	32,3 h	41,4 be	36,8	39,5 cg	32,3 cg	39,0	38,3	
Gaida	31,6 h	45,0 a	38,4	44,1 ab	36,7 g	40,4	39,4	
Lokasyon / Location	***		36,5 b			39,9 a		
Yıl / Year	***	36,5 b	40,0 a					
Genotip / Genotype	Ö.D.							
Genotip x Lokasyon	Ö.D.							
Yıl x Lok. / Year x Loc.	***	31,4 c	41,7 a	41,6 a	38,3 b			
Yıl x Lok. x Gen/Year x Lo..x Gen.	**							
LSD (0,05):	Lokasyon / Location: 1,14; Yıl / Year: 1,07; Yıl x Lokasyon / Year x Location: 1,60 Yıl x Lokasyon x Genotip / Year x Location x Genotype: 2,66							
CV (%)								6,67

** , ***: P<0,01; P<0,001 düzeyinde önemli. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark yoktur.

** , ***: Significant at P<0.01; P<0.001. Same letters in a column are not significantly different.

Ö.D. Önemli değil (Non-significant).

ADF oranı

ADF oranı açısından yapılan değerlendirmede; lokasyon ve yıl istatistiksel olarak önemli bulunurken, genotip, genotip x lokasyon, yıl x lokasyon ve yıl x genotip x lokasyon interaksyonları ise önemsiz bulunmuştur. İzmir lokasyonunda ADF oranı ortalaması (%27,4) Adana lokasyonu ortalamasına göre (%33,3) daha düşük bulunmuştur. Araştırmada 2015 yılında saptanan ortalama ADF oranı (%31,3) 2016 yılında tespit edilen orandan

(%29,4) daha düşük bulunmuştur (Çizelge 6). Gazal boynuzu genotiplerinin ADF oranları %29,8-30,4 arasında değişmiştir. ADF oranı değerleri, Tokat ve Sivas koşullarında, Karadağ ve ark. (2016) (%30-32,30) ile Çınar ve ark. (2016)'nın (%29,8-31,2) yürüttükleri çalışmalardan elde ettikleri sonuçlara benzerlik göstermektedir.

Çizelge 6. Gazal boynuzu genotiplerinin ADF oranları (%).
Table 6. ADF rates of bird's-foot trefoil genotypes (%).

Genotipler / Genotypes	İzmir lokasyonu Izmir location			Adana lokasyonu Adana location			Genel ort. Gen. mean	
	2015	2016	Ort./mean	2015	2016	Ort./mean		
ETAE GB-1	27,8	27,4	27,6	35,4	31,0	33,2	30,4	
ETAE GB-2	28,0	27,0	27,5	34,5	32,0	33,2	30,4	
Tokat popülasyonu	27,3	25,9	26,6	34,5	32,8	33,6	30,1	
Leo	29,1	26,4	27,7	31,2	32,3	31,8	29,8	
Gaida	28,4	26,8	27,6	37,1	32,5	34,8	31,2	
Lokasyon / Location	***		27,4 b			33,3 a		
Yıl / Year	***	31,3 a	29,4 b					
Genotip / Genotype	Ö.D.							
Genotip x Lokasyon	Ö.D.							
Yıl x Lok. / Year x Loc.	Ö.D.	28,1	26,7	34,5	32,1			
Yıl x Lok. x Gen/Year x Lo..x Gen.	Ö.D.							
LSD (0,05):	Lokasyon / Location: 0,93; Yıl / Year: 0,79							
CV (%)								6,85

***: P<0,001 düzeyinde önemli. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark yoktur.

***: Significant at P<0.001. Same letters in a column are not significantly different.

Ö.D. Önemli değil (Non-significant).

Araştırmada incelenen genotipler kalite özellikleri açısından değerlendirildiklerinde ETAE GB-1 ve GB-2 genotipleri araştırmada kontrol olarak yer alan çeşitlere göre NDF ve ADF oranları yönünden benzerlik göstermekle birlikte, ham protein oranı açısından Leo çeşidinin gerisinde kalmışlardır. Bu durumun lokasyonlar arasındaki iklim ve toprak özelliklerinin farklılığından kaynaklanabileceği gibi genotiplerin hasat dönem veya zamanlamasının farklılığından kaynaklandığı da düşünülmektedir. Çünkü İzmir lokasyonunda değerlendirilen gazal boynuzu genotipleri 2 yıllık yetiştirme sezonu içerisinde toplam 10 kez biçilmiştir. Buna karşılık Adana lokasyonunda toplam 6 biçim yapılmıştır.

Tohum verimi

Tohum verimi açısından, lokasyon, yıl, genotip, yıl x lokasyon, lokasyon x genotip ve lokasyon x genotip x yıl istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Adana lokasyonu daha yüksek tohum verimlerine sahip olmuştur 2016 yılı tohum verimleri 2015 yılı verimlerine göre önemli derecede daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 7). Genotipler arasındaki farklar önemli bulunmuş, Leo çeşidinin dışındaki genotipler ilk verim gruplarında yer almışlardır. Kontrol genotipi Populasyon Tokat İzmir lokasyonunda alt verim grubunda yer alırken Adana lokasyonunda ilk verim grubunda yer almıştır. Genotip x lokasyon

interaksiyonunun önemli olmasına rağmen çeşit adayı genotipler her iki lokasyonda da Gaida kontrol çeşidi ile birlikte ilk verim grubunda yer almışlardır. Böylelikle çeşit adayları ve kontrol çeşit Gaida'nın tohum verimlerinin daha stabil olduğu anlaşılmaktadır. Tohum verimleri ortalamaları, Churkova (2007) ve Karadağ ve ark. (2016)'nın bildirişlerinden (28-34,7 kg/da) daha düşüktür, Çınar ve ark. (2016) 'nın bildirişleri (24,3-28,7 kg/da) ile uyumludur. Gazal boynuzu bitkisinin ilk yıl gelişimi oldukça yavaştır ve kök sisteminin gelişmesi için bitki besin elementlerinin kullanılması ilk yıl tohum veriminin düşük olmasına neden olabilmektedir (Gençkan, 1992; Churkova, 2007). Bununla beraber büyüme özelliği itibari ile tamamen kararsız bitki olan gazal boynuzunda tohum çatlaması çok yaygın görülen bir özelliktir ve özellikle havadaki nemin %40'ın altına düştüğünde bakla çatlamasının dolayısıyla tohum kaybının olduğu belirtilmiştir (Gençkan, 1992; Açıkgöz, 2001; Hatipoğlu ve Avcıoğlu, 2009). İlk yıl tohum hasadının gecikmiş olması nedeni ile de tohum veriminde bir miktar kayba neden olduğu düşünülebilmektedir.

Genotip x lokasyon x yıl interaksiyonunda ise Leo kontrol çeşit 2015 yılında İzmir lokasyonunda en düşük tohum verimini verirken ETAE-GB-1 çeşit adayı Adana lokasyonunda 2016 yılında en yüksek tohum verimine sahip olmuştur.

Çizelge 7. Gazal boynuzu genotiplerinin tohum verimleri (kg/da).
Table 7. Seed yields of bird's-foot trefoil genotypes (kg/da).

Genotipler / Genotypes	İzmir lokasyonu Izmir location			Adana lokasyonu Adana location			Genel ort. Gen. mean
	2015	2016	Ort./mean	2015	2016	Ort./mean	
ETAE GB-1	14,5 fh	20,7 cd	17,6 C	7,3 j	45,5 a	26,4 AB	22,0 AB
ETAE GB-2	14,8 eh	23,7 c	19,2 C	12,7 gı	42,3 a	27,5 A	23,4 A
Tokat populasyonu	9,1 ij	19,1 df	14,1 D	12,7 gı	43,3 a	28,0 A	21,0 B
Leo	1,7 k	16,4 dg	9,0 E	9,4 ij	11,5 hj	10,4 E	9,7 C
Gaida	20,1 cd	19,3 ce	19,7 C	9,4 ij	37,4 b	23,4 B	21,5 AB
Lokasyon / Location	***		15,9 b			23,1 a	
Yıl / Year	***	11,2 b	27,9 a				
Genotip / Genotype	***						
Genotip x Lokasyon	***	12,0 c	19,8 b	10,3 c	36,0 a		
Yıl x Lok. / Year x Loc.	***						
Yıl x Lok. x Gen/Year x Lo..x Gen.	***						
LSD (0,05):	Genotip / Genotype: 2,1; Lokasyon / Location: 1,43; Yıl / Year: 5,06 Genotip.x Lokasyon / Genotype x Location: 3,19; Yıl x Lokasyon / Year x Location: 5,25 Yıl x Lokasyon x Genotip / Year x Location x Genotype: 4,44						
CV (%)	16,34						

***: P<0,001 düzeyinde önemli. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark yoktur.

***: Significant at P<0.001. Same letters in a column are not significantly different.

Ö.D. Önemli değil (Non-significant).

Çimlenme oranları (%)

Yapılan değerlendirmede; yıl, genotip, lokasyon, yıl x lokasyon, genotip x lokasyon ve yıl x lokasyon x genotip interaksyonları istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Adana lokasyonu %67,6 çimlenme oranı ile İzmir lokasyonundan (%59,2) daha fazla çimlenme yüzdesine sahip olmuştur. 2015 yılı 67,7 çimlenme yüzdesine sahip olurken, 2016 yılında çimlenme yüzdesi 59,1 olarak daha düşük olmuştur. Genotipler arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Bununla beraber genotip x lokasyon interaksyonu da önemli olarak saptanmıştır. İzmir lokasyonunda Leo kontrol çeşidi son grubu oluştururken, diğer çeşitler yakın çimlenme oranları ile benzer gruplarda yer almışlardır. Adana lokasyonunda ise kontrol Tokat populasyonu ilk grupta tek başına yer alırken diğer genotiplerin hepsi sıralamada ikinci grupta yer almışlardır (Çizelge 8).

Çimlenme oranlarındaki düşüklüğün nedenleri arasında *Lotus corniculatus*' un tohumlarında önemli oranda sert tohumluluğun olduğu ve iklimsel olaylardan etkilendiği farklı lokasyonlarda yapılan çalışmalarla da bildirilmiştir (Gençkan, 1992; Hatipoğlu ve Avcıoğlu, 2009).

Bin tane ağırlıkları

1000 tane ağırlığı açısından yapılan değerlendirmede; lokasyon önemsiz, yıl, genotip, yıl x lokasyon, genotip x lokasyon ve yıl x lokasyon x genotip interaksyonları istatistiki olarak önemli bulunmuştur. 2016 yılı bin tane ağırlığı (1,20 g) 2015 yılına göre (1,11 g) daha büyük bulunmuştur. Genotipler arasındaki farklar ve genotip x lokasyon interaksyonu önemli bulunmasına rağmen aday genotipler her iki lokasyonda da kontrol çeşit Gaida ile ilk sıralarda yer almışlardır (Çizelge 9).

Bin tane ağırlıkları açısından bulgularımız Karadağ ve ark. (2016) (1,15-1,17 g); Gençkan (1992) (1-1,3g); Hatipoğlu ve Avcıoğlu (2009) (1,2-1,4 g) ile uyumlu; Çınar ve ark. (2016)'nın sonuçlarından (0,95-1,05 g) daha yüksek bulunmuştur. Bologna ve ark. (1996)'nın ifade ettiği bin tane ağırlıkları (1,38-1,52g) değerleri ise deneme bulgularımızdan daha yüksektir. Gazal boynuzu genotipleri farklı çevre koşullarında farklı verim değerleri aldıkları gibi çeşitler arasında bin tane ağırlıkları açısından da farklılıklar olabilmektedir.

Çizelge 8. Gazal boynuzu genotiplerinin çimlenme oranları (%).
Table 8. Germination rates of bird's-foot trefoil genotypes (%).

Genotipler / Genotypes	İzmir lokasyonu Izmir location			Adana lokasyonu Adana location			Genel ort. Gen. mean
	2015	2016	Ort./mean	2015	2016	Ort./mean	
ETAE GB-1	58,5 df	64,5 ce	61,5 C	73,7ab	60,7 cf	67,2 BC	64,3 A
ETAE GB-2	65,5 be	62,7 cf	64,1 C	79,2 a	55,0 fg	67,1 BC	65,6 A
Tokat populasyonu	55,5 f	68,5 bc	62,0 C	81,0 a	66,7 bd	73,8 A	67,9 A
Leo	38,0 ı	47,0 gh	42,5 D	78,7 a	45,7 hı	62,2 BC	52,3 B
Gaida	68,5 bc	63,2 cf	65,8 BC	78,2 a	57,5 ef	67,8 B	66,8 A
Lokasyon / Location	***		59,2 b			67,6 a	
Yıl / Year	***	67,7 a	59,1 b				
Genotip / Genotype	***						
Genotip x Lokasyon	***	57,2 c	61,2 b	78,2 a	57,1 c		
Yıl x Lok. / Year x Loc.	***						
Yıl x Lok. x Gen/Year x Lo..x Gen.	*						
LSD (0,05):	Genotip / Genotype 8,46; Lokasyon / Location: 2,58; Yıl / Year: 5,35 Genotip.x Lokasyon / Genotype x Location: 5,78; Yıl x Lokasyon / Year x Location: 5,93 Yıl x Lokasyon x Genotip / Year x Location x Genotype: 7,78						
CV (%)	9,14						

*, ***, P<0,05; P<0,001 düzeyinde önemli. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark yoktur.

*, ***, Significant at P<0.05; P<0.001. Same letters in a column are not significantly different.

Ö.D. Önemli değil (Non-significant).

Çizelge 9. Gazal boynuzu genotiplerinin bin tane ağırlıkları (g).

Table 9. A thousand seed weights of bird's-foot trefoil genotypes (g).

Genotipler / Genotypes	İzmir lokasyonu Izmir location			Adana lokasyonu Adana location			Genel ort. Gen. mean	
	2015	2016	Ort./mean	2015	2016	Ort./mean		
ETAE GB-1	1,14 e	1,11 de	1,13 CE	1,21 ae	1,29 ab	1,24 AB	1,18 AB	
ETAE GB-2	1,19 e	1,24 ad	1,21 AD	1,27 ac	1,28 ab	1,27 A	1,24 A	
Tokat popülasyonu Leo	1,08 e	1,15 be	1,11 DE	0,65 g	1,28 ab	0,96 F	1,04 C	
Gaida	0,92 f	1,26 ad	1,09 E	1,16 be	1,12 ce	1,14 BE	1,11 B	
Lokasyon / Location	Ö.D.		1,15			1,17		
Yıl / Year	***	1,11 b						
Genotip / Genotype	***							
Genotip x Lokasyon	*	1,13 bc	1,16 b	1,09 c	1,24 a			
Yıl x Lok. / Year x Loc.	*							
Yıl x Lok. x Gen/Year x Lo..x Gen.	***							
LSD (0,05):	Genotip / Genotype: 0,06; Yıl / Year: 0,15; Genotip.x Lokasyon / Genotype x Location: 0,25; Yıl x Lokasyon / Year x Location: 0,16; Yıl x Lokasyon x Genotip / Year x Location x Genotype: 0,15							
CV (%)								8,62

*, ***, P<0,05; P<0,001 düzeyinde önemli. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark yoktur.

*, ***, Significant at P<0.05; P<0.001. Same letters in a column are not significantly different.

Ö.D. Önemli değil (Non-significant).

SONUÇ

Gazal boynuzu kuru madde verim özellikleri değerlendirildiğinde, çeşit adayları ETAE GB-1 ve ETAE GB-2'nin yüksek performansları ile öne çıktığı görülmektedir. Buna ilave olarak tohum verim ve verim bileşenleri ile kalite özellikleri açısından da çeşit adaylarının ilk sıralarda olduğu belirlenmiştir. Gazal boynuzunun tuzlu ve taban suyunun yüksek olduğu alanlara uygunluğu, hayvan otlatmasında da diğer baklagillerden daha güvenle kullanılabilmesinden dolayı yapılan ıslah çalışmalarının yararlı olduğu sonucuna varılmaktadır.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Açıkgöz, E. 2001. Yem Bitkileri. (Yenilenmiş 3. Baskı). İstanbul: Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182, Vıpaş" A.Ş. " Yayın No: 58, 584 s.
- Anonim. 2001a. Genel Tarım Sayımı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü.
- Anonim. 2001b. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü, Yemeklik Tane Baklagiller Teknik Talimatı, Ankara.
- Anonim. 2016. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonymous. 1995. The Determination of Nitrogen According to Kjeldahl Using Block Digestion and Steam Distillation. Tecator Application Note AN 300. Tecator. AB Sweden.

Bu nedenle geliştirilen ETAE-GB-1 ve ETAE-GB-2 genotiplerinin kuru madde verimleri açısından tescil aşamasından sonra Akdeniz ve benzer iklim bölgelerinde ihtiyaçların giderilmesine katkı sağlayacağı kanısındayız.

TEŞEKKÜR

Bu yayın TÜBİTAK 1130121 nolu projeden elde edilen verilerden hazırlanmıştır. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

- Bologna, J. J., J. S. Rowarth, T. J. Fraser, and G. D. Hill. 1996. Management of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) pastures for productivity and persistence, Proceedings Agronomy Society of N. Z. 26. 1996.
- Casler M. D., R. E. Barker, E. C. Brummer, Y. A. Papadopolous, and L. Hoffman. 2003. Selection for orchardgrass seed yield in target vs. nontarget environments. Crop Science 43: 532-538.
- Churkova, B. 2007. Seed yield of birdsfoot trefoil grown in mixture with meadow grasses. Bulg. J. Agric., Sci., 13: 515-520.
- Çınar, S., Y. Karadağ, T. Taşyürek, S. Gökalp, M. Özkurt. 2016. Sivas Ekolojik koşullarında bazı çok yıllık yem bitkilerinin verim ve kalitelerinin belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Ens. Dergisi (Özel sayı) 25: 213-218.

- Christiansen-Weniger F., V. Horn, and L. Jung. 1979. Bodenschutz-und Ackerbauliche Massnahmen zur Erhaltung gefaerdeter Türkischer Böden sowie zur Steigerung des Futterpflanzenbaues und der Tierproduktion. Giessen.
- Ellis, R. H., T. D. Hong, and E. H. Roberts. 1985. Handbook of seed Technology for Genebanks. Vol. 2. Compendium of Specific Germination Information and Test Recommendations. International Board for Plant Genetic Resources. Rome. Italy.
- Frame, J., J. F. L. Charlton, and A. S. Laidlaw. 1998. Temperate Forage Legumes. CAB International. Wallingford. ISBN 0 85199 214 5.
- Gençkan, M. S. 1992. Yembitkileri Tarımı (II. Basım) Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 467, s. 180-184, Bornova-Izmir.
- Hatipoğlu, R. ve R. Avcıoğlu. 2009. Gazalboynuzu Türleri (*Lotus sp.*), Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Baklagil Yem bitkileri Cilt II (Ed. R. Avcıoğlu, R., Hatipoğlu, ve Y. Karadağ) s. 387-399.
- Karadağ, Y., S. Çınar, T. Taşyürek, S. Gökalp, M. Özkurt, 2016. Tokat- Kazova Ekolojik koşullarında bazı çok yıllık yem bitkilerinin verim ve kalitelerinin belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Ens. Dergisi (Özel sayı) 25: 206-212.
- Knowless, R. P. 1977. Recurrent mass selection for improved seed yields in intermediate wheatgrass. Crop Science 17: 51-54.
- Marley, C. L., R. Fychan, R., Jones, 2006. Yield, persistency and chemical composition of Lotus species and varieties (birdsfoot trefoil and greater birdsfoot trefoil) when harvested for silage in the UK. Grass and Forage Science 61 (2): 134-145.
- Marshall, A. H., and P. W. Wilkins. 2003. Improved seed yield in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) from two generations of phenotypic selection. Euphytica 133: 233-241.
- Özkan, U. ve N. Ş. Demirbağ. 2016. Türkiye’de Kaliteli Kaba Yem Kaynaklarını Mevcut Durumu. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 9: 23-27.
- Poehlman, J. M. 1987. Breeding Field Crops. The Avi Publishing Company, (Third edition). Inc. Westport. Connecticut, USA.
- Poehlman, J. M., and D. A. Sleeper. 1995. Breeding Field Crops. Fourth Edition. Iowa State Univ Press. Ames.
- Sabancı, C. O. ve M. Tosun. 2009. Yem bitkileri Islahı. Yem bitkileri Genel Bölüm Cilt I, 214-240. Editörler: R. Avcıoğlu, R. Hatipoğlu R., Y. Karadağ. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü. İzmir - Emre Basımevi.
- Sardaro, M. L. S., M. Atallah. E. Tavakol, .L. Russi, and E. Porceddu. 2008. Diversity for AFLP and SSR in natural populations of *Lotus corniculatus* L. Crop Science 48: 1080-1089.
- Soya,H., R. Avcıoğlu, H. Geren, B. Kır, G. Demiroğlu, T. Kavut. 2005. Türkiye’de kullanılan çim ve yembitkileri tohumlarının bazı fiziksel özellikleri üzerinde araştırmalar. Türkiye II. Tohumculuk Kongresi, 9-11 Kasım 2005. s. 242-247, Adana.
- Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. Second Ed. McGraw-Hill Book Company Inc., New York.
- Van Soest, P. J., J. D. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. “Methods for dietary fibre. neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal Nutrition”. J. Dairy Science 74: 3583-3597.
- Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Köy Hizmetleri Toprak ve Gübre Arş. Enst. Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No. 121 Ankara.

Mainstreaming Biodiversity for Food and Nutrition into Policies and Practices: Methodologies and Lessons Learned from Four Countries

**Daniela BELTRAME¹ Eliot GEE¹ Birgul GUNER²
Nina O. LAURIDSEN¹ W. L. Gamini SAMARASINGHE³ Victor W. WASIKE⁴
Danny HUNTER¹ Teresa BORELLI^{1*}**

¹*Bioversity International, Via dei Tre Denari 472/a, Rome/ITALY*

²*General Directorate of Agricultural Research and Policies. Ankara/TURKEY*

³*Plant Genetic Resources Center Gannoruwa, Peradeniya/SRI LANKA*

⁴*Genetic Resources Research Center Nairobi/KENYA*

* Corresponding author (Sorumlu yazar): t.borelli@cgiar.org

Received (Geliş tarihi): 25.01.2018 Accepted (Kabul tarihi): 27.11.2018

ABSTRACT: *This paper outlines the methodology for mainstreaming biodiversity developed by the Biodiversity for Food and Nutrition Project (BFN), a multi-country initiative led by Brazil, Kenya, Sri Lanka and Turkey. BFN explored the nutritional properties of traditional and/or neglected native edible species, both wild and cultivated (including varieties and landraces), and used this knowledge to incorporate local agricultural biodiversity into national and global policy instruments that address food and nutrition security through the promotion of healthy, diversified and sustainable diets. Across the four countries, the project adopted a three-pillar approach for mainstreaming biodiversity for food and nutrition into policies and practices by: 1) Providing Evidence, 2) Influencing Policy, and 3) Raising Awareness. Case study examples from Brazil, Kenya, Turkey, and Sri Lanka demonstrate how the approach can be adapted to suit specific country contexts and how a multi-level, cross-sectoral partnership-based approach can create an enabling environment for mainstreaming biodiversity to improve nutrition.*

Keywords: *Biodiversity, traditional and neglected edible species, multi-country, policymaking, nutrition, mainstreaming.*

INTRODUCTION

A number of global initiatives - chief among them the Convention on Biological Diversity (CBD) - have recognised the nexus between biodiversity, agriculture and nutrition and have been calling, as far back as 2006 CBD, COP 8 Decision VIII/23 (Anonymous, 2006), for greater mainstreaming of agricultural biodiversity into policies and practices targeting food and nutrition security (Hunter *et al.*, 2015; Anonymous, 2016a) as well as increased coordination between the environment, agriculture and nutrition sectors. The same global conventions acknowledge the potential of biodiversity to help meet various Sustainable Development Goals (SDGs), especially those linked to food systems

(Anonymous, 2016b), as it is evident that global improvements in food production are failing to meet human nutrition needs (Anonymous, 2017a) and to feed the planet in a healthy, sustainable and environmentally-friendly manner (Anonymous, 2015a). The latest Global Nutrition Report (Anonymous, 2017b) shows that, despite global progress in reducing malnutrition, 88% of countries for which data exist are confronting high economic and health costs linked to diet-related illnesses and malnutrition. According to the report, 2 billion people lack key micronutrients like iron and vitamin A, 155 million children are stunted while 2 billion adults are overweight or obese. The report also calls for increasing and maintaining

diversity in production landscapes as a means of contributing to improved nutrition, resilience, productivity and climate change adaptation. However, limited examples exist for governments to put these recommendations into practice (Hunter *et al.*, 2016).

Encouraging results from Bioversity International and others show that many of these collective issues can be addressed using agricultural biodiversity (Nugent, 2011; Remans and Smukler, 2013; Allen *et al.*, 2014; Powell *et al.*, 2015). Greater knowledge of the nutritional properties of these underutilised plant and animal species, increased policy support for their marketing and commercialisation, as well as increased awareness of their untapped potential for sustainable food and nutrition security, can contribute to furthering the achievement of many SDGs, as well as the Aichi Biodiversity Targets of the CBD. Agricultural efforts aimed at producing larger quantities of a few energy-rich staple crops (e.g. maize, wheat and rice) have gradually driven many nutritious species to disappear from people's diets and to fall into agricultural neglect, leading to huge losses in the diversity of foods available (Allen *et al.*, 2014). The limited consumption of micronutrient-rich foods and the reduced ability of agricultural systems to provide the range of nutrients essential for human diets are key drivers of malnutrition (Johns and Eyzaguirre, 2006; Khoury *et al.*, 2014). Research has shown that diet quality is often strongly linked to the number of species grown on farm (Remans *et al.*, 2011; Romeo *et al.*, 2016; Jones 2017; Koppmair *et al.*, 2017), and the availability of food species in the wild (Broegaard *et al.*, 2017). Furthermore, diversity on farm provides a range of environmental, economic, and social benefits to farming communities (Hajjar *et al.*, 2008; Karabak, 2017) and is better adapted to local environments, including soils and climate (Stöber *et al.*, 2016).

The Biodiversity for Food and Nutrition Project (BFN) is a six-year Global Environment Facility (GEF) funded initiative that connects the issues of food biodiversity conservation and sustainable use with critical food systems challenges. Prioritising nutrient-rich indigenous species, the BFN Project has spearheaded a partnership-based approach to research and mainstream agrobiodiversity into

policies and practices in Brazil, Kenya, Turkey, and Sri Lanka. "Mainstreaming" refers to the process identified by the CBD as "embedding biodiversity considerations into policies, strategies and practices of key public and private actors that impact or rely on biodiversity so that it is conserved and sustainably used both locally and globally" (Huntley and Redford, 2014). By bringing together different sectors such as agriculture, finance, transport, market and trade, nutrition, health, education and social development, mainstreaming activity is meant to integrate biodiversity conservation and sustainable use into regional planning and development for the setting of global targets, national sectoral policies and frameworks, landscape management, and production and consumption practices. Methods can comprise of changes in policies, plans or laws, public-private partnerships or communication campaigns (Anonymous, 2017c), with attention to how this activity influences financial decision-making processes.

This paper draws on examples from the four target countries to outline the BFN methodology for mainstreaming biodiversity for food and nutrition into policies and programmes. The examples for each country demonstrate how the approach can be adapted and applied in a range of regions and contexts.

MATERIALS AND METHODS

Based on an analysis by the Leveraging Agriculture in South East Asia (LANSA) research partnership on measures to reduce malnutrition (Gillespie *et al.*, 2013), the BFN Project framework (Figure 1) follows three overarching actions: providing evidence, influencing policy, and raising awareness. National project partners (Table 1) conducted activities in the three domains to garner support for neglected and underutilised species along the food value chain. On the supply side, capacity was built to analyse and recognise the value of this diversity and provide resources for its cultivation, conservation and use. On the demand side, the evidence generated by the project was communicated to consumers, who were made aware of the importance of biodiversity in nature and in diets, particularly in a local context, thereby influencing behaviour and perception including

dietary habits, appreciation of food culture and understanding of biodiversity. The project also offered a platform for cross-sectoral coordination among the different sectors that impact food and nutrition security (particularly the environment, agriculture, education and health sectors), thus creating an enabling environment for the project to operate in and paving the way for the integration of biodiversity for food and nutrition in policies and programmes.

Far from being linear in practice, the processes related to collecting evidence, influencing policies and raising awareness are more likely to happen in parallel and not necessarily in the suggested order. Partners took advantage of opportunities as they arose, guaranteeing that the approach was adapted to each new context. When considering how to adapt this methodology, helpful questions include: What platforms and policies already exist? How is biodiversity situated within the country’s past and current food culture? What are major environmental and health challenges? At what scale (local, regional and national) is the model being applied? Perhaps the most variable and important factor is the nuanced process of establishing and coordinating productive partnerships. The knowledge and connections of the partners is ultimately one of the driving forces in achieving an understanding of the enabling

environment in each country, and being able to implement mainstreaming activities.

Country context

The BFN approach has so far been implemented in four target countries, each with a different political environment, health status, traditional use of native species, and culture, though with similarities including both high biodiversity and malnutrition status. The following paragraphs give a brief overview of each context.

Brazil

Brazil has a wealth of underutilised natural biodiversity (approximately 18% of global plant diversity) with the greatest number of endemic species on a global scale (Anonymous, 2016c). The country is also a major player in global agricultural production, yet malnutrition rates in the country are alarming. While a small part of the population remains undernourished (<5%), 54% of the adult population is overweight and micronutrient deficiencies are prevalent, with 20% of women in reproductive age suffering from anaemia and 13% of preschool-age children diagnosed with Vitamin A deficiency (Anonymous, 2016d). Brazil carries the “triple burden of malnutrition”, in which hunger, overweight and micronutrient deficiency coexist in

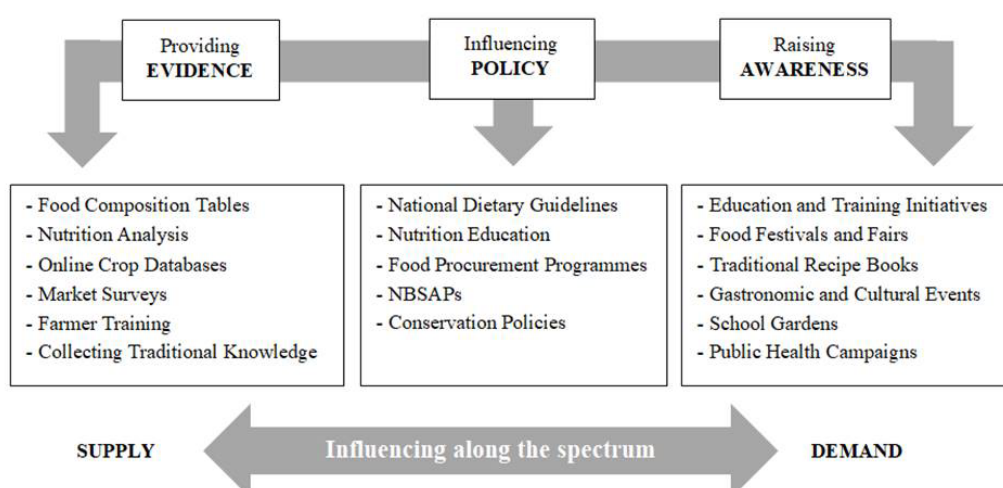


Figure 1. The BFN approach builds on three main pillars: Providing evidence, influencing policies, and raising awareness to mainstream biodiversity for food and nutrition. Through each of these, a number of activities can be done to mainstream biodiversity, all with an influence on aspects related to the supply and demand. See examples on some of the activities implemented through the BFN project in the figure.

Table 1. The BFN project's national partners in Brazil, Kenya, Sri Lanka and Turkey.

Key partners	Brazil	Kenya	Sri Lanka	Turkey
Political partners	<ul style="list-style-type: none"> - Ministry of Environment (MMA) - The National Food and Nutrition Security Council (CONSEA) - Ministry for Agrarian Development (MDA) - Ministry of Social Development and Fight Against Hunger (MDS) - Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply (MAPA) - National Supply Company (CONAB) - Ministry of Education (MEC) - Ministry of Health (MS) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ministry of Health (MoH) - Division of Human Nutrition and Dietetics and National AIDS and STI Control Programme (NASCOP) - Ministry of Agriculture – Policy Department - National Environment Management Authority (NEMA) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ministry of Environment (MOE) - Ministry of Agriculture (MOA) - Ministry of Health and Nutrition (MOHN) - Dept. of Health (Nutrition Coordination Division) and Medical Research Institute (MRI) - The Forest Department (FD) - Department of Animal Production and Health (DAPH) - Ministry of Rural Industries and Self Employment - Ministry of agricultural Development and Agrarian Services - Dept. of Agriculture (DOA) and Dept. of Export Agriculture (DEA) 	<ul style="list-style-type: none"> -Ministry of Agriculture and Forestry (MAF) - General Directorate of Agricultural Research (TAGEM) -Ministry of Agriculture and Forestry - General Directorate of Protection and Control (KKGM) -General Directorate of Nature Protection and National Parks -Ministry of Health General Directorate of Primary Health Care Services -Ministry of National Education (MEB) -Undersecretary of State Planning Organization
Research partners	<ul style="list-style-type: none"> - Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA) - National Federation of Nutritionists (FNN) - São Paulo University (USP) - Campinas State University (UNICAMP) 	<ul style="list-style-type: none"> - KALRO Socio-Economics Division - KALRO-Headquarters Marketing Unit - National Genebank of Kenya (NGBK) - KALRO-Kakamega - Kenyatta University (KU) 	<ul style="list-style-type: none"> - Bandaranayake Memorial Ayurvedic Research Institute (BMARI) - Dept. of National Botanic Gardens (DNBG) - University of Peradeniya, Faculty of Agriculture (FOAUP) - University of Ruhuna (Faculty of Agriculture) - Wayamba University - Dept. of Nutrition and Community Resources Management (NCRM) - Institute of Fundamental Studies (IFS) 	<ul style="list-style-type: none"> - Aegean Agricultural Research Institute (ETAIE) -West Mediterranean Agricultural Research Institute (BATEM) -Central Research Institute for Field Crops (TARM) -Bursa Food Control and Central Research Institute -The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) -Erciyes University -Selçuk University -Gazi University -Ege University -Akdeniz University -Ankara University -Hacettepe University
NGOs, other partners	<ul style="list-style-type: none"> - Brazilian Biodiversity Fund (FUNBIO) 	<ul style="list-style-type: none"> - National Museums of Kenya (NMK) - Rural Outreach Programme 	<ul style="list-style-type: none"> - Biodiversity Secretariat (BDS) - Green movement Sri Lanka (GMSL) - Community Development Centre (CDC) - Saaraketha Lanka Pvt. Ltd. - Sewalanka Foundation Agriculture project 	<ul style="list-style-type: none"> -Turkish Association for the Conservation of Nature and Natural Resources (TTKD) -Union of Turkish Chambers of Agriculture -Association of Turkish Dieticians -İstanbul Commodity Exchange (İSTİB) -Alaçatı Art and Culture Association

the same population and often in the same individual across the lifecycle (Anonymous, 2015b), conditions caused by diets low in variety and in nutrients. The combined effect of commercial agriculture focusing on a limited number of crops – sugarcane, soybean, oranges, rice, coffee and maize – and changes in consumer preferences, dietary patterns and lifestyles has reduced food system

diversity, meaning that there is less variety in the food available to consumers (Anonymous, 2009). Currently, only 24% of Brazilians consume the recommended 400g (or more) per day of fruits and vegetables (Anonymous, 2018a). Food biodiversity is mostly managed by family farmers and traditional communities who own less than 25% of Brazil's agricultural land (França *et al.*, 2009).

Although some of this native diversity is utilised - such as cassava, passion fruit, and açai - most species with potential nutritional and economic value remain unexplored. To reveal and take advantage of the hidden potential of Brazilian biodiversity, BFN partnered with national political institutions, universities, indigenous communities and celebrity chefs to further incorporate native crops into policies, markets, school curricula and other initiatives.

