

21. Yüzyılda



Fen ve Teknik

Science and Technique In The 21st Century

Fen Bilimleri ve Teknik Bilimler Dergisi / Journal of Natural Sciences and Technical Sciences

Cilt / Volume – 5 Sayı / Number 10 Kış / Winter 2018

ISSN 2587-0327

Bıyoçarın Toprağın Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özelliklerine Etkileri
Effects of Biochar on Physical, Chemical and Biological Properties of Soils
Elif Günal / Halil Erdem

Türkiye'de Doğal Yayılış Gösteren Bazı Pistacia L. Türlerinin ITS Gen Bölgesi Kullanılarak
Dünya'da ki Diğer Türlerle Moleküler Filogenetik İlişkilerinin Belirlenmesi
Molecular Phylogenetic Relationships of Some Pistacia L. species Native to Turkey and the
World Based on ITS Gene Region
Mevlüde Alev ATEŞ / Zeynep YILDIRIM / Duygu YAĞAN

Yerel Kuru Fasulye Genotiplerinin Bazı Kalite Parametrelerinin Ortaya Konulması
Determination of Some Quality Parameters of Domestic Dry Bean Genotypes
Mehmet YILDIRIM / Ömer SÖZEN



21. YÜZYILDA FEN VE TEKNİK

FEN BİLİMLERİ VE TEKNİK BİLİMLER DERGİSİ

SCIENCE AND TECHNIQUE IN THE 21st CENTURY **THE JOURNAL OF NATURAL SCIENCES AND TECHNICAL SCIENCES**

21. Yüzyılda Fen ve Teknik Fen Bilimleri ve Teknik Bilimler Dergisi
Uluslararası Hakemli Süreli Yayındır.
Haziran 30 ve Aralık 30 olmak üzere yılda iki kez yayınlanır.

21. Century, Journal of the Natural and Technical Sciences and Technical Sciences
It is an International Peer-Reviewed Periodical.
June December 30 and June 30 are Published Twice a Year.

“Dergimizde yayınlanan yazılar yazarının görüşlerini yansıtmaktadır. Makalelerde yer alan görüşler Türk Eğitim-Sen’in resmi görüşünü ifade etmemektedir.”

“Reflects the views of the author of articles published in our journal. The opinions expressed in the articles do not express the official views of the Turkish Education Union.”

ISSN: 2587-0327

KURULUŞ / ESTABLISHMENT

2014

**TÜRKİYE EĞİTİM, ÖĞRETİM VE BİLİM HİZMETLERİ KOLU
KAMU ÇALIŞANLARI SENDİKASI (TÜRK EĞİTİM-SEN)
ADINA SAHİBİ / JOURNAL OWNER
Talip GEYLAN**

**SORUMLU YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ
RESPONSIBLE EDITOR
Fuat YİĞİT**

**EDİTÖR / EDITOR
Prof. Dr. Mehmet Ali KIRPIK
Dr. Hakan KIR**

EDİTÖR KURULU / EDITORIAL BOARD
Prof. Dr. Abduvap ZULPUYEV (Kırgızistan)
Dr. Tahsin ÖPÖZ, (John Moores Üniversitesi, İngiltere)
Dr. Hossam KISHAWY (Ontario Teknoloji Üniversitesi, Kanada)
Dr. Yasir JOYA (GIK Enstitüsü, Pakistan)
Dr. Shahin JALILI (Tebriz Üniversitesi, İran)
Dr. Sundar MARİMUTHU (Loughborough Üniversitesi, İngiltere)
Dr. Salman NİSAR (National University of Sciences and Technology, Pakistan)
Prof. Dr. Kulyash KAİMULDİNOVA (Kazak Ulusal Üniversitesi, Kazakistan)
Dr. Neriman HASAN (Ovidius Üniversitesi, Romanya)

**İNGİLİZCE DİL EDİTÖRÜ / ENGLISH LANGUAGE EDITOR
Hakan KIR**

KAPAK VE SAYFA TASARIM / COVER AND PAGE DESIGN
Altuğ Ajans Fatih Taha AKALAN (f.taha@altugajans.com)
Basım Yeri :M Bahçekapı Mh. 2477 Sk No:8 Şaşmaz / Etimesgut/ANKARA

21. Yüzyılda Fen ve Teknik Fen Bilimleri ve Teknik Bilimler Dergisi'nde yayımlanan makaleler yayımcının yazılı izni olmadan tamamı veya bir kısmı herhangi bir yolla çoğaltılamaz. Yazıların fikri sorumluluğu ve imla tercihi yazarlarına aittir. Başka kaynaklardan alınmış tablo, resim ve benzerlerinin yazılarda kullanım sorumluluğu yazara aittir.

“Journal of Science and Technical Sciences and Technical Sciences in the 21st Century articles published in whole or in part without the written consent of the publisher of any be reproduced. The idea of Scripture belongs to the author’s responsibility and choice of spelling. other taken from sources tables, figures, and similar writings the author’s responsibility belongs.”

YAYIN TARİHİ 30 Aralık 2018 / **DATE OF PUBLICATION** December 30, 2018

21. YÜZYILDA FEN ve TEKNİK
Fen Bilimleri ve Teknik Araştırmalar Dergisi

Türkiye Eğitim, Öğretim ve Bilim Hizmetleri Kolu
Kamu Çalışanları Sendikası Talatpaşa Bulvarı
No:160/6 Cebeci-ANKARA TEL: 0 312 424 09 60
www.fenveteknik.org
www.fenveteknik.com
www.fenveteknik.net
fenveteknik@turkegitimsen.org.tr

SCİENCE TECHNIQUE IN THE 21ST CENTURY
The Journal of Natural Sciences and Technical Sciences

Turkish Education and Science Workers Trade
Union Talatpaşa Avenue No:160/6 Cebeci-
ANKARA TEL: 0312 424 09 60
www.fenveteknik.org
www.fenveteknik.com
www.fenveteknik.net
fenveteknik@turkegitimsen.org.tr