Kenya

Maize, beans, banana, rice and potatoes make up the bulk of the daily energy intake of a typical Kenyan household, yet many of the indigenous species present in Kenya, especially African leafy vegetables, have been shown to be nutritionally superior to these introduced crops both in terms of energy and micronutrient content (Hajjar *et al.*, 2008). Native crops hold untapped potential to assist the 26% of Kenyan children who currently suffer from chronic undernutrition (resulting in impaired development and growth) as well as the sizeable portion (4.1%), primarily in urban areas, who are overweight or obese. Widespread iodine deficiency disorders, iron deficiency (anaemia), and vitamin A and zinc deficiency (49% of children under five years are vitamin A deficient) (Anonymous, 2016d) could be mitigated by more diverse diets. Unfortunately, a lack of organised market channels, poor agronomic practices, and low awareness regarding production, consumption and marketing of traditional plants creates barriers to improving nutrition status, food security and overall wellbeing in local households (Ngugi *et al.*, 2006; Abukutsa-Onyango, 2007; Gido *et al.*, 2017). To overcome some of these barriers, BFN has taken a localised approach in Busia County, where regional partners conducted plant research and coordinated school, policymaker, and farmer meetings to improve production and create an enabling policy and market environment for underutilised crops.

Sri Lanka

Sri Lanka is listed as one of the 35 biodiversity hotspots of the world and is home to around 4,500 edible species, of which 900 are endemic (Anonymous, 2016e). Sri Lankan farmers have

maintained this rich diversity in crops and gardens for thousands of years, but urbanisation, deforestation, colonial influence and generational changes in food preferences and occupations have led to changes in food production and consumption habits, resulting in a population that carries the double burden of dietary-related disease (Rajapaksha, 1998). Despite recent gains in health and social status, 22% of the population remains undernourished and 34% overweight or obese (Katulanda *et al.*, 2010; Anonymous, 2017d). Using the BFN platform, Sri Lanka has revitalised research, conservation, and market-building efforts for nutritious and underutilised crops with activities that include establishing women-led traditional food businesses.

Turkey

Turkey is home to three of the world's 35 identified global biodiversity hotspots and contains almost 12,000 known species and sub-species of seed plants, of which 34% are endemic and around 10% identified as edible (Sekercioglu *et al.*, 2011; Anonymous, 2014a; Ertug, 2014). Increasing urbanisation, habitat loss, and overexploitation threaten the unique growing grounds of many of these species, with the disappearance of endemic Mediterranean maquis, grasslands, coastal areas, wetlands, rivers, old growth forests, steppes and rangelands (Tan, 2010). Although Turkey has a tradition of harvesting and cooking edible wild plants (Tan and Taskin, 2011), their use is gradually dying out as young people migrate to urban areas and food collection from the wild is no longer possible or convenient. Furthermore, the popularity of varied traditional dishes is declining with younger generations who are attracted to more Western-style diets (Dogan, 2012). The varieties' continued conservation relies on renewing interest and knowledge of their consumption, and domesticating wild species to ensure sustainable use, which BFN has aimed to achieve through engagement with the private sector, building market capacity, and supporting initiatives in education and employment.

RESULTS AND DISCUSSION

This section is divided into three parts corresponding to the primary focus points of the

project. Although the long-term impact of these actions cannot yet be measured, key examples demonstrate successful interventions in the respective countries.

Providing evidence

When insufficient information is available on the nutrient content of local species or their contributions to the ecosystem in which they are traditionally grown, they are often replaced with cash crops that can lead to uniform and vulnerable farming systems (Khoury *et al.*, 2016). Thus, continued growth, consumption, and viable commercialisation of local biodiversity are made possible by demonstrating species' nutrition benefits to the public and government (Li and Siddique, 2018). With increased research investments, it is possible to connect the limited and scattered evidence of what people are eating and how it may benefit them. This means obtaining food composition data, dietary intake data and understanding the complex pathways that link biodiversity to nutrition and health (Hunter *et al.*, 2016). It also means collecting ecological evidence of how low-input local species can be integrated into risk-prone farming systems or agro-ecosystems to improve resilience to drought and other stresses (Ebert, 2014).

Two overarching activities have led the work of BFN to collect and disseminate evidence:

1. Assess nutritional value of agrobiodiversity and associated traditional knowledge in ecosystems in the four project countries.
2. Develop national portals on local foods, containing databases on nutritional properties of agrobiodiversity and associated traditional knowledge, and link to relevant national and global nutritional databases.

This includes determining a baseline status of the community and documenting food-associated information such as nutrition content in local species (see example from Turkey in Table 2), indigenous knowledge, health status and development, dietary diversity, sustainable use practices for agricultural biodiversity as well as documenting the loss of options for food and

nutrition security resulting from the degradation of ecosystems and biodiversity.

Within countries, there will usually be one of more agrobiodiversity nutritional data holders, which can serve as platforms for the information collected for the local crop species. Developing collaborative agreements with these is useful for information access, sharing and exchange. Global data holders such as FAO/INFOODS - the International Network of Food Data Systems monitored by the Food and Agriculture Organization of the United Nations - are effective channels to the broader agriculture and food community.

Surveying priority species in Turkey

In Turkey, shifting food habits have been detrimental both for dietary and cultural diversity, as well as a missed economic opportunity for many families (Karabak, 2017). Previous publications associated with BFN-Turkey studied the properties of wild edible species (Cinar *et al.*, 2017; Guzelsoy *et al.*, 2017). Selection of these priority species involved a long process, which begun with market surveys in rural and urban settings in three geographically distinct locations: the Black Sea, Mediterranean and Aegean Region (Ozbek *et al.*, 2017; Tugrul Ay *et al.*, 2017; Tan *et al.* 2017).

Overall 2,334 questionnaires were administered to local collectors, sellers and consumers of wild foods, leading to the identification of 43 commonly-used species, including mushrooms and landraces, for further research. Samples were collected from market settings and from the wild, and food composition (Güzelsoy *et al.*, 2017) and antioxidant activity (Ayas *et al.*, 2017) analyses carried out.

A custom-made sustainability index (Table 3) was used to select the most promising among the 43 species. Each species was evaluated in accordance to criteria including their environmental, economic and food and nutrition sustainability characteristics, and then ranked. Einkorn wheat (*Triticum monococcum*), golden thistle (*Scolymus hispanicus*) and foxtail lily (*Eremurus spectabilis*) were chosen to focus on in marketing strategies and activities to promote wild edibles in Turkey.

Preliminary data suggests there have been increased cultivation, use and local familiarity with the crops, including an almost six-fold increase in areas devoted to the cultivation of einkorn wheat since 2013. More research is however needed to gain a complete picture of the direct impact of

targeting specific wild edible species.

Data for the 43 wild edible plant species has been included in a new national portal (www.bfn-tr.org) and are accessible in the FAO/INFOODS database (Anonymous, 2017e).

Table 2. Comparison of the proximate composition and mineral element content of the edible parts of the cultivated and wild samples of einkorn wheat, fennel, cowpea and caperberries. Significant differences are highlighted.

Type of samples	Botanical name of samples	Moisture (g/100g)	Fat (g/100g)	Protein (g/100g)	Dietary fiber (g/100g)	Ash (g/100g)	Zinc (g/100g)	Iron (g/100g)	Calcium (g/100g)
Landrace	<i>Triticum monococcum</i>	10.96	1.83	9.86	9.72	0.98	5.00	3.89	32
Cultivated	<i>Triticum durum</i> *	11.80	3.95	12.08	6.79	1.03	1.05	0.98	19
Wild	<i>Foeniculum vulgare</i>	88.39	0.25	2.15	3.60	1.81	0.36	2.34	270
Cultivated	<i>Foeniculum vulgare</i> *	84.70	0.39	3.86	4.58	2.27	0.59	11.11	243
Landrace	<i>Vigna unguiculata</i>	9.28	1.52	21.57	33.50	3.48	3.34	5.56	108
Cultivated	<i>Vigna unguiculata</i> *	10.22	1.01	22.88	18.98	3.18	4.13	7.43	87
Wild	<i>Capparis spinosa</i>	80.58	0.52	4.10	4.29	1.09	0.78	1.19	121
Cultivated	<i>Capparis spinose</i> **	82.70	0.84	3.35	3.13	1.09	-	0.54	-

Source: * Anonymous, 2014b; ** Ozcan, 1999.

Table 3. The Sustainable Index. The Index takes into account a number of criteria including the environment, economic and food and nutrition sustainability characteristics of each species. This index can be used to identify suitable species for further marketing.

Environmental	Economic	Food & Nutritional
1. Conservation <ul style="list-style-type: none"> • Ex situ/in situ 	1. Collection/Production continuity <ul style="list-style-type: none"> • Collection/production constraints 	1. Iron content
2. Cultivation <ul style="list-style-type: none"> • Ease of production • Growth rate • High adaptability • Vegetation period • Annual growth 	<ul style="list-style-type: none"> • Distance from collection/production site • Collection/production continuity 	2. Calcium content
3. Disappearance/threat <ul style="list-style-type: none"> • Habitat destruction and fragmentation • Pollution, exploitation • Destructive harvesting practices 	2. Market characteristics <ul style="list-style-type: none"> • Recognizable • Easily packaged • Suitable for storage 	3. Fibre ratio
4. Widespread distribution	3. Processing industry available	4. Antioxidant ratio
5. Habitat preference	4. Marketing opportunities of collected/produced species	5. Vitamin A
	5. Distance from market (km)	

Species identification and selection in Brazil

Although native edible plants are recognized as regionally and locally important in Brazil, agricultural production in the last three decades has focused on the cultivation and trade of introduced plant species, resulting in mass clearing of the precious and highly diverse rainforest system (Anonymous, 2015c).

Led by the Ministry of the Environment, in collaboration with federal universities and research organizations such as the National Institute for

Amazon Research (INPA) and the Brazilian Agricultural Research Organisation EMBRAPA (Table 1), 65 native fruit species were selected for nutritional composition analysis. These species made use of the pre-existing platform established under the Plants for the Future initiative, which: i) identifies native Brazilian flora used both locally and regionally that doesn't currently fulfil its economic potential; ii) promotes the use of these native plant species by farmers and agricultural producers, and iii) creates an enabling environment for increased investment opportunities and

business creation to drive the development of new marketable local products (Anonymous, 2018c). As of now, food composition analysis of more than 180 foods derived from 78 native species was generated from a review of published literature and laboratory analyses. Portfolios with general information on native edible species of fruits and vegetables are being included in the Plants for the Future book series to further share this wealth of knowledge. In addition, involved students and research partners act as multipliers within education and research institutions, building human capacity and operating as opinion leaders and policy advisors (Beltrame *et al.*, 2016).

Food composition data and recipes generated by the BFN Project in Brazil are hosted in the Biodiversity Food Composition Database as part of the Information System on Brazilian Biodiversity (SiBBR) created by the Ministry of Science, Technology and Innovation to gather information on Brazilian biodiversity and ecosystems currently scattered across databases in various government agencies and sources. Making this information available helped strengthen the inclusion of nutritious species in public policies and programs focused on food security and nutrition including public procurement and school feeding. (Hunter *et al.*, 2016).

Influencing policy

A significant value of the evidence collected is that it can be used to influence policymakers, with the aim of building cross-sectorial policy frameworks and markets that support mainstreaming biodiversity conservation and sustainable use across sectors. This policy support is vital to building biodiversity capacity and encouraging species use across the production-consumption spectrum. Activities can be divided into three main types:

1. Establish cross-sectorial national policy platforms for mainstreaming agricultural biodiversity conservation and sustainable use into nutrition, health and education programmes.
2. Develop national and international policy guidelines and recommendations that promote

the mainstreaming of agricultural biodiversity conservation and sustainable use into nutrition, health and education.

3. Identify and develop new marketing options for biodiversity foods with high nutritional value.

Depending on each country's context, there are varying pathways (such as nutrition, health, and education programmes) that have offered effective ways of supporting conservation and sustainable use of biodiverse species. Influencing policy can take place on different levels from national to regional policies, with prime focus given to National Biodiversity Strategy and Action Plans (NBSAPs), which reflect the individual country's vision for biodiversity and the policy, institutional measures and concrete actions that the country has taken or/and will take to fulfil the objectives of the CBD (Anonymous, 2018b).

Building off a policy framework in Brazil

BFN Brazil took advantage of existing cross-sectorial governance mechanisms that were created or strengthened under the Zero Hunger Strategy framework. Four existing public policies—the Food Acquisition Program (PAA), the National School Meals Program (PNAE), the National Food and Nutrition Policy (PNAN) and the Minimum Price Guarantee Policy for Biodiversity Products (PGPM-Bio)—benefitted from data on the nutritional value of native biodiversity and provided entry points for improving nutrition (Hunter *et al.*, 2016).

The Ministry of the Environment led the revision of Brazil's NBSAP, engaging 400 participants from institutions across the business, environment, academia, federal and state government sectors as well as indigenous peoples and traditional communities to define twenty National Biodiversity Targets for the period 2011-2020 that were closely linked to the Aichi Targets of the CBD. Some of the activities within the NBSAP now include the utilisation of native plant species with actual or potential economic value as a successful measure of biodiversity conservation (Anonymous, 2016f).

In May 2016, after extensive advocacy and lobbying by the BFN Project and Plants for the Future, Ordinance N° 163 on Sociobiodiversity was published in the Union Official Journal of Brazil. Signed by both the ministers of Environment and Social Development, this Ordinance clearly articulates what defines sociobiodiversity. In July 2018, Ordinance N° 284 replaced the earlier ordinance and brought the total number of neglected and underutilised species listed under "Brazilian Sociobiodiversity Native Food Species of Nutritional Value" to 100. Sociobiodiversity is defined in the Brazilian Ordinance N° 284 as the 'interrelation between biological diversity and the diversity of socio-cultural systems (Anonymous, 2018c). The ordinance contributes to better understanding and dissemination of knowledge on these species, which ultimately enhances their promotion and sustainable use (Hunter *et al.*, 2016).

Busia socio-biodiversity conservation policy process in Kenya

Kenya is one of the many countries in sub-Saharan Africa where political, administrative, and financial decentralisation is taking place, creating opportunities to mainstream biodiversity at the local level (Hunter *et al.*, 2016). Unlike in Brazil, Kenya did not have a pre-existing national policy framework and BFN project partners faced obstacles to biodiversity mainstreaming including fragmented government ministries and limited funds. Therefore, it was necessary to strengthen and build off receptive parties at the local level, identifying strategic entry points into government that could assist in the policy development process. This meant approaching government ministry members who were receptive to indigenous crop integration, or traditional dietary health practices, and using them as "champions" who could convene other influential policymakers. The BFN Project worked closely with stakeholders from Busia County in Western Kenya to develop a Biodiversity Conservation Policy that takes into account the importance of conserving nutrient-rich traditional foods such as cowpea leaves (*Vigna unguiculata*), amaranth (*Amaranthus* spp.), slender leaf (*Crotalaria brevidens*) and spider plant (*Cleome gynandra*) to increase diet quality and

access to key micronutrients, particularly for mothers and children. The cross-sectoral process culminated in the March 2018 endorsement of the Busia's Biodiversity Conservation Policy, the first of its kind across Kenya's 47 counties (Anonymous, 2016g). The policy recognises the importance of traditional foods for nutrition and food security. It has allocated resources to conserve regional food biodiversity, with specific provisions for designated conservation areas and further incorporation of native species into school meals as well as linking smallholder farmers to institutional markets.

This success was only possible through concerted effort that brought together multiple parties, and engaged public stakeholder groups as well as high-level officials including a team of experts from the County Ministries of Agriculture, Health, Education, Environment, Public Health and Forestry, the Kenya Agricultural and Livestock Research Organisation and members of the local community-based and farmer training organisation *Sustainable Income Generating Investment* (SINGI).

Awareness

The goal of raising awareness is to build immediate and long-term capacity for biodiversity, as more people need to recognise the value of local species before they are willing to produce, consume, and invest in them. Local stigmas that regard native species as food for the poor, or to be eaten out of necessity in times of famine, contribute to their depreciation (Kepe, 2008) and must be overcome with cultural sensitivity. For policymakers and institutions, strong evidence must be shared that demonstrates tangible benefits of investing in biodiversity. Thus, raising awareness necessitates mobilising channels on different levels, with activities that can be adapted to country-specific contexts. These include:

- Assess and identify a set of best practices for mobilising biodiversity relevant to the context of the country in which it is applied.

- Enhance capacity of producers, processors, users and researchers to deploy and benefit from nutritionally relevant biodiversity.

Conduct national information campaigns/events that foster greater appreciation of biodiversity as a resource for development and wellbeing

Develop guidelines for improved use of nutrient-rich foods from local biodiversity, including processing, food safety measures, and recipes adapted to modern lifestyles based on traditional food systems.

Upscale and disseminate tools and methods for mainstreaming biodiversity into food and nutrition strategies.

Depending on the country, best practices may include gastronomic festivals, nutritional quality documentation, home and school gardens, school meal programmes, demonstration sites, value-adding, promotion, or education activities.

Alaçatı herb festival

In Turkey's Aegean Region, wild edible plants still play a major role in people's diets and are an important source of income for rural households, especially women (Karabak, 2017). Each year the Alaçatı Herb Festival, at its ninth edition in 2018, gathers thousands of visitors to celebrate the benefits of wild edible plants, and support local cuisines and food cultures based on this biodiversity. Nature walks and competitions for all ages are organized, rewarding the gatherer of the highest number of edible plants while helping scientists gather information on the traditional use of each species. 111 species and sub-species are reportedly consumed in the region while more have yet to be identified (Tan and Taskin, 2011). The involvement of celebrity chefs during the festival has also helped popularize wild edible plants among younger generations.

Online mainstreaming biodiversity course

As part of a global activity carried out by Brazil, BFN designed a training module on best practices for mobilising biodiversity to improve dietary diversity. The interactive e-learning modules take examples from all target countries to offer experiences and lessons, which can be adapted for use in nutrition and health programs. The audience includes policy makers, researchers, university

professors, graduate or undergraduate students, nutritionists, extension workers or other professionals interested in biodiversity conservation, sustainable agriculture, nutrition and socio-economic development (find e-learning course here: <http://www.b4fn.org/e-learning/>).

Hela Bojun and markets in Sri Lanka

Under the brand name "Hela Bojun- True Sri Lankan taste", 17 market outlets for the sale of traditional foods have empowered rural women across Sri Lanka to earn a living while conserving and protecting biodiversity and making healthy food available at competitive prices. Women enrolled in the programme were trained by the Women Farmers Extension Program of the Department of Agriculture and tutored on the nutritional value of traditional foods, food preparation and food safety. The resulting restaurants and adjoining shops in Colombo and Peradeniya have become highly popular, and the women working at Hela Bojun have become the main breadwinners in their families, earning \$600-800 a month. The initiative also created market demand for traditional foods such as honey, jaggery, treacle, bananas and organic products and boosted production for smallholders. The shops promote underutilised crops identified by BFN Sri Lanka, including medicinal plants such as water lily (*Nymphaea pubescens*), used in Ayurvedic medicine, and pulses such as cowpea (*Vigna unguiculata*), black gram (*Vigna mungo*) and green gram (*Vigna radiata*), as well as traditional rice varieties (*Oryza* spp.).

Linked to Hela Bojun, Wayamba University pilot tested cooking demonstrations with locally available greens to raise awareness of nutrition, hygiene, and food safety, and encourage the cultivation of diverse home gardens. Drawing on BFN's research, nutrition facts have been published for 91 traditional/local dishes at the Hela Bojun centres.

Farmer business school in Kenya

Instructed by local partner organisation SINGI, 4000 Kenyan farmers were trained on traditional crops' nutritional value and sustainable cultivation strategies, including techniques such as mandala,

keyhole, and multi-story gardens. Additionally, the Farmer Business School model offered trainings to entrepreneurial farmers in Busia County on contract farming, business plans as well as the ability to respond to demands from institutional markets such as local schools and clinics. This is now being trialled through a food procurement model where local farmer groups sell indigenous produce directly to school canteens that feed students and staff. A Memorandum of Understanding is drawn up between the farmer and school regulating the arrangement and, bypassing market operators, the model allows for mutually beneficial consistent pricing agreements. This model was created in response to the specific needs of small scale agricultural entrepreneurs (mostly women and youth) living in Busia County who expressed ambitions to grow their currently small enterprises by commercialising African leafy vegetables and other nutritious crops. A facilitator's training manual was developed to extend the training to other farmers and community-based organizations.

CONCLUSION

Although this article has outlined a general methodology focused on evidence, policy and awareness, the examples from different countries demonstrate that context determines the most effective approach to mainstreaming agrobiodiversity for nutrition. In particular, the success of activities depends on partnerships that build off pre-existing demands and opportunities. Furthermore, operating in four significantly different countries has shown to be a strength, not a weakness of the BFN Project, in fact, sharing experiences and lessons learned across countries is a critical component of the initiative.

REFERENCES

- Abukutsa-Onyango, M. O. 2007. Seed Production and Support Systems for African Leafy Vegetables in Three Communities in Western Kenya. *African Journal of Food Agriculture, Nutrition and Development* Volume 7, No: 3. ISSN 1648-5374 (Online).
- Allen, T., P. Prosperi, B. Cogill, and G. Flichman. 2014. Agricultural biodiversity, social-ecological systems and sustainable diets. *Proceedings of the Nutrition Society* 73 (4): 498-508.

In all countries, increased data and strong evidence of species' nutrient composition was key to the project's success. BFN's research determines further actions to take and has global relevance with contributions to the FAO/INFOODS database, in addition to national food composition tables and biodiversity strategies.

Many of the elements discussed above converge with the example of institutional procurement, as seen with school feeding in Kenya. There, an agreement was reached that simultaneously addressed consumer demand and supply constraints linked to marketing traditional crops. Formalised support, such as Busia's Biodiversity Policy or Sociobiodiversity Ordinance N° 284 in Brazil, create an enabling environment that makes expansion of this model feasible. Both examples are based on the FAO Voluntary Guidelines (Anonymous, 2016h), offering a set of concrete tools for mainstreaming biodiversity into policies, programmes and national and regional plans of action with particular attention to the nutrition aspects.

As the first phase of BFN concludes (2012-18), the project is sharing methods and results, for example, at COP14 of the CBD, as well as anticipating how to adapt to further regions in the future. With support from the Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR) BFN intends to initiate more rigorous testing of the direct procurement model in additional schools and countries where it is possible to build off pre-established regional partnerships. This will be key in establishing a more quantitative analytical basis demonstrating the feasibility of up-scaling the growth, sale, and consumption of underutilised species. Additional evidence can also support further policy successes, and contribute to increased awareness and capacity.

- Anonymous. 2006. Convention on Biological Diversity (CBD). COP 8, Decision VIII/23. Available at: <https://www.cbd.int/decision/cop/?id=11037>.
- Anonymous. 2009. State of Brazil's plant genetic resources - Second National Report. Conservation and sustainable utilization for food and agriculture. Brasilia, DF, 2009, p. 29. Brazilian Agricultural Research Corporation.

- Anonymous. 2014a. Fifth National Report to the UN Convention on Biological Diversity. Ministry of Forestry and Water Affairs (MoF&WA), Republic of Turkey.
- Anonymous. 2014b. TürKomp, Turkish Food Composition Database, version 1.0. Food Institute, TÜBİTAK Marmara Research Center, Gebze / Kocaeli, 2014. Website: www.turkomp.gov.tr.
- Anonymous. 2015a. Connecting global priorities, biodiversity and human health. Summary of the state of knowledge review. WHO. World Health Organization.
- Anonymous. 2015b. The state of food insecurity in the world 2015. Meeting the 2015 international hunger targets: taking stock of uneven progress (FAO, IFAD and WFP). Rome, FAO.
- Anonymous. 2015c. Conselho Federal de Nutricionistas. IV jornada de atualização técnica de fiscais do Sistema CFN/CRN.
- Anonymous. 2016a. Food systems and diets: Facing the challenges of the 21st Century. Global Panel on Agriculture and Food Systems for Nutrition (GPA&FSN). London, UK.
- Anonymous. 2016b. IPES-Food. From uniformity to diversity: A paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems. International panel of experts on sustainable food systems.
- Anonymous. 2016c. Convention on Biological Diversity (CBD). Brazil - Country profile - Biodiversity facts. Available at: <https://www.cbd.int/countries/profile/default.shtml?country=br>.
- Anonymous. 2016d. Global Nutrition Report 2016: From promise to impact: ending malnutrition by 2030. International Food Policy Research Institute (IFPRI). Washington, D. C. USA.
- Anonymous. 2016e. National biodiversity strategic action plan 2016-2022. Colombo, Sri Lanka: Biodiversity Secretariat, Ministry of Mahaweli Development and Environment (MoMD & E).
- Anonymous. 2016f. National biodiversity strategy and action plan 2016-2020. Ministry of Environment, Brazil.
- Anonymous. 2016g. Busia county biodiversity policy (Our heritage, our strength and the basis of our development) 2016-2023. Busia County, Government of the Republic of Kenya, 2016.
- Anonymous. 2016h. Voluntary guidelines for mainstreaming biodiversity into policies, programmes and national and regional plans of action on nutrition. Food and Agriculture organization of the United Nations (FAO).
- Anonymous. 2017a. HLPE. Nutrition and food systems. A report by the High Level Panel of Experts on food security and nutrition of the committee on world food security, Rome.
- Anonymous. 2017b. Global nutrition report 2017: Nourishing the SDGs. Bristol, UK: Development Initiatives.
- Anonymous. 2017c. Mainstreaming agrobiodiversity in sustainable food systems: Scientific foundations for an agrobiodiversity index. Bioversity International, Rome. Italy.
- Anonymous. 2017d. The state of food security and nutrition in the world 2017. Building resilience for peace and food security (FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO). Rome, FAO.
- Anonymous. 2017e. FAO/INFOODS Food Composition Database for Biodiversity Version 4.0 - BioFoodComp4.0. FAO, Rome.
- Anonymous. 2018a. Plantas para o Futuro. Ministry of Environment, Brazil. From <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/conservacao-e-promocao-do-uso-da-diversidade-genetica/plantas-para-o-futuro#>.
- Anonymous. 2018b. Convention on Biological Diversity (CBD). What is NBSAP? From <https://www.cbd.int/nbsap/introduction.shtml>
- Anonymous. 2018c. Diário oficial da união. Portaria Interministerial Nº 284 de 30 de Maio de 2018. ISSN 1677-7042. Imprensa Nacional (MoE&MoSD).
- Ayas, F., F. A. Vuran, K. Yuksel, O. Cinar, S. Tugrul Ay, and S. Karabak 2017. The Antioxidant Capacities and Consumption Per Capita of Edible Wild Species and Local Varieties Collected from Turkey within the GEF-Funded Biodiversity for Food and Nutrition (BFN) project. ANADOLU, J. of AARI 27 (2): 46-53.
- Beltrame, D. M. O, C. N. S. Oliveira, T. Borelli, R. A. C. Santiago, E. S. Monego, V. V. Rosso, L. Coradin, and D. Hunter. 2016. Diversifying institutional food procurement – opportunities and barriers for integrating biodiversity for food and nutrition in Brazil. Revista Raizes 36(2) p. 55-69 ISSN: 0102-552X.
- Broegaard, R. B., L. V. Rasmussen, N. Dawson, O. Mertz, T. Vongvisouk, and K. Grogan. 2017. Wild food collection and nutrition under commercial agriculture expansion in agriculture-forest landscapes. Forest Policy and Economics 84: 92-101.
- Cinar, A., S. Tugrul Ay, F. Ayas, S. Karabak, N. Guzelsoy, and O. Ucurum. 2017. Foxtail lily (*Eremurus spectabilis* M. Bieb.) as priority species of Biodiversity for Food and Nutrition Project of Turkey. ANADOLU, J. of AARI 27(2): 69 - 73.
- Dogan, Y. 2012. Traditionally used wild edible greens in the Aegean region of Turkey. Acta Societatis Botanicorum Poloniae Vol 81, No 4.
- Ebert, A. W. 2014. Potential of underutilised traditional vegetables and legume crops to contribute to food and nutritional security, income and more sustainable production systems. Sustainability 6: 319-335.

- Ertug, F. 2014. Yenen Bitkiler (Edible Plants). *In*: A. Güner and T. Ekim (Eds.) Resimli Türkiye florası (Illustrated flora of Turkey). Vol. 1. Ali Nihat Gökyiğit vakfı, flora araştırmaları derneği and Türkiye İş bankası kültür yayımları, İstanbul.
- França, C., M. Grossi, and V. Marques. 2009. O censo agropecuário 2006 e a agricultura familiar no Brasil. Brasília: Ministry of Agrarian Development.
- Gido, E. O., O. I. Ayuya, G. Owuor, and W. Bokelmann. 2017. Consumption intensity of leafy African indigenous vegetables: towards enhancing nutritional security in rural and urban dwellers in Kenya. *Agricultural and Food Economics* 5: 14.
- Gillespie, S., L. Haddad, V. Mannar, P. Menon, and N. Nisbett. 2013. The politics of reducing malnutrition: building commitment and accelerating progress. Maternal and child nutrition study group. *Lancet* 382 (9891): 552-569.
- Guzelsoy, N. A., O. Uçurum, E. Tokat, A. Tan, S. Tuğrul Ay, and K. Ozbek. 2017. Nutritional Properties of some Wild Edible Plant Species in Turkey. *ANADOLU, J. of AARI* 27 (2): 39-45.
- Hajjar, R., D. I. Jarvis, and B. Gemmill-Herren. 2008. The utility of crop genetic diversity in maintaining ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 123: 261-270.
- Hunter, D., B. Burlingame, and R. Remans. 2015. Biodiversity and nutrition. *In*: WHO/CBD (Ed.) Connecting global priorities: Biodiversity and human health: A state of knowledge review. Geneva: WHO. 97-129.
- Hunter, D., I. Özkan, D. Moura de Oliveira Beltrame, W. L. G. Samarasinghe, V. W. Wasike, U. R. Charrondiére, T. Borelli, and J. Sokolow. 2016. Enabled or disabled: is the environment right for using biodiversity to improve nutrition? *Front. Nutr.* 3: 14.
- Huntley, B. J., and K. H. Redford. 2014. Mainstreaming biodiversity in practice: a STAP advisory document. Global Environment Facility, Washington, D.C. USA.
- Johns, T., and P. B. Eyzaguirre. 2006. Linking biodiversity, diet and health in policy and practice. *Proceedings of the Nutrition Society* 65 (2): 182-189.
- Jones, A. D. 2017. On-farm crop species richness is associated with household diet diversity and quality in subsistence- and market-oriented farming households in Malawi. *J. Nutr.* 147 (1): 86-96.
- Karabak, S. 2017. Economic and socio-cultural importance of edible wild species. *ANADOLU, J. of AARI.* 27 (2): 26-38. MFAL.
- Katulanda, P., M. A. Jayawardena, M. H. Sheriff, G. R. Constantine and D. R. Matthews. 2010. Prevalence of overweight and obesity in Sri Lankan adults. *Obes Rev.* (11): 751-756.
- Kepe, T. 2008. Beyond the numbers: understanding the value of vegetation to rural livelihoods in Africa. *Geoforum* 39 (2): 958-968.
- Khoury, C. K., A. D. Bjorkman, H. Dempewolf, J. Ramirez-Villegas, L. Guarino, A. Jarvis, L. H. Rieseberg and P. C. Struik. 2014. Increasing homogeneity in global food supplies and the implications for food security. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 111 (11): 4001-6.
- Khoury, C. K., H. A. Achicanoy, A. D. Bjorkman, C. Navarro-Racines, L. Guarino, X. Flores-Palacios, J. M. M. Engels, J. H. Wiersema, H. Dempewolf, S. Sotelo, J. Ramirez-Villegas, N. P. Castañeda-Álvarez, C. Fowler, A. Jarvis, L. H. Rieseberg, and P. C. Struik. 2016. Origins of food crops connect countries worldwide. *Proceeding of the Royal Society B* 283: 20160792.
- Koppmair, S., M. Kassie, and M. Qaim. 2017. Farm production, market access and dietary diversity in Malawi. *Public Health Nutrition* 20 (2): 325-335.
- Li, X., and K. H. M. Siddique. 2018. Future Smart Food - Rediscovering hidden treasures of neglected and underutilised species for Zero Hunger in Asia. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Bangkok, 242 pp.
- Ngugi, I. K., R. Gitau, and J. K. Nyoro. 2006. Access to high value markets by smallholder farmers of African indigenous vegetables in Kenya. Tegemeo Institute, Egerton University.
- Nugent, R. 2011. Bringing agriculture to the table: How agriculture and food can play a role in preventing chronic disease. Chicago council on global affairs.
- Ozbek, K., S. Karabak, N. Aysar Guzelsoy, N. Sari, R. Murat Duran, R. Tasci, B. Guner, H. Yuce Arslan, D. Deniz, A. Aksoy. 2017. Biodiversity for Food and Nutrition Project: Black Sea region studies. *ANADOLU, J. of AARI* 27 (2): 17-25.
- Ozcan, M. 1999. The physical and chemical properties and fatty acid compositions of raw and brined caperberries (*Capparis spp.*). *Turkish journal of agriculture and forestry* 23 (3): 771-776
- Powell, B., S. H. Thilsted, A. Ickowitz, C. Termote, T. Sunderland and A. Herforth. 2015. Improving diets with wild and cultivated biodiversity from across the landscape. *Food Security* 7: 535-554.
- Rajapaksha, U. 1998. Traditional food plants in Sri Lanka. Hector Kobbekaduwa agrarian research and training institute, Sri Lanka.
- Remans, R., and S. Smukler. 2013. Linking biodiversity and nutrition. *In*: J. Fanzo *et al.* (Eds). Diversifying foods and diets: using agricultural biodiversity to improve nutrition and health. Routledge, 140-163.
- Remans, R., D. F. Flynn, F. DeClerck, W. Diru, J. Fanzo, K. Gaynor, I. Lambrecht, J. Mudiope, P. K. Mutuo, P. Nkhoma, D. Siriri, C. Sullivan, and C. A. Palm. 2011. Assessing nutritional diversity of cropping systems in African villages. *PLoS ONE* 6 (6): e21235.

- Romeo, A., J. Meerman, M. Demeke, A. Scognamillo and S. Asfaw. 2016. Linking farm diversification to household diet diversification: evidence from a sample of Kenyan ultra-poor farmers. *Food Security* 8 (6): 1069-1085.
- Sekercioglu, C. H., S. S. Anderson, E. Akcay, R. Bilgin, O. Emre Can, G. Semiz, C. Tavsanoğlu, M. B. Yokeş, A. Soyumert, K. Ipekdağ, I. K. Sağlam, M. Yucel, and H. N. Dalfes. 2011. Turkey's globally important biodiversity in crisis. *Biological Conservation* 144: 2752-2769.
- Stöber, S., W. Chepkoech, S. Neubert, B. Kurgat, H. Bett, and H. Lotze-Campen. 2016. Adaptation pathways for African indigenous vegetables' value chains. pp. 21-23. *In* Filho *et al.* (Eds) Symposium on climate change adaptation in Africa "Fostering African resilience and capacity to adapt", Addis Ababa, Ethiopia.
- Tan, A. 2010. Second national report of Turkey on Conservation and Sustainable Utilisation of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture on conservation and sustainable utilization of plant genetic resources for food and agriculture, AARI Pub. No: 141. Meta Basım. Bornova.
- Tan, A., N. Adanacioglu, S. Karabak, L. Aykas, N. Tas, and T. Taylan. 2017. Biodiversity for Food and Nutrition: Edible wild plant species of Aegean region of Turkey. *ANADOLU, J. of AARI* 27 (2): 1-8.
- Tan, A., and Taskin. T. 2011. Some edible wild plants of Turkey and their use. Transaction of the international scientific conference "Actual problems in the use of useful plants". Proceedings. 26-28. Oktober 2011. Bakü, Azerbaijan.
- Tugrul Ay, S., A. Cinar, F. Ayas, K. Yuksel, O. Cinar, and S. Karabak. 2017. Mediterranean Region Studies of Mainstreaming Biodiversity Conservation and Sustainable Use for Improved Human Nutrition and Wellbeing Project. *ANADOLU, J. of AARI* 27 (2): 9-16.

Farklı Biçim Zamanlarının Yeşil ve Mor Fesleğen (*Ocimum basilicum L.*) Tiplerinde bazı Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi

**Çiğdem SÖNMEZ^{1*} Ayşe Özge ŞİMŞEK SOYSAL² Aliye YILDIRIM¹
Fatma BERBEROĞLU¹ Emine BAYRAM¹**

¹Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bornova, İzmir/TURKEY
²Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Ordu/TURKEY

* Corresponding author (Sorumlu yazar): cigdemsmz@gmail.com

Received (Geliş tarihi): 20.06.2018 Accepted (Kabul tarihi): 30.01.2019

ÖZ: Bu çalışmada, farklı biçim zamanlarının yeşil ve mor fesleğen (*Ocimum basilicum L.*) tiplerinde bazı verim ve kalite özelliklerine etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Denemeler Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nün Bornova/İzmir'de bulunan deneme tarlasında 2013 ve 2014 yılları yetiştirme dönemlerinde iki yıl süreyle yürütülmüştür. Araştırmada, her iki fesleğen tipinde de ilk hasat, bitkilerin tarlaya şaşırtılmasından 40 gün sonra yapılmıştır ve daha sonra 15 günlük aralarla toplam altı hasat gerçekleştirilmiştir. Çalışmada bitki boyu (cm), yeşil herba verimi (kg da⁻¹), drog herba verimi (kg da⁻¹), drog yaprak verimi (kg da⁻¹), uçucu yağ oranı (%) ve uçucu yağ verimi (l da⁻¹) özellikleri incelenmiştir. Tüm özellikler bakımından elde edilen değerler için iki yıl üzerinden birleştirilmiş varyans analizleri yapılmıştır. Varyans analizi sonuçları tüm özellikler bakımından hem populasyon hem de biçim zamanı ortalamaları arasında önemli farklılıkların bulunduğunu göstermiştir. Tüm özelliklere ilişkin populasyon x biçim zamanı etkileşimleri önemli bulunurken populasyon x biçim zamanı x yıl etkileşimleri ise önemsiz olmuştur. Biçim zamanları bakımından ortalama drog yaprak verimleri ilk yıl (2013) 201,25-295,90 kg da⁻¹, ikinci yıl (2014) 221,62-343,91 kg da⁻¹ değerleri arasında ve ortalama uçucu yağ verimleri de ilk yıl (2013) 1,35-2,35 L da⁻¹ ikinci yıl da (2014) 1,43-2,94 L da⁻¹ arasında değişmiştir. En yüksek ortalama değerler yeşil renkli fesleğende ve çoğunlukla 2. biçim zamanında (dikimden itibaren 55 gün sonra), 3. biçim zamanında (dikimden itibaren 70 gün sonra) ve 4. biçim zamanında (dikimden itibaren 85 gün sonra) elde edilirken; en düşük ortalamalar ise uçucu yağ oranı dışındaki özellikler yönünden mor fesleğen populasyonunda çoğunlukla 5. biçim zamanında (dikimden itibaren 100 gün sonra) ve 1. biçim zamanında (dikimden itibaren 40 gün sonra) gerçekleşmiştir. Drog herba verimi, drog yaprak verimi ve uçucu yağ verimi bakımından eş zamanlı olarak 2. biçim zamanında (dikimden itibaren 55 gün sonra) ve 4. biçim zamanında (dikimden itibaren 85 gün sonra) yeşil fesleğen populasyonunda yüksek ortalamalar elde edilmiştir. Sonuçta, kıyı Ege Bölgesi koşullarında yapılacak fesleğen üretimlerinde yüksek yaprak ve yağ verimleri eldesi için yeşil fesleğenin kullanılması ve hasadın da 2. veya 4. biçim zamanlarında yapılması önerilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Fesleğen, *Ocimum basilicum L.*, ontogenetik değişkenlik, uçucu yağ.

The Effect of Different Cutting Interval on some Yield and Quality Characteristics of Green and Purple Basils (*Ocimum basilicum L.*) Types

ABSTRACT: In this study, it was aimed to research the effect of different harvest periods on the some yield and quality characteristics of in purple and green sweet basil (*Ocimum basilicum L.*). The field experiments were conducted in the experimental fields of Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Ege University, Bornova/İzmir in the growing seasons of the 2013 and 2014. In the trials, two genotypes of basil (purple and green) plants were firstly harvested after 40 days from transferring to the field and six different harvesting times were performed with 15 days interval. The plant height (cm), fresh herbage yield (kg da⁻¹), drug herbage yield (kg da⁻¹), drug leaves yield (kg da⁻¹), essential oil content (%) and essential oil yield

($l\ da^{-1}$) were determined. For all characteristics, the combined variance analyses were carried out for mean values over two years. Results from variance analyses indicated to be significant differences among means of both harvest intervals and populations for all characteristics studied. The population \times harvest times \times year interactions were found not to be significant while the population \times harvest time interaction were significant for all characteristics. For harvesting intervals, mean drug leaf yields varied between 201.25 and 295.90 $kg\ da^{-1}$ in the first year (2013), 221.62 and 348.91 $kg\ da^{-1}$ in the second (2014) year and mean essential oil yields varied between 1.35-2.35 $l\ da^{-1}$ in the first year, 1.43-2.94 $l\ da^{-1}$ in the second year. The highest means were found in the green population of basil at the 2nd harvest (harvested after 55 days from transferring to the field), 3rd harvest (harvested after 70 days from transferring to the field) and 4th harvest times for all characteristics. The lowest means were mostly obtained from the all characteristics except essential oil content in purple population at the times of 5th harvest (harvested after 100 days from transferring to the field) and 1st harvest (harvested after 40 days from transferring to the field) harvest times. The highest means were simultaneously achieved in the green population of basil at the 2nd harvest (harvested after 55 days from transferring to the field) and 4th harvest (harvested after 85 days from transferring to the field) harvest times for drug herbage yield, drug leaf yield and essential oil yield. As a result, the use of green population of basil and the realizing of harvest at the 2nd harvest (harvested after 55 days from transferring to the field) or 4th harvest (harvested after 85 days from transferring to the field) times were suggested to obtain high yields of drug leaf and essential oil for commercial productions of basil at the coastal Aegean Region.

Keywords: Sweet basil, *Ocimum basilicum* L., ontogenetic variability, essential oil.

GİRİŞ

Ocimum türleri içerisinde ekonomik öneme sahip olan başlıca tür *Ocimum basilicum* L.'dur. Bitki Lamiaceae familyasına dahil olup orijini Güney Asya özellikle Hindistan'dır. Daha çok tropik ve ılıman bölgelerde yetiştirilmektedir. Tarımının yapıldığı başlıca ülkeler ise Fransa, İtalya ve İspanya'dır (Ceylan, 1997). *Ocimum basilicum* L. türünün geniş morfolojik ve kimyasal varyasyona sahip olduğu bilinmekte olup alt tür ve varyetelere ayrılarak incelenmektedir. Ülkemizin doğu bölgelerinde yaygın olarak kullanılan mor renkli tipler "reyhan" adıyla isimlendirilirken, yurt dışında "sweet basil" olarak bilinen yeşil renkli varyetelere ise batı bölgelerinde "fesleğen" denmektedir. Gıda, baharat sanayinde, uçucu yağ alkolsüz içeceklerde, fırın, şekerlemeler, dondurmalar, sirkeler, et ve çeşni ürünlerinde, ayrıca parfümeri gibi çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Uçucu yağ oranının %0,3-1,0 değerleri arasında değiştiği belirtilmektedir (Akgül, 1993; Telci ve ark., 2005).

Uçucu yağ oranı ve bileşimini ontogenetik (bitkinin gelişme dönemi sürecinde etken madde değişimi) varyabilite de etkilemektedir. *Ocimum basilicum* L. türüne ait bitkilerin morfolojik özelliklerinin yanı sıra uçucu yağ oranı ve bileşiminde de farklılıklar bulunmaktadır. Bu türün içinde var olan çok çeşitlilikten dolayı pek çok ülkede farmasötik, kozmetik ve gıda amaçlı

kullanılmak üzere tarımı yapılmaktadır. Fesleğen tiplerinde uçucu yağın başlıca bileşenine göre 18 farklı sınıflandırma olup bunların bazıları; estragol, metil öjanol, linalol, metil sinnamet ya da sineol tipleridir (Telci ve ark., 2005; Nurzynska-Wierdak ve ark., 2012). Uçucu yağ oranı ve bitki yaşı arasında var olan ilişki biyosentez süreçlerinden meydana gelir. Uçucu yağ sentezi, sadece çok genç hücreler tarafından oluşturulur. Sentez süreçlerinde uçucu yağ hücreden dışarı salınır. Yüzde olarak belirtilen yapraktaki uçucu yağ miktarı, bitki gelişiminin yanı sıra, uçucu yağın buharlaşmasıyla da azalmaya başlar. Bu nedenle, kültürü yapılan diğer bitkilerde olduğu gibi, tıbbi ve aromatik bitkiler içerisinde yer alan *Ocimum basilicum* L.'da da kaliteli ve verimli ürün elde etmek için hasat zamanı büyük önem taşımaktadır. Doğru biçim zamanının belirlenmesi aynı zamanda ham maddenin kimyasal bileşim ve aktivitesinin bozulmaması açısından da önemlidir. Fesleğen uçucu yağ antimitikrobiyal, antioksidan ve bazı önemli farmasötik etkilere sahiptir (Sokovic ve ark., 2007; Hussain ve ark., 2008; Koba ve ark., 2009; Chrпова ve ark., 2010).

Bu çalışmanın amacı, iki farklı fesleğen tipinde önemli bazı verim özellikleri (yeşil herba verimi, drog yaprak verimi vb.) ve kalite kriterlerinden biri olan uçucu yağ verimi üzerinde farklı biçim zamanlarının etkisini belirlemektir.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışma Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanında 2013 ve 2014 yıllarında iki yıl süre ile yürütülmüştür. Araştırmanın yapıldığı yer olan İzmir’de tipik Akdeniz iklimi hüküm sürmekte olup kışları serin ve yağışlı, yazları ise sıcak ve kuraktır. Deneme yerine ait toprak özellikleri aşağıda verilmiştir (Çizelge 1). Toprak özellikleri bakımından killi bünyeli, 0-30 cm derinliğinde 8,2 olan pH değeri, 30-60 cm derinliğinde ise 7,8’dir. Organik madde bakımından fakir olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma materyalini oluşturan mor (karanfil kokulu) ve yeşil renkli (limon kokulu) fesleğen tohumları, 1:1:1 oranında elenmiş toprak yanmış ahır gübresi ve elenmiş kumla hazırlanan fidelik harcına 2013 ve 2014 yıllarında Mart ayının ilk haftası ekilmiştir. Düzenli bakım işlemleri yapıp pişkin fide durumuna gelen fideler ilk yıl 16 Mayıs 2013, ikinci yıl ise 7 Mayıs 2014 tarihinde tarlaya şaşırtılmıştır. Fesleğen fideleri, bölünmüş parseller deneme düzenine göre iki faktörlü ve üç tekrarlamalı olarak tesadüf blokları desenine göre kurulmuş olup dikim normu 40×20 cm ve parsel büyüklüğü 1,2 m × 3 m= 3,6 m²’dir. Ana parsellere yerleştirilen mor ve yeşil renkli fesleğen genotiplerinin her biri populasyon niteliğinde olup sırasıyla Malatya ve Tokat ekolojik koşullarından köken almışlardır. Alt parsellere ise biçim zamanları yerleştirilmiştir. Tohumlar Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü’nden temin edilmiştir. Yeşil renkli fesleğen limon kokulu iken mor fesleğen karanfil kokuludur. Ontogenetik varyabilitenin araştırıldığı çalışmada altı farklı zamanda biçim yapılmıştır: 1. Biçim zamanı: dikimden itibaren 40 gün sonra (25

Mayıs 2013-16 Haziran 2014), 2. Biçim zamanı (11 Temmuz 2013-1 Temmuz 2014): dikimden itibaren 55 gün sonra, 3. Biçim zamanı (26 Temmuz 2013-16 Temmuz 2014): dikimden itibaren 70 gün sonra, 4. Biçim zamanı (10 Ağustos 2013-31 Temmuz 2014): dikimden itibaren 85 gün sonra, 5. Biçim zamanı (25 Ağustos 2013-15 Ağustos 2014): dikimden itibaren 100 gün sonra ve 6. Biçim zamanı (9 Eylül 2013-31 Ağustos 2014): dikimden itibaren 115 gün sonra biçimler yapılmıştır. Aynı yıl içinde altı biçim zamanında iki kez biçim yapılmış ve bitki boyu ile uçucu yağ oranı dışındaki özelliklerde tüm biçimlerden elde edilen hasat toplamları değerlendirilmiştir.

Aynı yıl içerisinde her parselde ikinci kez biçimlere ise iki ayın sonunda, aynı zaman aralıkları dikkate alınarak hasat işlemi gerçekleştirilmiştir. Araştırmada bitki boyu, yeşil herba verimi, drog herba verimi, drog yaprak verimi, uçucu yağ oranı ve uçucu yağ verimine ilişkin ölçümler aşağıda belirtilen şekilde yapılmıştır.

Bitki boyu (cm): Biçimlerden hemen önce her parselden tesadüfi 10 bitkinin toprak yüzeyinden en uç noktasına kadar yükseklikleri cm olarak ölçülerek ortalamaları alınmıştır.

Yeşil herba verimi (kg da⁻¹): Parsellerde kenar tesirleri alındıktan sonra, geriye kalan tüm bitkiler toprak seviyesinden 10 cm yükseklikte biçilip tartılarak parsel verimleri belirlenmiştir. Elde edilen parsel verimleri kg da⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Drog herba verimi (kg da⁻¹): Taze herbadan alınmış 500 g’lık örnekler, 35 °C kurutularak % nem kaybı belirlenmiş ve bu orandan faydalanarak drog herba verimleri hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Deneme alanının bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri.

Table 1. Some physical and chemical characteristics of soil at the experimental field.

Derinlik (cm) Depth (cm)	Bünye Structure	Toplam tuz (%) Total salt (%)	Organik Madde (%) Organic Matter (%)	pH	Kireç (%) Lime (%)
0-30	Killi/Clayey	0,095	1,130	8,2	21,52
30-60	Killi /Clayey	0,075	1,150	7,8	16,64

Drog yaprak verimi (kg da⁻¹): Taze herbadan alınmış 500 g'lık örnekler, 35 °C kurutulmuş elde edilen drog herbadan yaprak ayrımı yapıldıktan sonra drog yaprak verimleri kg da⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Uçucu yağ oranı (%): Uçucu yağ oranları, 35 °C kurutulmuş drog yaprak örneklerinde ayrı ayrı Neo-Clevenger apereyi ile volümetrik olarak belirlenmiştir. Uçucu yağ oranları hava kurusu üzerinden ml/100 gram (%) olarak verilmiştir (Wichtl, 1971).

Uçucu yağ verimi (l da⁻¹): Uçucu yağ oranı ile drog yaprak veriminin çarpılması sonucunda uçucu yağ verimleri l da⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

İstatistiksel değerlendirmelerde TARİST istatistik programı kullanılmıştır. Tüm özelliklere ilişkin değerler için iki yıl üzerinden birleştirilmiş varyans analizi yapılmıştır. Muamele ortalamaları arasındaki farklılıklar LSD testi ile kontrol edilmiştir (Açıkgöz ve ark., 1994). Yıl x populasyon x biçim zamanı interaksyonunun önemsiz olduğu özelliklerde populasyon ve biçim zamanı ortalamaları yıllar üzerinden birleştirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

İncelenen her özellik için iki yıl üzerinden birleştirilmiş varyans analizi sonuçları Çizelge 2'de sunulmuştur. Tüm özellikler bakımından hem populasyon hem biçim zamanının önemli etkide bulunduğu görülmektedir. Yıl x populasyon ve yıl x biçim zamanı interaksyonları sadece bitki boyu için önemli bulunmuştur. Populasyon ve biçim zamanı etkileri bitki boyu dışındaki özellikler bakımından iki yıl üzerinden tutarlılık gösterirken bitki boyu için yıllar arasında bir farklılık söz konusudur. Tüm özellikler için populasyon x biçim zamanı interaksyonları önemli bulunmuştur. Buna karşın, yıl x populasyon x biçim zamanı interaksyonlarının ise önemsiz olduğu gözlenmiştir. Buna göre populasyonların değişik biçim zamanlarına olan farklı tepkilerinin yıllara göre değişmediğini bir başka deyişle tüm özellikler bakımından populasyon x biçim zamanı interaksyonunun tutarlı biçimde ortaya çıktığını söylemek mümkündür.

Bitki boyu

Biçim zamanları bakımından her iki populasyonda 2013, 2014 yılları ve iki yıl üzerinden elde edilmiş ortalama değerler Çizelge 3'de verilmiştir. Çalışmada 2014 yılına ilişkin bitki boyu ortalaması (61,52 cm) bir önceki yıla göre daha yüksek (55,40 cm) olmuştur. Bitkinin büyüme ve gelişme oluşturan Mayıs ile Eylül ayları arasındaki dönemde 2013 yılında toplam yağış miktarı 96,10 mm iken aynı dönemde 2014 yılında ise bu miktar 206,10 mm olarak kaydedilmiştir. Bu olgunun ikinci yıldaki bitki boyu yüksekliğinin nedeni olduğu söylenebilir. Biçim zamanları bakımından populasyonlarda iki yıl üzerinden elde edilmiş ortalama değerler Çizelge 3'te verilmiştir. Populasyon x biçim zamanı interaksyonu önemli bulunmuştur (Çizelge 3). En yüksek bitki boyu ortalaması yeşil fesleğen için dördüncü biçim zamanında elde edilirken (76,73 cm) en düşük değer de mor fesleğenin birinci biçiminde (34,55 cm) belirlenmiştir. Tüm biçim zamanlarında yeşil fesleğen populasyonunun bitki boyu diğer populasyondan daha yüksek bulunmuştur. Ancak bu üstünlük biçim zamanlarına göre farklı düzeylerde gerçekleşmiştir.

Telci ve ark. (2005), Türkiye'de yapılan yerel fesleğen populasyonlarının morfolojik, agronomik ve teknolojik özelliklerinin karakterizasyonu ve üstün bitkilerin seleksiyonuna yönelik çalışmalarında limon kokulu fesleğenlerde bitki boyunun 70,00-90,00 cm, mor fesleğenlerde ise 30,00-47,40 cm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Verma ve ark. (2012), Hindistan koşullarında fesleğen bitkisinde ontogenetik varyabilitenin etkisini araştırmışlar ve bitki boyu değerlerinin 44,60 cm ile 94,60 cm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Nurzynska-Wierdak ve ark. (2012), ise fesleğen bitkisinin farklı gelişme dönemlerindeki uçucu yağ oranlarını inceledikleri çalışmalarında bitki boyunu 56,30-59,60 cm arasında bulmuşlardır. Aslan (2014), farklı reyhan (*Ocimum basilicum* L.) populasyonlarında ontogenetik ve morfogenetik varyabilitenin etkilerini belirlemeye çalışmış, bitki boyu değerlerinin 37,64-95,00 cm olduğunu bildirmiştir. Bornova koşullarında yürütülen bu çalışma sonuçlarına göre genel olarak elde edilen değerler Nurzynska-Wierdak ve ark. (2012) sonuçlarından yüksek iken Verma ve ark. (2012)

ve Aslan (2014)'ın değerleri arasında bulunmuştur. Telci ve ark. (2005)'nin bulguları ile çalışmamızın bitki boyu değerleri karşılaştırıldığında mor renkli fesleğenlerin araştırmacıların değerlerinden biraz daha yüksek, limon kokulu olanların ise daha düşük olduğu saptanmıştır. İncelenen iki populasyon arasında bitki boyu değerleri bakımından farklılığın bulunduğu ve yeşil renkli (limon kokulu) fesleğenlerin daha boylu oldukları gözlemlenmiştir.

Yeşil herba verimi

B biçim zamanları bakımından her iki populasyonda 2013, 2014 yılları ve iki yıl üzerinden elde edilmiş ortalama değerler Çizelge 4'de verilmiştir. Çalışmada

2014 yılına ilişkin yeşil herba verimi ortalaması (1848,20 kg da⁻¹) bir önceki yıla göre daha yüksek (1654,46 kg da⁻¹) olmuştur. Populasyon x biçim zamanı interaksyonu önemli bulunmuştur (Çizelge 4). En yüksek yeşil herba verimi üçüncü biçim zamanında yeşil fesleğenden (2641,48 kg da⁻¹) elde edilirken beşinci ve altıncı biçim zamanlarında mor renkli fesleğen populasyonu (1046,32 ve 1175,17 kg da⁻¹) sahip olmuştur. Tüm biçim zamanlarında yeşil fesleğen populasyonunun yeşil herba verimi diğer populasyondan daha yüksek bulunmuştur. Ancak bu üstünlük biçim zamanlarına göre farklı düzeylerde gerçekleşmiştir.

Çizelge 2. İncelenen özelliklere ilişkin varyans analizinden elde edilen kareler ortalamaları.
Tablo 2. Mean squares obtained from analysis of variance for characteristics studied.

Varyasyon Kaynağı Sources of variability	Serbestlik Derecesi DF	Bitki boyu Plant height	Yeşil Herba Verimi Fresh herbage yield	Drog Herba Verimi Drug herbage yield	Drog Yaprak Verimi Drug leaf yield	Uçucu Yağ Oranı Essential oil content	Uçucu Yağ Verimi Essential oil yield
Yıl (Year)	1	829,60**	1188781,71**	3061,14	77886,15**	0,081*	0,82**
Populasyon (Population)	1	5161,28**	11409936,16**	541245,56**	157762,81**	0,161**	15,74**
Yıl X Populasyon	1	1130,50**	69910,39	15869,01	3357,90	0,002	0,46
B biçim zamanı (Cutting intervals)	5	982,12**	688966,30**	53195,70**	19028,20**	0,094**	2,06**
Yıl X B biçim zamanı	5	622,79**	62616,98	5557,26	1360,40	0,005	0,17
Populasyon X B biçim zamanı	5	41,96*	281559,33*	25073,90*	21482,18**	0,230**	1,19**
Yıl X Populasyon X B biçim zamanı	5	13,00	35683,43	6803,69	2259,35	0,004	0,23
Hata	44	16,96	103466,72	7514,76	3240,86	0,018	0,30
CV (%)		0,60	19,60	21,40	20,80	17,88	27,20

*, **: P ≤ 0,05 ve P ≤ 0,01 düzeyinde önemli / *, **: Significant at P ≤ 0.05 and P ≤ 0.01.

Çizelge 3. Fesleğen tiplerinde bitki boylarının (cm) biçimlere ve yıllara göre değişimi (2013-2014).
Table 3. Change of plant height (cm) in basil types according to cutting times and years (2013-2014).

B biçim zamanları Cutting times	Bitki boyu (cm) / Plant height (cm)								
	1. Yıl / 1 st year 2013			2. Yıl / 2 nd year 2014			Genel ortalama / General mean 2013-2014		
	Mor Purple	Yeşil Green	Ort. Mean	Mor Purple	Yeşil Green	Ort. Mean	Mor Purple	Yeşil Green	Ort. Mean
1	40,27 ^c	58,55 ^{bc}	49,41 ^c	28,83	38,69	33,76 ^d	34,55 ^g	48,62 ^f	41,58 ^c
2	48,70 ^d	70,22 ^{ab}	59,46 ^{ab}	61,52	67,65	64,59 ^{bc}	55,11 ^{cde}	68,93 ^b	62,02 ^b
3	46,78 ^d	75,07 ^a	60,93 ^a	54,92	64,73	59,83 ^c	50,85 ^{def}	69,90 ^b	60,38 ^b
4	44,27 ^{de}	75,53 ^a	59,90 ^{ab}	58,10	77,94	68,02 ^{ab}	51,19 ^c	76,73 ^a	63,96 ^a
5	40,28 ^e	64,15 ^{bc}	52,21 ^c	58,18	78,85	68,51 ^a	49,23 ^{ef}	71,50 ^{ab}	60,36 ^b
6	40,06 ^e	60,95 ^{bc}	50,51 ^c	73,05	75,70	74,38 ^a	56,56 ^{cd}	68,32 ^b	62,44 ^{ab}
Ort./ Mean	43,39 ^b	67,41 ^a	55,40 ^b	55,77	67,26	61,52 ^a	49,58 ^b	67,33 ^a	58,45
LSD	Populasyon (P ≤ 0,01): 6,75 B biçim zamanı (P ≤ 0,01): 4,56 Populasyon x biçim zamanı (P ≤ 0,05): 6,25			B biçim zamanı (P ≤ 0,01): 7,49			Populasyon (P ≤ 0,01): 10,28 B biçim zamanı (P ≤ 0,01): 4,55 Populasyon x biçim zamanı (P ≤ 0,05): 6,42 Yıl (P ≤ 0,01): 2,61		
CV (%)	4,80			6,30			0,6		

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark (P ≤ 0,05 ve P ≤ 0,01) yoktur.
There is no significant difference (P ≤ 0.05 and (P ≤ 0.01) among means indicated by same letter.

Çizelge 4. Fesleğen tiplerinde yeşil herba veriminin (kg da⁻¹) biçimlere ve yıllara göre değişimi (2013-2014).
Table 4. Change of fresh herbage yield (kg da⁻¹) in basil types according to cutting times and years (2013-2014).

Biçim zamanları Cutting times	Yeşil herba verimi (kg da ⁻¹) / Fresh drug herbage yield yield (kg da ⁻¹)								
	1. Yıl / 1 st year 2013			2. Yıl / 2 nd year 2014			Genel ortalama / General mean 2013-2014		
	Mor Purple	Yeşil Green	Ort. Mean	Mor Purple	Yeşil Green	Ort. Mean	Mor Purple	Yeşil Green	Ort. Mean
1	1310,00	1804,90	1557,45 ^b	1389,59 ^{fg}	1575,73 ^{cd}	1482,66 ^c	1349,80 ^{egf}	1690,32 ^{cdef}	1520,06 ^c
2	1608,50	2005,10	1806,80 ^{ab}	1860,94 ^{de}	2417,71 ^{ab}	2139,33 ^a	1734,72 ^{bcd}	2211,41 ^{ab}	1973,06 ^{ab}
3	1537,20	2624,10	2080,65 ^a	1630,21 ^{ef}	2658,86 ^a	2144,54 ^a	1583,71 ^{defg}	2641,48 ^a	2112,59 ^a
4	952,80	1993,55	1473,18 ^b	1506,77 ^f	2390,63 ^{ab}	1948,70 ^{ab}	1229,79 ^{fg}	2192,09 ^b	1710,94 ^{bc}
5	964,50	1945,70	1455,10 ^b	1128,13 ^g	2169,27 ^{bcd}	1648,70 ^c	1046,32 ^h	2057,49 ^{bc}	1551,90 ^c
6	1149,80	1957,40	1553,60 ^b	1200,53 ^g	2250,00 ^{bc}	1725,27 ^{bc}	1175,17 ^{gh}	2103,70 ^b	1639,43 ^{bc}
Ort./ Mean	1253,80 ^b	2055,13 ^a	1654,46 ^b	1452,70 ^b	2243,70 ^a	1848,20 ^a	1353,25 ^b	2149,41 ^a	1751,33
LSD	Populasyon (P≤0,05): 373,96 Biçim zamanı (P≤0,005): 425,99			Populasyon (P≤0,05): 585,12 Biçim zamanı (P≤0,01): 256,53 Populasyon x biçim zamanı (P≤0,05): 444,96			Populasyon (P≤0,01): 227,65 Biçim zamanı (P≤0,01): 354,30 Populasyon x biçim zamanı (p≤0,05): 501,05 Yıl (P≤0,01): 204,00		
CV (%)	15,75			6,51			19,60		

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark (P≤0,05 ve P≤0,01) yoktur.
There is no significant difference (P≤0.05 and P≤0.01) among means indicated by same letter.

Telci ve ark. (2005), yeşil herba verimlerinin ilk yıl 1609,10 kg da⁻¹ ile 4706,60 kg da⁻¹, ikinci yıl ise 2935,00 kg da⁻¹ ile 5345,80 kg da⁻¹; Erşahin (2006), Diyarbakır ekolojik koşullarında yetiştirilen fesleğen populasyonlarında 1719,20-4450,00 kg da⁻¹ değerleri arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ekren ve ark. (2009), limon kokulu fesleğende farklı dikim sıklıklarının verim ve kalite özelliklerine olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında genel olarak yeşil herba verimlerinin 568,90-3901,20 kg da⁻¹ arasında değiştiğini saptamışlardır. Aslan (2014) farklı fesleğen populasyonlarında Aydın lokasyonunda yürüttüğü araştırmasında, yeşil herba veriminin ortalama olarak 795,31-3576,76 kg da⁻¹ değerleri arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Bornova'da 2013 ve 2014 yıllarında yapılan çalışmamızın yeşil herba verimlerine ilişkin bulguları, Telci ve ark. (2005), Erşahin (2006), Ekren ve ark. (2009) ve Aslan (2014)'ın sonuçları arasında yer almıştır.

Bununla beraber, değerlerimiz araştırmacıların belirttiği en yüksek değerlerden daha düşük bulunmuştur. Bu durumun bölgenin ekolojik koşullarının ve

kullanılan bitki materyalinin farklı olmasından kaynaklanabileceği söylenebilir. Mor renkli fesleğenin yeşil renkli olana göre habitusunun daha zayıf geliştiği gözlemlenmiştir.

Drog herba verimi

Biçim zamanları bakımından her iki populasyonda 2013, 2014 yılları ve iki yıl üzerinden elde edilmiş ortalama değerler Çizelge 5'de verilmiştir. Bu özellik bakımından iki yıla ilişkin ortalama değerler arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Populasyon x biçim zamanı etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 5). Yeşil renkli fesleğen populasyonunda birinci biçim zamanı dışındaki tüm biçimlerde 504,62 ile 590,48 kg da⁻¹ değişen ve aynı istatistik grupta yer alan yüksek ortalamalar elde edilmiştir. Buna karşın en düşük herba verimi ise beşinci ve birinci biçim zamanlarında mor renkli fesleğende (sırasıyla 259,30 kg da⁻¹ ve 263,87 kg da⁻¹) tespit edilmiştir. Birinci ve ikinci biçim zamanında iki populasyonun drog herba verimleri arasındaki fark önemsiz iken diğer biçim zamanlarında yeşil renkli populasyonun drog herba veriminin mor fesleğen populasyonundan önemli düzeyde daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 5. Fesleğen tiplerinde drog herba veriminin (kg da⁻¹) biçimlere ve yıllara göre değişimi (2013-2014).
Table 5. Change of drug herbage yield (kg da⁻¹) in basil types according to cutting times and years (2013-2014).

Biçim zamanları Cutting times	Drog herba verimi (kg da ⁻¹) / Drug herbage yield (kg da ⁻¹)								
	1. Yıl / 1 st year 2013			2. Yıl / 2 nd year 2014			Genel ortalama / General mean 2013-2014		
	Mor Purple	Yeşil Green	Ort. Mean	Mor Purple	Yeşil Green	Ort. Mean	Mor Purple	Yeşil Green	Ort. Mean
1	299,60	291,30	295,45 ^b	228,23	306,87	267,55 ^d	263,87 ^{cd}	299,46 ^{cd}	281,67 ^b
2	491,40	446,00	468,70 ^a	300,00	562,00	430,72 ^{ab}	396,31 ^{bc}	504,62 ^{ab}	450,47 ^a
3	400,20	538,40	469,30 ^a	329,35	483,84	406,60 ^{ab}	364,19 ^{cd}	511,74 ^{ab}	437,97 ^a
4	340,80	519,60	430,20 ^a	231,89	519,57	375,73 ^{bc}	285,69 ^{cd}	519,73 ^{ab}	402,71 ^a
5	327,00	528,30	427,65 ^a	193,11	518,22	355,67 ^{bc}	259,30 ^d	523,43 ^{ab}	391,37 ^a
6	369,50	597,00	483,25 ^a	309,99	582,78	446,39 ^a	339,69 ^{cd}	590,48 ^a	465,09 ^a
Ort./ Mean	371,42 ^b	486,77 ^a	429,09	265,43 ^b	495,58 ^a	380,48	318,16 ^b	491,58 ^a	404,87
LSD	Populasyon (P≤0,05): 49,54 Biçim zamanı (P≤0,05): 117,90			Populasyon (P≤0,05): 82,59 Biçim zamanı (P≤0,01): 69,84			Populasyon (P≤0,01): 89,68 Biçim zamanı (P≤0,01): 95,48 Populasyon x biçim zamanı (P≤0,05):135,03		
CV (%)	7,80			7,60			21,40		

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark (P≤0,05 ve P≤0,01) yoktur.

There is no significant difference (P≤0.05 and P≤0.01) among means indicated by same letter.

Telci ve ark. (2005) ülkemizde üretimi yapılan fesleğenlerde drog herba verimini 255,70-712,70 kg da⁻¹, Ekren ve ark. (2009) ise 92,00-942,10 kg da⁻¹ olarak bildirmişlerdir. Ekren ve ark. (2012) mor fesleğenlerde farklı su uygulamalarında drog yaprak verimini en düşük 141,50 kg da⁻¹, en yüksek ise 467,70 kg da⁻¹ olarak saptamışlardır. Aslan (2014) Aydın lokasyonunda farklı kökenli fesleğenlerde ontogenetik varyabiliteyi araştırdığı çalışmada ortalama drog herba veriminin 237,13 kg da⁻¹ ile 1225,02 kg da⁻¹ arasında değiştiğini belirtmiştir. Bornova ekolojik koşullarında 2013 ve 2014 yıllarında yürütülen araştırma sonuçlarımız genel olarak Telci ve ark. (2005), Ekren ve ark. (2009), Ekren ve ark. (2012) ve Aslan (2014)'ın belirttiği değerler içerisinde yer almasına rağmen araştırmacıların bildirmiş oldukları en yüksek değerlerin altında bulunmuştur. Fesleğen bitkisi tek yıllık ve yılda birden fazla biçim yapılan bir bitki olup sözü edilen çalışmalarda bitki habitusunun geliştiği her durumda çok sayıda biçim yapılmıştır. Yürüttüğümüz çalışmadan farklı olarak, araştırmacılar fesleğen bitkisinde farklı biçim zamanlarında meydana gelen verim değişimlerini incelememişlerdir.

Drog yaprak verimi

Biçim zamanları bakımından her iki populasyonda 2013, 2014 yılları ve iki yıl üzerinden elde edilmiş ortalama değerler Çizelge 6'da verilmiştir. Çalışmada 2014 yılına ilişkin drog yaprak verimi

ortalaması (298,00 kg da⁻¹) bir önceki yıla göre daha yüksek (247,05 kg da⁻¹) olmuştur. Populasyon x biçim zamanı interaksyonu önemli bulunmuştur (Çizelge 6).

Drog yaprak verimi bakımından en yüksek ortalama 371,73 kg da⁻¹ ile yeşil fesleğenin beşinci biçim zamanında elde edilmiş ancak bu populasyonda birinci biçim zamanı dışındaki diğer ortalamaların da beşinci biçim zamanı ile aynı istatistiksel grupta yer aldığı gözlenmiştir. En düşük drog yaprak verimi ise mor renkli populasyonun beşinci biçim zamanında ortaya çıkmıştır. İlk üç biçim zamanında iki populasyonun ortalamaları arasındaki farklar önemsiz iken diğer biçim zamanlarında (4., 5. ve 6.) yeşil fesleğen diğerine göre önemli düzeyde yüksek ortalamalara sahip olmuştur.

Telci ve ark. (2005)'na göre; Türkiye'de kültürü yapılan fesleğenlerin drog yaprak verimleri 143,60-425,00 kg da⁻¹, Ekren ve ark. (2009)'na göre ise 72,50-608,40 kg da⁻¹ arasında yer almıştır. Ekren ve ark. (2012) farklı su dozu uygulamalarında drog yaprak verimini 112,77 kg da⁻¹ ile 308,00 kg da⁻¹ değerleri arasında bulmuşlardır. Aslan (2014) ise Aydın ekolojik koşullarında, ortalama drog yaprak verimini 97,92-542,42 kg da⁻¹ olarak bildirmiştir. Farklı biçim zamanlarının iki fesleğen populasyonundaki etkilerinin araştırıldığı bu çalışmaya ait drog yaprak verimleri daha önceki araştırmaların bulguları arasında yer almıştır.

Uçucu yağ oranı

Biçim zamanları bakımından her iki populasyonda 2013, 2014 yılları ve iki yıl üzerinden elde edilmiş ortalama değerler Çizelge 7’de verilmiştir. Çalışmada 2014 yılına ilişkin uçucu yağ ortalaması (%0,78) bir önceki yıla göre daha yüksek (%0,72) olmuştur. Populasyon x biçim zamanı interaksyonu önemli bulunmuştur (Çizelge 7). En yüksek uçucu yağ oranına yeşil renkli populasyon %1,07 değeri

ile 3. biçim zamanında sahip olmuştur. En düşük ortalama ise yine yeşil renkli populasyonda altıncı biçim zamanında elde edilmiştir. İlk dört biçim zamanında yeşil renkli populasyon mor renkli populasyona göre değişen düzeylerde daha yüksek uçucu yağ oranlarına sahip olurken son iki biçim zamanında ise bu durumun ters yönde gerçekleştiği gözlenmiştir. Bu durumun interaksyona neden olduğu söylenebilir.