YAYIN DANIŞMA KURULU / PUBLICATION BOARD OF OVERSEERS

- Prof. Dr. Abdül Rezak Abu Tair (The British University In Dubai Engineering Faculty)
- Prof. Dr. Adilkhan Zhangaziyev (Taraz State Pedagogical University – Kazakistan)
- Prof. Dr. Abdıkalıkov Akılbek Abdıkalıkovich (Kırgız Devlet İnşaat, Ulaşım ve Mimarlık Üniversitesi- Kırgızistan)
- Prof. Dr. Adel ElKordi (Beirut Arab University)
- Prof. Dr. Agron Bajraktari (Kosova Ferizaj University)
- Prof. Dr. Ali Dişli (Gazi Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ali Fuat Boz (Sakarya Üniversitesi)
- Prof. Dr. Andres Seco (University Of Navarre, Urban And Agriculture)
- Prof. Dr. Əlizadə Rasim İsmayıl oğlu (Azerbaycan Teknik Üniversitesi – Azerbaycan)
- Prof. Dr. Əliyev Əli Binnət oğlu (Azerbaycan Mimarlık ve İnşaat Üniversitesi – Azerbaycan)
- Prof. Dr. Əhmədov Hikmət İnşalla oğlu (Bakü Devlet Üniversitesi- Azerbaycan)
- Prof. Dr. Germán F. De La Fuente (Zaragoza University Engineering Faculty)
- Prof. Dr. Gürkan Özden (Gazi Üniversitesi)
- Prof. Dr. Hakan Hocaoglu (Gebze Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. İbrahim Tükenmez (Gazi Üniversitesi)
- Prof. Dr. Jamal Khatib (Beirut Arab University)
- Prof. Dr. Jerzy Smardzewski (Poznan University)
- Prof. Dr. John Kinuthia (University Of South Wales, Engineering Faculty)
- Prof. Dr. Luis Alberto Angurel (Zaragoza University Engineering Faculty)
- Prof. Dr. Marat Zhurinov (National Academy of Science of the Kazakhstan)
- Prof. Dr. Md Shahriar Hossain (University Of Wollongong Australia)
- Prof. Dr. Musayev Nağı Alməmməd oğlu (Bakü Devlet Üniversitesi- Azerbaycan)
- Prof. Dr. Münevver Sökmen (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. Neamullah Khan (NCEAC University of Sindht)
- Prof. Dr. Najib Cheggour Florida State University)
- Prof. Dr. Naoyuki Amemiya (Kyoto University Engineering Faculty)
- Prof. Dr. Nihat Sinan IŞIK (Gazi Üniversitesi)
- Prof. Dr. Tayirov Mitalip Tayirovich (Batken Devlet Üniversitesi – Kırgızistan)
- Prof. Dr. Ömer Faruk Bay (Gazi Üniversitesi)
- Prof. Dr. Pascal Nzokou (Michagan State University)
- Prof. Dr. Recep Birgül (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi)
- Prof. Dr. Saleh Sultansoy (Tobb Teknoloji Üniversitesi)
- Prof. Dr. Selami Candan (Gazi Üniversitesi)
- Prof. Dr. Zulkhayir Mansurov (Institute of Combustion Problems- Kazakistan)
- Prof. Dr. Halim Boussabaine, Project Management
- Prof. Dr. Kareem Tahboub Mechanical Engineering
- Prof. Dr. Şıxəliyev Namiq Qürbət oğlu (Bakü Devlet Üniversitesi- Azerbaycan)
- Doç. Dr. Zafer Üsündağ (Dumlupınar Üniversitesi)
- Prof. Dr. Zulpuyev Abdıvap Zupuyevich (Batken Devlet Üniversitesi – Kırgızistan)
- Prof. Dr. Qocayev Niftalı Mehralı oğlu (Bakü MÜhendislik Üniversitesi- Azerbaycan)
- Prof. Adel Elkordi (Beirut Arab University)
- Doç. Dr. Giuseppe Loprencipe (Department of Civil Engineering, Construction and Environmental, Sapienza University of Rome)
- Dr. Margaret Carter (Manchester University)
- Dr. Mahsa Seyyedian Choobi (Technical University Of Denmark)
- Dr. Michael Lisyuk (Director for Development Georeconstruction Group of Companies)
- Prof. Dr. Abdulkadir EKŞİ (Çukurova Üniversitesi)
- Prof. Dr. Abdullah Cem Koç (Pamukkale Üniversitesi)
- Prof. Dr. Abdullah KOPUZ (Atatürk Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ahmet Ali İşıldar (Süleyman Demirel Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ahmet Cansız (İstanbul Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ahmet Cemal Dinçer (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ahmet Çolak (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ahmet Demirbaş (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ahmet Fevzi Baba (Marmara Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ (Çukurova Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ahmet YÜCEER (Çukurova Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ahmet Zehir (Marmara Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ali Gencer (Ankara Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ali Koç (Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ali Yapar (İstanbul Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. Alper Ünal (İstanbul Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. Atakan Tuğkan YAKUT (Ömer Halisdemir Üniversitesi)
- Prof. Dr. Atıf Koca (Marmara Üniversitesi)
- Prof. Dr. Atilla Bilgin (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. Atilla DURSUN (Atatürk Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ayhan Mergen (Marmara Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ayhan Özçifçi (Aksaray Üniversitesi)
- Prof. Dr. Aykut GÜL (Çukurova Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ayşe Daloğlu (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ayşe Nil Güler (İstanbul Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. Bahattin Yalçın (Marmara Üniversitesi)
- Prof. Dr. Bilal Toklu (Gazi Üniversitesi)
- Prof. Dr. Bilali ÇOMAKLI (Atatürk Üniversitesi)
- Prof. Dr. Bünyamin DÖNMEZ (Atatürk Üniversitesi)
- Prof. Dr. Celal Yarcı (Marmara Üniversitesi)
- Prof. Dr. Cemal Köse (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. Cemil Çetinkaya (Gazi Üniversitesi)
- Prof. Dr. Cemil Yıldız (Gazi Üniversitesi)
- Prof. Dr. Cüneyt Şen (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. Çetin Cömert (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. Çetin Elmas (Gazi Üniversitesi)
- Prof. Dr. Devlet Toksoy (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. E.Dilara Koçak (Marmara Üniversitesi)
- Prof. Dr. Emin Karapınar (Pamukkale Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ercan Köse (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. Erdal Kendüzler (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)
- Prof. Dr. Erdem KOCADAĞISTAN (Atatürk Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ergün YILDIZ (Atatürk Üniversitesi)
- Prof. Dr. Erkan Yüce (Pamukkale Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ersin ARSLAN (Atatürk Üniversitesi)
- Prof. Dr. Esin İnan ESKİTAŞÇIOĞLU (Yüzüncü Yıl Üniversitesi)
- Prof. Dr. Faik Nüzhet Oktar (Marmara Üniversitesi)
- Prof. Dr. Fatih KIZILOĞLU (Atatürk Üniversitesi)
- Prof. Dr. Fikret Yaşar (Yüzüncü Yıl Üniversitesi)
- Prof. Dr. Filiz Nuray ACAR (Atatürk Üniversitesi)
- Prof. Dr. Galip SEÇKİN (Çukurova Üniversitesi)
- Prof. Dr. Gökhan Apaydın (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. Gökhan Civelekoğlu (Süleyman Demirel Üniversitesi)
- Prof. Dr. Gülçin Çivi Bilir (İstanbul Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. Gültekin Topuz (İstanbul Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. Gürkan Özden (Dokuz Eylül Üniversitesi)
- Prof. Dr. Gürsel Çolakoğlu (Karadeniz Teknik Üniversitesi)

Prof. Dr. H.Özkan Gülsoy (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Hacı Deveci (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Hakan Karşlı (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Hale Bayram (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Hamza Korkmaz Alpoğuz (Pamukkale Üniversitesi)
Prof. Dr. Hasan Alkan (Süleyman Demirel Üniversitesi)
Prof. Dr. Hasan Basri Şentürk (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Hasan Erdal (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Hasan Koç (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi)
Prof. Dr. Hasan ÖZDEMİR (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Hasan Sofuoğlu (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Hayri Duman (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Hidayet BOSTAN (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Hüsamettin Balkıs (İstanbul Üniversitesi)
Prof. Dr. Hüseyin Ali Yalım (Aydın Kocatepe Üniversitesi)
Prof. Dr. İbrahim UZUN (Kırıkkale Üniversitesi)
Prof. Dr. İlker Özyiğit (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. İrfan Kızılcıklı (İstanbul Üniversitesi)
Prof. Dr. İskender Akeroglu (Giresun Üniversitesi)
Prof. Dr. İsmail Değirmencioglu (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. İsmail Toröz (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. İsmail Usta (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. İzzet Öztürk (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Kadir Alp (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Kadir Güler (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Kadri Cemil Akyüz (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Kemal Aydın SELÇUK (Selçuk Üniversitesi)
Prof. Dr. Kemal Erşan (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Kemalettin KARA (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Kenan YAKUT (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Kenan Yazıcı (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Kurtuluş Boran (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Kürşat Özkan (Süleyman Demirel Üniversitesi)
Prof. Dr. Levent Trabzon (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Lütfü DEMİR (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. M. Akif Bakır (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Mahmut ÇETİN (Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Makbule Koçak (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Mehmet Akalın (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Mehmet Akbaş (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Mehmet Ali Aksan (İnönü Üniversitesi)
Prof. Dr. Mehmet Kılıç (Süleyman Demirel Üniversitesi)
Prof. Dr. Mesut BAŞIBÜYÜK (Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Metin Dağdeviren (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Metin Davraz (Süleyman Demirel Üniversitesi)
Prof. Dr. Mikdat Kadioğlu (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Miraç Ocak (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Muammer Ünal (İstanbul Üniversitesi)
Prof. Dr. Muhammed YILDIRIM (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Murat ÇELİK (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Murat Ekici (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Murat KOCA (Adıyaman Üniversitesi)
Prof. Dr. Musa Atar (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Mustafa Altınok (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Mustafa Boz (Karabük Üniversitesi)
Prof. Dr. Mustafa İlbaş (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Mustafa Kandemir (Amasya Üniversitesi)
Prof. Dr. Mustafa Taşkın (Mersin Üniversitesi)
Prof. Dr. Mustafa Turan (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Mustafa Yanalak (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. N.Füsün Serteller (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Nagihan Gülsoy Kocakaplan (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Neslihan Demirbaş (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Nihat AKBULUT (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Nihat S. Işık (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Nihat Tuğluoğlu (Giresun Üniversitesi)

Prof. Dr. Nilgün Lütfiye Sayıl (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Nilhan Kayaman Apohan (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Nizamettin Kahraman (Karabük Üniversitesi)
Prof. Dr. Olcay Bekircan (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Olcayto KESKİNKAN (Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Orhan Güney (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Orhan Karabulut (Pamukkale Üniversitesi)
Prof. Dr. Orhan Sevgi (İstanbul Üniversitesi)
Prof. Dr. Orhan Şen (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Osman Atilla Arıkan (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Ö. Faruk Bay (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Ömer Dalman (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Özen KILIÇ (Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Özgür Delice (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Rafet ALTINTAŞ (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Rafet Kılınçarslan (Pamukkale Üniversitesi)
Prof. Dr. Ramazan ALTINTAŞ (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Ramazan Kaçar (Karabük Üniversitesi)
Prof. Dr. Recep Birgül (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi)
Prof. Dr. Recep ÇALIN (Kırıkkale Üniversitesi)
Prof. Dr. Reşat ACAR (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Reyhan Kara Gülbay (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Sadık DİNÇER (Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Sadullah SAKALLIOĞLU (Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Saleh Sultansoy (Tobb Teknoloji Üniversitesi)
Prof. Dr. Salim ASLANLAR (Sakarya Üniversitesi)
Prof. Dr. Sebahattin Nas (Pamukkale Üniversitesi)
Prof. Dr. Selim Acar (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Semra Kayaardı (Celal Bayar Üniversitesi)
Prof. Dr. Semra Kılıç (Süleyman Demirel Üniversitesi)
Prof. Dr. Serdar Salman (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Sevhan Müge Yükseloğlu (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Sevim Karataş (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Sezgin Çelik (Yıldız Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Sultan Yamak (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Süleyman Gündüz (Karabük Üniversitesi)
Prof. Dr. Süleyman Övez (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Şemsettin Kılıçarslan (Süleyman Demirel Üniversitesi)
Prof. Dr. Şenol Ataoğlu (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Tahsin Yomralıoğlu (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Tamet UĞUR (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Taner TEKİN (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Telhat Özdoğan (Amasya Üniversitesi)
Prof. Dr. Temel Kayıkçıoğlu (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Temel Sarıyıldız (Kastamonu Üniversitesi)
Prof. Dr. Tuncay TÜRKEŞ (Ömer Halisdemir Üniversitesi)
Prof. Dr. Tuncay Yiğit (Süleyman Demirel Üniversitesi)
Prof. Dr. Turan Özdemir (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Uğur Yücel (Pamukkale Üniversitesi)
Prof. Dr. Ümit DEMİR (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Ümit Salan (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Ünsal Tekir (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Vezir Kahraman (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Yakup Kaska (Pamukkale Üniversitesi)
Prof. Dr. Yakup KURUCU (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Yalçın Bozkurt (Süleyman Demirel Üniversitesi)
Prof. Dr. Yaşar Birbir (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Yusuf Ayvaz (Süleyman Demirel Üniversitesi)
Prof. Dr. Yusuf Bayrak (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Yusuf ŞAHİN (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Yusuf Yılmaz (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)
Prof. Dr. Zeki Aytaç (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Zeliha Selamoğlu (Ömer Halisdemir Üniversitesi)
Prof. Dr. Zikri Altun (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Ziya Engin Erkmen (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Ziya Merdan (Gazi Üniversitesi)