Çizelge 6. Fesleğen tiplerinde drog yaprak veriminin (kg da⁻¹) biçimlere ve yıllara göre değişimi (2013-2014).

Table 6. Change of leaf yield (kg da⁻¹) in basil types according to cutting times and years (2013-2014).

Biçim zamanları Cutting times	Drog yaprak verimi (kg da ⁻¹) / Drug leaf yield (kg da ⁻¹)								
	1. Yıl / 1 st year 2013			2. Yıl / 2 nd year 2014			Genel ortalama / General mean 2013-2014		
	Mor Purple	Yeşil Green	Ort. Mean	Mor Purple	Yeşil Green	Ort. Mean	Mor Purple	Yeşil Green	Ort. Mean
1	201,50 ^{bcd}	201,00 ^{bcd}	201,25	220,37 ^{cde}	172,86 ^e	196,61 ^b	210,96 ^{bcd}	186,93 ^{cd}	198,94 ^b
2	262,70 ^{abcd}	329,10 ^a	295,90	303,85 ^{bcd}	383,97 ^{ab}	343,91 ^a	283,29 ^a	356,53 ^a	319,91 ^a
3	266,70 ^{abcd}	262,00 ^a	264,35	260,00 ^{cde}	311,22 ^{abc}	285,61 ^a	263,32 ^{bc}	286,27 ^{ab}	274,80 ^a
4	151,00 ^{de}	311,50 ^{ab}	231,25	267,24 ^{cde}	396,13 ^{ab}	331,69 ^a	209,16 ^{bcd}	353,85 ^a	281,51 ^a
5	121,80 ^e	336,50 ^a	229,15	215,77 ^{cde}	407,07 ^a	311,42 ^a	168,84 ^d	371,73 ^a	270,29 ^a
6	193,50 ^{cde}	327,30 ^a	260,40	244,83 ^{cde}	393,57 ^{ab}	319,20 ^a	219,21 ^b	360,55 ^a	289,88 ^a
Ort./ Mean	199,53	294,57	247,05 ^b	251,86 ^b	344,14 ^a	298,00 ^a	225,80 ^b	319,42 ^a	272,61
LSD	Populasyon x biçim zamanı (P≤0,05): 115,60			Populasyon (P≤0,05): 80,94 Biçim zamanı (P≤0,01): 71,23 Populasyon x biçim zamanı (P≤0,05): 102,85			Populasyon (P≤0,01): 57,28 Biçim zamanı (P≤0,01): 62,70 Populasyon x biçim zamanı (p≤0,01): 88,68 Yıl(P≤0,01): 36,08		
CV (%)	21,19			10,23			20,80		

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark (P≤0,05 ve P≤0,01) yoktur.

There is no significant difference (P≤0.05 and P≤0.01) among means indicated by same letter.

Çizelge 7. Fesleğen tiplerinde uçucu yağ oranının (%) biçimlere ve yıllara göre değişimi (2013-2014).

Table 7. Change of essential oil content (%) in basil types according to cutting times and years (2013-2014).

Biçim zamanları Cutting times	Uçucu yağ oranı (%) / Essential oil content (%)								
	1. Yıl / 1 st year 2013			2. Yıl / 2 nd year 2014			Genel ortalama / General mean 2013-2014		
	Mor Purple	Yeşil Green	Ort. Mean	Mor Purple	Yeşil Green	Ort. Mean	Mor Purple	Yeşil Green	Ort. Mean
1	0,66 ^{bcd}	0,92 ^{ab}	0,79	0,60 ^{de}	0,89 ^b	0,75 ^{bc}	0,64 ^{def}	0,90 ^{ab}	0,77 ^a
2	0,75 ^{a-d}	0,83 ^{abc}	0,79	0,85 ^{bc}	0,86 ^b	0,86 ^{ab}	0,79 ^{b-e}	0,85 ^{bc}	0,82 ^a
3	0,59 ^{cde}	0,95 ^a	0,74	0,65 ^{de}	1,13 ^a	0,89 ^a	0,62 ^{ef}	1,07 ^a	0,85 ^a
4	0,59 ^{cde}	0,76 ^{a-d}	0,64	0,61 ^{de}	0,90 ^b	0,76 ^{abc}	0,59 ^{ef}	0,83 ^{bcd}	0,71 ^{ab}
5	0,82 ^{abc}	0,64 ^{cd}	0,73	0,88 ^b	0,67 ^{cde}	0,77 ^{abc}	0,85 ^{bc}	0,65 ^{c-f}	0,75 ^a
6	0,69 ^{cd}	0,42 ^e	0,56	0,76 ^{bcd}	0,52 ^e	0,64 ^c	0,72 ^{b-e}	0,47 ^f	0,60 ^b
Ort./ Mean	0,68	0,75	0,72 ^b	0,73 ^b	0,83 ^a	0,78 ^a	0,70 ^a	0,79 ^a	0,75
LSD	Populasyon x biçim zamanı (P≤0,01): 0,21			Populasyon (P≤0,01): 0,07 Biçim zamanı (P≤0,01): 0,14 Populasyon x biçim zamanı (p≤0,01): 0,19			Populasyon (P≤0,01): 0,11 Biçim zamanı (P≤0,01): 0,15 Populasyon x biçim zamanı (p≤0,01): 0,21 Yıl(P≤0,05)=0,06		
CV (%)	17,2			22,20			17,88		

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark (P≤0,05 ve P≤0,01) yoktur.

There is no significant difference (P≤0.05 and P≤0.01) among means indicated by same letter.

Telci ve ark.(2005), ülkemizde yetiştirilen yerel fesleğen populasyonlarında uçucu yağ oranını %0,38-%1,20 olarak bulmuşlardır. Ekren ve ark. (2009), fesleğen bitkisinde farklı dikim sıklıklarında uçucu yağ oranının %0,36 ile %1,45 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Nurzyska-Wierdak ve ark. (2012) bu oranın %0,46-%1,03; Verma ve ark. (2012) ise %0,18-%1,14 değerleri arasında değişim gösterdiğini saptamışlardır. Aburigal ve ark. (2016), fesleğen bitkisinde uçucu yağ oranını çiçeklerde %0,29-%0,33, yapraklarda ise %0,32-%0,48 olarak bulmuşlardır.

Bornova’da yürütülen çalışmamızda uçucu yağ oranları Telci ve ark.(2005); Ekren ve ark.(2009); Verma ve ark. (2012) ve Nurzyska-Wierdak ve ark. (2012)’in sonuçlarına benzer, Aburigal ve ark. (2016)’ından ise yüksek bulunmuştur.

Uçucu yağ taşıyan bitkilerde, bitkinin yetiştiği ekolojik şartlara, gelişme dönemine, uygulanan agronomik işlemlere ve bitkinin genetik yapısına göre uçucu yağ oranının değişim gösterdiği bilinmektedir (Telci, 2005; Nurzyska-Wierdak ve ark., 2012). Kullanılan materyalin farklı bitkisel özelliklere sahip olması nedeniyle, yeşil renkli ve

limon kokulu fesleğenlerin 3. biçimde en yüksek uçucu yağ oranına sahip olduğu gözlenmiştir.

Uçucu yağ verimi

B biçim zamanları bakımından her iki populasyonda 2013, 2014 yılları ve iki yıl üzerinden elde edilmiş ortalama değerler Çizelge 8’de verilmiştir. Çalışmada 2014 yılına ilişkin uçucu yağ verimi ortalaması (2,31 l da⁻¹) bir önceki yıla göre daha yüksek (1,76 l da⁻¹) olmuştur. Populasyon x biçim zamanı interaksyonu önemli bulunmuştur (Çizelge 8). Dekar başına uçucu yağ verimi bakımından en yüksek ortalama 3,11 litre ile yeşil renkli fesleğenin üçüncü biçim zamanında, en düşük değerler ise mor renkli populasyonun dördüncü ve birinci biçim zamanlarında sırasıyla 1,26 ve 1,32 l da⁻¹ elde edilmiştir. Yeşil renkli populasyon tüm biçim zamanlarında değişen düzeyde daha yüksek ortalama değerlere sahip olmuştur. Yeşil renkli populasyonun uçucu yağ oranı beşinci ve altıncı biçim zamanlarında diğer populasyondan daha düşük olmasına karşın aynı zamanlarda drog yaprak verimleri daha yüksek olduğu için özellikle beşinci biçim zamanında uçucu yağ verimi mor renkli populasyondan daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 8. Fesleğen tiplerinde uçucu yağ verimlerinin (l ka⁻¹) biçimlere ve yıllara göre değişimi (2013-2014).
Table 8. Change of essential oil yields (l ka⁻¹) in basil types according to cutting times and years (2013-2014).

Biçim zamanları Cutting times	Uçucu yağ verimi (l da ⁻¹) / Essential oil yield (l da ⁻¹)								
	1. Yıl / 1 st year			2. Yıl / 2 nd year			Genel ortalama / General mean		
	2013			2014			2013-2014		
	Mor Purple	Yeşil Green	Ort. Mean	Mor Purple	Yeşil Green	Ort. Mean	Mor Purple	Yeşil Green	Ort. Mean
1	1,33	1,85	1,59	1,32 ^f	1,54 ^f	1,43 ^d	1,32 ^e	1,71 ^{cde}	1,52 ^c
2	1,97	2,73	2,35	2,58 ^{cde}	3,30 ^{abc}	2,94 ^a	2,20 ^{bcd}	3,02 ^{ab}	2,61 ^a
3	1,57	2,49	2,03	1,68 ^{ef}	3,52 ^{ab}	2,60 ^{ab}	1,56 ^{de}	3,11 ^a	2,34 ^{ab}
4	0,89	2,37	1,63	1,63 ^f	3,57 ^a	2,60 ^{ab}	1,26 ^e	2,97 ^{ab}	2,11 ^{abc}
5	1,00	2,15	1,58	1,90 ^{def}	2,73 ^{a-d}	2,31 ^{bc}	1,43 ^{de}	2,46 ^{abc}	1,95 ^{bc}
6	1,34	1,37	1,35	1,86 ^{def}	2,05 ^{def}	1,95 ^{cd}	1,59 ^{de}	1,70 ^{cde}	1,64 ^c
Ort./ Mean	1,35 ^b	2,16 ^a	1,76 ^b	1,83 ^b	2,78 ^a	2,31 ^a	1,56 ^b	2,49 ^a	2,02
LSD	Populasyon (P≤0,01): 0,36			Populasyon (P≤0,05): 0,77 Biçim zamanı (P≤0,01): 0,604 Populasyon x biçim zamanı (p≤0,01): 0,89			Populasyon (P≤0,01): 0,49 Biçim zamanı (P≤0,01): 0,61 Populasyon x biçim zamanı (p≤0,01): 0,86 Yıl(P≤0,01): 0,34		
CV (%)	17,2			22,20			27,20		

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark (P≤0,05 ve P≤0,01) yoktur.
There is no significant difference (P≤0.05 and P≤0.01) among means indicated by same letter.

Aslan (2014), Aydın ekolojik koşullarında, yedi farklı fesleğen genotipini incelediği çalışmasında iki biçim zamanı ortalaması olarak uçucu yağ verimini 12,57 l da⁻¹ olarak saptamıştır. Araştırmacının bulduğu değerlerin bizim bulgumuzdan (2,02 l da⁻¹) yüksek olmasının sebebi bitkide uçucu yağ miktarının en yüksek olması beklenen çiçeklenme sürecinde biçim yapılmış olmasıdır.

SONUÇ

İki yıl süre ile iki farklı fesleğen popülasyonunda yürütülen araştırma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, en yüksek ortalama değerlerin yeşil renkli fesleğende ve çoğunlukla 2., 3. ve 4. biçim zamanlarında elde edildiği görülmüştür. Ancak popülasyon x biçim zamanı interaksyonunun tüm özellikler için önemli olması nedeniyle bu üstünlük biçim zamanlarına göre değişiklik göstermiştir. Fesleğen bitkisinde baharat amaçlı kullanılan kısım yapraklar olduğu için, drog yaprak

verimi çalışmamız için dikkate alınması gereken önemli özelliklerden biridir. Drog yaprak verimleri bakımından en yüksek değerler yeşil renkli fesleğende 2., 4., 5. ve 6. biçim zamanından elde edilmiştir. Kalite kriterlerinden biri olan uçucu yağ veriminde ise en yüksek değerlere 2., 3. ve 4. biçim zamanlarında ulaşılmıştır. Drog yaprak verimi, drog herba veriminin bir bileşenidir. Drog herba verimi 2. ve 4. biçim zamanında yüksek olup bunlarda drog yaprak veriminin drog herba verimine oranı sırasıyla %70,50 ve %68,10 olup 3. biçim zamanında ise bu oran daha düşüktür (%55,90). Sözü edilen olguların ışığında, çalışmanın yürütüldüğü kıyı Ege Bölgesi koşullarında fesleğen bitkisinde yüksek drog yaprak ve uçucu yağ verimlerinin elde edilebilmesi için ticari üretimde yeşil renkli fesleğenin kullanılması ve en uygun biçim zamanı olarak da 2. veya 4. zamanın tercih edilmesi gerektiği sonucuna varılabilir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Aburigal, Y. A. A., N. B. Hamza, I. H. Hussein, E. Y. Elmogtaba, T. H. Osman, F. I. Ali, and A. A. M. Siribel. 2016. Variability in content and chemical constituents of essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) obtained from aerial plant parts. *Advances in Bioscience and Biotechnology* 7: 183-187.
- Açıkgöz, N., Akkaş, M. E. Özcan ve K. Moghaddam. A.F. 1994. PC'ler için veritabanı esaslı türkçe istatistik paketi: TARIST, Tarla Bitkileri Kongresi. 25-29 Nisan 1994. E.Ü.Z.F. Bornova/İzmir.
- Akgül, A. 1993. Baharat Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 15. s. 451.
- Aslan, D. F. 2014. Farklı reyhan (*Ocimum basilicum* L.) popülasyonlarında ontogenetik ve morfojenetik varyabilitenin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. s.106.
- Ceylan, A. 1997. Tıbbi Bitkiler-II (Uçucu Yağ Bitkileri). s.306. E.Ü.Z.F. Yayınları No: 481. Bornova, İzmir.
- Chrpova, D., L. Kourimska, M. H. Gordon, V. Hermanova, I. Roubickova, and J. Pánek. 2010. Antioxidant activity of selected phenols and herbs used in diets for medical conditions. *Czech J. Food Sci.* 28 (4): 317-325.
- Ekren, S., Ç. Sönmez, S. Sancaktaroğlu ve E. Bayram. 2009. Farklı dikim sıklıklarının fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 46 (3): 165-173.
- Ekren, S., Ç. Sönmez, E. Özçakal, Y. S. K. Kurttaş, E. Bayram ve H. Gürgülü. 2012. The effect of different irrigation water levels on yield and quality characteristics of purple basil (*Ocimum basilicum* L.). *Agricultural Water Management* 109: 155-161.
- Erşahin, L. 2006. Diyarbakır ekolojik koşullarında yetiştirilen fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) popülasyonlarının agronomik ve kalite özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. C. Ü. Fen Bil. Enst. Adana.
- Hussain, A. I., F. Anwar, S. T. H. Sherazi, and R. Przybylsk. 2008. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oils depends on seasonal variations. *Food Chem.* 108: 986-995.
- Koba, K., P. W. Poutouli, C. Raynaud, J. P. Chaumont and K. Sanda. 2009. Chemical composition and antimicrobial properties of different basil essential oils chemotypes from Togo. *Bangladesh J. Pharmacol.* 4: 1-8.
- Nurzyńska-Wierdak, R., A. Bogucka-Kocka, and B. Borowski. 2012. Changes in the chemical composition of the essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) depending on the plant growth stage. *Chemija* 23 (3): 216-222.
- Sokovic, M., P. D. Marin, D. Brkic, and L. J. L. D. van Griensven. 2007. Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of ten aromatic plants against human pathogenic bacteria. *Food 1* (1): 220-226.

- Telci, İ., E. Bayram, G. Yılmaz ve A. B. Avcı. 2005. Türkiye’de kültürü yapılan yerel fesleğen (*Ocimum* spp.) populasyonlarının morfolojik, agronomik ve teknolojik özelliklerinin karakterizasyonu ve üstün bitkilerin seleksiyonu (Sonuç Raporu). TOGTAG-3102 No’lu Proje. TÜBİTAK.
- Verma, R. S., R. C. Padaliab, and A. Chauhan. 2012. Variation in the volatile terpenoids of two industrially important basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars during plant ontogeny in two different cropping seasons from India. J. Sci. Food Agric. 92: 626-631.
- Wichtl, M. 1971. Die pharmakogostich-chemisehe Untersuchung und Wertbestimmung von Drogen und galenischen Präparaten. Methoden der Analyse in der Chemie Band 12. Frankfurt and Main.

Evaluation of Heavy Element Contamination Levels with the Use of Different Species of Hydrophilidae (Coleoptera) in Erzurum Province of Turkey

Zeynep AYDOGAN^{1*} Umit INCEKARA² Ali GUROL³

¹ *Narman Vocational School, Atatürk University, Narman, Erzurum/TURKEY*

² *Department of Biology, Faculty of Science, Atatürk University, Erzurum/TURKEY*

³ *Department of Physics, Faculty of Science, Atatürk University, Erzurum/TURKEY*

* Corresponding author (Sorumlu yazar): zeybionep@hotmail.com

Received (Geliş tarihi): 15.02.2018 Accepted (Kabul tarihi): 12.06.2018

ABSTRACT: This study evaluates the level of some heavy elements (Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Br, Sr, Pb) in Erzurum Province, and to observe whether Hydrophilidae (Coleoptera) is a useful candidate for biomonitoring studies. For this purpose, water, sediment and hydrophilid samples were collected from four sites on June, July, August 2014, Erzurum (Turkey). Heavy elements levels in insect, sediment and water samples which are at the same place were measured by Energy Dispersive X-Ray Fluorescence (EDXRF) spectrometer. The results have showed that the hydrophilids were contaminated by their environments, therefore accumulated some elements at higher concentration. The sediments heavy element analysis indicated that among the fourteen heavy elements Cr was maximally accumulated, followed by Ni and Fe. In all sampling sites, Ti, Fe, Ni, Cu, Br, Pb concentrations in water and sediment were measured, and every insect species accumulated Ti, Fe, Ni, Cr, Zn, Br, Sr, Pb in different levels. The water samples' results were compared with national water quality criteria. Some heavy elements' concentrations exceed the allowable limits.

Keywords: Aquatic insect, bio-monitor, EDXRF, pollution, wetland.

Erzurum İlindeki Farklı Hydrophilidae (Coleoptera) Türlerini Kullanarak Ağır Element Kirliliğinin Değerlendirilmesi

ÖZ: Bu çalışma, Erzurum civarındaki bazı ağır element (Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Br, Sr, Pb) miktarlarını ve Hydrophilidae (Coleoptera) türlerinin biyolojik izleme çalışmaları için uygun aday olup olmadığını değerlendirmektedir. Bu amaçla, su, sediment ve hydrophilid örnekleri Haziran, Temmuz, Ağustos 2014 aylarında Erzurum'daki dört istasyondan toplandı. Aynı lokalitelerden alınan böcek, su ve sediment örneklerindeki ağır element miktarları Enerji Dağılımlı X-Işınları Flüoresan (EDXRF) spektrometresi ile ölçüldü. Sonuçlar böceklerin buldukları ortamdan kontamine olduklarını, bu nedenle, bazı elementleri yüksek miktarda biriktirdiğini göstermiştir. Sediment ağır element analizleri, 14 element arasında en çok biriken elementin Cr olduğunu bunu Ni ve Fe elementlerinin takip ettiğini gösterdi. Tüm istasyonlarda Ti, Fe, Ni, Cu, Br, Pb konsantrasyonları su ve sedimentte ölçüldü; tüm böcek türleri Ti, Fe, Ni, Cr, Zn, Br, Sr, Pb elementlerini farklı seviyelerde biriktirdi. Su örnekleri ölçüm sonuçları ulusal su kalite parametreleri ile karşılaştırıldı. Bazı elementlerin seviyesi, izin verilen limitlerin üzerinde bulundu.

Anahtar Kelimeler: Sucul böcek, biyomonitör, EDXRF, kirlilik, sulak alan.

INTRODUCTION

Environmental pollution with toxic elements has increased significantly in recent years as a result of rapid industrialization, entrances of the number and amounts of elements to the biotic and abiotic habitats continue to grow and cause serious

ecologic problems. Heavy elements are normally found in varying concentrations in all ecosystems because they are natural constituents of the Earth's crust and human activities have changed the biogeochemical balance of these heavy elements (Nriagu, 1996). These elements are critical

contaminants because they are toxic, persistent, non-biodegradable, accumulated in biota and biomagnified in food chain, thus this accumulation will damage human health when their concentrations are high level (Jiang *et al.*, 2015).

Aquatic insects are a vital component of both aquatic and terrestrial ecosystems due to their roles as predators, parasites, herbivores, saprophagous and pollinators and provide important source of protein for various organisms such as birds, fish and other in vertebrates (Rosenberg *et al.* 1998). During their life cycle, insects present in different feeding habits and positions in the food web. Aquatic insects are excellent biological monitors of heavy metal pollution because, they can accumulate elements whether or not these elements necessary to their metabolism. They can reflect element concentrations even the pollution ceases (Nehring, 1976). Elements enter their body via food, water, sediments or air and transfer to higher food web such as fish, birds (Duran *et al.*, 2007; Gall *et al.*, 2015). The toxic effects of elements can affect the insects in several ways, such as, changing the duration of growth, body weight, hatching success, number of eggs laid, reducing the pupation rate, increasing mortality, and declines in population size (Chen *et al.*, 2011). Recently, most researchers have been using aquatic insects to biomonitor the element pollution because they are present in almost every imaginable habitat, often abundant, easily sampled and easily identifiable (Nehring, 1976; Wahizatul *et al.*, 2011). Hydrophilidae, also known as water scavenger beetles, is large family of the order Coleoptera, zoo-geographically have a wide range of distribution. The adults are generally aquatic or semi-aquatic and most of their larvae are aquatic. The adults emerge during summer days and are mostly saprophagous, feeding on decaying organic matter, whereas larvae are predaceous, preying on invertebrates (Fikacek *et al.*, 2010). In adult stage hibernation usually occurs, besides sometimes the eggs also hibernate (Hansen, 1987). To assess anthropogenic impact, aquatic insects are the most used organisms in biomonitoring studies (Rosenberg *et al.*, 1998). But biomonitoring studies with aquatic insects have been often made with their larvae.

Many things can change the water's health quality. For protecting the wetlands, in accordance with EPA, they need to be monitored over the time (Anonymous, 2012). Biomonitoring studies can tell us how healthy the water in rivers, stream, creeks, swamp and wetlands is. Biomonitoring are commonly used to evaluate the levels of bioavailable pollution in the environment. Therefore, the objective of this study is to measure heavy element level of water, sediment, and adult hydrophilid and to certify the bio-monitor potential of them.

MATERIAL AND METHODS

Sampling sites

Erzurum is the biggest and developed city of Eastern Anatolia and surrounded by mountains, which have higher altitudes than the central and western part of Turkey. The photos of study area and location of the sampling sites are shown in Figure 1. Information about the sampling sites is given in Table 1. Industrialization in Erzurum has not reached the desired level but anthropogenically heavy element sources are transportation, industrial activities, fossil fuels, agriculture and other human activities. In this study, the samples were taken from industrial, roadside and suburban area.

Sampling site 1: This station is located in between 39°55'19 N/40°40'01 E coordinates (Figure 1.1), in the west of Aşkale Cement Plant. Contamination sources are traffic pollution and spread ash emissions from cement plant.

Sampling site 2: This station is located in between 39°55'39' N/40°40'41 E coordinates (Figure 1.2), in the east of Aşkale Cement Plant. Pollution sources are traffic and spread ash emissions from the cement plant.

Sampling site 3: This station located in between 40°02'32"N/41°20'04"E coordinates (Figure 1.3), on D 950 highway. Sources of pollution are traffic and domestic usage.

Sampling site 4: Akdağ village located at 20 km north of Erzurum, between 40°06'05" N/41°21'36" E coordinates (Figure 1.4). In this station, there is Akdağ hot spring. Because the local people engage

in livestock, the source of pollution is livestock. Map and photos of sampling sites in Erzurum is shown in Figure 1.

Collection of the samples

All samples were collected and analyzed as described in Aydoğan *et al.* (2016). Insects and their habitat's sediment and water were collected monthly from four sites in June to August 2014. The samples were collected three times in every station. Insect samples were collected via 1 mm pores sieve and killed 70% ethyl acetate and carried to the laboratory for identification. Insects' male genitalia were used for identification (Hansen, 1987). The species belong to three different genera *Anacaena* Thomson, 1859; *Hydrobius* Leach, 1815 and *Hydrochara* Berthold, 1827 were collected from four sites in Erzurum. Identified species were as follow; *Hydrobius fuscipes* (Linnaeus, 1758), *Anacaena limbata* (Fabricius, 1792), *Hydrochara caraboides* (Linnaeus, 1758).

Following to the APHA standarts (Anonymous, 2005), the sediments were taken from 30 cm depth benthic zone via plastic shovel and 500 ml water

samples were taken from 0.5 m depth then put in a bottle and added 5 ml HNO₃.

Elemental analysis

After identification, the samples were dried in an oven at 80 °C for 36 hours. An EDXRF spectrometer with an annular ²⁴¹Am radioactive source having 1 Ci activity and an HPGe detector having resolution 1~80 eV at 5.9 keV was used. Samples were excited by using 59.5 keV photons, emitted from ²⁴¹Am radioactive source. X-ray spectra were collected with HPGe detector which resolution is ~180 eV. Source/Sample distance was 35.5 mm. To eliminate elements and particles which found in the air, vacuum was used. All sample holder with Mylar films on both sides was used for water and sediment samples. Samples' measurement time was four hours. To measure heavy element content of insect samples, 13 mm diameter pellets of each species were made.

RESULTS

Results indicated that concentration of fourteen studied elements in all samples showed differences. The concentrations have some uncertainties due to EDXRF (maximum ~5%). These uncertainties of possible error sources are listed in Table 2.



Figure 1. Map and photos showing the sampling sites in Erzurum. (Sampling site 1; Sampling site 2; Sampling site 3; Sampling site 4).

Resim 1. Harita ve resimler Erzurum'daki örnekleme alanlarını göstermektedir. (Örnekleme noktası 1; Örnekleme noktası 2; Örnekleme noktası 3; Örnekleme noktası 4).

Table 1. Description of the four sampling sites.

Çizelge 1. Dört örnekleme istasyonu ile ilgili açıklama.

Sampling Site	Altitude (m)	Coordinates	Information about sampling sites	Notes on near environment
Örnekleme alanı	Rakım (m)	Koordinatlar	Örnekleme alanları hakkında bilgi	Yakın çevresi hakkında notlar
1	1636	39°55'19"N/40°40'01"E	Cement Factory(Western front)	Ash emission from cement factory, traffic
2	1669	39°55'39"N/40°40'41"E	Cement factory (Eastern front)	Ash emission from cement factory
3	1765	40°02'32"N/41°20'04"E	Erzurum-Tortum Road	Traffic and domestic
4	1826	40°06'05"N/41°21'36"E	Akdağ Village	Livestock pollution

Table 2. The error sources in the experimental results.

Çizelge 2. Deney sonuçlarındaki hata kaynakları.

Nature of uncertainty	Uncertainty (%)
Belirsizliğin doğal nedeni	Belirsizlik (%)
Counting Statistics (Sayım istatistikleri)	~1.00
Systematic Errors (Sistemik Hatalar)	~2.00
Peak Evaluation Procedure (Tepe Değerlendirme Prosedürü)	~3.00
Fundamental Parameter Methods (Temel Parametre Yöntemleri)	~3.00

Concentrations of Ti, Fe, Ni, Cu, Br and Pb were measured in all sampling sites' water and sediment samples. Concentrations of Ti, Cr, Zn, Fe, Ni, Br, Sr and Pb were measured in all insect species. According to the results, Fe had the highest concentration, followed by Cr, Ni. Among the rest of heavy elements Ti had the highest concentration in sediments of sampling site 4. V measured only sediment of sampling site 1. Mn had the highest concentration in only sediment of Sampling Site 2. Co had nearly same and the highest concentration in sediments of Sampling Site 3 and 4. Cu, Zn, As, Se, Br, Sr and Pb had the highest concentrations in sediment of Sampling Site 1. In a similar vein, in water, Ti had the highest concentration, followed by V, Cr. Se and Sr did not measured in all sampling site of waters. The rest of the heavy elements in water had nearly same concentration. The study results indicate that *Hydrobius fuscipes* is the best accumulator for certain metals. *H. fuscipes* is the most abundant and also most element accumulator specie in regard to Ti, V, Cr, Mn, Fe, Sr and Pb; also this insect found in all sampling sites. The highest element concentrations in *H. fuscipes* are Ti, V, Cr, Mn, Fe, Se, Sr and Pb; in *H. caraboides* are Co, Ni, Cu, Zn, As and Br. Except V, Mn and Cu all elements were determined in *H. fuscipes*; in *H. caraboides* only

Se was not determined. Fourteen elements were measured in *Anacaena limbata* but the level of these elements is not high. As it is seen in Table 3, *H. fuscipes* accumulated relatively more Ti, V, Cr, Fe, Mn, Sr and Pb, but Co, Cu, Ni, As, Zn and Br less accumulated as compared to *H. caraboides*. Variation in the element concentrations between species may be due to differences in prey choice, uptake, excretion and life history (Gall *et al.* 2015). The most abundant elements in the insects were Ti, Pb, Fe, Ni, Cr, Co, As, Zn, Sr and Br. In Table 4, water element concentration was lined up as; Ti>V>Cr>Mn>Fe>Pb>Ni>Co>Cu>As>Br>Zn, but Se and Sr concentration were not determined, and in sediment samples; Fe>Cr>Mn>Co>Ni>Sr>Se>As>Pb>Cu> Br>Zn>Ti>V. Mean concentrations and standart deviations were given in Tables 3 and 4.

The obtained water heavy element levels were compared with Turkish Water Pollution and Control Regulations (TWPCR) (Anonymous, 2004). There are 4 quality classes according to TWPCR: high quality water (I), weakly polluted water (II), polluted water (III) and highly polluted water (IV). The recommended values for Turkish Standards and studied water sample levels were given in Table 5.

Table 3. Average heavy element concentrations in insect samples (ppm).

Çizelge 3. Böceklerdeki ortalama ağır element konsantrasyonları (ppm).

Heavy Element Ağır Element	Average heavy element concentrations (ppm - Mean ± SD) Ortalama ağır element konsantrasyonları (ppm - Mean ± SD)							
	Sampling site 1 Örnekleme alanı 1		Sampling site 2 Örnekleme alanı 2		Sampling site 3 Örnekleme alanı 3		Sampling site 4 Örnekleme alanı 4	
	<i>H. fuscipennis</i> (ppm)	<i>H. fuscipennis</i> (ppm)	<i>A. limbata</i> (ppm)	<i>H. fuscipennis</i> (ppm)	<i>H. caraboides</i> (ppm)	<i>H. fuscipennis</i> (ppm)		
Ti	125 ± 6.24	0.29 ± 0.9	0.30 ± 0.07	0.40 ± 0.26	0.51 ± 0.04	352.3 ± 4.5		
V	19.3 ± 3.54	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0.32 ± 0.05	61.6 ± 5.03		
Cr	19.6 ± 2.51	152 ± 2.51	144.3 ± 6.8	249.0 ± 4.58	0.14 ± 0.03	12.6 ± 1.52		
Mn	6.73 ± 1.16	0 ± 0	0 ± 0	80.3 ± 13.01	0.13 ± 0.03	0 ± 0		
Fe	2.90 ± 0.36	89.6 ± 4.16	29.1 ± 2.56	55.8 ± 9.04	0.78 ± 0.05	7.46 ± 0.35		
Co	2.30 ± 0.20	8.23 ± 0.25	6.26 ± 1.25	0 ± 0	439.6 ± 17.24	0 ± 0		
Ni	0.36 ± 0.25	3.30 ± 0.20	3.30 ± 0.20	3.63 ± 1.40	260.0 ± 17.69	0.26 ± 0.15		
Cu	0.43 ± 0.23	0 ± 0	0 ± 0	2.70 ± 0.20	168.6 ± 14.6	0.13 ± 0.05		
Zn	0.40 ± 0.10	0.46 ± 0.40	1.40 ± 0.36	1.26 ± 0.20	369.3 ± 18.0	0.11 ± 0.01		
As	0 ± 0	1.46 ± 0.25	0.43 ± 0.35	2.46 ± 0.45	91.6 ± 9.07	0.30 ± 0.20		
Se	0.31 ± 0.18	1.46 ± 0.15	1.93 ± 0.20	2.96 ± 0.15	0 ± 0	0.40 ± 0.30		
Br	0.35 ± 0.21	4.0 ± 0.10	7.83 ± 0.58	11.2 ± 1.55	89.0 ± 5.56	0.23 ± 0.04		
Sr	327 ± 3.51	0.22 ± 0.02	0.53 ± 0.37	0.25 ± 0.04	51.3 ± 4.50	0.01 ± 0.02		
Pb	608 ± 7.02	55.0 ± 2.00	57.4 ± 5.50	84.8 ± 10.37	13.0 ± 2.00	2.76 ± 0.49		

Table 4. Average heavy element concentrations in water and sediment samples (ppm).

Çizelge 4. Su ve tortu örneklerindeki ortalama ağır element konsantrasyonları (ppm).

Heavy Element Ağır Element	Average heavy element concentrations in water and sediment samples (ppm - Mean ± SD) Su ve tortu örneklerindeki ortalama ağır element konsantrasyonları (ppm - Mean ± SD)							
	Sampling site 1 Örnekleme alanı 1		Sampling site 2 Örnekleme alanı 2		Sampling site 3 Örnekleme alanı 3		Sampling site 4 Örnekleme alanı 4	
	Water Su	Sediment Tortu	Water Su	Sediment Tortu	Water Su	Sediment Tortu	Water Su	Sediment Tortu
	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
Ti	389.3 ± 59.7	1.80 ± 0.20	330 ± 8.2	1.50 ± 0.20	255.0 ± 8.0	0.43 ± 0.31	203.0 ± 3.6	69.8 ± 1.60
V	84.6 ± 2.51	0.16 ± 0.11	63.3 ± 2.7	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	34.3 ± 4.50	0 ± 0
Cr	19.3 ± 4.04	844.6 ± 11.6	15.0 ± 2.0	672 ± 7	10.9 ± 1.49	0 ± 0	0.40 ± 0.30	320.0 ± 3.00
Mn	4.53 ± 2.44	0 ± 0	4.83 ± 0.37	234 ± 8.71	3.70 ± 0.30	0 ± 0	2.76 ± 0.49	0 ± 0
Fe	2.63 ± 0.40	0.23 ± 0.15	2.50 ± 0.20	246.3 ± 3.7	1.46 ± 0.25	844.3 ± 17.1	1.46 ± 0.25	864.6 ± 12.6
Co	1.03 ± 0.25	0 ± 0	0.04 ± 0.02	8.66 ± 0.75	0.50 ± 0.26	19.16 ± 2.02	0.33 ± 0.20	19.5 ± 1.80
Ni	0.43 ± 0.30	19.3 ± 2.08	0.5 ± 0.2	15.3 ± 2.51	0.53 ± 0.25	8.43 ± 0.20	0.43 ± 0.20	7.56 ± 0.40
Cu	0.33 ± 0.32	9.06 ± 0.40	0.23 ± 0.15	7.56 ± 0.40	0.233 ± 0.23	3.36 ± 0.35	0.20 ± 0.17	3.66 ± 0.85
Zn	0 ± 0	5.13 ± 0.32	0.13 ± 0.05	4.33 ± 0.35	0.33 ± 0.25	2.20 ± 0.43	0 ± 0	1.46 ± 0.55
As	1.10 ± 1.01	10.0 ± 2.0	0.33 ± .15	8.00 ± 0.10	0.33 ± 0.32	3.73 ± 0.25	0 ± 0	3.93 ± 0.90
Se	0 ± 0	10.56 ± 0.60	0 ± 0	7.46 ± 0.50	0 ± 0	4.16 ± 0.20	0 ± 0	3.20 ± 0.75
Br	0.20 ± 0.10	5.46 ± 0.15	0.14 ± 0.03	4.23 ± 0.25	0.68 ± 0.45	2.76 ± 0.30	0.05 ± 0.04	3.26 ± 0.25
Sr	0 ± 0	13.0 ± 2.64	0 ± 0	9.73 ± 0.25	0 ± 0	5.03 ± 0.25	0 ± 0	7.20 ± 0.26
Pb	2.16 ± 2.20	11.06 ± 1.0	2.36 ± 0.35	2.53 ± 0.72	1.26 ± 0.15	1.13 ± 0.35	0.60 ± 0.36	1.40 ± 0.40

Table 5. Results for the levels in water were compared with national regulation (ppm).

Çizelge 5. Sudaki ağır element sonuçlarının ulusal yönetmelikle karşılaştırılması (ppm).

Heavy Elements Ağır Element	Sampling site 1 Örnekleme alanı 1	Sampling site 2 Örnekleme alanı 2	Sampling site 3 Örnekleme alanı 3	Sampling site 4 Örnekleme alanı 4	TWPCR (µg/L)			
					I	II	III	IV
Pb	2.16 ± 2.20	2.36 ± 0.35	1.26 ± 0.15	0.60 ± 0.36	10	20	50	>50
As	1.10 ± 1.01	0.33 ± 0.15	0.33 ± 0.32	0 ± 0	20	50	100	>100
Cu	0.33 ± 0.32	0.23 ± 0.15	0.23 ± 0.21	0.20 ± 0.17	20	50	200	>200
Cr	19.3 ± 4.04	15.0 ± 2.0	10.9 ± 1.49	0.40 ± 0.30	20	50	200	>200
Co	1.03 ± 0.25	0.04 ± 0.02	0.50 ± 0.26	0.33 ± 0.20	10	20	200	>200
Ni	0.43 ± 0.30	0.5 ± 0.2	0.53 ± 0.25	0.43 ± 0.20	20	50	200	>200
Zn	0 ± 0	0.13 ± 0.05	0.33 ± 0.25	0 ± 0	200	500	2000	>2000
Fe	2.63 ± 0.40	2.50 ± 0.20	1.46 ± 0.25	1.46 ± 0.25	300	1000	5000	>5000
Mn	4.53 ± 2.44	4.83 ± 0.37	3.70 ± 0.30	2.76 ± 0.49	100	500	3000	>3000
Se	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	10	10	20	>20
Ba	0.0071	0.0053	0.0004	0.0031	1000	2000	2000	>2000

According to TWPCR (Anonymous, 2004), sampling waters have IV water quality and III water quality in regard to Co, Cr, Pb, Ni, As and Mn; I quality water in regard to Ba and Zn; II quality water in regard to Fe. Sampling Site 3 and 4 have II quality water in regard to Cu, however, Sampling Site 1 and 2 have III water quality. Sampling Site 1 and 2 have III and IV water quality in regard to Co, As, Cu, Pb, Cr, Mn and Ni, this can be due to cement factory ash emission and Aşkale-Trabzon highway traffic pollution. Sampling Site 3 has III and IV water quality in regard to Co, Pb, Cr, As, Ni and Mn this can be due to Tortum-Erzurum highway and also domestic wastes. These results showed that heavy element residues like Cr, Pb, Ni, Co and Mn in the Sampling Site 4 reveals the extent of the spread in Erzurum. Thus human activity is limited in this sampling site. These results belong to IV water quality and III water quality. However, Sampling Site 4 has I quality water in regard to Ba, which is below the detection limit and in regard to Fe and Cu it has II water quality. Ba has I quality water in all of the studied locations, but this metal was investigated below the detection limits. Like Ba there were some measured elements such as Ce, Pd, In, Sn, Nb, Pm and Mo below the detection limit of EDXRF spectrometry.

DISCUSSION

For healthy environment, pollution must be controlled. Contaminants residues in living and

non-living environments reflect environmental quality. Because aquatic beetles are in equilibrium with water body, thus they can reflect potential pollution level of water body in biologic side. The data presented in this paper provide information on heavy elements accumulated by hydrophilids. These elements are predominantly present in almost all sampling sites and have profound influence not only on the water quality but also on the life of the aquatic insects. When hydrophilid absorbs these elements from its field/habitat, they can bio-accumulate. Moreover, it can be transported from insects throughout the food chain. In the present study it is concluded that, high level of elements in an environment lead to high accumulation in insect samples. Therefore, the insects have ability to accumulate certain elements and they can be used in environmental monitoring studies. In this study among the hydrophilid species *H. fuscipes* fits for the biomonitor criteria such as; represent in large numbers all over the studying area, cosmopolitan, easily identifiable, larvae and adults are aquatic or semi-aquatic and its life cycle is known, have relatively long life cycles. *H. caraboides* and *A. limbata* also accumulate the elements in high concentration, but they found only in one sampling site.

In this study, the water quality and inorganic pollution of the sites were evaluated by using hydrophilid beetles. For more information on the assessment of health of environment, long-term biomonitoring must be regularly done. Because

long-term biomonitoring may provide insight into how human affects water quality, community and ecosystem structure. These aforementioned aquatic insects are possible biomonitor organisms that can be used as a useful tool for monitoring element contaminations studies.

ACKNOWLEDGEMENT

This study is a part of 1st author's Ph. D. Thesis which titled as "Erzurum ve Çevresindeki Sulak

Alanlarda Yaşayan Bazı Sucul Böcek (Hydrophilidae) Türlerindeki Ağır Element Birikimlerinin XRF Analiz Yöntemi ile Araştırılması".

The authors gratefully acknowledge the financial support of Ataturk University Scientific Research Project SRP-2012/162. We also thank to Dr. Buğrahan EMSEN in Department of Biology at the University of Karamanoğlu Mehmet Bey for statistical analysis of samples.

REFERENCES

- Anonymous. 2004. TWPCR (Turkish Water Pollution Control Regulations). National water act. (Act. no. 25687 of 2004), Ministry of environment and urbanization, Government gazette, Ankara, pp 40.
- Anonymous. 2005. APHA. Standart methods for the examination of water and wastewater. 21st ed. American Public Health Association, Washington.
- Anonymous. 2012. EPA (Environment Protection Agency). Wetlands. Available at: https://www.epa.sa.gov.au/environmental_info/water_quality/programs/wetlands.
- Aydogan, Z., A. Gurol, and U. Incekara. 2016. The investigation of heavy element accumulation in some Hydrophilidae (Coleoptera) species. Environmental monitoring and assessment 188 (4): 204. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5197-3>.
- Chen, X. Q., Z. T. Zhang, R. Liu, X. L. Zhang, J. Chen, and Y. Peng. 2011. Effects of the metals lead and zinc on the growth, development, and reproduction of *Pardosa astrigera* (Araneae: Lycosidae). Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 86: 203-207.
- Duran, M., Y. Kara, G. K. Akyildiz, and A. Ozdemir. 2007. Antimony and heavy metals accumulation in some macroinvertebrates in the Yeşilirmak River (N Turkey) near the Sb-mining area. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 78: 395-399.
- Fikacek, M., E. Gentili, and A. E. Z. Short. 2010. Order Coleoptera, Family Hydrophilidae. Arthropod fauna of the UAE 3: 135-165.
- Gall, J. E., R. S. Boyd, and N. Rajakaruna. 2015. Transfer of heavy metals through terrestrial food webs: a review. Environmental monitoring and assessment 187 (4): 201.
- Hansen, M. 1987. The Hydrophilidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. EJ Brill/Scandinavian Science Press Ltd. Leiden, Copenhagen 18: 1-253.
- Jiang, H., S. Tang, D. Qin, Z. Chen, J. Wang, S. Bai, and Z. Mou. 2015. Heavy metals in sea cucumber juveniles from coastal areas of Bohai and Yellow seas, North China. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 94: 577-582.
- Nehring, R. B. 1976. Aquatic insects as biological monitors of heavy metal pollution. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 15: 147-154.
- Nriagu, J. O. 1996. A history of global metal pollution. Science 272: 223-224.
- Rosenberg, D. M., H. V. Danks, and D. M. Lehmkuhl. 1998. Importance of insects in environmental impact assessment. Environ Management 10: 773-783.
- Wahizatul, A. A., S. H. Long, and A. Ahmad. 2011. Composition and distribution of aquatic insect communities in relation to water quality in two freshwater stream of Hulu Terengganu, Trengganu. Journal of Sustainability Science and Management 6: 148-155.

Determination of Physiological Traits for Growth Analysis in some Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars

Serap SIMSEK¹

Aydın UNAY*²

¹*Adnan Menderes University, Institute of Natural and Applied Sci., Aydın/TURKEY*

²*Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Field Crops Dept., Aydın/TURKEY*

*Corresponding Author (sorumlu yazar) e-mail: aunay@adu.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 26.07.2018 Accepted (Kabul tarihi): 04.02.2019

ABSTRACT: The purposes of this study are to determine the growth parameters using in growth analysis of late period of wheat and to estimate the correlation coefficient between growth parameters and yield and yield components. In six bread wheat varieties suitable for Aegean Region, growth parameters were determined between flag leaf just visible (zadox 37-39) and ripening (zadox 85-91). The total dry matter increased until the milk and dough development period and then decreased, while leaf area index continuously declined after beginning of anthesis. A decreasing second-degree polynomial was described for net assimilation rate and relative growth rate due to dry matter and leaf area index. The positive and significant correlation coefficients were estimated between yield and leaf area index. It should be concluded that the (LAR) confirms the positive and significant relation of the duration of greenness on the yield and yield components during further development periods.

Keywords: Wheat, yield, net assimilation rate, relative growth rate, leaf area index.

Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinde Büyüme Analizine Yönelik Fizyolojik Özelliklerin Saptanması

ÖZ: Çalışmanın amacını, büyüme analizinde kullanılan parametrelerin buğdayın geç döneminde zamansal eğilimini belirlemek ve büyüme parametreleri ile verim arasındaki korelasyon katsayılarını saptamak olmuştur. Ege Bölgesi'ne uygun 6 ekmeklik buğday çeşidinde bayrak yaprağı çıkışı (zadoks 37-39) ile olgunlaşma (zadoks 85-91) arasında büyüme parametreleri saptanmıştır. Toplam kuru maddede tane dolum dönemine kadar sürekli artış ve sonrasında azalış; yaprak alanı indeksinde ise çiçeklenme başlangıcından sonra sürekli azalış gözlenmiştir. Bu iki parametreye bağlı olarak net asimilasyon oranı ve oransal büyüme oranında ikinci dereceden polinomial azalan eğilim çizgisi elde edilmiştir. Yaprak alanı indeksi ile verim arasında tüm gelişme dönemlerinde pozitif ve önemli korelasyon katsayıları saptanmıştır. Yaprak alanı oranının (LAR) ileri gelişme dönemlerinde yeşil kalma süresinin verim ve verim komponentleri üzerindeki olumlu ve önemli ilişkisini doğrular nitelikte olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Buğday, verim, net asimilasyon oranı, oransal büyüme oranı, yaprak alanı indeksi.

INTRODUCTION

The productivity of the crop canopies is explained by the efficiency of the light energy used, the conversion of this energy to the dry matter and the distribution of this dry matter in the crop. Growth

analysis is based on total dry matter and leaf area analysis.

The relative growth rate (RGR; $g\ g^{-1}\ day^{-1}$), the most basic component of growth analysis, is used as a measure of dry matter distribution along with

physiological and morphological differences in the crop (Shipley, 2006). The net assimilation rate (NAR; $\text{g cm}^2 \text{ day}^{-1}$) is the main component of RGR, and is defined as the ability to make dry matter in the unit leaf area by the effect of photosynthesis and respiration rates (Li *et al.*, 2016). The NAR is largely dependent on leaf area index (LAI; $\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$). In growth analysis and agronomic evaluations, it is desirable to reach the maximum value of LAI in the early period. This has an important role in increasing photosynthesis as well as reducing evaporation losses. The other most important measure in growth analysis is the normalized difference vegetation index (NDVI), which is the ratio of functional reflection to other reflectance in terms of photosynthesis in the spectrometric way (Cabrera-Bosquet *et al.*, 2011).

Aegean Region Wheat cultivation and varieties used in the conditions of Aydın are suitable for growing coastal zone, temperate and rainy regions. Despite heavy rains in the middle of December-February, high temperatures and drought are experienced from the middle of March. In this respect, significant changes are observed in growth parameters such as dry matter synthesis, proportional distribution and leaf area index (Ghosh and Singh, 1998) and that plant biomass and NAR values have high inheritance rates (Karhizi *et al.*, 2010).

In this study, firstly, the function of the growth parameters investigated in the process from the pre-spawning period to the maturing stage was presented. The number of studies about the period in which the growth parameters are temporal and the effect on yield and yield components is high is negligible. For this reason, the correlations of the growth parameters of different zadox development periods with the yields were examined and the growth parameters which could be the selection criterion were tried to be determined in the breeding studies to be performed.

MATERIALS AND METHODS

In this study, it was utilized data from the research carried out at the Research and Application Farms

of Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture during the 2009 wheat growing periods. The average temperature values of the December-June period when the experiment was conducted were found to be higher than the average of long years except February. Although there was less rainfall in December, May and June compared to the average for many years, the total of 697.6 mm rainfall during the experiment year was higher than the 471.5 mm rainfall, which is the average for many years. The soil properties of the test area are defined as loamy, alkali, low lime and organic matter, and moderate levels of phosphorus and potassium.

The bread wheat varieties, Negev, Pamukova 97, Sagittario, Adana 99, Golia and Meta 2002 which find commonly sowing area in Aegean Region were used as materials. The sowing was done in the first week of December in the order of 600 seed m^{-2} planting intervals and 0.2 m between rows.

The experiment was laid out in Randomized Complete Block Design with four replications. The parcels were 6 rows (1.2 m) in length of 6 m. 25 kg da^{-1} 20-20-0 in sowing as fertilizer; 15 kg da^{-1} Urea and 18 kg da^{-1} Ammonium Nitrate (33%) were applied during the sibling period.

Samples for growth parameters were drawn at seven Zadox growth stages (from Zadox 37; flag leaf visible to Zadox 85-91; Maturation) in four replications from each variety (Zadox *et al.*, 1974). The numbers of sample plants were 5 for each treatment and each growth stages. These plants were dried at 70 ° C for 72 hours to detect dry matter (g). In the same plants, leaf area index (LAI) was found by using the leaf area and plant density according to the leaf size x leaf width x 0.79 formula. The NDVI values were determined in each parcel using flag Chlorophyll Spectrometer NDVI 300 instrument. The growth parameters used in the study are Sandeep *et al.* (2016) and determined according to the following formulas;

Leaf Area Index (LAI; $\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$) = Total leaf area / soil area

Relative Growth Rate (RGR, mg mg day^{-1}) = $(\text{Ln } W_2 - \text{Ln } W_1) / (t_2 - t_1)$

Net Assimilation Rate (NAR: $\text{mg cm}^{-2} \text{ day}^{-1}$) = $(\text{Ln } L_2 - \text{Ln } L_1) / (t_2 - t_1) \times (W_2 - W_1) / (L_2 - L_1)$

Leaf Area Ratio (LAR) = A / W

Here; L_1 and L_2 leaf area at times t_1 and t_2

W_1 and W_2 dry weight at times t_1 and t_2

A: leaf area

W: weight

Grain yield (kg da^{-1}) and yield traits such as thousand kernel weight (g) and the number of kernel per ear (K/E) were also recorded for all the treatment. Grain yield was determined by harvesting one 1 x 4 m strip down the center of each parcel.

The curve fitting were performed in the Microsoft Office Excel program using replication values for each growth parameters. Here, the most suitable curve function is selected to the highest R^2 . Correlation coefficients between the characters were estimated in the TARIST Statistical Package Program by using the same data (Acikgoz *et al.*, 1994).

RESULTS AND DISCUSSION

The changes in dry matter (DM) were described by the second-degree polynomial according to R^2 (0.9913). When the dry matter accumulation (g m^{-2}) in the period from the flag leaf emergence period (Zadox 39) to the ripening (Zadox 85-91) was evaluated, it was seen that DM reached from 197 g m^{-2} to 784 g m^{-2} and then it decreases to 705 g m^{-2} with drying and leaf abscission (Figure 1).

Relative growth rate (RGR, g g day^{-1}) expressed the rate of dry matter synthesis in terms of the period. A rapid change from 32 g g day^{-1} value to 56 g g day^{-1} value between flag leaf emergence (39) and booting (43-49) was recognized (Figure 1). The rapid increase was attributed to with photosynthesis at the generative and vegetative organ surfaces by Mondal and Paul (1994). From this period, the rate of dry matter synthesis tends to decrease and is constantly decreasing. In the maturation period, $9.36 \text{ g of day}^{-1}$ ve and 7.62 g of

day^{-1} are reduced to $-9.84 \text{ g of day}^{-1}$ in the ripening period ($R^2 = 0.7912$). Similar decreases were reported by Spitters and Kramer (1986) and Zaman *et al.* (2016) by decreasing leaf area and decreasing photosynthesis capacity due to aging.

Dry matter and relative growth rate during zadox growth stages are directly related to LAI (Figure 1). LAI reached a value of $8.24 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ (Mujdeci *et al.*, 2005) at the beginning of the flowering period of 50-55 period and gradually tended to decrease with leaf age and leaf loss during maturation period (Mondal and Paul, 1994). Especially in the last two growing stages, it decreased to 4.40 and $2.82 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ value. The largest indicator of this is the reduction in leaf area ratio (LAR) values ($R^2 = 0.9918$). The dry matter accumulation and leaf area index (LAI) appears as a function of net assimilation rate (NAR), and the changes in all three growth parameters must be considered together (Anonymous, 2019). Growth and decline in growth in DM and LAI may not be consistent. In contrast to DM, which showed a steady increase until the maturation period, LAI reached maximum in the flowering period of zadox 50-55 period and then decreased rapidly. A NAR graphic similar to that of LAI was formed ($R^2 = 0.8056$). NAR has reached values of about $48\text{-}52 \text{ g cm}^2 \text{ day}^{-1}$ in the flowering period (zadox 50-55) together with flag leaf formation (zadox 39 and 43-49). NAR tended to decline after this period and declined to $38 \text{ g cm}^2 \text{ day}^{-1}$ after maturity - $60 \text{ g cm}^2 \text{ day}^{-1}$ in the period of zadox 76-81 (end of grain filling). Similarly, the decreasing tendency of NAR and RGR over periods was determined in rice (Araujo, 2003) and wheat (Hasan *et al.*, 2016).

The NDVI values in our study are the values for the development period of the flag leaf (Figure 1). Cabrera-Bosquet (2011) found significant relationships between NDVI values and total dry matter and green area. The initial NDVI values of 65 declined to 25 with grain filling and maturation ($R^2 = 0.8944$). It is seen that the trend of decrease in NDVI is similar to the tendency of RGR, in particular LAI and accordingly RGR.

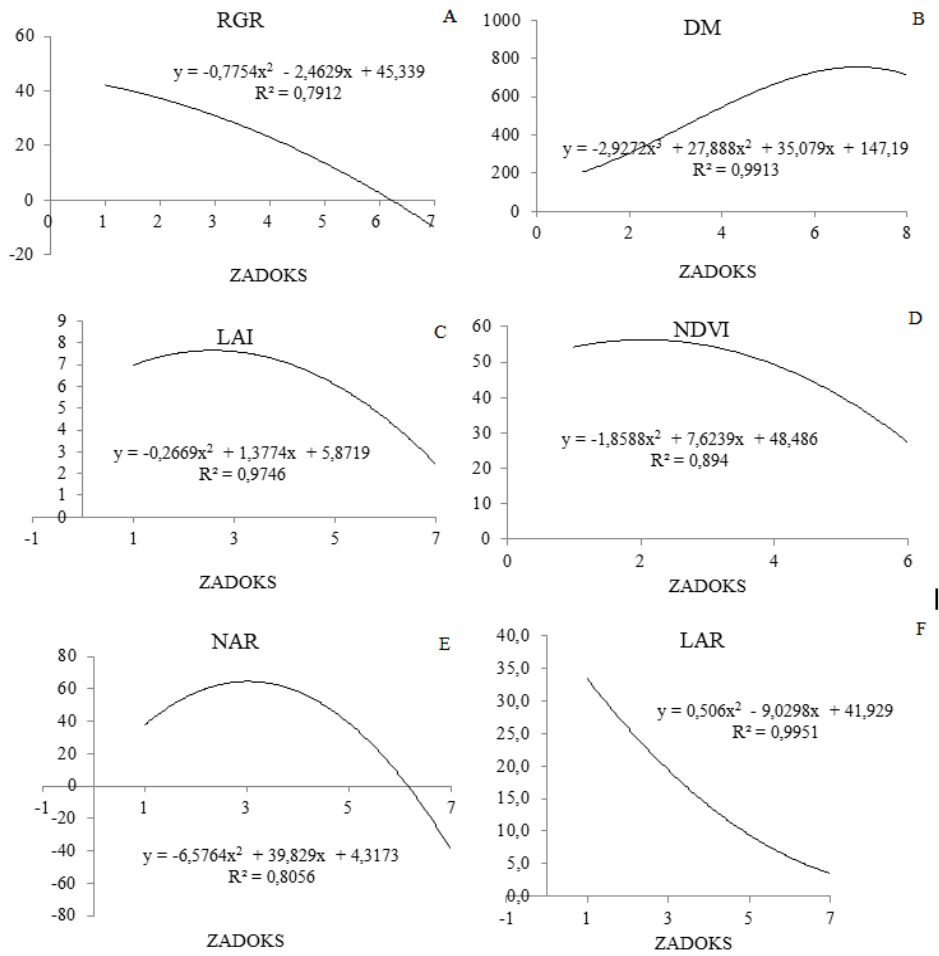


Figure 1. The changes at zadox growing stages of (A) RGR: Relative Growth Rate; (B) DM: Dry Matter; (C) LAI: Leaf Area Index; (D) NDVI: Normalized Differences Vegetation Index; (E) NAR: Net Assimilation Rate; (F) LAR: Leaf Area Ratio. Zadox Growing Stages; 1:39, 2:43-49, 3:50-55, 4:56-61, 5:66-71, 6:76-81, 7:85-91 and 8:harvest.

Şekil 1. Zadox büyüme aşamalarındaki değişiklikler: (A) RGR: Oransal Büyüme Oranı; (B) DM: Kuru Madde; (C) LAI: Yaprak Alanı İndeksi; (D) NDVI; Normalleştirilmiş Vejetasyon İndeksi Farklılığı; (E) NAR: Net Assimilasyon Oranı; (F) LAR: Yaprak Alanı Oranının zadox dönemlerindeki zamansal değişimi. Zadoxs Büyüme Dönemleri; 1:39, 2:43-49, 3:50-55, 4:56-61, 5:66-71, 6:76-81, 7:85-91 ve 8:hasat.

The correlation coefficients between the yield (kg da^{-1}), the number of seeds per head and the seed weight (g) characteristics and the growth parameters are given in Table 1. Leaf area index positive and significant correlated with yield in every growing period except zadox 76-81. This result of the present study was found the similar to the findings of Yadav and Sing (1984) in canola and Sandeep *et al.* (2016) in rice. Especially, Sandeep *et al.* (2016) found positive and significant between LAI and yield components during the ripening period of rice, but detected negative correlation coefficients between yield and growth parameters such as RGR and NAR and. In

contrast, Kahrizi *et al.* (2010) found non-significant correlations between growth parameters and yield and yield components, although there were significant relationships between growth parameters in durum wheat. At the same time, the positive and significant correlations between LAI and the number of kernel per ear in zadoxs 50-55, 76-81 and 85-91 periods were found. In the period of zadox 76-81, correlation coefficients of LAI with thousand kernel weight were positive and significant. These findings indicate that the leaf area index increases efficiency over the number of kernel per ear in particular.

Table 1. The correlation coefficients between yield, thousand kernel weight (TKW), the number of kernel per ear (K/E) and growth parameters at different zadox stages.

Çizelge 1. Verim, bin tane ağırlığı ve başakta tane sayısı ile büyüme parametreleri arasındaki korelasyon katsayıları.

		Zadox growing stages / Zadoks büyüme devreleri						
Growth parameters Büyüme parametreleri	Yield components Verim komponentleri	39	43-49	50-55	56-61	66-71	76-81	85-91
RGR	Yield	-0.28	0.63*	-0.41	-0.49	-0.63*	0.79**	0.01
	TKW	0.42	0.28	-0.44	0.03	0.53*	-0.66**	-0.42
	K/E	0.11	0.87**	-0.63*	-0.49	0.05	0.18	-0.06
LAI	Yield	0.63*	0.53*	0.71**	0.82**	0.79**	0.32	0.59*
	TKW	-0.08	0.06	0.17	-0.16	-0.30	0.63*	0.48
	K/E	0.27	0.23	0.56*	0.45	0.31	0.58*	0.65*
NAR	Yield	0.22	-0.64*	0.29	0.46	0.42	-0.83**	0.26
	TKW	-0.24	-0.46	-0.13	-0.57*	-0.14	0.33	0.51*
	K/E	-0.29	-0.79**	0.19	0.13	0.25	-0.49	0.36
LAR	Yield	0.77**	0.48	-0.39	0.24	0.54*	0.60*	0.25
	TKW	-0.61*	-0.47	-0.46	-0.81**	-0.68**	-0.65*	-0.02
	K/E	0.21	-0.07	-0.76**	-0.65*	-0.33	-0.24	-0.20
NDVI	Yield	0.39	-0.04	0.03	-0.30	0.12	0.02	
	TKW	0.28	-0.18	-0.13	-0.09	0.61*	0.65*	
	K/E	0.07	0.01	0.28	-0.21	0.32	0.33	

*; 0.05, **; 0.01 significant at probability level.

*; 0.05, **; 0.01 olasılık düzeyinde önemli.

The correlation coefficients of two parameters related to dry matter (RGR and NAR) were evaluated together with yield and yield components. The correlation coefficient between RGR and yield was negative in the period 66-71 but positive and significant in the period 76-81. RGR negatively correlated with thousand kernel weight at stage of zadox 76-81 whereas correlation coefficient between mentioned characters was positive and significant at zadox 66-71. RGR, however, has a positive correlation with the number of kernel per ear in the 43-49 period and a negative and significant correlation coefficient in the 50-55 period. This shows that both growth parameters have increases and decreases within the general tendency function according to the periods. It can be said those positive periods in the periods of increase, but negative relations in the periods of decrease. Similarly, Yadav and Singh (1984) found early correlation between yield and CGR (crop growth rate), while in the late period they found negative and significant correlation coefficients.

It can be said that leaf area ratio (LAR), which is a sign of leaf area per unit dry weight, has more meaningful relationships than other characteristics.

Generally, positive and significant correlation coefficients with yield and thousand kernel weight are found in terms of growth periods. Negative and significant correlation coefficients are observed between LAR and the number of kernel per ear at 50-55 and 56-61 stages. This leaf shows that the period of greenness significantly affects these properties. Therefore, when the correlation coefficients with NDVI values were examined, positive and significant coefficients were determined during adolescence periods such as 66-71 and 76-81 periods. Here, even in late periods such as grain filling periods, it means that the leaf remains green.

CONCLUSION

The results of present experiment indicated the increase of dry matter was continued even at the end of the ripening period, whereas the leaf area decreased rapidly after the flowering period. In particular, it has been observed that the growth parameters such as the net assimilation rate, which expresses the dry matter synthesis, are more influenced by the leaf area decrease, and may be reduced to minus (-) values as the assimilation

value. The correlation coefficients determined in our study are the result of this. When the agro-physiological growth parameters in wheat were evaluated, it was concluded that leaf area index

and leaf area ratio were determinative parameters and it would be useful to evaluate them in breeding and agronomic studies.

REFERENCES

- Acikgoz, N., M. E. Akkas, A. Moughaddam, and K. Ozcan. 1994. TARIST: Statistics and quantitative genetic Package for pc's. Center of Computer Research and Practice. Proceedings of the International Symposium of Computer, October 5-7, 1994, University of Ege, Izmir, Turkey.
- Anonymous. 2019. PB*3110-Crop Physiology, Lecture 2. Introduction: Growth analysis and crop dry matter accumulation. <http://greenlab.cirad.fr> (Erişim Tarihi: 04.01.2019).
- Araujo, A. P. 2003. Analysis of variance of primary data on plant growth analysis. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília 38 (1): 1-10.
- Cabrera-Bosquet, L., G. Molero, A. M. Stellacci, J. Bort, S. Nogues, and J. L. Araus. 2011. NDVI as a Potential Tool for Predicting Biomass, Plant Nitrogen Content and Growth in Wheat Genotypes Subjected to Different Water and Nitrogen Conditions. *Cereal Research Communications* 39 (1): 147-159.
- Ghosh, D. C. and B. P. Singh. 1998. Crop growth modeling for wetland rice management. *Environ and Ecol.* 16 (2): 446-449.
- Hasan, M. N., Q. A. Khaliq, M. A. B. Mia, M. Bari, and M. R. Islam. 2016. Chlorophyll Meter-Based Dynamic Nitrogen Management in Wheat (*Triticum aestivum* L.) Under Subtropical Environment. *Current Agriculture Research Journal* 4 (1): 54-61.
- Kahrizi, D., K. Cheghamirza, M. Kakaei, R. Mohammadi, and A. Ebadi. 2010. Heritability and genetic gain of some morpho-physiological variables of durum wheat (*Triticum turgidum* var. durum). *African Journal of Biotechnology* 9 (30): 4687-4691.
- Li, X., B. Schmid, F. Wang, and C. E. T. Paine. 2016. Net Assimilation Rate Determines the Growth Rates of 14 Species of Subtropical Forest Trees. *PLoS one* 11 (3): e0150644. doi:10.1371/journal.pone.0150644.
- Mondal, R. K., and N. K. Paul. 1994. Growth analysis using classical and functional techniques in relation to soil moisture in mustard. *J. Agronomy & Crop Science* 173: 230-240.
- Mujdeci, M., A. Sarıyev ve V. Polat. 2005. Buğdayın (*Triticum aestivum* L.) Gelişme Dönemleri ve Yaprak Alan İndeksinin Matematiksel Modellenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi* 11 (3): 278-282.
- Sandeep, K., M. K. Nayak, S. Dıwan, and K. Anil. 2016. Correlation Study of Growth, Development and Yield with Agrometeorological Indices under Different Planting Method of Rice. *International Journal of Agriculture Sciences* 8 (53): 2682-2686.
- Shiple, B. 2006. Net assimilation rate, specific leaf area and leaf mass ratio: which is most closely correlated with relative growth rate? A meta-analysis. *Funct. Ecol.* 20: 565-574.
- Spitters, C. J. T. and T. H. Kramer. 1986. Differences between spring wheat cultivars in early growth. *Euphytica* 35 (1): 273-292.
- Yadav, A. K., and H. Singh. 1984. Studies on growth parameters in relation to seed yield in non-segregating populations of Indian Mustard (*Brassica juncea* L.) Czern&Cross.). *Indian J.Plant Physiology* 27 (4): 379-386.
- Zadoks, J. C., T. T. Chang, and C. F. Konzak. 1974. A Decimal Code For Growth Stage Of Cereals. *Weed Res.* 14: 415-421.
- Zaman, E., M. A. Karim, M. N. Bari, N. Akter, and J. U. Ahmed. 2016. Growth and yield performance of selected wheat varieties under water deficit conditions. *Bangladesh J. Sci. Res.* 29 (2): 163-172.

A Preliminary Study on Response of Iron Content and Yield of Corn to Different Rates of Sewage Sludge

Bulent YAGMUR^{1*} Bulent OKUR¹ Ekrem OZLU² Nur OKUR¹

¹*Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, İzmir/TURKEY*

²*University of Wisconsin-Madison, Department of Soil Science, Madison, Wisconsin/USA*

*Corresponding author (Sorumlu yazar) e-mail: bulent.yagmur@ege.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 28.03.2018 Accepted (Kabul tarihi): 6.07.2018

ABSTRACT: *The treated sludge can be applied to arable soils if they do not contain heavy metals and toxic substances. This preliminary study was carried out in order to investigate the effects of application of treated sludge and Fe fertilizer on the yield and Fe content of maize. The trial was conducted in randomized plots design with three replications as pot experiment and C-955 hybrid maize was grown for silage. As basic fertilization, 200 mg kg⁻¹ N, 100 mg kg⁻¹ P and 150 mg kg⁻¹ K were applied to all of the pots. Treatments were (C) control, (T1) 5 mg kg⁻¹ Fe (Fe in sludge) + 10 mg kg⁻¹ Fe (FeSO₄.7H₂O), (T2) 10 mg kg⁻¹ Fe (Fe in sludge) + 5 mg kg⁻¹ Fe (FeSO₄.7H₂O), (T3) 15 mg kg⁻¹ Fe (Fe in sludge) and (T4) 15 mg kg⁻¹ Fe (FeSO₄.7H₂O). Applications of sludge and Fe increased wet weight, dry weight, plant height, leaf number and the content of N, K, Fe, Zn and Cu of maize plant. It was concluded that application of 15 mg kg⁻¹ Fe in sludge is sufficient for Fe need of maize. However, the obtained results from this study were valid only for this study soil and sewage sludge and should be used without generalization as they can vary under different conditions such as soil and climate. Therefore, further researches are needed on this field.*

Keywords: *Maize, iron, treated sludge, yield.*

Mısır Bitkisinin Demir İçeriği ve Veriminin Farklı Dozlarda Atık Su Çamuru Uygulamasına Tepkisi Üzerine Bir Ön Çalışma

ÖZ: *Arıtma çamurlarının tehlikeli ağır metaller ve toksik maddeler içermemesi durumunda, topraklarda kullanılabilirliği mümkündür. Bu ön çalışmada mısır bitkisine arıtma çamuru ile birlikte uygulanan demirli gübrelemenin bu bitkinin verim ve bitki besin elementi içeriği üzerine olan etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma saksı denemesi olarak 3 tekrarlamalı olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüş ve saksılarda C-955 silajlık hibrit mısır çeşidi yetiştirilmiştir. Denemede saksılara temel gübreleme sabit dozda 200 mg kg⁻¹ N, 100 mg kg⁻¹ P ve 150 mg kg⁻¹ K olarak uygulanmıştır. Deneme konuları olarak; (K) % 100 toprak, (T1) 5 mg kg⁻¹ Fe (arıtma çamuru demiri) + 10 mg kg⁻¹ Fe (FeSO₄.7H₂O), (T2) 10 mg kg⁻¹ Fe (arıtma çamuru demiri) + 5 mg kg⁻¹ Fe (FeSO₄.7H₂O), (T3) 15 mg kg⁻¹ Fe (arıtma çamuru demiri) ve (T4) 15 mg kg⁻¹ Fe (FeSO₄.7H₂O) belirlenmiştir. Araştırma sonucunda arıtma çamuru ve arıtma çamuru demir kombinasyonları kontrole oranla mısır bitkisinin yaş ağırlığı, kuru ağırlığı, bitki boyu, yaprak sayısı ve bitkinin N, K, Fe, Zn ve Cu içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca bitkinin demir ihtiyacını karşılamak için arıtma çamurundaki 15 mg kg⁻¹ Fe uygulamasının yeterli olacağı sonucuna varılmıştır. Bununla beraber, bu çalışmadan elde edilen sonuçlar bu deneme toprağı ve arıtma çamuru için geçerlidir ve toprak ve iklim gibi farklı koşullar altında değişebileceğinden konuda geniş kapsamlı çalışmalar yapılmalıdır.*

Anahtar kelimeler: *Mısır, demir, arıtma çamuru, verim.*

INTRODUCTION

Municipal treated sludge is the natural end products of a microbial food chain in the wastewater treatment process. Microbes feed on organic components of waste until they can no longer derive energy from it. At this point, sludge consists of mostly cellular material and stable degradation products that are considered safe for application to agricultural or forest lands. If properly managed, land application is an excellent way to dispose sludge. Waste can be applied at rates to meet crop nutrient requirements without harming the environment. Sludge contains many nutrients (N, P, and K) necessary for plant growth and development and organic matter that can improve the soil tilth (Michael *et al.*, 1995; Arcaç *et al.*, 2000). In addition, applications of sludge can also improve soil physical properties such as aeration and water holding capacity (Pagliai and Guidi, 1980). However, sludge can contain heavy metals or other potentially toxic substances. Lead, zinc, copper, nickel, cadmium, chromium, arsenic, selenium and mercury are the heavy metals sometimes found in sludge. These substances must be reduced or confined to levels that are considered safe for both agricultural and forest crops and soils. The effect of application of sludge on P content of soil was similar to the effects of application of chemical fertilizer and control soil. In the study, P mobility and the amounts of Cu, Ni and Zn in soil and Zn content of plant increased (Garcia *et al.*, 2007). Mays and Giordano (1988), determined a decline in maize yield but metal concentrations did not exceed threshold values in soil depending on sludge application. Macedo *et al.* (2012), studied the effects of sludge on yield and quality parameters of wheat and suggested that sludge can be a value nutrient source. Junio *et al.* (2011), two doses of rock phosphate (0 and 90 kg P₂O₅ ha⁻¹) and four doses of sewage sludge compost (0, 25, 50 and 75 MT ha⁻¹) were applied to soil and evaluated the concentration of heavy metals in soil and leaves of maize fertilized with rock phosphate and sewage sludge compost. The rock phosphate did not affect overall levels of heavy metals in soil, however, Cu, Zn and Pb in soil increased with application rates of sewage sludge compost.