YAYIN KURULU / EDITORIAL BOARD

Talip GEYLAN, Musa AKKAŞ, Seyit Ali KAPLAN, M. Yaşar ŞAHİNDÖĞAN, Cengiz KOCAKAPLAN, Selahattin DOLGUN, Fuat YİĞİT

YAYIN HAKEM KURULU / BOARD OF REFEREES

- Prof. Dr. Yaşar ÖNEL (University of Iowa, USA)
Prof. Dr. Ramazan SEVER (ODTÜ)
Prof. Dr. Yusuf ŞAHİN (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Uğur ÇELİK (KTÜ)
Prof. Dr. Mustafa ALTINBAŞ (KTÜ)
Dr. Güventürk UĞURLU (Kafkas Üniversitesi)
Prof. Dr. Ayla TÜZÜN (Ankara Üniversitesi)
Prof. Dr. Güleray AĞAR (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Atilla YILDIZ (Ankara Üniversitesi)
Prof. Dr. Ö. Köksal ERMAN (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Ecevit EYDURAN (İğdır Üniversitesi)
Prof. Dr. Muhittin YILMAZ (Sinop Üniversitesi)
Doç. Dr. Ahmet Metin KUMLUAY (İğdır Üniversitesi)
Dr. Mustafa Kemal ALTUNOĞLU (Kafkas Üniversitesi)
Dr. Duygu TANRIKULU (Kafkas Üniversitesi)
Doç. Dr. Celalettin GÖZÜAÇIK (İğdır Üniversitesi)
Dr. Yaşar GÜLMEZ (Gaziosmanpaşa Üniversitesi)
Doç. Dr. İnan KAYA (Kafkas Üniversitesi)
Prof. Dr. Yavuz ONGANER (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Yavuz ATAMAN (Orta Doğu Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Abdullah MENZEK (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. ARİF DASTAN (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Vaqif FERZELİYEV (Azerbaycan Milli Bilimler Akademisi)
Prof. Dr. Refige SOLTAN (Selçuk Üniversitesi)
Prof. Dr. Hasan SECEN (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Güler SOMER (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Ali Osman SOLAK (Ankara Üniversitesi)
Prof. Dr. Halis ÖLMEZ (Ondokuz Mayıs Üniversitesi)
Doç. Dr. İsmail ŞAHİN (Gazi Üniversitesi)
Doç. Dr. Uğur ARABACI (Gazi Üniversitesi)
Dr. Hanifi ÇİNİCİ (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Mustafa YÜKSEK (Kafkas Üniversitesi)
Dr. Evren KOÇ (Kafkas Üniversitesi)
Dr. Giray Buğra AKBABA (Kafkas Üniversitesi)
Doç. Dr. İlhami GÖK (Kafkas Üniversitesi)
Prof. Dr. Olcayto KESKİNKAN (Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Reşat ACAR (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Telhat ÖZDOĞAN (Amasya Üniversitesi)
Prof. Dr. Tuncay TÜRKEŞ (Ömer Halisdemir Üniversitesi)
Prof. Dr. Tuncay YİĞİT (Süleyman Demirel Üniversitesi)
Prof. Dr. Turan ÖZDEMİR (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Uğur YÜCEL (Pamukkale Üniversitesi)
Prof. Dr. Ümit DEMİR (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Ümit SALAN (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Ünsal TEKİR (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Vezir KAHRAMAN (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Yakup KASKA (Pamukkale Üniversitesi)
Prof. Dr. Yakup KURUCU (Atatürk Üniversitesi)

ALAN EDİTÖRLERİ / FIELD EDITORS

Biyoloji / Biology

Prof. Dr. Ten Feizi (**Imperial College** of science, technology and medicine, Glycoscience Laboratory) UK

Prof. Dr. David. W. Stanley (USDA/Agricultural Research Service)

Prof. Dr. Serap Aksoy (Yale University, School of Medicine, Dept of Epidomiology and Public Health) USA

Doç. Dr. Çağan Hakkı ŞEKERCİOĞLU Utah Üniversitesi Biyoloji Bölümü Utah-ABD

Doç. Dr. Yusuf ZEYNALOV Bakü Devlet Üniversitesi Bakü- Azerbaycan

Prof. Dr. Ahmet ALTINDAĞ (Ankara Üniversitesi)

Prof. Dr. Kemal BÜYÜKGÜZEL (Bülent Ecevit Üniversitesi)

Prof. Dr. Kamil KOÇ (Manisa Celal Bayar Üniversitesi)

Doç. Dr. Ferruh AŞÇI Afyon Kocatepe Üniversitesi

Prof. Dr. Yüksel KELEŞ (Mersin Üniversitesi)

Prof. Dr. Ayla TÜZÜN (Ankara Üniversitesi)

Prof. Dr. Güleray AĞAR (Atatürk Üniversitesi)

Prof. Dr. Atilla YILDIZ (Ankara Üniversitesi)

Prof. Dr. Ö. Köksal ERMAN (Atatürk Üniversitesi)

Prof. Dr. Ecevit EYDURAN (İğdır Üniversitesi)

Prof. Dr. Muhittin YILMAZ (Sinop Üniversitesi)

Doç. Dr. Ahmet Metin KUMLUAY (İğdır Üniversitesi)

Dr. Mustafa Kemal ALTUNOĞLU (Kafkas Üniversitesi)te

Dr. Duygu TANRIKULU (Kafkas Üniversitesi)

Doç. Dr. Celalettin GÖZÜAÇIK (İğdır Üniversitesi)

Dr. Yaşar GÜLMEZ (Gaziosmanpaşa Üniversitesi)

Fizik / Physic

Prof. Dr. Yaşar ÖNEL (University of Iowa, USA)

Prof. Dr. Ramazan SEVER (ODTÜ)

Prof. Dr. Yusuf ŞAHİN (Atatürk Üniversitesi)

Prof. Dr. Uğur ÇELİK (KTÜ)

Prof. Dr. Mustafa ALTINBAŞ (KTÜ)

Dr. Güventürk UĞURLU (Kafkas Üniversitesi)

Dr. Abdullah AKKAYA (Ahi Evran Üniversitesi)

Jeoloji / Geology

Doç. Dr. Erdal KOŞUN (Akdeniz Üniversitesi)

Matematik / Maths

Prof. Dr. Erhan DENİZ (Kafkas Üniversitesi)

Prof. Dr. Halit ORHAN (Atatürk Üniversitesi)

Prof. Dr. Necmi CENGİZ (Atatürk Üniversitesi)

Doç. Dr. Murat ÇAĞLAR (Kafkas Üniversitesi)

Kimya / Chemical

Doç. Dr. Özcan YALÇINKAYA (Gazi Üniversitesi)

Prof. Dr. Ahmet Gül (İstanbul Üniversitesi)

Dr. Murat ÇANLI (Ahi Evran Üniversitesi)

Mühendislik/ Engineering

Prof. Dr. Seyhan FIRAT (Gazi Üniversitesi)

Prof. Dr. Ufuk KARADAVUT (Ahi Evran Üniversitesi)

Prof. Dr. Mustafa SÜRMEK (Adnan Menderes Üniversitesi)

Dr. İsmail DEMİR (Ahi Evran Üniversitesi)

Dr. Erdin VURAL (Adnan Menderes Üniversitesi)

YAYIN İLKELERİ

*Türk Eğitim-Sen bünyesinde, akademik çalışma yapan üyelerine, yazıların yayınlanması hususunda destek vermek, **üyelerimizin ve akademik çalışma (Yüksek Lisans-Doktora-Dr. Öğrt.Üyesi, Doçent-Profesör)** yapan bilim insanlarının akademik yükselme ve atanma kriterlerinde ihtiyaç duyacakları yayın şartlarını sağlayabilmek, sendika olarak savunduğu değer ve ilkeler ile ilgili özel sayılar çıkartarak akademik platformda da elde ettiği argümanları katma değer olarak kullanmak. Eğitimin sorunları, eğitim çalışanlarının sorunları gibi konularda yapılan akademik çalışmaları bilim insanlarına ve kamuoyuna sunmak amacıyla fen bilimleri ve teknik bilimler alanında uluslararası hakemli dergi yayınlanmaktadır*

“21. Yüzyılda Fen Bilimleri ve Teknik Bilimler Dergisi” adıyla Uluslararası Hakemli olarak çıkarılacak dergi de bu alanda yapılan akademik çalışmalara yer verilecektir.