Applications of sewage sludge compost up to 75 Mg ha⁻¹ did not increase the concentrations of Cu, Zn, Pb, Cd, Ni and Cr above the critical limits established by legislation. In plants, the concentrations of Cu, Zn, Pb, Cd and Cr were not affected by the application of rock phosphate, however, the Zn concentration increased and Pb concentration decreased with the application rates of sewage sludge compost. El-Dawwey *et al.* (1993), determined that the increasing sewage sludge amounts increased dry matter weight and intake of and K of wheat. They were conducted an experiment on the application of aerobically-digested sewage sludge (AES), anaerobic lagoon septic wastes (ANS), sewage sludge compost and fertilizer to soils for grass forage and feed maize production and found that the septic sludge (ANS) produced the highest forage Fe, Cu and Zn levels and was equal to compost in elevating maize stover and forage S and the forage B content. The compost produced the highest forage Ca and maize Zn (Warman and Termeer, 2005). Lombi and Gerzabek (1998), researched sewage sludge as alternative to phosphorus fertilizers and grown rape in applied sewage sludge soils. They found that the concentrations of heavy metal of rape did not exceed threshold values only Zn concentration very little increased. Giannakis *et al.* (2014), investigated the impact of municipal solid waste compost (MSW-compost) application (0, 50, and 100 t ha⁻¹) on the growth, and on nutrient and trace elements content in lettuce and tomato plants. In this study, the content of heavy metals in the tissues of plants grown in MSW-compost amended soil, remained at levels similar to those of the non-amended soil, suggesting that they do not pose a significant risk either for plant growth or public health. Moreblessing *et al.* (2016), investigated the effects of sewage sludge and its biochar on soil chemical properties, maize nutrient and heavy metal uptake, growth and biomass partitioning on a tropical clayey soil. Maize growth, biomass production and nutrient uptake were significantly improved in biochar and sewage sludge amendments (15 t ha⁻¹) compared to the control. It was also determined that biochar amendments reduced Pb, Cu and Zn uptakes by about 22% compared with sludge alone treatment in maize

plants. Yanchao *et al.* (2017) evaluated the effects of sewage sludge amendment combined with green manuring on selected soil physicochemical properties of the mudflat soil in a rain-fed agro ecosystem. The results showed that SSA combined with green manuring decreased bulk density, pH, salinity, and exchangeable sodium percentage of the topsoil (0–20 cm soil layer) and increased aggregate stability, cation exchange capacity, and N and P concentration of the topsoil and the maize yield. The authors suggested that SSA combined with green manuring can be applied in coastal mudflat salt-soil amendment, which provides an innovative way to create arable land resources and safe disposal of sewage sludge. Iglesiasa *et al.* (2018), evaluated the extractability and crops (barley and maize) transfer of thirteen potentially toxic elements (PTEs) from soils that had been amended with biosolids each year for 15 years as a regular agricultural practice and found an increase in the amount of Pb, Hg, Zn and Ag in soils amended by biosolids. However, the PTE total content in croplands was still far below the thresholds established by US and European regulations and the concentration of PTEs in the barley and maize grains grown in fields repeatedly amended with biosolids was not statistically different from those grown with chemical

fertilization, except for As in barley grains.

Land application of sewage sludge to calcareous soils can also be used to ameliorate iron deficiency of plants. For this reason, this study was conducted in order to determine the effect of the applications of municipal sewage sludge and Fe on yield and nutrient content of maize plant.

MATERIALS AND METHODS

A pot experiment was performed with 2 kg soil in 5 l pots with maize plant in greenhouse. The soils used were clayey loam with pH 7.9. Physicochemical properties of the experiment soil are given in Table 1. Nitrogen 200 mg kg⁻¹, phosphorus 100 mg kg⁻¹ and potassium 150 mg kg⁻¹ as basal fertilizers were applied to all pots. The experiment treatments were (C) control (soil), (T1) 5 mg kg⁻¹ Fe (Fe in sludge) + 10 mg kg⁻¹ Fe (FeSO₄·7H₂O), (T2) 10 mg kg⁻¹ Fe (Fe in sludge) + 5 mg kg⁻¹ Fe (FeSO₄·7H₂O), (T3) 15 mg kg⁻¹ Fe (Fe in sludge), and (T4) 15 mg kg⁻¹ Fe (FeSO₄·7H₂O). The 15 pots were arranged in a randomized complete plot design with three replications. The treated sludge was obtained from İZSU (İzmir Municipal Waste Treatment Plant in Çiğli-İzmir / Turkey). The characteristics of the treated sludge are given in Table 1.

Table 1. Some physicochemical properties of the experiment soil and sewage sludge.
Çizelge 1. Deneme toprağı ve atık çamurun bazı fizikokimyasal özellikleri.

Property Özellik	Soil Toprak	Sewage sludge Atık çamur	Property Özellik	Soil Toprak	Sewage sludge Atık çamur
pH	7.96	7.45	Available-Zn (mg kg ⁻¹)	0.87	-
Sand / Kum (%)	44.40	-	Available-Mn (mg kg ⁻¹)	15.60	-
Silt / Mil (%)	24.00	-	Available-B (mg kg ⁻¹)	0.48	-
Clay / Kil (%)	31.60	-	Total P (%)	-	1.36
CaCO ₃ (%)	15.60	-	Total K (%)	-	1.25
Soluble salt / Çözünebilir tuz (%)	0.56	2.12	Total Ca (%)	-	3.95
Organic matter / Organik madde (%)	2.10	54.10	Total Mg (%)	-	0.69
Organic C / Organik C (%)	1.21	31.38	Total Na (%)	-	0.45
Total Nitrogen / Tolam Azot (%)	0.115	2.49	Total Fe (%)	-	1.14
C/N	10.52	12.62	Total Cu (mg kg ⁻¹)	-	156.3
Available-P / Alınabilir-P (mg kg ⁻¹)	2.56	-	Total Zn (mg kg ⁻¹)	-	104.78
Available-K / Alınabilir - K (mg kg ⁻¹)	116.00	-	Total Mn (mg kg ⁻¹)	-	396.24
Available-Ca / Alınabilir -Ca (mg kg ⁻¹)	4200.00	-	Total B (mg kg ⁻¹)	-	27.10
Available-Mg / Alınabilir - Mg (mg kg ⁻¹)	329.00	-	Water (105°C) (%)	-	76.30
Available-Na / Alınabilir -Na (mg kg ⁻¹)	232.00	-	Dry Mat. (105°C) (%)	-	23.70
Available-Fe / Alınabilir - Fe (mg kg ⁻¹)	3.76	-	Ash(550 °C) (%)	-	49.13
Available-Cu / Alınabilir - Cu (mg kg ⁻¹)	1.43	-	Fiber lost (%)	-	50.87

After applications, maize (C-955 silage maize hybrid variety) was sown (5 seed per pot, reduced to 2 plants per pot after 1 month). Each pot was irrigated daily with top water ($EC=1 \text{ dS m}^{-1}$) during the experiment to maintain a water content of 75% water holding capacity. At harvest, the cereal plant samples were washed with top water and then with deionized water. Afterwards, the plant samples were oven-dried to constant weight at $70 \text{ }^{\circ}\text{C}$ and then some yield parameters were determined. Element concentrations (Fe, Mn, Cu, and Zn) and P were determined using spectrophotometric analysis (Kacar, 1984). All samples of sludge and soil were air-dried, ground and then passed through a 2-mm sieve. Soil pH was measured in a water suspension (1:2 ratio). Organic matter was determined using a digestion method, total-N, available P and exchangeable K in the soils were determined using Kjeldahl-digestion, colorimetric analysis and flame-photometer, respectively (Bremner, 1965; Olsen *et al.*, 1982; Knudsen *et al.*, 1982). Available Fe, Cu, Zn and Mn were determined according to Lindsay and Norvell (1978). Soil texture, soluble salt and lime were determined as hydrometric, conductivimetric and calcimetric methods, respectively (Bouyoucus, 1951; Richard, 1969; Allison and Moodie, 1965; Black, 1965). Total metals in sludge were determined after digestion of the soils with HCl: HNO_3 [4:1(v/v)] (Khan and Frankland, 1983). All statistical analyses were carried out with the SPSS 15.0 for Windows package. The results were analyzed by ANOVA, considering the treatments as the independent variable. The significance was tested between treatments by the LSD test as $p < 0.05$. In addition, a multiple linear discriminant analysis was initiated to determine overall impacts of treatments to study parameters by using JMP package. The diversification between each group was expected multivariate normal. The function was determined by using the parametric method (SAS, 2014) The classification criterion is evaluated by a measure of generalized squared distance (Rao, 1973). The classification criterion was based on the pooled covariance matrix yielding a linear function; it also takes into account the prior prospects of the groups indicated treatments.

RESULTS AND DISCUSSION

The effect of applications of sewage sludge (SS) and iron on some yield parameters and content of macro and micro nutrients of maize are given in Table 2, 3, and 4, respectively. All treatments significantly affected the plant height, leaf number and above-ground biomass (fresh and dry) of maize. Similar results were obtained by some researchers (Christie *et al.*, 2001; El-Naim *et al.*, 2005). However, the impacts of the treatments on fresh and dry weight of roots were not significant. Sewage sludge applications in the different dose and amounts increased fresh and dry biomass but high sewage sludge applications have negative effects on these parameters (Cimrin *et al.*, 2000; Qasmin *et al.*, 2001). The maximum plant height (100, 67 cm) was determined in 15 mg kg^{-1} Fe application (T4) and the minimum plant height in control soil (80 cm). The similar situation was also obtained for leaf number. But, all the treatments containing Fe applied as sewage sludge or $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ increased above-ground biomass (fresh and dry) compared to the control. These results showed that the applications of sewage sludge supplied with Fe were sufficient for biomass production of maize. Sewage sludge (SS) applications increased dry biomass amount of maize and the other plant parameters (El-Dawwey, 1993; Bellamy *et al.*, 1995; Lombi and Gerzabek, 1998).

The treatments had no significant effect on the contents of P, Ca, and Mg of maize but the significant effects were determined in the contents of N, K, and Na (Table 3).

Al-Nahidh (1991), stated that the application of municipal sewage sludge increased the intakes of N, P and K in maize and P content in soil. In this study, the effect of SS treatments on plant P content was not significant. Lambert and Weidensaul (1991), stated that sludge may reduce the availability of fertilizer P and sludge treatment decreased P intake from soil. Espinosa *et al.* (2000), determined the increases in the amounts of CEC and exchangeable cations, such as Ca^{++} , depending on the applications of sewage sludge.

The effects of sewage sludge applications on the content of micro-elements of maize are presented on Table 4. The treatments significantly affected the amounts of Fe, Cu, Zn and B, but no significant effects on Mn content were observed. The content of Fe, Zn, and B of maize significantly increased by treatments containing Fe (P<0.01). Similar results for Fe, Cu, Zn and Mn were obtained by

some researches (Pinamonti *et al.*, 1997; Cimrin *et al.*, 2001). It was also reported that sewage sludge treatments increased Zn content of plant (Reed *et al.*, 1991; Menelik *et al.*, 1991; Lombi ve Gerzabek, 1998). Cimrin *et al.* (2000), applied sewage sludge as a P source and did not determine a change in Mn content of plant, similarly to our study.

Table 2. Effects of sewage sludge and iron applications on some yield parameters of maize.

Çizelge 2. Atık çamur ve demir uygulamalarının mısır bitkisinin bazı verim parametreleri üzerine etkileri.

Treatments Uygulamalar	Plant height Bitki boyu (cm)	Leaf Number Yaprak sayısı	Above ground fresh biomass (g/pot) Toprak üzeri yeşil biyokütle (g/saksı)	Above ground dry biomass (g/pot) Toprak üzeri kuru biyokütle (g/saksı)	Fresh root weight (g/pot) Yaş kök ağırlığı (g/saksı)	Dry Root weight (g/pot) Kuru kök ağırlığı (g/saksı)
Control	80.00±6.24 c	10.67±0.58 c	116.65±4.16 b	17.97±1.00 b	76.00±2.78	14.89±0.56
T1	87.60±10.97 bc	13.00±1.00 b	129.00±6.08 a	24.61±2.89 a	89.43±6.32	15.93±1.67
T2	92.33±15.70 abc	13.67±1.15 ab	126.47±5.51 a	23.24±2.31 a	79.38±4.93	16.26±1.61
T3	99.00±4.00 ab	14.33±0.58 ab	122.25±2.52 ab	21.00±1.00 ab	78.12±3.52	16.30±1.30
T4	100.67±2.08 a	15.00±1.00 a	125.47±1.53 a	23.57±2.08 a	80.00±4.23	16.14±1.17
CV (%)	12.03	12.89	4.59	13.54	7.61	7.82
LSD	12.946*	1.458**	7.368*	4.183*	ns	ns

*, **: P<0,05 ve P<0,01 düzeyinde önemli (*, **: Significant at P<0,05 and P<0,01).

Same letters in a column are not significantly different (Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark yoktur).

ns: non-significant (önemli değil).

Table 3. Effects of sewage sludge and iron applications on the macro elements content of maize.

Çizelge 3. Atık çamur ve demir uygulamalarının mısır bitkisinin makro element içeriği üzerine etkisi.

Treatments Uygulamalar	N	P	K	Ca	Mg	Na
C	27.23±0.31 b	1.77±0.06	27.67±1.24 b	6.63±0.40	2.63±0.15	0.16±0.06 b
T1	30.43±1.10 a	1.83±0.15	36.43±1.82 a	7.17±0.76	3.07±0.15	0.20±0.02 ab
T2	31.13±1.70 a	1.90±0.20	35.03±2.26 a	7.93±0.60	3.13±0.38	0.23±0.05 ab
T3	30.40±0.26 a	1.80±0.10	35.97±1.54 a	7.47±0.84	3.23±0.40	0.25±0.06 a
T4	30.33±0.29 a	1.63±0.06	36.50±3.12 a	7.33±1.46	3.27±0.29	0.16±0.01 b
CV (%)	5.42	7.88	11.39	11.88	11.21	24.23
LSD	2.641**	ns	4.721**	ns	ns	0.703**

*, **: P<0,05 ve P<0,01 düzeyinde önemli (*, **: Significant at P<0,05 and P<0,01).

Same letters in a column are not significantly different (Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark yoktur).

ns: non-significant (önemli değil).

Table 4. Effects of sewage sludge and iron applications on the micro elements content of maize.

Çizelge 4. Atık çamur ve demir uygulamalarının mısır bitkisinin mikro element içeriği üzerine etkisi.

Treatments Uygulamalar	Fe	Cu	Zn	Mn	B
C	129± 2.07 d	6.93±0.06 b	20.24±0.92 b	37.66±2.72	7.19±0.06 c
T1	155±10.60 c	7.63±0.42 a	23.82±2.03 a	38.51±3.29	9.86±1.52 b
T2	175±11.83 bc	7.48±0.45 a	24.20±2.77 a	39.12±4.47	11.68±0.74 a
T3	185±16.00 ab	7.40±0.36 a	25.17±0.22 a	40.69±0.35	12.14±0.69 a
T4	205±12.96 a	7.30±0.30 ab	24.92±1.26 a	40.28±2.04	7.37±0.07 c
CV	16.85	5.20	9.86	6.93	23.44
LSD	23.661**	0.423*	3.256**	ns	1.805**

*, **: P<0,05 ve P<0,01 düzeyinde önemli (*, **: Significant at P<0,05 and P<0,01).

Same letters in a column are not significantly different (Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark yoktur).

ns: non-significant (önemli değil).

A multi linear discriminant analysis had been used to determine overall impacts of sewage sludge and Fe applications on parameters used in the present study (Figure 1). This analysis considers all plant and soil properties used in this study. Each group was arranged for each treatment and effects were set to be distance between each group. Significance of difference between treatments is established by distance between two circles on the Figure 1 with $\alpha=0.05$. Differentiations in position of groups in the figures of discriminant analysis also showed that all treatments appear to be significantly influenced on study parameters; whereas, these differences were explained by 86% ($R^2=0.86$). Plots under T1 and T4 treatments were observed to have higher significant impacts in comparison to T2 and T3 treatments under considerations of all parameters together. Observations for plots under T1 treatment showed that N content, plant dry, and fresh weights were most affective properties.

Comparable results were also monitored for T2 treatment. However, plant height for T3 treated plots and N of leaves and plant height for T4

treated plots showed difference in comparison to T1 and T2. Phosphorus contents were negatively influenced by all (T1, T2, T3, and T4) treatments in comparison to those under control.

In conclusion, the applications of T1, T2 and T3 increased the yield and the amounts of N, K, Cu and Zn of maize as much as T4 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) application. But, the effect of these treatments on the amounts of P, Ca, Mg and Mn of maize was not significant. The most effective treatments on Fe content of maize were T3 and T4 applications. According to these results, application of 15 mg kg^{-1} Fe in sludge (T3) is sufficient for Fe need of maize. However, further researches are needed on this field. Since the chemical properties of sewage sludge from every treated plant may vary, the characteristics of sewage sludge must be well defined before application to the soils. The obtained results from this study were valid only for this preliminary study for soil and sewage sludge and should be used without generalization as they can vary under different conditions such as soil and climate.

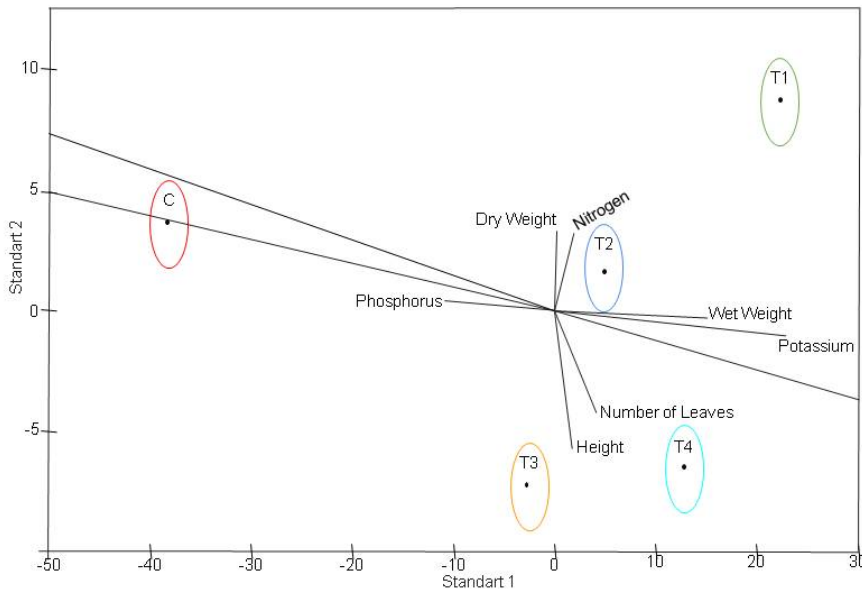


Figure 1. The overall impacts of sewage sludge and Fe applications on parameters used in the present study (C: Control; T1: Treatment 1; T2: Treatment 2; T3: Treatment 3; T4 Treatment 4).

Şekil 1. Atık çamur ve demir uygulamalarının mısır bitkisinin bu çalışmadaki tüm parametreler üzerine etkileri (C: Kontrol; T1: Uygulama 1; T2: Uygulama 2; T3: Uygulama 3; T4 Uygulama 4).

REFERENCES

- Al-Nahidh, S. 1991. Effect of frequency of irrigation on sewage sludge-amended soil and corn nutrition. *Arid Soil Res. Rehabil.* 5 (2): 137-146.
- Allison, L. E., and C. D. Moodie. 1965. Carbonate. pp. 1379-1396. *In: C. A. Black, D. D. Evans, J. L. White, L. E. Ensminger, and F. E. Clark (Eds.) Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. No. 9 in the Series Agronomy. American Society of Agronomy, Madison, WI. U.S.A.*
- Arcak, S., C. Turkmen, A. Karaca, and E. Erdogan. 2000. A Study on potential agricultural use of sewage sludge of Ankara wastewater treatment plant, Proc. of Int. Symp. on Desertification. 13-17 June 2000. Konya. s. 345-349.
- Bellamy, K. L., C. Chong, and R. A. Cline. 1995. Paper sludge utilization in agriculture and container nursery culture. *J Environ Qual.* 24 (6): 1074-1082.
- Bremner, J. M. 1965. Total Nitrogen. p. 1149-1178. *In: C.A. Black (Ed.). Methods of Soil Analysis. Part-2. American Society of Agronomy Inc, Publisher Madison, Wisconsin, USA.*
- Black, C. A. 1965. Method of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, American Society of Agronomy, Inc, Publisher, Madison, Wisconsin USA.
- Bouyoucos, G. J. 1962. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. *Agron J.* 54: 419-434.
- Christie, P. D., D. L. Easson, and J. R. Picton. 2001. Agronomic value of alkaline-stabilized sewage biosolids for spring barley. *Agron J.* 93 (1): 144-151.
- Cimrin, K. M., M. A. Bozkurt ve I. Erdal. 2000. Kentsel arıtma çamurunun tarımda fosfor kaynağı olarak kullanılması, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi 10 (1): 85-90.
- Cimrin, K. M., S. Karaca ve M. A. Bozkurt. 2001. Mısır bitkisinin gelişimi ve beslenmesi üzerine humik asit ve N P K uygulamalarının etkisi, Tarım Bilimleri Dergisi 7 (2): 95-100.
- El Dawwey, G. M. 1993. Effectiveness of sewage sludges and basic slag wheat plants grown in sandy calcareous and loamy soils, *Assuit Journal of Agricultural Sciences* 24: 171-184.
- El-Naim, M. A., M. El-Housseini and M.H Naeem. 2005. Safety use of sewage sludge as soil conditioner. *J. Environ. Sci. Heal. A.* 39 (2): 435-444.
- Espinosa, A. P., J. Moreno-Caselles, R. Moral, M. D. Perez-Murcia, and I. Gomez. 2000. Effects of sewage sludge application on salinity and physico-chemical properties of a calcareous soil, *Arch. Agron. Soil Sci.* 45 (1): 51-56.
- Galdos, M. V., I. C. De Maria, and O. A. Camargo. 2004. Soil chemical properties and maize production in a sewage sludge-amended soil. *Rev. Bras. Cienc. Solo.* 28 (3): 569-577.
- Garcia, M.D., R. Rodriguez, C.Cruzl and F.Lorenzo.2007. Seasonal and time variability of heavy metal content and of its chemical forms in sewage sludge from different wastewater treatment plants. *Sci. Total Environ.* 382 (1): 82-92.
- Giannakis, G.V., N.N. Kourgiyalas, V.Paranychianakis, N.P.Nikolaidis and N. Kalogerakis. 2014. Effects of Municipal Solid Waste Compost on Soil Properties and Vegetables Growth. *Compost Sci. Util.* 22 (3): 116-131.
- Junio, Z., R. Geraldo, R. A.Sampaio, and G. B. Santos. 2011. Heavy metals concentrations in maize fertilized with phosphate rock and sewage sludge compost. *Rev. Bras. Eng. Agr. Amb.* 15 (10): 1082-1088.
- Kacar, B. 1984. Bitki Besleme Uygulama Kılavuzu, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 900, Uygulama Kılavuzu No. 214, Ankara.
- Khan, K. D., and B. Frankland. 1983. Chemical forms of Cd and Pb in some contaminated soils, *Environ. Pollut.* 6: 15-31.
- Knudsen, D., G. A. Peterson, and P. F. Pratt. 1982. Lithium, sodium and potassium. p. 225-246. *In: A. L. Page et al. (ed.) Methods of soil analysis: Part 2. Chemical and microbiological properties. ASA-SSSA, Madison, Wisconsin, USA.*
- Lambert, D., and T. Weidensaul. 1991. Element uptake by mycorrhizal soybean from sewage-sludge-treated soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55:393-398.
- Lindsay, W. L., and W. A. Norvell. 1978 . Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42: 421-428.
- Lombi, E., and M. H. Gerzabek. 1998. Determination of mobile heavy metal fraction in soil: Results of a pot experiment with sewage sludge. *Commun. Soil Sci. Plan.* 29: 2545-2556.
- Macedo, F. G., W. J. Mello, L. C. S. Merlino, M. H. Ribeiro, M. A. Camacho, and G. M. P. Melo. 2012. Agronomic Traits of Corn Fertilized with Sewage Sludge. *Commun. Soil Sci. Plan.* 43: 1790-1799.
- Mays, D. A. and P. Giordano. 1988 . Benefits from land application of municipal sewage sludge, Tennessee Valley Authority, National Fertilizer Development Center, 49 p. USA.
- Menelik, G., R. B. Reneau Jr., D. C. Martens, and T. W. Simpson. 1991 . Yield and elemental composition of wheat grain as influenced by source and rate of nitrogen. *Journal of plant nutrition* 14: 205-217.
- Michael, K., A. McClintock, and A. Samuel. 1995. The availability of phosphorus in municipal wastewater sludge as a function of the phosphorus removal process and sludge treatment method. *Water Environ. Res.* 67 (3): 282-289.
- Olsen, S. R., and E. L. Sommers. 1982. Phosphorus soluble in sodium bicarbonate. p. 404-460. *In: A. L. Page, R. H. Miller, and D. R. Keeney (Eds), Methods of Soil Analysis. Part 2, Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy, Madison.*

- Pagliai, M., and G. Guidi. 1980. Porosity and pore size distribution in a field test following sludge and compost application, pp. 545-552. *In*: P. L'Hermite, H. Ott (Eds). *Characterization, Treatment and Use of Sewage Sludge*, Springer.
- Pinamonti, F., G. Stringari, F. Gasperi, and G. Zorzi. 1997. The use of compost: its effects on heavy metal levels in soil and plants. *Resour. Conserv. Recy.* 21: 129-143.
- Qasim, M., N. Javed, and M. Subhan. 2001. Effect of sewage sludge on the growth of maize crop. *J. Biol. Sci.* 1 (2): 52-54.
- Rao, C. R. 1973. *Linear Statistical Inference and Its Applications*. Sec. Ed., New York, John Wiley & Sons, Inc.
- Reed, B., P. Carriere, and M. Matsumoto. 1991. Applying sludge on agricultural land. *Bio Cycle*, 37: 57-60.
- Richard, L. 1969. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Agricultural handbook. United States Salinity Laboratory Staff, United States Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 60, Washington.
- Warman, P., and W. Termeer. 2005 . Evaluation of sewage sludge, septic waste and sludge compost applications to corn and forage: Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn and B content of crops and soils. *Bioresource Technology* 96: 1029-1038.

Determination of Yield and Yield Components in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Cultivars under Menemen-Izmir Ecological Conditions

Celal SAYILIR¹ V. Mehmet CINAR² Aydın UNAY^{3*}

¹*Ministry of Agriculture and Forestry, Menemen-Izmir/TURKEY*

²*Graduate School of Natural and Applied Sciences, Uni. of Aydın Adnan Menderes, Aydın/TURKEY*

³*Dept. of Field Crops, Agr. Fac., Uni. of Aydın Adnan Menderes, Aydın/TURKEY*

*Corresponding author (Sorumlu Yazar) e-mail: aunay@adu.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 26.07.2018 Accepted (Kabul tarihi): 28.01.2019

ABSTRACT: In the study, it was aimed to determine the performance of 5 safflower varieties in İzmir Menemen District where monoculture cotton is grown and soil alkalinity problems affected the crop productivity. Balcı, Dinçer, Linas, Olas and Remzibey-05 safflower varieties were arranged in the Randomized Complete Block Design with 4 replications in the 2014 - 2015 growing season. As a result, plant height (86.3-103.3 cm), head number (13.38-25.71), head diameter (1.80-2.30 cm), flowering days (196.30-199.80), maturing days (216.30-219.80), grain yield (1560-2500 kg ha⁻¹), thousand seed weight (42.80-54.10 g), hull ratio (41.87-50.29 %), oil content (25.35 - 35.03 %), and oil yield (492.1-872.5 kg ha⁻¹) were determined. In conclusion, Olas and Linas varieties with low hull ratio, high grain and high oil yield, could be recommended to Menemen, İzmir or similar conditions with ecological and soil characteristics.

Keywords: Safflower, cultivar, yield, oil content, hull rate.

Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinin İzmir Menemen Ekolojik Koşullarında Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi

ÖZ: Çalışmada, monokültür pamuk tarımının yapıldığı ve alkalilik sorunlarının olduğu İzmir Menemen İlçesinde aspir çeşitlerinin performansını belirlemek amaçlanmıştır. Balcı, Dinçer, Linas, Olas ve Remzibey-05 aspir çeşitleri 2014 - 2015 yetiştirme sezonunda Tesadüf Blokları Deneme Deseninde ve 4 tekerrürlü olarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda; bitki boyu 86,3-103,3 cm, yan dal sayısı 4,8-8,2, tabla sayısı 13,38-25,71, tabla çapı 1,80-2,30 cm, çiçeklenme gün sayısı 196,30-199,80 gün, olgunlaşma gün sayısı 216,30-219,80 gün, tane verimi 1560-2500 kg ha⁻¹, bin tane ağırlığı 42,80-54,10 g, kabuk oranı % 41,87-50,29, yağ oranı % 25,35-35,03, yağ verimi 492,1-872,5 kg ha⁻¹ arasında değişmiştir. Araştırma sonuçlarına göre yapılan değerlendirmede; yüksek tane verimi ve yağ verimi buna karşın düşük kabuk oranına sahip Olas ve Linas çeşitlerinin Menemen, İzmir ve benzer ekoloji ve toprak özelliklerine sahip koşullarında önerilebileceği kanısına varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Aspir, çeşit, verim, yağ içeriği, kabuk oranı.

INTRODUCTION

Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) which belongs to Compositeae or Astraceae family is only cultivated species of the genus, and it has been traditionally grown for its flower and oilseed, fabric dyes, and food coloring in more than 20

countries (Golkar, 2014). The special cultivated zone was shown as a band from the Mediterranean Sea to the Pacific Ocean (Jaradat and Shahid, 2006). Recently, safflower, oil plant, is shown as one of the alternative products that can be evaluated in irrigated areas due to its tolerance to

salinity and weeds. There are spiny and spineless cultivars (Gautam *et al.*, 2014; Katar *et al.*, 2014) and spiny cultivars were successfully grown in drought areas (Kaya *et al.*, 2003). On the other hand, when global climate change parameters are taken into account, the increasing scenario of arid regions increases the future importance of safflower plants (Baydar and Gökmen, 2003; Inan, 2014).

It was cultivated over an area of 1.140 thousand hectares and had a production of 950 thousand tons in the world. Yield was estimated as 83 kg da⁻¹ (Anonymous, 2017). On the other hand, according to TUIK Crop Production Data, approximately 27 thousand ha are planted in Turkey and with the yield of 1830 kg ha⁻¹, 50 thousand tons production is realized in total (Anonymous, 2016). The importance of safflower is increasing every year according to Agricultural Basins Product and Support Model of Turkey. Safflower can be grown in a 2-year cotton/1-year safflower rotation system.

Many field experiments were conducted to evaluate the yield and oil content of safflower varieties in winter and spring growing seasons (Uysal *et al.*, 2006; Koc *et al.*, 2010; Babaoğlu and Guzel, 2015; Oz, 2016). The increase in oil content of commercial cultivars of safflower was achieved mostly by reduction in the amount of seed hull (McGuire *et al.*, 2018). Safflower seed is composed of 33-60% hull and 40-67% kernel (Dajue and Mündel, 1996; Pahlavani, 2005). The seed oil content ranges between 20 to 45% depending on variety and growing environment.

The dominant field crop is cotton and monoculture agriculture system is applied in İzmir/Menemen. Due to salinity and alkalinity problems in cotton fields, producers are seeking to apply cropping system. The introduction of safflower as a new crop to a regional cropping system requires information concerning its performance under local environmental conditions. Our study aims to determine the yield and yield components of the safflower cultivars as well as the oil ratio and oil yield in these areas.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was carried out in a farmer field in İzmir Menemen (38°33'18.5"N longitude and 27°00'51.1"E latitude) during the growing period of 2014-2015. The soil characters of experimental area are clay, alkaline (8.11) and non-saline (0.042%). It was also found that the organic matter, nitrogen, phosphorus and potassium are insufficient (1.72), sufficient (0.112%), insufficient (2.1 ppm) and high (243 ppm), respectively. Climatic data (Figure 1) shows that the temperature distribution for nine months of growing season is similar to the average for many years, and the temperatures values were high in March. In the rainfall values, the December-March monthly period of the trial year is higher than the average of the long term data, whereas the April-June period was drier except June (Anonymous, 2015).

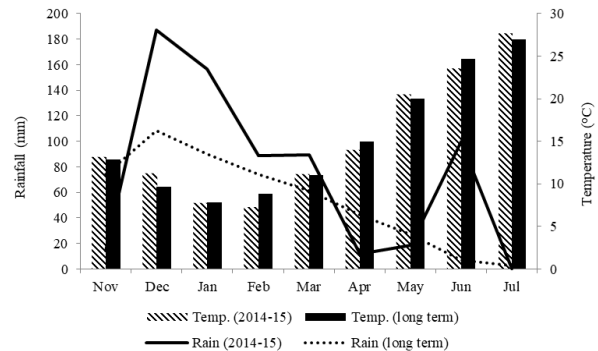


Figure 1. Monthly temperature (°C) and amount (/depth) of rainfall in Menemen in 2014-15 and longterm.

Şekil 1. Menemen'e ait 2014-15 yılı ve uzun dönem aylık sıcaklık ortalamaları ve yağış miktarı.

Five safflower varieties, Balcı, Dinçer, Linas, Olas and Remzibey-05 (*Carthamus tinctorius* L.) were used as material in the study. Dinçer and Remzibey-05 varieties were improved by Anatolia Agricultural Research Institute. Dinçer is a spineless type. As Remzibey-05, Dinçer and Balcı are early and spring varieties, these are recommended for dry areas. All safflower cultivars were defined as linoleic acid type. The varieties were planted on 11th November in 2014, the Randomized Complete Block Design with 4

replications was arranged. Row and intra row spacing were 0.30 m and 0.05 m, and plant density was approximately 670 thousand plant ha⁻¹. The parcels area at harvest was 5.0 m². For all parcels, the recommended fertilizer rate of 75:35:35 of NPK was applied using a compound fertilizer (NPK 15:15:15) to supply 200 kg each of NPK ha⁻¹ before sowing as basal application and ammonium sulfate (21 %N) to supply the remaining dose (200 kg ha⁻¹) of nitrogen at the start of the elongation phase. The hoeing for weeding was applied at the start of the elongation phase. After the physiological maturity, harvest was performed by parcel harvester (HEGE) on 13th June 2015. Before harvest, plant height (cm), number of branches and head number per plant, head diameter (cm), the number of days 50% flowering and maturing were determined. Grain yield (kg ha⁻¹), thousand seed weight (g), hull rate (%), oil rate (%) and oil yield (kg ha⁻¹) were recorded in harvest and laboratory. The oil rate of dried seeds was determined in a Soxhlet system (Anonymous, 1993).

Data were analyzed using TOTEM-STAT statistics Package Program according to Randomized Complete Block Design. Differences between means were compared using the LSD (Steel and Torrie, 1980).

RESULTS AND DISCUSSION

The variance analysis revealed the significant differences among the varieties except for the thousand seed weight. The mean values for the characteristics and the statistical groups are given in Table 1. Plant height varied between 86.3 and

103.3 cm. The highest plant height was obtained from Linas (103.3 cm). This species was followed by Olas (96.6 cm) and Dinçer (92.2 cm) in the same statistical group. Balcı and Remzibey-05 were in the last group with 86.3 cm. The obtained plant height values were taller than that of Koc *et al.* (2010) under Konya; Uysal *et al.* (2006) Isparta; and Babaoğlu and Guzel (2015) Edirne ecological conditions whereas our values were found to be lower than the values of winter sowings by Oz (2016) under Bursa conditions. Despite similar varieties such as Remzibey-05, Dinçer and Balcı were used in their studies; the determination of different plant heights reveals the effects of climate, soil characteristics and agricultural practices.

Head numbers ranged from 25.61 (Dinçer) to Linas (13.38). Dinçer (25.61) and Remzibey-05 (20.48) were found to have the highest head numbers. Head numbers of our study were found to be lower than the values in the study carried out by Oz (2016), but higher than the winter results under Çanakkale ecological conditions by Coskun (2014). Linas (1.92 cm) and Remzibey-05 (1.82 cm) varieties had the lowest values while Dinçer (2.30 cm) and Olas (2.12 cm) varieties had the highest values in the head diameter. When flowering and maturation periods are evaluated together, maximum values were recorded at Linas variety (199.50 and 219.50 days) whereas Olas variety (196.30 and 216.30 days) had the lowest values. The results of flowering and maturity values found to be higher than stated by Oz (2016). The maturity of safflower varieties in our study delayed due to excessive rainfall in especially in June (Figure 1).

Table 1. Mean values of plant height (PH), head number (HN), head diameter (HD), flowering period (FP), maturity period (MP).

Çizelge 1. Bitki boyu (BB), tabla sayısı (TS), tabla çapı (TÇ), çiçeklenme gün sayısı (ÇGS) ve olgunlaşma gün sayısı (OGS) ortalama değerleri.

Varieties Çeşitler	PH BB (cm)	HN TS (number)	HD TÇ (cm)	FP ÇGS (day)	MP OGS (day)
Balcı	86.3 c	16.60 bc	1.80 c	197.00 b	217.00 b
Dinçer	92.2 b	25.61 a	2.30 a	197.50 bc	217.50 bc
Linas	103.3 a	13.38 c	1.92 bc	199.50 c	219.50 c
Olas	96.9 b	19.90 b	2.12 ab	196.30 a	216.30 a
Remzibey-05	86.3 c	20.48 ab	1.82 bc	199.80 c	219.80 c
LSD (α : 0.05)	5.76	5.24	0.31	1.04	1.17
CV (%)	4.02	14.19	10.12	0.34	0.32

Same letters in a column are not significantly different at the 0.05 probability levels.

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark ($P \leq 0,05$) yoktur.

Table 2. Mean values of thousand kernel weight (TKW), grain yield (GY), hull rate (HR), oil rate (OR) and oil yield (OY).
Çizelge 2. 1000 tane ağırlığı (BDA), verim (V), kabuk oranı (KO), yağ içeriği (YO) ve yağ verimi (YV) ortalama değerleri.

Varieties	TSW BDA (g)	GY V (kg ha ⁻¹)	HR KO (%)	OR YO (%)	OY YV (kg ha ⁻¹)
Balcı	42.80	1563.30 b	45.93 ab	31.08 c	492.10 b
Dinçer	48.80	2506.70 a	50.29 b	25.35 d	632.00 b
Linas	50.20	2447.50 a	41.87 a	34.07 ab	828.30 a
Olas	51.10	2498.70 a	42.99 a	35.03 a	872.50 a
Remzibey-05	43.00	1854.20 b	49.08 b	32.04 bc	598.20 b
LSD (α : 0.05)		572.20	4.92	2.74	188.50
CV (%)	6.74	14.12	6.93	5.63	14.87

Same letters in a column are not significantly different at the 0.05 probability levels.
Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark ($P \leq 0,05$) yoktur.

No significant differences among cultivars were found for thousand seed weight. The higher values were recorded in Olas (51.10 g), Linas (50.20 g) and Dinçer (48.80 g), respectively. Balcı (42.80) and Remzibey-05 (43.00 g) were in the lowest line (Table 2). The grain yield in our study was varied between 2506.70 kg ha⁻¹ (Dinçer) and 1563.30 kg ha⁻¹ (Balcı). Whereas Dinçer (2506.70 kg ha⁻¹), Olas (2498.70 kg ha⁻¹) and Linas (2447.50 kg ha⁻¹) were statistically in the first group whereas Remzibey 05 (1854.20 kg ha⁻¹) and Balcı (1563.30 kg ha⁻¹) were in the lowest yielding group. Under the conditions of Edirne, Babaoğlu and Guzel (2015) were recorded a yield of 4660-3620 kg ha⁻¹ in March sowing date; Koc *et al.* (2010) found a yield of 1500-2930 kg ha⁻¹ in spring growing under Konya conditions, and a yield of 1500-3950 kg ha⁻¹ was determined by Oz (2016) in winter growing of Bursa. The yields in our study were found to be lower than those found by the researchers. On the contrary, it is similar to winter sowing in Çanakkale conditions by Coskun (2014), Uysal *et al.* (2006) found to be significantly higher than the 520-800 kg ha⁻¹ yields determined in summer cultivation under Isparta ecological conditions. According to these results, is concluded that safflower yields may show high variation depending on ecological conditions and sowing time.

The highest oil content in our study was obtained from 35.03% and 34.07% of Olas and Linas varieties, respectively. The lowest oil content was determined as 25.35% in Dinçer variety. The oil contents mentioned are in paralel with Coskun (2014) and Koc *et al.* (2010) but lower than 42.1%

and 31.2% found by Babaoğlu and Guzel (2015). The values of grain yield and oil ratio were in various values except Dinçer variety, and the highest oil yield values were determined in Olas and Linas varieties. Despite the low oil content, the highest hull rate values (50.29% and 49.08%, respectively) were found in Dinçer and Remzibey 05 varieties. In Linas and Olas varieties, statistically significant low hull ratios were determined.

CONCLUSION

Although Remzibey-05 and Dinçer varieties are recommended for dry areas by many researchers, the yield values of Dinçer, Olas and Linas varieties show that safflower can be successfully grown in Menemen conditions. In a technical point of view, high hull ratio of Dinçer variety adversely affects its oil yield. Although Olas and Linas varieties have higher thousand seed values, their hull rates were found low. The oil content and oil yield of these varieties were higher than the others. From the results obtained, it is concluded that Olas and Linas varieties have higher cultivation potential in the Aegean Coastal Zone, Turkey.

REFERENCES

- Anonymous. 1993. AOCS. Official methods and recommended practices. The American Oil Chemists Society, Champaign, IL.
- Anonymous. 2015. General Directorate of Meteorological Service, İzmir-Turkey.
- Anonymous. 2016. TUIK. Turkey Statistic Institute. Crop Production Statistics (www.turkstat.gov.tr).
- Anonymous. 2017. FAO Database (www.fao.org).

- Babaoglu, M., and M. Guzel. 2015. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) breeding activities at Trakya Agricultural Research Institute. Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics 1: 20-25.
- Baydar, H., and O. Y. Gokmen. 2003. Hybrid Seed Production in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Following the Induction of Male Sterility by Gibberellic Acid. Plant Breed. 122: 459-461.
- Coskun, Y. 2014. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'in Kışık ve Yazlık Ekim Olanakları. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 1 (4): 462-468.
- Dajue, L., and H. H. Mündel. 1996. Safflower. *Carthamus tinctorius* L.. In: Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops.7. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome Italy. <http://safflower.wsu.edu/> (Accessed 04/12/2018).
- Gautam, S., S. Bhagyawant, and N. Srivastava. 2014. Detailed study on therapeutic properties, uses and pharmacological applications of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). International Journal of Ayurveda and Pharma Research 2 (3): 5-16.
- Golkar, P. 2014. Breeding improvements in safflower (*Carthamus tinctorius* L.): A Review. Australian Journal of Crop Sci. 8 (7): 1079-1085.
- Inan, D. 2014. İzmir Bornova koşullarında yazlık ve kışık bazı aspir çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının karşılaştırılması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, İzmir.
- Jaradat, A.A., and M. Shahid. 2006. Patterns of Phenotypic Variation in a Germplasm Collection of *Carthamus tinctorius* L. from the Middle East. Genetic Resources and Crop Evolution 53 (2): 225.
- Katar, D., and I. Subaşı, Y. Arslan. 2014. Effect of different maturity stages in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) on oil content and fatty acid composition. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 9 (2): 83-92.
- Kaya, M. D., A. Ipek, A. Ozdemir. 2003. Effects of Different Soil Salinity Levels on Germination and Seedling Growth of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Tr. J. Agri. and Forestry 27: 221-227.
- Koc, H., R. Keles, U. Ulker, G. Gumuscu, B. Ercan, A. Gocmen, A. Akcaçık, A. Gunes, F. Ozdemir, E. Ozer, E. Uludag. 2010. Bazı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) hatlarının verim, verim öğeleri ve kalite özellikleri ile bu özellikler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. Bitkisel Üretim Dergisi 2: 1-7.
- McGuire, P. E., A. D. Damania, and C. O. Qualset. 2018. Safflower in California: The Paulden F. Knowles personal history of plant exploration and research on evolution, genetics, and breeding. www.ucanr.edu/sites/plantbreeding/files/151269.pdf. (Accessed 04/12/2018).
- Oz, M. 2016. Aspir(*Carthamus tinctorius* L.)'de Ekim Zamanı,Çesit ve Verim İlişkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 11 (1): 71-81.
- Pahlavani, M. H. 2005. Some technological and morphological characteristics of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) from Iran. Asian Journal of Plant Sciences 4 (3): 234-237.
- Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics . A Biometrical Approach. Second Edition. McGraw-Hill, New York, USA.
- Uysal, N., H. Baydar, S. Erbaş. 2006. Isparta Populasyonundan Geliştirilen Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Hatlarının Tarımsal ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 1 (1): 52-63.

Turunçgillerde Büyüme Düzenleyici Madde Uygulamalarının Meyve Dökümü ve Kalitesi Üzerine Etkileri

Gülendam SEZER Adalet MISIRLI Fatih ŞEN Nihal ACARSOY BİLGİN*

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir/TURKEY

**Corresponding author (Sorumlu yazar) e-mail: nihalacarsoy@yahoo.com*

Received (Geliş tarihi): 02.10.2017 Accepted (Kabul tarihi): 20.05.2018

ÖZ: Turunçgiller yüksek C vitamini içeriği nedeniyle sağlık açısından önem taşıyan, farklı kullanım alanlarına sahip olup severek tüketilen önemli bir meyve grubunu oluşturmaktadır. Dünya’da üretim miktarı çok yüksek olan bu türlerde hasat döneminde görülen meyve dökümleri ciddi ölçüde ürün kayıplarına yol açmaktadır. Ürünün geç dönemde pazara sunulması ve gelirin bu doğrultuda artışı sağlamak amacıyla meyvelerin ağaç üzerinde muhafaza edilmesi yaygın ve pratik uygulama olarak görülmektedir. Ancak bu aşamada, meyve dökümleri ve kalite kayıpları ile ilgili sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, bazı bitki büyüme düzenleyici maddelerin belirli dönemlerde ve dozlarda ağaçlara uygulanması ile meyve dökümleri önemli derecede azaltılabilmektedir. Böylece kalite özellikleri korunarak daha geç dönemlerde hasat mümkün olabilmektedir.

Anahtar sözcükler: Turunçgiller, büyüme düzenleyici maddeler, ağaçta depolama, meyve dökümü, kalite.

Effects on Fruit Drop and Quality of Growth Regulator Applications in Citrus

ABSTRACT: Citrus are of an important fruit group consumed with well-liked different uses and importance in terms of health due to its high vitamin C content. In these species, that the production amount is very high in the world, the fruits drop in the harvest period leads to serious product losses. It is common and practical application on-tree storage of fruit in order to present the product to the market in the late period and to increase the income. However, at this stage, problems arise with fruit drop and quality losses. In this context, fruit drops can be reduced significantly by applying some the plant growth regulators to trees at specific periods and doses and it is possible to harvest in later periods with maintaining quality characteristics.

Keywords: Citrus, growth regulators, on-tree storage, fruit drop, quality.

GİRİŞ

Dünya’da geniş bir coğrafyada yayılım gösteren ve en fazla yetiştiriciliği yapılan turunçgillerin, meyve olarak tüketiminin yanı sıra meyve kabuğu, yapraklar ve çiçekleri de gıda ve kozmetik sektörü açısından önem taşımaktadır (Akgün, 2006). Sağlık ve beslenme açısından özellikle yüksek C vitamini içeriği ile tür ve çeşitlerin farklı zamanlarda olgunlaşması sayesinde hem iç hem de dış pazar talebi sürekli yükseliş göstermektedir.

Meyvelerin pazara sunumunda sürekliliğin sağlanabilmesi ve bu süreçte kalite kayıplarının

önlenmesi açısından muhafaza büyük önem taşımaktadır. Uzun bir periyotta piyasaya ürün arzı bakımından meyvelerin normal ve soğuk koşullarda depolanması yanında ağaç üzerinde bekletilerek daha geç hasat edilmesi yaygın olarak kullanılan bir muhafaza şeklidir. Nitekim, dış pazarda yaşanan sorunlar ve üreticilerin geç dönemde daha yüksek fiyatla ürünü satma isteği meyvelerin ağaç üzerinde muhafaza edilmesine yol açmaktadır. Ancak hasat zamanının uzaması ve iklim koşullarına bağlı olarak, Akdeniz meyve sineği, mavi-yeşil küf ve rüzgar zararı meyve dökümüne neden olmaktadır (Kresting ve Özden,

2004). Bazı tür ve çeşitlerde sonbahar ve kış aylarındaki ekstrem iklim koşulları hasat öncesi meyve dökümlerine yol açmaktadır.

Turunçgillerin ağaç üzerinde muhafazasında, meyvelerde şeker/asit dengesinin bozulması, puflaşma ve kabuk kalınlaşması gibi kalite kayıpları görülmekte ve çürüklük etmenleriyle daha çabuk zararlanma ortaya çıkmaktadır (Tumminelli ve ark., 2005; Şen ve ark., 2013). Meyve dökümleri ve kalite kayıplarına çözüm olarak, bitki büyüme düzenleyicilerinin kullanımı dikkat çekmektedir. Zira bu maddeler, 1940 yılından itibaren, turunçgillerde, meyve dökümlerini azaltma, kabuk direncini artırarak renk gelişimini ve olgunlaşmayı geciktirme, meyve kalitesinin iyileştirilmesi, ürünün dayanıklılığını artırma dolayısıyla meyvelerin ağaçta depolama süresi ve hasat sezonunu uzatma konusunda kullanılmaktadır (Gambetta ve ark., 2014; Bons ve ark., 2015; Lal ve ark., 2015; Zurru ve ark., 2015; Khalid ve ark., 2016; Mir ve Itoo, 2017; Suman ve ark., 2017). Ayrıca bu maddeler farklı turunçgil türlerinde hastalık kayıplarının azaltılmasında da etkili olmaktadır (Yıldız ve ark., 2005; Chen ve ark., 2006; Darwish, 2015; Rokaya ve ark., 2016).

Bitki büyümesini düzenleyici maddeler, farklı zaman ve dozlarda ağaçlara püskürtülerek uygulanmaktadır. Bu maddelerden, günümüzde yasaklanmış olan 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxy acetic acid) ve yaygın olarak kullanılan GA₃ (Giberellik acid) ayrıca NAA (Naphthalene acetic acid), BA (Benzyl adenine), kinetin, AVG (Aminoethoxyvinylglycine), 2,4-DP (2,4 Dichloro phenoxy propionic), 1-MCP (1-Methylcyclopropene) ve 3,5,6-TPA (3,5,6-Trichloro-2-Piridil oxyacetic acid) tek başına ya da GA₃ + AVG, GA₃ + NAA, GA₃ + 2,4-D ve NAA + 1-MCP gibi farklı kombinasyonları şeklinde uygulanmaktadır.

Bu maddeler ağaçlara, tam çiçeklenme (Campbell ve ark., 1999; Duarte ve ark., 2006; Ullah ve ark., 2014), çiçeklenmeden sonra (Duarte ve ark., 2006), çiçeklenme ve meyve oluşumu aşamasında (Khalid ve ark., 2012), genç meyve dönemi ve sonrasında (Saleem ve ark., 2007; Ghosh ve ark., 2012), renk

dönümü öncesi, renk dönümü ve renk dönümü sonrası (Fidelibus ve Davies, 2002; Almeida ve ark., 2004; Şen ve ark., 2009; Şen ve ark., 2013) olmak üzere değişik dönemlerde ve uygulama dozlarında püskürtülmektedir. Tüm uygulamalar, yayıcı yapıştırıcı kullanılarak bahçe pülverizatörü ile ağacın her yerini iyice ıslatacak şekilde gerçekleştirilmektedir (Sezer, 2015; Rokaya ve ark., 2016).

Ekonomik açıdan değer taşıyan ve geniş bir tüketici kitlesine sahip olan turunçgillerde, meyve döküm oranının azaltılabilmesi ve kalite kayıplarının önlenmesi amacıyla portakal (Almeida ve ark., 2004; Tumminelli ve ark., 2005; Sezer, 2015), mandarin (Pozo ve ark., 2000; Ritenour ve Stover, 2000; Greenberg ve ark., 2006; Şen ve ark., 2009; Amiri ve ark., 2012), limon (El-Zeftawi, 1980) ve greyluft (Ferguson ve ark., 1984) türlerine dahil birçok çeşitte bazı büyüme düzenleyici maddeler uygulanarak çok sayıda araştırma gerçekleştirilmiştir.

BÜYÜME DÜZENLEYİCİ MADDE UYGULAMALARI

Farklı turunçgil tür ve çeşitlerinde bitki büyüme maddeleri ile yapılan uygulamalar, meyve döküm oranı ile iç ve dış kalite özellikleri üzerinde etkili olmaktadır. Bunlar ayrıntılı biçimde aşağıda yer almaktadır.

2,4-D (2,4- Dichlorophenoxy Asetik Asit)

Farklı dozlarda 2,4 D uygulaması ile Navel (Anthony ve Coggins, 1999), Pineapple (Malik ve ark., 1993) ve Mosambi (Ghosh ve ark., 2012) portakallarında, meyve döküm oranının azaldığı, meyvelerin ağaçta depolama süresi ve dolayısıyla hasat sezonunun uzadığı belirlenmiştir. Bu konuda, Satsuma mandarininde 60 ppm (Amiri ve ark., 2012), Nova mandarininde 40 ppm (Greenberg ve ark., 2006) ve Kinnow mandarininde 20 ile 10 ppm (Nawaz ve ark., 2008) dozlarının kontrole göre istatistiki önem düzeyinde dökümü azalttığı görülmüştür. Redblush greyluft çeşidinde 4, 8, 16 ppm (Anthony ve Coggins, 1999) ve Marsh Seedless greyluft çeşidinde renk dönümünde 20 ppm (Ferguson ve ark., 1982) uygulaması ile meyve döküm oranının azaldığı bildirilmektedir.

Verim açısından değerlendirildiğinde, Nova mandarininde, kontrolde 37 kg/ağaç olarak belirlenen bu değer, erken dönemde 2,4-D uygulaması ile artış göstererek 50 kg/ağaca ulaşmış, dolayısıyla meyve dökümü azalmış ve meyve iriliği artış göstermiştir (Greenberg ve ark., 2006). Yine bu uygulama ile (10 ve 20 ppm) mandarin (Nawaz ve ark., 2008) ve portakal çeşitlerinde (Malik ve ark., 1993) daha büyük meyveler elde edildiği rapor edilmiştir.

Ayrıca Pineapple portakalında kabuk kalınlığı azalırken (Malik ve ark., 1993), Mosambi portakal çeşidinde ise C vitamin içeriği ve meyve suyu miktarı bakımından farklılık ortaya çıkmamıştır (Ghosh ve ark., 2012). Uygulama yapılan Kinnow mandarininde meyvelerin toplam asit içeriği azalış göstermiştir (Nawaz ve ark., 2008).

GA₃ (Giberellik Asit)

Turunçgillerde geniş bir kullanım alanına sahip olan GA₃; meyve dökümünü engelleme, ortalama meyve ağırlığı, kabuk özellikleri, meyve suyu verimi, suda çözünür kuru madde, titre edilebilir asit ve C vitamini gibi özellikler üzerinde etkili bulunmaktadır. Bu bağlamda, Owari Satsuma çeşidine renk dönümünden 2 hafta önce ve renk dönümünde 10 ppm (Şen ve ark., 2013), Blood Red, Mosambi ve Succari portakal ağaçlarına 30 ppm (Ullah ve ark., 2014) GA₃ uygulamasının, meyve dökümünü engelleyerek ve kabuk yaşlanmasını geciktirerek meyvelerin ağaç üzerinde depolanmasına olanak sağladığı belirlenmiştir. Benzer şekilde, Sezer (2015), tarafından yürütülen çalışmada, Valensiya Late portakal ağaçlarına iki kez 10 ppm GA₃ uygulamasının, meyve döküm oranını azaltarak, meyve kabuğunun renk gelişimini geciktirerek ve meyvelerin kalitesini muhafaza ederek ağustos sonuna kadar ağaçta depolanmasına olanak sağlayabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Ortalama meyve ağırlığı, Blood Red portakal çeşidinde 10 ve 25 ppm (Saleem ve ark., 2007), Pineapple portakallarında 20 ppm GA₃ (Malik ve ark., 1993) ve Kinnow mandarininde 10 ppm GA₃ (Nawaz ve ark., 2008) uygulanan ağaçlarda en

yüksek değerde tespit edilmiştir. Buna karşılık, Sunburst mandarininde 25 ppm (Poza ve ark., 2000) GA₃ uygulamasında ağırlığın azaldığı, Fallgle Tangerine ve Ruby Red greylort çeşitlerinde 30 g/da uygulamasının meyve ağırlığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir (Ritenour ve ark., 2005).

Meyve kabuğunun, GA₃ uygulaması ile Blood Red portakalında incelendiği (Saleem ve ark., 2007), Pineapple portakallarında ise kalınlaştığı belirlenmiştir (Malik ve ark., 1993). Sunburst mandarin ağaçlarına 25 ppm GA₃ uygulamasında, meyve kabuk kalınlığının azaldığı, kabuk puflaşmasının engellendiği ve meyve kabuğunda renk değişiminin normal hasat zamanına göre 6-8 hafta geciktiği, ayrıca kabuk sıklığının ve dolayısıyla kabuk direncinin arttığı vurgulanmaktadır (Poza ve ark., 2000). Benzer şekilde, W. Navel (Ismail ve Wilhite, 1992), Hamlin, Pineapple Valensiya (Davies ve ark., 1997) ve Blood Red (Davies ve ark., 1999) portakal, Fallgle Tangerine ve Ruby Red greylort (Ritenour ve ark., 2005) çeşitlerinde uygulamaların kabuk direncini arttırdığı ifade edilmiştir. Ayrıca, portakal çeşitlerinde kabuk direncini koruma bakımından erken dönemde yapılan GA₃ uygulamaları etkili bulunurken, renk dönümü sonrasındaki uygulamaların kabuk renk değişimini geciktirdiği saptanmıştır (Fidelibus ve Davies, 2002).

Uygulamalar ile meyve suyu miktarı, bazı portakal (Saleem ve ark., 2007) ve mandarin (Khalid ve ark., 2012) çeşitlerinde artış gösterirken, Pineapple portakalları (Fidelibus ve Davies, 2002) ve greylort çeşitlerinde (Ritenour ve ark., 2005) önemli bir etki ortaya çıkmamıştır. Diğer taraftan, 45 g/ha GA₃ uygulamasında, en yüksek meyve suyu verimine Hamlin portakalında uygulamadan 1,5-3 ay, Valensiya Late portakalında 5 ay sonra ulaştığı bildirilmektedir (Fidelibus ve Davies, 2002).

Toplam suda çözünür kuru madde miktarı, Blood Red portakal çeşidinde 10, 20 ve 25 ppm (%6.21) (Saleem ve ark., 2007) ve Kinnow mandarin çeşidinde ise 100 ppm (%10,78) GA₃

uygulamalarında (Nawaz ve ark., 2008) en yüksek düzeyde saptanmıştır. GA₃ uygulamalarının W. Navel (Ismail ve Wilhite 1992), Blood Red (Davies ve ark., 1999) Hamlin, Pineapple ve Valensiya portakal (Davies ve ark., 1997), Fallgle Tangerine ve Ruby Red greyfurt çeşitlerinde (Ritenour ve ark., 2005) toplam asit ve briks içeriği üzerine etkili olmadığı bulunmuştur. Kinnow mandarininde, toplam asit (Nawaz ve ark., 2008), portakallarda ise briks içeriği (Fidelibus ve Davies, 2002) azalırken Washington Navel (Frag ve Nagy, 2012) ve Satsuma çeşitlerinde SÇKM/TA oranı (Şen ve ark., 2009) yükselmiştir. C vitamini içeriği bakımından en yüksek değer Blood Red portakal çeşidinde 25 ppm (Saleem ve ark., 2007), Kinnow mandarin çeşidinde (24,13 mg/100g) 50 ppm (Nawaz ve ark., 2008) GA₃ uygulamalarında tespit edilmiştir. Satsuma mandarinlerine 10 ppm uygulamasında C vitamini içeriğinde sırasıyla artış ve azalış meydana gelmiştir (Şen ve ark., 2009).

NAA (Naphthalene Acetic Acid)

Meyve dökümünün önlenmesinde, Pineapple portakallarında 300 ppm (Malik ve ark., 1993), Mosambi portakalında 15 ppm (Ghosh ve ark., 2012), Navel portakalında 100 ile 400 ppm (Anthony ve Coggins, 2001) ve Satsuma mandarininde 400 ppm NAA uygulamalarının etkili olduğu bulunmuştur (Amiri ve ark., 2012).

NAA uygulaması ile ortalama meyve ağırlığı, Pineapple (Malik ve ark., 1993) ve Mosambi portakalında (Ghosh ve ark., 2012), meyve eni ve boyu ise Washington Navel portakalında kontrole göre artış göstermiştir (Frag ve Nagy, 2012). Nova mandarin çeşidinde erken dönemde NAA uygulamaları, meyve seyreltmesine etkili olması nedeniyle meyve iriliğinin artmasına ve meyve çatlama oranının (%30), kontrol grubuna göre azalmasına (%36) neden olurken verim üzerinde etkili olmamıştır. Geç dönemdeki uygulamalar ise meyve seyreltmesi üzerine etkili bulunmamış, meyve iriliği değişmemiş ancak çatlak meyve dökümünün azalması (%21) nedeniyle hasat edilen meyve sayısı ve verimde (52 kg/ağaç) artışa yol açmıştır (Greenberg ve ark., 2006).

Meyve suyu miktarı bakımından bazı portakal çeşitlerinde uygulamalara göre farklılık görülürken (Malik ve ark., 1993), bazılarında görülmemiştir (Ghosh ve ark., 2012). SÇKM/TA oranı, Washington Navel portakalında tam çiçeklenme döneminde, 25 ppm NAA (Frag ve Nagy, 2012), C vitamini içeriği Kinnow mandarininde 25,67 mg/100g ile 10 ppm NAA ve takiben 24,37 mg/100g ile 15 ppm NAA uygulamasında en yüksek bulunmuştur (Nawaz ve ark., 2008). Buna karşılık, Mosambi portakalında 15 ppm NAA uygulamasında C vitamini içeriği bakımından farklılık ortaya çıkmamıştır (Ghosh ve ark., 2012).

BA (Benzyladenine) ve Kinetin

Kinnow mandarin çeşidinde, meyve oluşumu döneminde, 30 ppm BA (%49,8) ve kinetin (%51,64) uygulamaları ile meyve suyu miktarında artış kaydedilmiştir. Çiçeklenme döneminde 20 ppm BA ve kinetin, meyve oluşumu döneminde ise 10, 20, 30 ppm BA ve kinetin uygulamalarının kontrol grubuna göre SÇKM, TA ve SÇKM/TA oranı üzerine istatistiki anlamda benzer etkiler gösterdiği vurgulanmaktadır. Ayrıca, 20 ppm kinetin meyve oluşumu döneminde uygulandığında, askorbik asit içeriği en düşük (34,88 mg/100 ml) bulunmuştur (Khalid ve ark., 2012).

2,4-DP (2,4 Dichlorophenoxypropionic)

Clausellina Satsuma mandarininde, meyveler 10-15 mm çapa ulaştığı dönemde, 50 ppm 2,4-DP püskürtüldüğünde meyve ağırlığı, meyve suyu verimi, asit ve suda çözünür kuru madde miktarında artış belirlenmiştir. Bu uygulamada, verim açısından 20 ppm 2,4-DP ve 25 ppm NAA uygulamaları arasında önemli bir farklılık ortaya çıkmazken, meyve kabuğu kalınlığı ve ağırlığı 2,4-DP uygulamasına göre azalış göstermiştir (Duarte ve ark., 2006).

1-MCP (1-Methylcyclopropene)

Washington Navel portakalında tam çiçeklenme döneminde, 5 mM 1-MCP uygulaması meyve dökümünü azaltma üzerine etkisi bakımından önerilmektedir. Ancak SÇKM/TA oranında azalma kaydedilmiştir (Frag ve Nagy, 2012).

3,5,6-TPA (3,5,6- Trichloro-2-Piridil Oxyacetic Asit)

Redblush ve Marsh Seedless greyfurtlarında, TPA uygulamalarının (10, 15 ve 20 ppm) meyve dökümünü kontrole göre %69-96 oranında azalttığı bildirilmektedir (Anthony ve Coggins, 2001). Nova mandarin çeşidinde ise, erken dönemdeki bu uygulamalarda, büyük ölçüde meyve dökümü görülürken, geç dönemdeki uygulamalarda verim yükselmiştir (Greenberg ve ark., 2006).

Kombine uygulamalar

Meyve döküm oranının azaltılmasında, Pera portakalında 25 ppm GA₃ + 2,4-D (Almeida ve ark., 2004), Navel portakalında çiçeklenmeden 5-9 hafta sonra 20 ppm 2,4-D + 20 ppm GA₃ (Lima ve Davies, 1984), Hamlin, Pineapple ve Valensiya portakal çeşitlerinde 18 g/da GA₃ + 24 g/da 2,4-D (Davies ve ark., 1997) uygulamalarının daha etkili olduğu ifade edilmektedir. Renk dönümünde, Arakapas mandarininde 20 ppm GA₃ + 25 ppm 2,4-D buna karşılık, Klemantin mandarininde 20 ppm GA₃ + 15 ppm 2,4-D uygulamaları önerilmektedir (Gregoriou ve ark., 1996). Aynı dönemde, Marsh Seedless greyfurt çeşidinde 20 ppm GA₃ + 20 ppm 2,4-D uygulamalarının meyve döküm oranını önemli derecede azaltması dolayısıyla meyvelerin ağaçta depolama süresini uzattığı bildirilmektedir (Ferguson ve ark., 1982).

GA₃ + 2,4-D uygulamaları, Navel portakalı (Lima ve Davies, 1984; Ismail ve Wilhite, 1992) ve sanayiye uygun portakal (Davies ve ark., 1997) çeşitlerinde meyve kabuk sıklığını arttırmış olup kabuk renk gelişimi ve kabuk yaşlanmasının gecikmesine neden olmuştur. Benzer şekilde, Marsh Seedless greyfurt ağaçlarına 20 ppm GA₃ + 2,4-D (Ferguson ve ark., 1984) ve 10 ppm GA₃ + 20 ppm 2,4-D (Dinar ve Krezdorn, 1976) uygulamalarının kabuk direncini arttırdığı ve renk gelişimini geciktirerek hasat dönemini etkili bir şekilde uzattığı sonucuna ulaşılmıştır.

Meyve suyu verimi, Valensiya çeşidinde 18 g/da GA₃ + 24 g/da 2,4-D uygulamasında yüksek bulunmuştur (Davies ve ark., 1997). Buna karşılık,

uygulamaların Marsh Seedless greyfurt (Ferguson ve ark., 1984) ve Washington Navel portakalında meyve suyu miktarı üzerine etkili olmadığı görülmüştür (Ismail ve Wilhite, 1992). Benzer şekilde, Pera portakal ağaçlarına 12.5 ppm GA₃ + 2,4-D, 25 ppm GA₃ + 2,4-D, 37.5 ppm GA₃ + 2,4-D, uygulamaları meyve eni ve boyunda bir değişikliğe neden olmamıştır (Almeida ve ark., 2004). Ayrıca GA₃ + 2,4-D uygulamalarının SÇKM, asit ve briks değerini (Ismail ve Wilhite, 1992; Davies ve ark., 1997), Klemantin ve Arakapas mandarin çeşitlerinde de verim ve pazarlanabilir meyve oranı etkilemediğinden söz edilmiştir (Gregoriou ve ark., 1996).

25 ppm NAA + GA₃, uygulaması ile Washington Navel portakalında kontrole göre, meyve dökümünün önemli ölçüde azaldığı, ayrıca, meyve eni ve boyunun ise artış gösterdiği kaydedilmiştir (Frag and Nagy, 2012).

GA₃+AVG uygulamasında, Hamlin portakalında, meyveler nisan ayına kadar ağaçta muhafaza edildiğinde, meyve döküm oranı ortalama 10 meyve/ağaç olarak belirlenirken, bu değer, mayıs ayına kadar muhafazada Pineapple portakalında 70-100 meyve/ağaç olarak bulunmuştur. Sanayiye uygun Hamlin, Pineapple ve Valensiya portakal çeşitlerinde 18 g/da GA₃ + 50 g/da AVG, 18 g/da GA₃ + 100 g/da AVG uygulamalarının kabuk renk gelişimini geciktirdiği ve kontrole göre kabuk sıklığını arttırdığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan, uygulamalar Hamlin, Pineapple ve Valensiya portakal çeşitlerinde briks ve asit içeriği üzerinde etkisiz bulunmuştur (Davies ve ark., 1997).

NAA + 1-MCP uygulamasında, Washington Navel portakalında 25 ppm NAA + 5 mM 1-MCP, uygulamasında SÇKM/TA oranı, toplam şeker, asit, C vitamini içeriği ve verim kontrole göre yükseliş göstermiş buna karşılık, karoten içeriğinin azaldığı saptanmıştır (Frag ve Nagy, 2012).

Portakal, mandarin ve greyfurt çeşitlerinde uygulanan bazı büyüme düzenleyici maddeler ve etkileri özetlenerek Çizelge 1'de verilmektedir.

Çizelge 1. Turunçgil türlerinde büyüme düzenleyici maddeler ve etkileri.
Table 1. The growth regulators and their effects on Citrus species.

Meyvedeki etkileri Effects on fruits	Büyüme düzenleyici maddeler Plant growth regulators
Meyve ağırlığında artış Increase in fruit weight	2,4-DP; 2,4-D; GA ₃
SÇKM ve asit içeriğinde artış Increase in TTS and acid content	2,4-DP; NAA; GA ₃ ; NAA + 1-MCP
C vitamini içeriğinde artış Increase in vitamin C	GA ₃ ; NAA + 1-MCP
Meyve suyu veriminde artış Increase in fruit juice	2,4-DP; NAA; GA ₃ ; BA; Kinetin; GA ₃ + 2,4-D
Kabuk renk gelişiminde gecikme Delay in the development of skin color	GA ₃ ; GA ₃ +AVG; GA ₃ + 2,4-D
Kabuk direncinde artış Increase in peel strenght	GA ₃ ; GA ₃ + 2,4-D
Puflaşmanın azalması Reduction of puffing	GA ₃
Verim artışı Yield increase	NAA + 1-MCP
Meyve döküm oranında azalma Decrease of fruit drop ratio	2,4-D; GA ₃ ; 3,5,6-TPA; GA ₃ +AVG; GA ₃ +NAA; GA ₃ + 2,4-D
Ağaçta depolama süresinde artış Increase on - tree storage	2,4-D; GA ₃ ; GA ₃ + 2,4-D

SONUÇ

Turunçgil türlerinde, ürünün yüksek fiyatla ve daha geniş yelpazede pazara sunumu açısından meyveler ağaç üzerinde belirli bir süre muhafaza edilebilmektedir. Ancak bu süreçte, meyve dökümleri ve kalite kayıpları ortaya çıkmaktadır. Söz konusu sorunların önlenmesi amacıyla, bitki büyüme düzenleyici maddelerle farklı zamanlarda ve dozlarda yapılan uygulamaların, ürün kaybının azaltılmasında, kabuk renk gelişiminin gecikmesi, direncin artması, hasat döneminin uzaması ve içsel kalite özelliklerinin iyileşmesi bakımından olumlu etkileri ortaya konmuştur.