İlk sayısı 15 Haziran 2014 tarihinden itibaren çıkan dergimiz için makale göndermek isteyenler makalelerini aşağıdaki kriterlere göre hazırlayarak gönderebilirler. Ayrıca faaliyet ve yayın tanıtma tarzında yapılan bilimsel içerikli yazılara da dergide yer verilecektir.

Türkçe ve İngilizce olarak araştırma makaleleri, araştırma notları, derleme ve gözleme dayalı çalışmaları yayınlamaktadır. Özet, Türkçe ve İngilizce olmalıdır. Araştırma Makaleleri bilimin çeşitli alanlarında önemli özgün araştırmaları temsil ediyor olmalıdır. Araştırma notları ve gözlem çalışmaları bir ön doğa çalışması veya yeni kayıtları kapsayan konuların kısa sunuşları olmalıdır. Editör bir makalenin kısa bir haber olması gerektiğine karar verme hakkına sahiptir. Editöre mektuplar dergide yayınlanan makaleler hakkında diğer bilim adamlarının görüşlerini yansıtmaktadır. Editör en son gelişmelerin olduğu özel ilgi alanlarını göz önünde tutan inceleme makalelerini de kabul edebilir.

21. Yüzyılda Fen Bilimleri ve Teknik Bilimler Dergisi’ne gönderilen makaleler, daha sonraki aşamada benzerlik denetiminden geçirilir. Benzerlik denetimi iThenticate programı aracılığıyla gerçekleştirilir, **benzerlik oranının %20’nin üstüne çıkmaması gerekmektedir.**

Yazılan metin kurallara uygun değilse veya derginin amacı dışında ise hakemlerin incelemesi olmadan reddedilebilir.

Tüm yazılar dergiye ekteki talimatlarda bulunan Telif Devir Hakkı Formu ile birlikte gönderilmelidir. Bu formun tüm yazar/yazarlar tarafından doldurularak ve imzalanarak, yazılan metin ile birlikte gönderilmesi zorunludur.

Başkasına ait fikirlerin veya sözcüklerin kullanılması durumunda kullanılan objenin orijinal haliyle veya uygun referans verilmeden değiştirilerek kullanılması intihal olarak kabul edilir ve tolere edilmez. Alıntılara referans verilmiş olsa bile eğer kelimeler başkasının çalışmasından alınmışsa ve tırnak işareti (“ ”) içinde yazılmamışsa yazar hala intihal suçu işlemiş sayılır.

Yazarların yazım tarzının genellikle literatürde kullanıldığı üzere ve burada belirtilen şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Bildiri font boyutu 11 punto ve satır aralıkları genelde kullanıldığı üzere tek satır olarak ayarlanacaktır. Yazı fontu Times New Roman’dır. Metin her iki tarafa hizalanmalıdır.

Yazarlar bildirinin orijinal araştırma makalesi, araştırma notları, derleme, gözleme dayalı not veya Editöre bir mektup olup olmadığını belirtmelidirler. ***Dergiye gönderilen makalelerden doğabilecek her türlü sorumluluk yazarlara aittir.***

21. Yüzyılda Fen Bilimleri ve Teknik Bilimler Dergisi’ne gönderilen makaleler araştırma ve yayın etiği ilkeleri çerçevesinde Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği ile ilişkili yönergeler, COPE (Committee on Publication Ethics)’un Editör ve Yazarlar için Uluslararası Standartlarından sorumludurlar. Bu kapsamda intihal, verilerde sahtecilik ya da yanıltmacılık, yayım tekrarı, bölerek yayınlama ve araştırmaya katkısı olmayan kişilerin yazarlar arasında yer alması etik kurallar dahilinde kabul edilemez uygulamalardır. Bu ve benzeri uygulamalarla ilişkili herhangi etik bir usulsüzlük durumunda gerekli yasal işlemlere başvurulacaktır.

Dergimizde Türkçe ve İngilizce metinler yayınlanabilir. Ancak, metin İngilizce yazılmış ise Türkçe özet, Türkçe yazılmış ise İngilizce abstract olmalıdır.

Anadili İngilizce olmayan yazarların İngilizce metin sunmaları durumunda, şayet İngilizcesi yeterli değilse, İngilizcesi akıcı olan birine eserlerini incelettirmeleri tavsiye edilir. İngilizce metinde kesinlikle argo kullanılmamalıdır. Pasif tens ve tekrarlanan uzun cümle kullanılmasından kaçınılmalıdır. Eserin bilgisayar ve dilbilgisi yazım kurallarına uygun olmalıdır.

Türkçe metinlerde, Türkçe yazım kurallarına uyulmalıdır. Bütün kısaltmalar ve akronimler ilk belirttikleri yerde tanımlanmalıdır. Okuyucunun daha kolay anlaması açısından kısaltmalar az kullanılmalıdır. Örneğin, et al. in situ, in vitro or in vivo gibi Latin terimleri italik yazılmamalıdır.

Derece sembolü (°) (Microsoft word da Ekle menüsündeki sembol listesi) kullanılmalı ve “o” veya “0” numarası üst simge olarak kullanılmamalıdır. **Çarpma sembolü küçük “x” harf gibi değil (x) olarak kullanılmalıdır.** Sayı ve matematiksel semboller (+, -, x, =, <, >), sayı ve birimler (örneğin 3 kg) arasına boşluklar konulmalı, sayı ve yüzdelik semboller (örneğin, %45) arasına boşluk konulmamalıdır.

Hakemlerin, tavsiye edilen düzeltmelerinden sonra eser yayın için kabul edildiğinde yazarların ek bir düzeltme yapmalarına izin verilmez.

Başlık

Başlık kısa, bilgi verici olmalı ve ayrı bir sayfaya yazılmalıdır (örneğin, A Preliminary Study of the Food of the Dwarf Snake, Eirenis modestus (Martin, 1838) (Serpentes: Colubridae), in İzmir and Manisa Provinces). Başlık sayfası şunları içermelidir: a) eserin adı, b) yazar veya yazarların isimleri c) araştırmanın yapıldığı enstitü, laboratuvar ve üniversitenin adı ve adresi.

TÜRKÇE BAŞLIK (TIMES NEW ROMAN, 12 PT)

Yazar1^a, Yazar2^b,.....

^a Organizasyon, Şehir, Ülke, E-posta: xxx@xx.xxx

^b Organizasyon, Şehir, Ülke, E-posta: yy@yyyy.yyy.zz

Özet

Bu kısımda bildirinizin Türkçe özetini içeren metni yazınız. Metin, Times New Roman, 11 punto, satır aralığı 1 ve paragraf aralığı 0 olarak ayarlanmalıdır. Paragraflar arası boşluk verilmemelidir. Özet 200 kelimeyi geçmemelidir.

Anahtar kelimeler: En fazla 5 kelime

TITLE IN ENGLISH (TIMES NEW ROMAN, 12 PT)

Abstract

They are intended to guide the authors in preparing the electronic version of their paper. Words must Times New Roman, 11 punto, line gap 1 and paragraph spacing 0.

Keywords: maximum 5 words

Bölümler ve alt bölümler:

Ana bölümler: Giriş, Materyal ve Metot, Sonuç, Tartışma ve Sonuçlar sıralı olarak verilmelidir. Örneğin; **Giriş, Materyal ve Metot, Sonuç, Tartışma ve Sonuç** şeklinde, alt bölümler ise 1,2,3,4 şeklinde olmalıdır. Makalelerin font boyutu 11 punto ve satır aralıkları genelde kullanıldığı üzere tek satır olarak ayarlanacaktır. Yazı fontu Times New Roman'dir. Metin her iki tarafa hizalanmalıdır.

Kenar Boşlukları

Kağıt boyutu A4 (297 × 210 mm)'dir. Kenar boşlukları ve diğer önemli bilgi Çizelge 1'de ifade edilmiştir.

Çizelge 1. Kenar boşlukları, metin genişliği, vd. tanımlamalar.

Boyut	Nesne
20 mm	Sol ve sağ kenar boşlukları
30 mm	Üst boşluk (üst bilgiyi içerir şekilde)
15 mm	Metin ve üst bilgi ayırımı
25 mm	Alt kenar boşluğu
12 pt	Bildiri başlığı font boyutu
12 pt	Başlıklar font boyutu
12 pt	Alt başlıklar font boyutu
11 pt	Metin font boyutu

Kaynaklar

Kaynaklar metnin içinde yazarların soyadına ve yayın yılına göre yazılmalı, örneğin, (Kosswig, 1957) veya (Birand ve Fiengun, 1989). Alıntılar için yazarlar 2 den fazla ise sadece ilk yazarın ismi ve “et al.” ve yıl. Eğer alıntı cümlenin konusu ise “ Sokal et al. (1998) a göre olarak sadece yıl parantez içinde verilmelidir.

Kaynaklar, metin sonunda numaralandırılmaksızın alfabetik olarak listelenmeli. Metindeki yazar isminin yazılışının kaynak listesindeki ile tam olarak aynı olduğundan emin olunması için yazı dikkatli bir şekilde kontrol edilmelidir. Tüm kaynakların doğru olması ile ilgili başlıca sorumluluk yazarlara aittir.