Bu uygulamalar ile ürünün ağaç üzerinde daha kaliteli bir şekilde muhafazası sayesinde hem

kayıplar azaltılabilecek hem de daha uzun bir süre iç ve dış piyasaya kaliteli ürün sunumu gerçekleştirilebilecektir. Ağaç üzerinde muhafaza, uygulama kolaylığı ve ekonomik olmasından dolayı üreticiler tarafından tercih edilmektedir.

Turunçgillerde yaygın olarak kullanılan büyüme düzenleyici maddeler farklı doz ve zamanlarda püskürtülerek uygulanmaktadır. Valencia portakalı ve Satsuma mandarininde renk dönümü öncesi ve renk dönümünde olmak üzere iki kez 10 ppm GA₃ uygulamasının meyve döküm oranını azaltarak ve meyve kabuğunun renk gelişimini geciktirerek meyvelerin daha uzun süre ağaçta depolanmasına olanak sağlayabilmektedir. Ayrıca uygulamalar ile meyve ağırlığı ve meyve suyu miktarını da arttırmaktadır.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Akgün, C. 2006. Turunçgiller Sektör Profili www.ito.org.tr.
- Anthony, M. F., and C. W. Coggins. 1999. The Efficacy of Five Forms of 2,4-D in Controlling Preharvest Fruit Drop in Citrus. *Scientia Hort.* 81 (3): 267-277.
- Anthony, M. F., and C. W. Coggins. 2001. NAA and 3,5,6-TPA Control Mature Fruit Drop in California Citrus. *Hort Science* 36 (7): 1296-1299.

- Almeida, I. M. L., J. D. Rodrigues., and E. O. Ono. 2004. Application of Plant Growth Regulators at Pre-harvest for Fruit Development of 'Pera' Oranges. *An International Journal* 47: 511-520.
- Amiri, N. A., A. A. Kangarshahi., and K. Arzani. 2012. Reducing of Citrus Losses by Spraying of Synthetic Auxins. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 4 (22): 1720-1724.

- Bons, H. K., N. Kaur and H.S. Rattanpal. 2015. Quality and Quantity Improvement of Citrus: Role of Plant Growth Regulators. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology Citation* 8 (2): 433-447.
- Campbell, C. A., T. Taggart., and J. Keithly. 1999. A Novel Plant Growth Regulator, MBTA, Increases Soluble Solids (Brix) of 'Valencia' Orange, *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 112: 25-28.
- Chen, H. Q., K. L., Dekkers, L., Cao, J. K., Burns, L. W. Timmer, and K. R. Chung. 2006. Evaluation of Growth Regulator Inhibitors for Controlling Postbloom Fruit Drop (PFD) of Citrus Induced by the Fungus *Colletotrichum acutatum*. *Hort Science* 41 (5): 1317-1321.
- Darwish, A. A. E. 2015. Use of foliar spray with GA3, NAA and urea to reduce navel orange fruits susceptibility to fruit flies. *Global Journal of Agriculture and Food Safety Sciences* 2: 215-227.
- Davies, F. S. C. A. Campbell., and G. R. Zalman. 1997. Gibberellic Acid for Improving Peel Quality and Increasing Juice Yield of Processing Oranges. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 110: 16-21.
- Davies, F. S., C. A. Campbell, G. R. Zalman., and M. Fidelibus. 1999. Gibberellic Acid Application Timing Effects on Juice Yield and Peel Quality of 'Hamlin' Oranges. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 112: 22-24.
- Dinar, H. M. A., and A. H. Krezdorn. 1976. Extending The Grapefruit Harvest Season with Growth Regulators. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 89: 4-6.
- Duarte, A. M., A., Garcia-Luis, R. V. Molina, C. Monerri, V. Navarro, S.G. Nebauer, M. Sanchez-Perales., and J.L. Guardiola. 2006. Long-term Effect of Winter Gibberellic Acid Sprays and Auxin Applications on Crop Value of 'Clausellina' Satsuma. Spain, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 131 (5): 586-592.
- El-Zeftawi, B. M. 1980. Effects of Gibberellic Acid and Cycle on Coloring and Sizing of Lemon. *Scientia Hort.* 12: 177-181.
- Farag, K. M., and N. Nagy. 2012. Effective Reduction of Post and Preharvest Abscissions and Increasing the Yield of "Washington" Navel Orange Fruits by 1-MCP, GA3 and NAA. *Egypt, Journal of Applied Sciences Research* 8 (10): 5132-5141.
- Ferguson, L., M. A. Ismail, F. S. Davies., and T. A. Wheaton. 1982. Pre and Postharvest Gibberellic Acid and 2,4-dichlorophenoxyacetic Acid Applications for Increasing Storage Life Grapefruit. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 95: 242-245.
- Ferguson, L., M. A. Ismail, F. S. Davies., and T. A. Wheaton. 1984. Growth Regulator and Low Volume Irrigation Effects on Grapefruit Quality and Fruit Drop. *Scientia Hort.* 23: 35-40.
- Fidelibus, M. W., and F. S. Davies. 2002. Gibberellic Acid Application Timing Affects Fruit Quality of Processing Oranges. *Hort Science* 37 (2): 353-357.
- Gambetta, G., C. Mesejo, A. Martínez-Fuentes, C. Reig, A. Gravina, M. Agusti. 2014. Gibberellic acid and norflurazon affecting the time-course of flavedo pigment and abscisic acid content in 'Valencia' sweet orange. *Scientia Horticulturae* 180: 94-101.
- Ghosh, S. N., B. Bera., and S. Roy. 2012. Influence of Plant Growth Regulators on Fruit Production of Sweet Orange. *Journal of Crop and Weed* 8 (2): 83-85.
- Greenberg, j., I. Kaplan, M. Fainzack, Y. Egozi., and B. Giladi. 2006. Effects of Auxins Sprays on Yield, Fruit Size, Fruit Splitting and the Incidence of Creasing of 'Nova' Mandarin. *ISHS Acta Horticulture* 727. Doi: 10.17660/ActaHortic.2006.727.28.
- Gregoriou, C., A. Georgiou., and F.S. Davies. 1996. Growth Regulator, Fruit Drop and Water Spot of Mandarins in Cyprus. *Technical Bulletin* 175.
- Ismail, M. A., and D. L. Wilhite. 1992. Effect of Gibberellic Acid and Postharvest Storage on Quality of Florida Navel Oranges. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 105: 168-173.
- Khalid, S., A. U. Malik, A. S. Khan., and A. Jamil. 2012. Influence of Exogenous Applications of Plant Growth Regulators on Fruit Quality of Young 'Kinnow' Mandarin (*Citrus nobilis* × *C. deliciosa*) Trees. *Pakistan, Int. J. Agric. Biol.* 14: 229-234.
- Khalid, S., A. U. Malik, A. S. Khan, K. Razzaq and M. Naseer. 2016. Plant Growth Regulators Application Time Influences Fruit Quality and Storage Potential of Young 'Kinnow' Mandarin Trees. *Int. J. of Agriculture and Biology* 18 (3): 623-629.
- Kersting, U. ve Ö. Özden. 2004. Turunçgil Hastalıkları, Akdeniz İhracatçı Birlikleri, Mersin - Türkiye, 75 s.
- Lal, D., V. K. Tripathi, S. Kumar, and M. A. Nayyer. 2015. Effect of pre-harvest application of gibberellic acid, NAA, and calcium nitrate on fruit drop, maturity and storage quality of kinnow mandarin. *Res. Environ. Life Sci.* 8 (4): 561-564.
- Lima, J. E., and F. S. Davies. 1984. Growth Regulators, Fruit Drop, Yield, and Quality of Navel Orange in Florida. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109 (1): 81-84.
- Malik, A. V., M. I. Chaudhry., and M. Ashfaq. 1993. Control of Fruit Drop in Pineapple Sweet Orange with The Use of Growth Regulators. *Pak. J. Agri. Sci.* 30 (3): 303-306.
- Mir, H., and H. Itoo. 2017. Effect of Foliar Sprays of 2,4-D and Frequency of Application on Preharvest Fruit Drop, Yield and Quality in Kinnow Mandarin. *Indian Journal of Ecology* 44 (3): 534-538

- Nawaz, M. A., W. Ahmad, S. Ahmad., and M. M. Khan. 2008. Role of Growth Regulators on Preharvest Fruit Drop, Yield and Quality in Kinnow Mandarin. *Pak. J. Bot.* 40 (5): 1971-1981.
- Pozo, L., J. K. Kender, U. Hartmond., and A. Grant. 2000. Effects of Gibberellic Acid on Ripening and Rind Puffing in 'Sunburst' Mandarin. *Proc. Fla. State Hortic. Soc.* 113:102-105.
- Ritenour, M. A., and E. Stove. 2000. Effects of Gibberellic Acid on the harvest and Storage Quality of Florida Citrus Fruit. *Proc. Fla. State Hortic. Soc.* 112:122-125.
- Ritenour, M. A. M. S. Burton., and T. G. Mccollum. 2005. Effect of Pre- or Postharvest Gibberellic acid Application on Storage Quality of Florida 'Fallglo' Tangerines and 'Ruby' Red Grapefruit. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 118: 385-388.
- Rokaya, P. R., D. R. Baral, D. M. Gautam, A.K. Shrestha, and K. P. Paudyal. 2016. Effect of Pre-Harvest Application of Gibberellic Acid on Fruit Quality and Shelf Life of Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). *American Journal of Plant Sciences* 7: 1033-1039.
- Saleem, B. A., A. U. Malik., and M. Farooq. 2007. Effect of Exogenous Growth Regulators Application on June Fruit Drop and Fruit Quality in *Citrus Sinensis* CV. Blood Red. *Pak. J. Agri. Sci.* 44 (2): 289-294.
- Sezer, G. 2015. Hasat Öncesi Gibberellik Asit Uygulamalarının Valencia Portakal Çeşidinde Ağaçta Depolama Süresinde Meyve Dökümü ve Kalitesine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı.
- Suman, M., P. D. Sangma, D. R. Meghawal, and O. P. Sahu. 2017. Effect of plant growth regulators on fruit crops. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 6 (2): 331-337.
- Şen, F., P. Kınay, İ. Karaçalı., M. Yıldız. 2009. Bazı Büyüme Düzenleyicilerin "Satsuma" Mandarininin Ağaçta Depolanma Sürecinde Meyve Dökümü ve Kalitesine Etkileri, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi* 46 (2): 93-100.
- Şen, F., K. B. Meyvacı, H. Z. Can., and P. K. Teksur. 2013. Effect of Pre-harvest Gibberellic acid and Calcium Applications on On-tree Storage of 'Satsuma' Mandarins. *Acta Horticulturae* 1012: 233-239.
- Taminaga, S., J. L. Guardiola, J. L. Garcia-Martinez., and J. D. Quinlan. 1998. GA Sprays Delay and Reduce Physiological Fruit Drop in Ponkan Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). *Acta Horticulturae* 463: 301-305.
- Tumminelli, R., F. Conti, U. Maltese, C. Pedrotti., and E. Bordonaro. 2005. Effects of 2,4-D Triclopir and GA3 on Pre-Harvest Fruit Drop and Senescence of 'Tarocco Comune' Blood Oranges in Sicilian Orchards. *Acta Horticulturae* 682: 801-806.
- Ullah, R., M. Sajid, G. Nabi, H. Ahmad, A. Rab, F.A. Khan, M. Shahab, H. Subthain, S. Fahad., and A. Khan. 2014. Gibberellic Acid (GA3), an Influential Growth Regulator for Physiological Disorder Control and Protracting the Harvesting Season of Sweet Orange. *American Journal of Experimental Agriculture* 4 (11): 1355-1366.
- Yıldız, M., P. Kınay, F. Şen ve İ. Karaçalı, 2005. Bazı Büyüme Düzenleyicilerin Hasat Zamanına Bağlı Olarak Satsuma Mandarinin Depolanabilirliğine Etkileri. III. Bahçe Ürünleri Muhafaza Sempozyumu, 6-9 Eylül 2005 Hatay, s. 80-87.
- Zurru, R., Deidda, B., Dessena, L., and M. Mulas. 2015. Effects of Triclopyr (3,5,6-Trichloro-2-Pyridyloxyacetic Acid) Applications On Fruit Quality Of 'Sra63', 'Sra85', 'Sra88' And 'Sra92' Clementine. *10.17660/ActaHortic.2015.1065.155.*

ANADOLU (ISSN 1300-0225 / E-ISSN 2667-6087) DERGİSİ YAYIN İLKELERİ

1. ANADOLU dergisinde, tarım bilimleri alanında hazırlanan ve daha önce yayımlanmamış orijinal araştırma ve özgün derleme makaleleri yayımlanır.
2. ANADOLU, hakemli bir dergi olup, yılda 2 sayı yayımlanır.
3. Makale Türkçe veya İngilizce dilinde, 20 sayfayı geçmeyecek şekilde, çift aralıklı olarak yazılmalı, başlangıç sayfası dahil tüm sayfalar numaralandırılmalıdır.
4. MS Word programıyla hazırlanan makalenin, başvuru dilekçesi ile birlikte ANADOLU yayın komisyonuna elektronik ortamda "etae@tarimorman.gov.tr" veya "anadolu.etae@gmail.com" adreslerine gönderilmesi gerekmektedir.
5. Yazarlar, posta ile gönderilen başvuru dilekçelerinde ekli makalelerinin orijinal olduğunu, daha önce başka bir yerde yayınlanmadığını veya yayın aşamasında olmadığını ve sorumlu yazar ve yazarların iletişim bilgilerini (tam adres, telefon, e-posta) belirtmelidirler. Anadolu'da yayımlanmayan makaleler iade edilmez.
6. Makalenin işleme konulduğu, makale numarası ile birlikte üç gün içinde yazara e-posta yoluyla bildirilir.
7. **Makalenin ana bölümleri aşağıdaki sıraya uygun olmalıdır**

Makale; Başlık, Öz, Anahtar Sözcükler, Abstract, Keywords, Giriş, Materyal ve Metot, Bulgular ve Tartışma, Sonuç ve Öneriler (isteğe bağlı), Teşekkür (isteğe bağlı) ve Literatür Listesi ana başlıkları altında hazırlanmalıdır. Tüm başlıklar büyük harflerle koyu punto olmalıdır.

BAŞLIK: Metne uygun, kısa ve açık olmalı; yazar ad (adlarını) ve adresini kapsamalıdır.

ÖZ (ABSTRACT): 200 kelimeyi geçmemeli, literatür bildirişi ve şekil içermemeli, Türkçe ve İngilizce olarak yazılmalı, makalenin içeriğini yansıtan anahtar sözcükleri kapsamalıdır. İngilizce Abstract'ın başına, eserin İngilizce başlığı yazılmalıdır. Özet ve Abstract'tan sonra 3-10 anahtar sözcük ve keywords yer almalıdır.

GİRİŞ

MATERYAL VE METOT

BULGULAR VE TARTIŞMA

SONUÇ VE ÖNERİLER (isteğe bağlı)

TEŞEKKÜR (isteğe bağlı)

LİTERATÜR LİSTESİ

8. Makalenin yazı tipi Times New Roman olmalıdır. Öz, Abstract başlığı 1,25 cm içten, metin içindeki diğer başlıklar ise girinti verilmeden yazılmalıdır. Makale başlığı koyu, 14 punto, bölüm başlıkları koyu, 11 punto olmalıdır. Giriş, materyal ve metot, araştırma bulguları, tartışma ve sonuç bölümleri 11; özet, anahtar sözcükler, abstract, keywords, çizelgeler, grafikler, resimler ile

bunların başlıkları, şekiller ve alt yazıları, dipnot ile literatür listesi 9 punto yazılmalıdır.

9. Yazar isimleri, makale başlığının altında bir satır boşluktan sonra unvan belirtilmeden, koyu ve 11 punto ile verilmelidir. Yazarın ön ismi açık olarak ve küçük harfle, soyadı ise büyük harfle yazılmalıdır. Birden fazla yazar varsa onlar da aynı şekilde araya virgül vb. işaret konulmadan verilmelidir.
10. Yazarlarla ilgili dipnotta, adres bilgileri ve ayrıca sorumlu yazarın e-posta adresi de dipnotta verilmelidir.
11. Makale A4 kağıdına yazılmalı, marjin olarak; üst: 4,0 cm, alt: 3,35 cm, sağ: 2,25 cm, sol: 2,25 cm, üst bilgi: 2,55 cm, alt bilgi: 2,35 cm boşluk bırakılmalıdır. Paragraflar girinti verilmeden satır başından başlamalı ve her iki yana dayalı olmalıdır.
12. Makalede yer alan cins ve türlerin bilimsel isimleri ile Latince kelimeler italik olmalıdır.
13. Literatür listesi makalenin en sonunda yer alır. Listedeki literatürler alfabetik sırada "yazar-tarih" sistemine göre verilmelidir. Numaralama kullanılmamalıdır. Aynı yazarla başlayan tek yazarlı makale çok yazarlı makaleden önce yer almalıdır. Aynı yazarların yer aldığı makaleler metinde ve literatür listesinde tarih sırasına göre, aynı yazarların aynı yılda yaptığı birden fazla makale için ise yılın yanına "a", "b" gibi harf konur. Makale metninde ikiden fazla yazarlı literatürlerde sadece ilk yazar ismi belirtilir ve bunu "ve ark." ile "tarihi" takip etmelidir. Bilimsel kitap adının tüm kelimelerinin baş harfleri, kitap bölümünün adı veya literatür bir makaleden alıntı ise; sadece ilk kelimesi büyük harf olmalıdır. Bir kuruluşun yayını, yayın numarasıyla yazılmalı, diğer kitaplar için basıldığı matbaa adı ve şehri belirtilmelidir. Literatür listesinde her literatürün ilk satırını izleyen satırlar 1 cm içeri çekilmelidir. Makale içindeki atıflarda da "yazar-tarih" sistemi kullanılmalıdır. Birden çok kaynağa aynı anda atıf yapılacaksa yayımlar noktalı virgül ile ayrılmalı ve kronolojik sıra ile verilmelidir. Dergi adları ve kısaltmalar Science & Engineering Journal Abbreviations (<http://scieng.library.ubc.ca/>)'a göre yapılmalıdır. Yazarlar referansların ya da literatürlerin doğruluğundan sorumludur.

Makalede yer alan literatür bildirişleri aşağıdaki örneklere uygun olmalıdır:

Kongre, sempozyum veya seminer

Yang, S. M. 1988. Report of the ad hoc committee on sunflower rust. p. 250-255. *In Proc. 12th Int. Sunflower Conf.*, Vol. II. Novi Sad, Yugoslavia. 25-29 July. Int. Sunflower Assoc. Paris, France.

Arslanoğlu, F. ve İ. Atakişi. 1997. Bazı patates çeşitlerinde farklı yumru iriliklerinin ve dikim şekillerinin yumru verimi ve verim kriterleri üzerine etkisi. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi. 22-25 Eylül 1997. Samsun. s. 648-651.

Kitap

Demir, İ. 1975. Genel Bitki Islahı. Ege Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 212. Bornova, İzmir.

Hallauer, A. R., and J. B. Miranda. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding Iowa State Univ. Press Ames, IA, USA.

Kitaptan bir bölüm

Miller, J. F., and G. N. Fick. 1977. The genetics of sunflower. pp. 441-495. In: A. A. Schneiter (Ed.). Sunflower Technology and Production. Argon. Monogr. 35. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, USA.

Tosun, M. 2005. Kalıtım derecesi. s. 10-32. A. Ş. Tan (Ed.). Bitki İslahında İstatistik ve Genetik Metotlar. Ege Tarımsal Araştırma Enst. Yay. No: 121. Menemen, İzmir.

Bilimsel dergiden makale

Tan, A. S., C. C. Jan., and T. J. Gulya. 1993. Inheritance of resistance to race 4 of sunflower downy mildew in wild sunflower accessions. Crop Sci. 32: 949-952.

Kıttıkı, A., T. Kesercioğlu, A. Tan, M. Nakiboğlu, H. Otan, A. O. Sarı ve B. Oğuz. 1997. Ege ve Batı Akdeniz Bölgelerinde yayılış gösteren bazı *Origanum* L. türlerinde biyosistematik araştırmalar. Anadolu 7 (2): 26-40.

Doktora ve yüksek lisans tezi

Tan, A. Ş. 1993. Ayçiçeğinde (*Helianthus arvensis* L.) melez varyete (F1) ıslahında kendilenmiş hatların çoklu dizi (Line x Tester) analiz yöntemine göre kombinasyon yeteneklerinin saptanması üzerine araştırmalar. Doktora tezi. E. Ü. Zir. Fak. Fen Bil. Ens. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Bornova - İzmir.

Whited, D. A. 1967. Biochemical and histochemical properties associated with genetic male sterility at the Ms locus in barley (*Hordeum vulgare* L.). Ph.D. thesis North Dakota State University. Fargo ND, USA.

İnternet sitesinden alıntı

Plakhine, D., and D. M. Joel. 2010. Ecophysiological consideration of *Orobanche cumana* germination. Helia 33 (52): 13-18. From <http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?id=1018-18061052013P>.

Crop Science Society of America, Terminology Committee. 1992. Glossary of crop science terms. Available at: www.crops.org/cropgloss/. CSSA, Madison, WI, USA.

USDA-ARS National Genetic Resources Program. 2005. Germplasm Resources Information Network (GRIN) database. Available at http://www.ars-grin.gov/npgs/acc/acc_queries.html. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, MD, USA.

Anonim yayın

Resmi yayınlara ve yazarı olmayan kaynaklara "Anonim" veya "Anonymous" olarak atıfta bulunulmalıdır.

Anonim. 1996. İmla kılavuzu. Türk Dil Kurumu yayınları. No: 525. Ankara.

Anonymous. 1970. *Septoria helianthi*. CMI distribution maps of plant diseases. No: 468. Commonwealth Mycol. Inst., Kew, England.

14. Grafik, harita, fotoğraf, resim ve benzeri sunuşlar "Şekil", sayısal değerler ise "Çizelge" olarak isimlendirilmelidir.

15. Çizelge ve grafikler MS Word ve MS Excel ile yapılmalıdır. Çizelge ve grafik rengi siyah-beyaz ve çizgi kalınlığı ¼ pt olmalıdır. Çizelgelerde her rakam veya öge ayrı bir hücrede yer almalıdır. Kısaltmalar başlıkta veya dipnotta açıklanmalıdır.

16. Çizelgeler, grafikler ve bunların başlıkları metinden ayrı sayfalarda, ayrıca grafikler elektronik ortamda "MS Excel" formunda teslim edilmelidir. Eğer gerekliyse, makalede yer alması planlanan resimler yüksek çözünürlükte, JPEG, GIF veya TIFF dosyası olarak teslim edilmelidir.

17. Çizelge ve grafiklerin Türkçe isimlerinin altına İngilizceleri ve ayrıca çizelgelerde tanımlayıcı nitelikteki ilk satır ve ilk sütundaki ifadeler ile grafiklerin apsisi (x) ve ordinat (y) eksenindeki ifadelerin yanına veya altına İngilizceleri de yazılmalıdır.

18. Ondalık sayılar virgül ile ayrılmalıdır. İstatistik önemlilik; 0,05, 0,01 ve 0,001 olasılık düzeyinde sırasıyla tek, iki ve üç yıldız ile (*, ** ve ***) gösterilmelidir. Bu nedenle de bu simgeler dipnotlar için kullanılamaz. Eğer farklı seviyede bir önemlilik derecesi mevcutsa bu da ilave bir açıklama ile bildirilebilir. Önemlilik olmaması durumu ÖD (NS) ile belirtilmelidir. Tablo dipnotları için ise ‡, §, #, ¥, † gibi semboller kullanılır.

19. Metin içinde yer alan kısaltmalar ilk yazıldığında tam açılımının yanında parantez içinde gösterilmelidir. DNA vb. standart kısaltmalar için böyle bir tanımlamaya gerek yoktur. Kısaltmalar için Türk Dil Kurumu (TDK) yazım kuralları dikkate alınmalıdır.

20. Yayıncının benimsenen bilimsel standartlara uymadığı veya anlaşılması zor ve gereksiz tekrarlamalarla dolu olduğu durumlarda, Anadolu Yayın Kurulu, yayımlanmak üzere sunulan makale üzerinde değişiklik yapma hakkına sahiptir. Büyük ölçüde düzenlenme gerektiren yazılar düzeltme ve yeniden yazım için yazarına geri gönderilir. Bu gibi makalelerin, düzeltilerek en geç 3 hafta içinde Anadolu Yayın Kurulu'na tekrar gönderilmesi gerekir.

21. Dergiye gönderilen yazıların Anadolu'da yayımlanıp, yayımlanamayacağı dört ay içerisinde yazara bildirilir.

22. Bir makalenin Anadolu'da yer alması, içeriğinin benimsendiği anlamını taşımaz ve bu konuda dergiye herhangi bir sorumluluk yüklemes. Makalelerin bilimsel sorumlulukları yazarlarına aittir.

23. Yazarlara telif hakkı olarak herhangi bir maddi ödeme yapılmaz. Makale yazarına bir adet ayrı basım gönderilir. Daha fazla ayrı basım ücrete tabidir.

24. Anadolu yazım kuralları Ege Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğü'nden veya web sitesinden temin edilebilir. (<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/etae/Menu/48/Anadolu-Dergisi>).

INSTRUCTIONS TO AUTHORS OF MANUSCRIPTS FOR ANADOLU (ISSN 1300-0225 / E-ISSN 2667-6087)

1. Journal of ANADOLU aims to provide a medium of communication among scientists in the fields of agricultural science, by publishing original research articles and reviews.
2. Journal of Aegean Agricultural Research Institute, ANADOLU is biannually issued and published by the Aegean Agricultural Research Institute (AARI).
3. Manuscripts should not exceed 20 pages, must be typed double-spaced, all pages numbered starting from the title page and written in Turkish or English.
4. ANADOLU encourages authors to prepare their articles according to publication policy of ANADOLU. Manuscript prepared by using MS Word must be submitted to the AARI directorate as e-mail attachment at "etae@tarimorman.gov.tr or anadolu.etae@gmail.com" is strongly encouraged.
5. Authors should declare that the manuscript is original research or review and no similar paper has been published or submitted for publication elsewhere. The cover letter should include the corresponding author's full address, telephone numbers and an e-mail address. The manuscripts are not sent back to the author if it is not published.
6. A manuscript number will be mailed to the corresponding author within three days.
7. **Manuscripts should be arranged as follows**
The manuscript should consist of the parts of Title, Abstract, Keywords, Introduction, Material and Methods, Results and Discussion, Conclusion (if necessary), Acknowledgement (if necessary) and References. All these headings should be written as bold capital letters.
TITLE: Should be clear, concise but informative containing key words that reflect all important aspects of the article. The title should be followed by the author (s) name (s), and address (es).
ABSTRACT: Should be complete in itself and informative without reference to text or figures, including keywords, and not exceeding 200 words. Following the abstract, about 3 to 10 keywords should be listed.
9. The title page should include the authors' full names. Following the title and one space line, authors' names should be written with 11 sizes and bold. First name of the authors are written miniscule and the last name capital letters.
10. Present addresses of authors' and e-mail of corresponding author should be written as a footnote.
11. The page size and margins of manuscript are as follows: A4; top: 4.0 cm, bottom: 3.35 cm, right: 2.25 cm, left: 2.25 cm, header: 2.55 cm, footer: 2.35 cm. Each paragraph should start without indentation, and be aligned to both side.
12. Species, genus, and latin names should be written in italic.
13. References should be arranged alphabetically at the end of the paper. The author-year notation system is required; do not use numbered notation. All single-author entries precede multiple-author entries for the same first author. Use chronological order only within entries with identical authorship (alphabetizing by title for same-author, same-year entries). Add a lowercase letter a, b, c, etc. to the year to identify same-year entries for text citation. Do this also for any multiple-author entries. When there are more than two authors, only the first author's name should be mentioned, followed by "et al" and "year". In the References each book should be listed by their publisher name, publication number (if available). All words of the book title and only the first word of the book parts and manuscript title should start with a capital letter. Each reference should be written with 1 cm indent except for the first line. Journal names are abbreviated according to Science & Engineering Journal Abbreviations (<http://scieng.library.ubc.ca/>). Authors are fully responsible for the accuracy of the references. The author-year notation system is also required in the manuscript. More than one citation are placed chronologically in order and separated by semicolon " ;".

Reference examples

Paper from a Symposium, Conference or Seminar:

Yang, S. M. 1988. Report of the ad hoc committee on sunflower rust. p. 250-255. *In*: Proc. 12th Int. Sunflower Conf., Vol. II. Novi Sad, Yugoslavia. 25-29 July. Int. Sunflower Assoc. Paris, France.

Arslanoğlu, F. ve İ. Atakişi. 1997. Bazı patates çeşitlerinde farklı yumru iriliklerinin ve dikim şekillerinin yumru verimi ve verim kriterleri üzerine etkisi. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi. 22-25 Eylül 1997. Samsun. s. 648-651.

Book

Demir, I. 1975. Genel Bitki Islahı. Ege Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 212. Bornova, Izmir.

INTRODUCTION

MATERIALS AND METHODS

RESULTS AND DISCUSSION

CONCLUSIONS (If necessary)

ACKNOWLEDGEMENT (If necessary)

REFERENCES

8. The manuscript should be written in Times New Roman font. All headings should be written without indentation except heading of abstract that should be written with 1.25 cm indent. Size of headings and their styles should be written as follows: Title of manuscript should be bold and 14 size; Introduction, Material and Methods, Results and Discussion, Conclusion (if necessary), Acknowledgement (if necessary) and their headings 11 size; Abstract, Keywords, Tables, Graphics, Figures, Legends and References 9 size.

Hallauer, A. R., and J. B. Miranda. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State Univ. Press. Ames, IA.

Part of the book

Miller, J. F., and G. N. Fick. 1977. The genetics of sunflower. pp. 441-495. In: A. A. Schneiter (Ed.) Sunflower Technology and Production. Argon. Monogr. 35. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, USA.

Tosun, M. 2005. Kalıtım derecesi. s. 10-32. A. Ş. Tan (Ed.). Bitki İslahında İstatistik ve Genetik Metotlar. Ege Tarımsal Araştırma Ens. Yay. No: 121. Menemen, İzmir.

Paper from a scientific journal

Tan, A. S., C. C. Jan., and T. J. Gulya. 1993. Inheritance of resistance to race 4 of sunflower downy mildew in wild sunflower accessions. Crop Sci. 32: 949-952.

Kıtıkı, A., T. Kesercioğlu, A. Tan, M. Nakiboğlu, H. Otan, A. O. Sarı ve B. Oğuz. 1997. Ege ve Batı Akdeniz Bölgelerinde yayılmış gösteren bazı *Origanum* L. türlerinde biyosistemik araştırmalar. Anadolu 7 (2): 26-40.

Ph.D or Master thesis

Tan, A. Ş. 1993. Ayçiçeğinde (*Helianthus annuus* L.) melez varyete (F1) ıslahında kendilenmiş hatların çoklu dizi (Line x Tester) analiz yöntemine göre kombinasyon yeteneklerinin saptanması üzerine araştırmalar. Doktora tezi. E. Ü. Zir. Fak. Fen Bil. Ens. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Bornova - İzmir.

Whited, D. A. 1967. Biochemical and histochemical properties associated with genetic male sterility at the Ms locus in barley (*Hordeum vulgare* L.). Ph.D. thesis North Dakota State University. Fargo ND, USA.

Reference from internet site

Plakhine, D., and D. M. Joel. 2010. Ecophysiological consideration of *Orobanche cumana* germination. Helia 33 (52): 13-18. From <http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?id=1018-18061052013P>.

Crop Science Society of America, Terminology Committee. 1992. Glossary of crop science terms. Available at: www.crops.org/cropgloss/. CSSA, Madison, WI, USA.

USDA-ARS National Genetic Resources Program. 2005. Germplasm Resources Information Network (GRIN) database. Available at http://www.ars-grin.gov/npgs/acc/acc_queries.html. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, MD, USA.

Anonymous

Official and collective documents without an author should be cited as "Anonymous" and "Anonim"

Anonim. 1996. İmla kılavuzu. Türk Dil Kurumu yayınları. No: 525. Ankara.

Anonymous. 1970. *Septoria helianthi*. CMI distribution maps of plant diseases. No: 468. Commonwealth Mycol. Inst., Kew, England.

14. The graphics, pictures, maps etc. are named as "Figure" and the numerical values are presented as "Tables".

15. Tables and graphs should be created by using MS Word and MS Excel, respectively. In tables, each item should be placed into a separate cell. Tables and graphs color must be black and white, and thickness of the borders should be ¼ pt. Abbreviations or symbols must be explained either in the title or as footnote.

16. Tables and graphics and their legends should be submitted in separate pages. The graphics are prepared by using MS Excel and submitted as electronic forms as well. Pictures (if necessary) should be submitted GIF, TIFF or JPEG files in high resolution.

17. In the tables, graphics and figures; the legends, first column and line of the tables and abscissa (x) and ordinate (y) of the graphics should be written in English as well and placed under the legends, headings of the column and line of the tables and x and y coordinate of the graphics written in Turkish.

18. Numbers written in decimal notation separated with comma “,”. In order to show statistical significance at the 0.05, 0.01, and 0.001 probability levels, the *, **, and *** are always used in this order, respectively, and these cannot be used for other footnotes. Significance at other level is designated by a supplemental note. Lack of significance is usually indicated by NS. For table footnotes, use the following symbols: ‡, §, #, ¥, ∫.

19. Abbreviations should be spelled out and introduced in parentheses when used at first time in the text. Standard abbreviations (such as DNA, etc.) need not be defined. Abbreviations should be written according to Turkish Language Association (<http://www.tdk.gov.tr>).

20. The Editorial Board reserves to make alterations in manuscripts submitted for publications. Such alterations will be made if manuscripts do not conform to accepted scientific standards or if they contain matters which in the opinion of the Editorial Board are unnecessarily verbose or repetitive. Where papers need extensive alteration, they will be returned to the senior author for checking, corrections and re-typing. Such papers must be returned to the Editorial Board within three weeks.

21. The corresponding author will be informed whether the manuscripts accepted or rejected within four months.

22. The publication of a paper in the Journal does not imply responsibility for, or agreement with, any statements or views expressed therein. All scientific responsibility pertain to the authors of the manuscript

23. No financial grant for copyright is payable to the contributor. One free reprint of an article will be sent to the senior author. Further copies may be obtained on payment.

24. Instruction to author of manuscript of ANADOLU can be obtained from the directorate and/or the web site (<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/etae/Menu/48/Anadolu-Dergisi>) of AARI.



AEGEAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

- **Plant genetic resources activities**
- **Research activities**
 - Plant genetic resources
 - Field crops
 - Horticulture
 - Apiculture
 - Plant tissue culture
- **Productions**
 - Breeder and basic seeds
 - Seedlings and saplings
 - Queen bees
- **Laboratory services**
- **Training activities at various levels**
- **Publications**
 - Books
 - ANADOLU - Journal of AARI
 - Technical and farmer bulletins

Cumhuriyet Mah. Çanakkale Asfaltı No: 138
P.O. Box 9 Menemen 35661 IZMIR, TURKEY
Phone +90 232 8461331 Fax: +90 232 8461107
e-mail: etae@tarimorman.gov.tr / anadolu.etae@gmail.com
<http://arastirma.tarim.gov.tr/etae>



EGE TARIMSAL ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ

- Bitki genetik kaynakları çalışmaları
- Tarımsal araştırma faaliyetleri
- Elit ve orijinal tohumluk üretimleri
- Aşılı fidan ve fide üretimleri
- Teknik kitap ve çiftçi broşürleri
- Ana arı üretimleri
- Laboratuvar hizmetleri
- Eğitim ve yayım faaliyetleri

Cumhuriyet Mah. Çanakkale Asfaltı No: 138
P.O. Box 9 Menemen 35661 İZMİR, TURKEY
Phone +90 232 8461331 • Fax: +90 232 8461107
e-mail: etae@tarimorman.gov.tr / anadolu.etae@gmail.com
<http://arastirma.tarim.gov.tr/etae>