Kaynaklar aşağıda belirtilen örnekteki gibi yazılmalıdır.

Kaynak bir dergi ise; Yazarın soyadı, adının baş harfi. Yıl. Makalenin Tam Başlığı, *Derginin adı* (varsa uluslararası kısaltmaları), Cilt no (Sayı no), makalenin başlangıç ve bitiş sayfa no.

Hsuing, S. 1931. The protozoan fauna of the rumen of Chinese sheep. *J Gen Microbiol*, 20:(1) 1-5.
Kır, H. and Şahan, D., B. 2019. Yield quality features of some silage sorghum and sorghumsudangrass hybrid cultivars in ecological conditions of Kırşehir Province. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Science*, 6(3): 388-395

Uslan İ., Sarıtış S., Davies T.J., 1999. Effects of Variables on the size and characteristics of gas atomized aluminium powders, *Powder Metallurgy*, 42 (2), 157-163.

Bağrıaçık, N. 2005. Niğde ili Eumenidae (Hymenoptera) faunası üzerine araştırmalar ve bazı ekolojik gözlemler, *Selçuk Üni Fen Edeb Fak Fen Derg*, 25:43-50

Kaynak bir kitap ise; Yazarın soyadı, adının baş harfi. Yıl. Kitabın Adı, Cilt no, varsa editörü, yayınevinin adı, yayın no, yayınlandığı yer.

Mayr, E. 1969. *Principles of Systematic Zoology*, McGraw-Hill Inc., New York.
Cochran, W.G. and Cox, G.M. 1957. *Experimental Designs*. John Wiley and Sons, New York.

Kaynak kitabın bir bölümü ise; Bölüm yazarının soyadı, adının baş harfi. Yıl. Bölümün Adı, Bölümün Alındığı Kitabın Adı, Cilt no, varsa editörü, yayınevinin adı, yayınlandığı yer, bölümün başlangıç ve bitiş sayfa no

Sarıtaş S. ve Davies T.J., 1987. Reduction of Oxide Inclusions During Pre-Forging Heat Treatments, Powder Metallurgy for Full Density Products, New Perspectives in Powder Metallurgy, Cilt 8, Editör: Kulkarni K.M., Metal Powder Industries Federation, Princeton, NJ, A.B.D, 417-430.

Kaynak bir konferans ise; Yazarın soyadı, adının baş harfi. Yıl. Tebliğin adı, Kongrenin Adı, yapıldığı yer, tebliğin başlangıç ve bitiş sayfa no.

Tyler, G. 1975. Effect of heavy metal pollution on decomposition and mineralization in forest soils. In: Proceedings of the International Conference on Heavy Metals in the Environment (Eds., B. Nath and J.P. Robinson), Vol. 2 WHO, Toronto, pp. 217-226.

Gökkuş, A., Bakoğlu, A. ve Koç, A. 1996. Bazı Adı Fig (Vicia sativa L.) hat ve çeşitlerinin Erzurum sulu şartlarına adaptasyonu üzerine bir çalışma. Türkiye 3. Çayır-Mera ve Yembitkileri Kongresi, 17-19 Haziran, Erzurum, s. 674-678.

Kaynak bir tez ise; Yazarın soyadı, adının baş harfi. Yıl. Tezin adı, cinsi (master, doktora), sunulduğu üniversite, enstitü, yayınlandığı yer, sayfa sayısı.

Sezen, Z. 2000. Population viability analysis for reintroduction and harvesting of Turkish Mouflon Ovis gmelini anatolica, MSc thesis, METU, Ankara, 119 pp. Şeklinde yazılmalıdır.

Tables and Figures Tablolar ve Şekiller

Tablo içermeyen tüm örnekler (fotoğraflar, çizimler, grafikler vs.) “Şekil” olarak adlandırılmalıdır. Çalışmada her tablo ve şeklin doğru konumu açık bir şekilde gösterilmelidir.

Tüm tablo ve şekiller alt başlıklı ve/ya da açıklanmalı olmalı ve numaralandırılmalı (Tablo 1, Şekil 1 vb.). Ancak, sadece bir tablo ya da bir şeklin olduğu durumlarda “Tablo” veya “Şekil” olarak adlandırılmalıdır. Tüm tablo ve şekiller ardı ardına numaralandırılmalı ve metnin sonunda verilmelidir.

Alt yazı, başlık, sütun yazısı ve dipnot içeren şekiller ve tablolar 16 x20 cm’i aşmamalı ve genişliği 8 cm den küçük olmamalıdır. Tablolar her biri ayrı bir kâğıdın üzerine ve çift aralıklı olacak şekilde anlaşılır biçimde çizilmelidir. Yukarıda belirtilen boyutların kullanılması şartıyla, gerektiği takdirde, tablolar bir diğer sayfada devam ettirilebilir. Alt yazı cümle halinde yazılmalıdır (Örneğin: Çalışma alanlarının haritası).

Resimlerin çözünürlükleri, genişlik 16 cm’ye ayarlandığında 118 piksel/cm’den az olmamalıdır.

Resimler 1200 dpi çözünürlüğünde taratılmalı ve jpeg ya da tiff formatında olmalıdır. Grafik ve diyagramlar genişliği 0,5 ve 1 nokta arasında olan bir hat ile çizilmelidir. Genişliği 0,5 den küçük ve 1 den büyük olan, taranan veya fotokopi olan grafik ve diyagramlar kabul edilmez.

MS Word’den başka bir program ile çizilen grafik ve diyagramlar, boş bir MS Word sayfasına yapıştırılmalı ve ayrı olarak sunulmalıdır. Şekiller MS Word’e dönüştürüldüğünde, resim dosyası formatına (jpeg, tiff, epd, pdf vb.) çevrilmemeli, basit bir şekilde, düzeltilebilen nesne olarak yapıştırılmalıdır.

Grafikler, kullanılan bilgi yazar tarafından gerekli görülmedikçe, 2 boyutta hazırlanmalıdır. Gereksiz yere, 3 boyutlu çizilen grafikler kabul edilmez.

7. Adres: (Makale gönderilecek adres)

fenveteknik@turkegitimsen.org.tr

Makale Son Kontrol

- Makalenizi ve diğere notlarınızı göndermeden önce lütfen aşağıdaki kontrol listesini gözden geçiriniz
- Telif Devir Hakkı Formu bütün yazarlar tarafından doldurulup imzalanıp ekte gönderilmelidir.
- Heceleme ve dilbilgisi kontrolü yapılmalıdır.
- Bütün makale, özet, tablolar, referanslarda dahil olmak üzere, çift aralıklı olmalıdır.
- Kenar boşlukları her taraftan 3 cm olmalıdır.
- Yazı tipinin boyutu 11 punto olmalıdır
- Ondalık sayılar nokta ile gösterilmelidir (örnek: 10.24)
- Yüzdeler işareti sayıdan sonra boşluk bırakmadan yazılmalıdır (örnek: 53%)
- Yazar isimleri tam olarak yazılmalıdır (Kısaltma yapılmamalıdır)
- Adres verilmelidir
- İngilizce ve Türkçe başlık verilmelidir
- Başlık, başlık formatında olmalıdır
- İngilizce ve Türkçe anahtar kelimeler verilmelidir
- Orijinal Şekiller eklenmelidir
- Şekiller kurallara göre hazırlanmalıdır
- Şekiller max. 16x20 cm, min 8 cm genişliğinde olmalıdır
- Şekiller sayfada sıralı bir şekilde olmalıdır
- Tablolar max. 16x20 cm, min 8 cm genişliğinde olmalıdır
- Tablolar sayfada sıralı bir şekilde olmalıdır
- Tablo veya Şekil başlıkları cümle formatında olmalıdır
- Referanslar kurala göre yazılmalıdır
- Referanslar alfabetik olarak sıralanmalıdır
- Sayfalar numaralandırılmalıdır

INSTRUCTIONS FOR CONTRIBUTORS

Turkey Kamu Sen J.Sci accepts research articles and research notes in English and Turkish in the field of sciences; abstracts in both Turkish and English are required. Research Articles should present significant original research in various fields of sciences. Research Notes are shorter submissions of a preliminary nature or those including new records, etc. The editor reserves the right to decide that a paper be treated as a Short Communication. Letters to the Editor reflect the opinions of other researchers on the articles published in the Journal. The Editor may also invite review articles concerning recent developments in particular areas of interest.

Manuscripts may be rejected without peer review if they do not comply with the instructions to authors or are beyond the scope of the journal. All manuscripts must be accompanied by the Copyright Release Form, which can be found following the Instructions. This form must be completed and signed by all the authors before processing of the manuscript can begin.

The use of someone else's ideas or words in their original form or slightly changed without a proper citation is considered plagiarism and will not be tolerated. Even if a citation is given, if quotation Marks (" ") are not placed around words taken directly from another author's work, the author is still guilty of plagiarism.

Manuscripts must be typewritten on white A4 standard paper (210 x 297 mm) on one side of the page only in 12-point font, double-spaced throughout. Authors must state whether their submission is an original Research Article or a Letter to the Editor. The authors bear full responsibility for their articles. Manuscripts should be written in English, together with an abstract written in Turkish.

Contributors who are not native Turkish speakers may submit their manuscripts with an abstract written in English only.

Contributors who are not native English speakers are strongly advised to ensure that a colleague fluent in the English language, if none of the authors is so, has reviewed their manuscript.

Concise English without jargon should be used.

Repetitive use of long sentences and passive tense should be avoided.

It is strongly recommended that the text be run through computer spelling and grammar programs.

Spelling should be British or American English and should be consistent throughout.

In general, the journal follows the conventions of Scientific Style and Format: The CSE Manual for Authors, Editors, and Publishers, Council of Science Editors, 7th ed., Reston, VA, USA, 2006.

Genellikle, makale geleneksel bilimsel stili ve formatı takip eder: The CSE Manual for Authors, Editors, and Publishers, Council of Science Editors, 7th ed., Reston, VA, USA, 2006.

All abbreviations and acronyms should be defined at first mention.

To facilitate reader comprehension, abbreviations should be used sparingly. Latin terms such as et al., in situ, in vitro, or in vivo should not be italicised.

Degree symbols (°) must be used (from the Symbol list on the Insert menu in Microsoft Word) and not superscript letter "o" or number "0".

Multiplication symbols must be used (x) and not small "x" letters.

Spaces must be inserted between numbers and units (e.g., 3 kg) and between numbers and mathematical symbols (+, -, x, =, <, >), but not between numbers and percent symbols (e.g., 45%).

After the manuscript has been accepted for publication, i.e. after referee-recommended revisions are complete, the authors will not be permitted to make any additions.

Note: Before publication, the galley proofs are always sent to the authors for correction. Mistakes/omissions that occur due to some negligence on our part during the final printing will be rectified in an errata section in a later issue. However, this does not include those errors left uncorrected by the authors in the galley proofs.

1. Title page

Title should be short and informative and written on a separate page in title case (e.g., A Preliminary Study of the Food of the Dwarf Snake, *Eirenis modestus* (Martin, 1838) (Serpentes: Colubridae), in Zmir and Manisa Provinces). Title page must include the following: a) Name of the article, b) Name(s) of the author(s), c) Name and address of the university, laboratory or institute where the research was carried out.

2. Abstract

This must be brief (not exceeding 150 words) but give clear information about the objectives, the methodology and the results obtained. The abstract and title must appear in both English and Turkish. Below the abstract, authors must provide 3 to 5 key words.

3. Sections and Subsections

The main sections—introduction, materials and methods, results, discussion and conclusion—must be numbered consecutively, i.e., 1. Introduction, 2. Materials...3. etc. and subsections 1.1, 1.2, etc.

4. References

References should be cited in the text by the last name(s) of the author(s) and the year of publication, for example, (Kosswig, 1957) or (Birand and fiengun, 1989). For citations with more than 2 authors, only the first author's name should be given, followed by "et al." and the date. If the citation is the subject of a sentence, only the date should be given in parentheses, as in "According to Sokal et al. (1988)".

References should be listed alphabetically at the end of the text without numbering.

The manuscript should be carefully checked to ensure that the spellings of author's names are exactly the same in the text as in the reference list. Authors bear primary responsibility for the accuracy of all references.

References should appear as in the examples provided below:

Journal articles;

Hsuing, T.S. 1931. The protozoan fauna of the rumen of Chinese sheep. *J. Gen. Microbiol.* 20: 1-5.

Gocmen, B. and Oktem, N. 1999. <flkembe siliyat> Entodinium longinucleatum Dogiel, 1925 (Ciliophora:Entodiniidae)'un evcil s>.rlardaki taksonomik durumu. *Turk. J. Zool.* 23: 465-471.

Boks;

Mayr, E. 1969. Principles of Systematic Zoology, McGraw-Hill Inc., New York.

Cochran, W.G. and Cox, G.M. 1957. Experimental Designs. John Wiley and Sons, New York.

Chapter in Books

Kence, A. and Tarhan, S. 1997. Status in Turkey. In: Wild Sheep and Goats and Their Relatives (ed. D.M. Shackleton), IUCN Gland, Switzerland, pp. 134-138.

Proceedings

Tyler, G. 1975. Effect of heavy metal pollution on decomposition and mineralization in forest soils. In: Proceedings of the International Conference on Heavy Metals in the Environment (Eds., B. Nath and J.P. Robinson), Vol. 2 WHO, Toronto, pp. 217-226.

Theses

Sezen, Z. 2000. Population viability analysis for reintroduction and harvesting of Turkish Mouflon *Ovis gmelini anatolica*, MSc thesis, METU, Ankara, 119 pp.

5. Tables and Figures

All illustrations (photographs, drawings, graphs, etc.) not including tables must be labelled "Figure". The correct position of each table and figure must be clearly indicated in the paper. All tables and figures must have a caption and/or legend and be numbered (e.g., Table 1,

Figure 1), unless there is only one table or figure, in which case it should be labelled "Table" or "Figure". All tables and figures must be numbered consecutively and given at the end of the manuscript.

Figures and tables, including captions, titles, column heads, and footnotes, must not exceed 16 x20 cm and should be no smaller than 8 cm in width. Tables must be clearly typed, each on a separate sheet, and double-spaced. Tables may be continued on another sheet if necessary, but the dimensions stated above still apply. Captions must be written in sentence case (e.g., Map of the study area.)

The resolution of images should not be less than 118 pixels/cm when width is set to 16 cm. Images must be scanned at 1200 dpi resolution and submitted in jpeg or tiff format.

Graphs and diagrams must be drawn with a line weight between 0.5 and 1 point. Graphs and diagrams with a line weight less than 0.5 point and more than 1 point are not accepted. Scanned or photocopied graphs and diagrams are not accepted.

Graphs and diagrams drawn in a program other than MS Word should be pasted in a blank MS Word page and submitted separately. When figures are transferred into MS Word, they should not be converted into or exported as image file formats (jpeg, tiff, epd, pdf, etc.), but simply pasted as an editable object.

Charts must be prepared in 2 dimensions unless required by the data used. Charts unnecessarily drawn in 3 dimensions are not accepted.

7. Address: (Send articles to)
fenveteknik@turkegitimsen.org.tr

FINAL CHECKLIST

Before submitting your paper (and other writings as applicable), please make sure that the following requirements have all been met:

- Copyright Release form is enclosed, completed and signed by all authors
- Spell check and grammar check have been performed
- Entire paper is double-spaced (NOT 1.5) including abstract, tables, captions/legends, references
- Margins are 3 cm each side
- Font size is 12 pt
- Decimals are shown by a full stop (e.g., 10.24)
- Percent signs appear without a space after the number (e.g., 53%)
- Names of authors are written in full (not abbreviated)
- Address is given
- English title is given
- Turkish title is given (if possible)
- Title is in title case
- English abstract is given
- Turkish abstract is given (if possible)
- English key words are given
- Turkish key words are given
- Original figures are enclosed
- Figures are prepared according to the instructions
- Figures are max. 16 x20 cm; min. 8 cm wide
- Figures are referred to consecutively in the paper
- Tables are max. 16 x20 cm; min. 8 cm wide
- Tables are referred to consecutively in the paper
- Captions are written in sentence case
- References are typed according to the instructions
- References are listed alphabetically
- All pages are numbered

**Değerli Akademisyenler,
Kıymetli Eğitim Çalışanları,**

Bilimsel dergiciliğin dünyada ve ülkemizde artan önemi göz önüne alındığında, Türk Eğitim-Sen Genel Merkezi'nin uluslararası hakemli bilimsel yayınlarından ikincisi olan 21. Yüzyılda Fen ve Teknik, üniversite camiamıza ve düşünce hayatımıza hizmet etme inancımızın önemli bir aracıdır.

Dergimiz, beş yıldır sürdürülen titiz çalışmaların, on sayıdır siz değerli üyelerimizin ve akademisyenlerimizin katkılarıyla adım adım büyüyen bir yayın geleneğinin adı olmayı başarmıştır. Yaz ve kış sayılarıyla yılda iki kez yayınlanarak sizlerle ve bilim camiası ile buluşma özelliğine sahip olan dergimiz, her sayısı on bin adet basılarak, ulusal ve uluslararası dağıtım kabiliyeti sayesinde alanındaki diğer bilimsel dergilerden ayrılmaktadır. Yurt içi ve dışında büyük kütüphaneler, arşivler, ve akademik birimlere düzenli olarak ulaştırılması bakımından dergicilik dünyası ve bilim hayatına katkı sunarak kıymetli bir görevi üstlenmektedir.

Türk üniversitelerinde çalışma barışına mani olacak, önemli hak kayıplarının ve yeni mağduriyetlerin kaynağı olabilecek norm kadro yönetmeliği ile bilim insanlarının geleceklerinin ellerinden alınabileceği akademik ve insani meşruiyetten yoksun uygulamaya şiddetle karşı çıkıyoruz. Haksızlıklar ve emeğin karşılıksız kalmasına sebep olabilecek düzenlemeyle ilgili olarak YÖK Başkanlığı nezdinde gerekli görüşmelerimizi yaparak üyelerimiz ve üniversite çalışanlarının taleplerini iletme görevimizi yerine getirdik. Üniversite çalışanlarının haklı taleplerini iletmiş olmamıza rağmen yönetmeliğin bir emri vakiyle yayınlanmış olması, akademisyenlerimiz adına Türk Eğitim-Sen Genel Merkezi olarak bizi yargı yoluna başvurma seçeneğine sevk etmiştir. Yönetmeliğin büyük hak kayıpları meydana getirecek iş güvencesi ve insan hakları kapsamındaki pek çok maddesine dava açarak bağımsız Türk yargısı nezdinde önemli bir hukuki mücadele bayrağını açış bulunuyoruz. YÖK ve Üniversiteler Arası Kurul tarafından sık sık değiştirilen Doçentlik Kriterleri yıllardan süren büyük mağduriyetlerin katmerlenerek büyümesi sonucunu meydana getirmiştir.

2011 yılından itibaren davalar açtığımız ve ilgili maddelerini iptal ettirdiğimiz yönetmelik, ısrarla her yıl yeniden düzenlenerek doçent adaylarının önüne konulmuştur. Yürürlükteki yönetmeliğe açtığımız davanın ısrarla takipçisi oluyoruz. Durumun hassasiyeti bakımından kararın öncelikler arasına alınmasına talebine olumlu cevap almış bulunuyoruz. Üniversite çalışanlarının, bilim insanlarının ekonomik ve sosyal şartlarının iyileştirilmesi mücadelesi sendikamızın vazgeçilmez mücadele şiarıdır. 3600 ek gösterge hakkında kapsam dışında kalan üniversite çalışanlarının da yararlanabilmesi için YÖK, Cumhurbaşkanlığı ve TBMM'de etkili bir mücadele yürüttük. Akademisyenlerimiz ve tüm üniversite çalışanlarının kura dayalı ekonomik kırılmalar ve yüksek enflasyon sarmalı altında daha fazla ezilmemeleri için, yıllık yüzde yirmi altı oranını ulan enflasyon farkının maaşlara yansıtılması talebini, dilekçe kampanyalarımız ve Türkiye Kamu-Sen olarak meclis gündemine taşıdık. Üniversite çalışanlarının dünya standartları söz konusu olduğunda içerisinde buldukları ekonomik durumlarının yetersiz bir seviyede olduğu artık herkesin malumudur. Yaşam standardı araştırmaları incelendiğinde, uluslararası yaşam endeksleri ölçümlerinde üniversite çalışanlarımızın dünya ortalamasının çok gerisinde bir ekonomik imkâna sahip olmaları ülkemiz için önemli bir yaradır.

Uluslararası hakemli yayınınımızın onuncu sayısını sizlere takdim ederken, danışma ve hakem kurullarında yer almak nezaketini göstererek, bu çalışmaya en büyük manevi desteği ve bilimsel öncülüğü sağlayan kıymetli hocalarımıza, dergimize büyük bir teveccüh gösteren akademisyen, eğitim çalışanı yazarlarımız ile teşkilatlarımıza Türk Eğitim-Sen Genel Merkezi adına teşekkür ederim.

Talip GEYLAN
Türk Eğitim-Sen Genel Başkanı

Saygıdeğer Eğitimciler ve Bilim İnsanları,

21. Yüzyılda Fen ve Teknik dergisi, Türk Eğitim-Sen'in bilim ve kültür dergisi olma özelliğiyle yirmi birinci sayısını akademik hayata katkı olarak sunmanın mutluluğunu yaşıyoruz. Türkiye'de yayımlanan akademik dergiler arasında Fen ve Teknik'in ayırt edici özellikleri ve başarısını şu şekilde tarif edebiliriz; dergimiz büyük kütüphaneler, arşivler ve akademik birimlere düzenli olarak ulaştırılması bakımından dergicilik ve bilim hayatına katkı sunarak kıymetli bir görevi üstlenmektedir.

Uluslararası yayın kriterlerini güçlü bir şekilde tamamlayan dergimizin, editörler kurulu, bilim-danışma ve hakem kurulları, pek çok yabancı ülkeden alanında saygın bilim insanlarının iştirakiyle oluşmuştur. Türk Eğitim-Sen'in üyesi olduğu Uluslararası Avrasya Eğitim Sendikaları Birliği; Kazakistan, Kırgızistan, Azerbaycan, Makedonya, Kosova, KKTC, Irak eğitim sendikalarının üyesi olduğu dünyanın üye sayısı bakımından en büyük ve saygın bilim ve eğitim çalışanları çatı örgütlerinden bir tanesidir. Sendikamız eğitim çalışanlarının güçlü sesi olarak; düzenlediği ve desteklediği sempozyumlar aracılığıyla bilim hayatının gelişmesine katkı sağlamayı öncelikli vazifelerden biri olarak görmektedir.

Dergimizin ilk sayısından bu güne kadar emeği geçen bütün eğitimcilere ve bilim insanlarına, yayın danışma kurulumuza, Türk Eğitim-Sen teşkilatlarına ve mensuplarına, Türk Eğitim-Sen'in yöneticilerine, yönetim kuruluna ve bizden bu konuda hiçbir desteğini esirgemeyen genel başkanımız Talip GEYLAN'a huzurlarınızda teşekkürü zevkle yerine getirilmesi gereken bir borç olarak görürüz.

Prof. Dr. Mehmet Ali KIRPIK

Dr. Hakan KIR

21. Yüzyılda Fen ve Teknik Dergisi Editörleri

İçindekiler / Contents

Biyoçarın Toprağın Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özelliklerine Etkileri.....29

Effects of Biochar on Physical, Chemical and Biological Properties of Soils

Elif GÜNAL - Halil ERDEM

Türkiye’de Doğal Yayılış Gösteren Bazı *Pistacia* L. Türlerinin ITS Gen Bölgesi59

Kullanılarak Dünya’da ki Diğer Türlerle Moleküler Filogenetik İlişkilerinin Belirlenmesi

Molecular Phylogenetic Relationships of Some *Pistacia* L. species Native to Turkey and the World Based on ITS Gene Region

Mevlûde Alev ATEŞ - Zeynep YILDIRIM - Duygu YAĞAN

Yerel Kuru Fasulye Genotiplerinin Bazı Kalite Parametrelerinin Ortaya Konulması.....69

Determination of Some Quality Parameters of Domestic Dry Bean Genotypes

Mehmet YILDIRIM - Ömer SÖZEN

Biyoçarın Toprağın Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özelliklerine Etkileri **Effects of Biochar on Physical, Chemical and Biological Properties of Soils**

Elif GÜNAL¹ Halil ERDEM²

Öz:

Toprak, su ve havayı kirletmeden tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini sağlamak toprağın kalitesinin korunması ve iyileştirilmesi ile mümkün olabilir. Toprağın kalitesinin korunması ve iyileştirilmesine katkı veren en önemli bileşen şüphesiz organik maddedir. Ancak organik maddenin toprakta kalma süresinin kısa olması sürekli ilavesini gerekli kılmaktadır. Çeşitli bitki ve hayvan atıklarının oksijenin az veya hiç bulunmadığı ortamda termo-kimyasal değişimi ile elde edilen biyoçar, yüksek karbon içeriği ve yüzey alanı ve ayrışma karşı direnci gibi özellikleri nedeni ile organik maddenin bu eksikliğini giderebilecek potansiyele sahiptir. Organik maddeye kıyasla üstün özellikleri nedeni ile biyoçar, son yıllarda çok sayıda bilim insanının ilgisini çekmiş ve biyoçarın çevre üzerine etkileri araştırılmaya başlanmıştır. Biyoçarın toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine etkilerini araştırmak üzere inkübasyon çalışmaları yapılmış, sera ve arazi denemeleri kurulmuş ve sonuçları yayınlanmaya başlanmıştır. Bu derlemede biyoçarın toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine etkilerini araştıran ve çoğunluğu son yıllarda yayınlanmış 128 adet çalışmanın önemli bulguları ve tartışmaları özetlenmiştir. Bugüne kadar yayınlanan çalışmaların çoğunluğu kısa süreli inkübasyon ve sera çalışmalardan oluşmaktadır. Biyoçarın devam eden etkisinin anlaşılabilmesi için uzun süreli arazi denemelerine gereksinim vardır.

Anahtar sözcükler: Biyoçar, piroliz, biyokütle, besin elementi, su tutma, enzim aktivitesi

Abstract:

Sustainability of agricultural production without polluting soil, water and air may be possible by conserving and improving the quality of soils. The most important component that contributes to conservation and improvement of soil quality is undoubtedly organic matter. However, short life of organic matter in soil due to mineralization requires continuous addition of organic matter to sustain the

¹ Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tokat 60240 Türkiye, Sorumlu Yazar: elifgunal@yahoo.com

² Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tokat 60240 Türkiye

benefits. Biochar obtained by thermochemical decomposition of various plant and animal wastes in a little or oxygen free environment has potential to overcome the shortcoming of organic matter due to high carbon content, surface area and resistance to degradation. The superior characteristics of biochar compared to organic matter have recently attracted the attentions of many scientists who conducted researches to investigate the effects of biochars on environment. In order to investigate the effects of biochars on physical, chemical and biological properties of soils, incubation studies were carried out, greenhouse and field experiments were established and the results started to be published. In this review, important findings and discussions of 128 studies, majority of which have been published in recent years, that investigated the effects of biochars on physical, chemical and biological properties of soils have been summarized. The majority of published studies are composed of short-term incubation and greenhouse studies. Long-term field experiments are required to understand the extent of biochar impact on environment.

Keywords: Biochar, pyrolysis, biomass, plant nutrient, water retention, enzyme activity

Giriş:

Biyöçarın temel bileşenleri; karbon, uçucu maddeler, mineral madde (kül) ve nemdir (Antal ve Gronli, 2003). Biyöçarın bileşenlerinin oransal miktarları ile fiziksel ve kimyasal özellikleri tarımsal ürün atığı, kereste atığı, şehir atığı, hayvan gübresi gibi tercih edilen biyokütlenin doğası ve temel olarak sıcaklık ve süre gibi piroliz işleminin gerçekleştirildiği koşullara bağlı olarak büyük değişkenlikler göstermektedir (Lehmann, 2007; Ueno ve ark., 2007; Brown, 2009; Chan ve Xu, 2009). Biyöçarın özelliklerinin ne olacağını belirleyen koşullar aynı zamanda uygulandığı ortamdaki etkinliğini ve topraktaki sonunu belirlemektedir (Brown, 2009). Ham maddelerin heterojen yapısı ve piroliz esnasında meydana gelen bir dizi kimyasal reaksiyon üretilen her bir biyöçarın kendine özgü bir yapı ve kimyasal özellik kazanmasına neden olmaktadır (Demirbaş, 2004). Bu özellikler aynı zamanda biyöçarın ne tip araziler için uygun olduğu veya olmadığını anlaşılmasına da yardımcı olurken doğadaki kaderini de belirlemektedir (Downie, 2009). Örneğin ağaç odunundan yapılan biyöçarlar daha kabadır ve daha dayanıklıdır (Winsley, 2007). Bunun yanında ürün atıkları, hayvan gübresi ve deniz bitkilerinden odunsu ham maddelere kıyasla daha ince ve daha dayanıksız biyöçarlar üretilebilmektedir. Bu biyöçarlar besin elementlerince de zengin olduklarından dolayı mikroorganizmalarca kolaylıkla parçalanabilmektedir (Sohi ve ark., 2009).

Ham madde içerisindeki biyöçarın 250-350 °C'deki sıcaklıkta bozulması esnasında önemli miktarda uçucu bileşik kaybolur ve geride amorf olan katı bir materyal kalır. Sıcaklık artmaya başladığında uçucu bileşiklerin kaybı da artar. Öncelikle su, ardından hidrokarbonlar, katran buharı, H₂, CO ve CO₂ kaybı bunu takip eder (Baldock ve Smernik, 2002; Demirbaş, 2004). Bu noktada alkil ve O-alkil C, aril C'na dönüşür. Poli aromatik grafin tabakalar 330 °C civarında yatay olarak genişlemeye başlar ve zamanla bunlarda yıkılır. Asıl karbonizasyon işlemi ise 600 °C'nin üzerinde gerçekleşir. Karbonizasyon, C

olmayan atomların çoğunun uzaklaşması ile dikkati çeker ve bunun neticesinde C içeriği göreceli olarak artar. Bazı odunsu hammaddelerden üretilen biyoçarlarda C içeriği ağırlık olarak %90'ları bulabilmektedir (Antal ve Gronli, 2003; Demirbaş, 2004).

Biyoçarın kimyasal özellikleri ve toprak özelliklerine etkileri

Ham maddeleri farklı olmasına rağmen üretilen biyoçarların yüksek karbon içeriği ve kuvvetli aromatik yapıları en önemli ortak özellikleridir (Sohi ve ark., 2009). Bu özelliklerinin biyoçarların kimyasal kararlılıklarına neden olduğu bildirilmiştir. Piroliz işlemi esnasında biyokütledeki kimyasal bağların kırılması ve yeniden düzenlenmesi dış yüzeylerde ve gözeneklerin yüzeylerinde (van Zwieten ve ark., 2009) çok sayıda fonksiyonel grubun oluşmasına neden olmaktadır (Harris ve Tsang, 1997). Bu grupların bir kısmı elektron verici diğer bir kısmı ise elektron alıcı olduklarından dolayı iki özelliğin aynı anda olması biyoçarın asitten bazike, hidofilikten hidrofobiliğe çok farklı özellikler kazanmasına neden olmaktadır (Amonette ve Joseph, 2009). Biyoçar uygulaması çoğunlukla toprak pH'sının artışına ve katyon değişim kapasitesinin (KDK) artmasına neden olduğundan dolayı başta fosfor olmak üzere bir kısım besin elementinin yararışlılığına olumlu etki yapabilmektedir (van Zwieten ve ark., 2010).

Besin elementi kapsamı ve etkileri

Biyoçar ile ilave edilen mikro ve makro besin elementlerinin yararışlılığı biyoçarın pH, yüzey alanı, gözeneklilik, KDK ve biyoçar ilave edilen toprağa besin elementlerinin transferi gibi birçok fiziko kimyasal özelliğine bağlıdır (DeLuca ve ark., 2009). Biyoçarın kendisi de direk olarak besin elementi kaynağı olarak düşünülebilir. Biyoçarların azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve kükürt (S) gibi makro elementler ile birlikte birçok mikro besin elementini içerdikleri rapor edilmiştir (Gaskin ve ark., 2008). Bu nedenle de birçok çalışmada biyoçar uygulaması ile birlikte besin elementi yararışlılığının ve bitkilerin besin elementi alımlarının arttığı bildirilmiştir (Gaskin ve ark., 2010; Hossain ve ark., 2010).

Biyoçar üretimi esnasında biyokütle içerisindeki materyallerin bir kısmı volatilizasyon ile uzaklaşır. Sıcaklık 100 °C olduğunda materyal içerisindeki C değişmeye ve belirli bileşenler uzaklaşmaya başlar. Materyal içerisindeki N ve S'ün önemli bir kısmı 200 ve 375 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda volatilize olurken, K ve P ise 700 ve 800 °C arasında buharlaşarak uzaklaşır (DeLuca ve ark., 2009). Biyoçarların büyük bir kısmı 450 ile 550 °C arasındaki sıcaklıklarda üretildiğinden N ve S bakımından genelde yetersizdirler. Bununla birlikte, N açısından zengin olan hayvansal atıklardan düşük sıcaklıklarda üretilen biyoçarların orijinal materyaldeki N'un %50'sini ve S'ün ise tamamını tutabildiği rapor edilmiştir. Bu nedenle düşük sıcaklıkta üretilen hayvansal atıklardan elde edilen biyoçarların yüksek sıcaklıkta odunsu materyallerden üretilen biyoçarlara göre daha fazla besin elementi içerdikleri belirtilmektedir (Bridle ve Pritchard, 2004). Ancak biyoçar içerisinde tutulan N ve S, organik moleküllerin yapısında bulunduğundan tamamı piroliz öncesinde olduğu gibi yararışlı değildir (Chan ve Xu, 2009). Zira %6.4 toplam N içermesine rağmen atık çamurdan elde edilen biyoçarın 56 günlük

inkübasyon sonunda ihmal edilebilir düzeyde mineral N saldığı belirlenmiştir (Bridle ve Pritchard, 2004). Bununla birlikte biyoçarların yarayışlı K içeriğinin yüksek olduğu ve uygulama ile birlikte topraktaki yarayışlı K konsantrasyonunun ve K alımının arttığı bildirilmiştir (Lehmann ve ark., 2003).

Farklı materyaller ve koşullarda üretilen biyoçarların C içeriğinin 172 g kg^{-1} ile 905 g kg^{-1} (Varyasyon Katsayısı CV: %106.5) arasında değiştiği belirtilmiştir. Bu değişim aralığının toplam N için 1.8 g kg^{-1} ile 56.4 g kg^{-1} , toplam P için 2.7 g kg^{-1} ile 480 g kg^{-1} ve toplam K için 1.0 g kg^{-1} ile 58 g kg^{-1} arasında değiştiği ve hepsinde CV değerinin %100'den yüksek olduğu bildirilmiştir. Özellikle tavuk gübresi gibi hayvansal atıklardan elde edilen biyoçarların P içeriğinin bitkisel kökenli biyo-kütleye oranla çok daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Chan ve Xu, 2009). Farklı organik atıklardan elde edilen biyoçarların besin elementi içerikleri farklı olduğu gibi aynı tür atıklardan elde edilen biyoçarların besin elementi içeriklerinde de büyük farklılıklar olabileceği rapor edilmiştir. Örneğin Chan ve ark. (2007) tavuk gübresinden elde edilen biyoçarın N içeriğini 20 g kg^{-1} olarak rapor ederken Lima ve Marshall (2005) iki farklı tavuk gübresinden elde edilen biyoçarların sırası ile 7.5 ve 6.0 g N kg^{-1} içeriğini rapor etmişlerdir. Tamamı tavuk gübresi olmasına rağmen farklılığın temel nedeni, kullanılan ham madenin kalitesi ve piroliz koşulları böyle bir farklılığın oluşmasına neden olmuştur. Zira, Lima ve Marshall (2005) tavuk gübresini $700 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de piroliz ederken Chan ve ark. (2007) $450 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de pirolize tabi tutmuşlardır. Farklı üretim tesislerinden elde edilen tavuk gübrelere piroliz sıcaklıklarının farklılığı N içeriklerinin önemli düzeyde değişmesine yol açmıştır.

Odun ve kabuk türü materyallerden elde edilen biyoçarların C/P ve C/N oranlarının oldukça yüksek olduğu belirtilmiştir. Bunun aksine, hayvan gübresi, ürün atıkları ve gıda atığı olan materyallerden elde edilen biyoçarlarda ise bu oranların önemli düzeyde düşük olduğu ve özellikle hayvan gübresi kaynaklı biyoçarların P ve N içeriklerinin yüksek olduğu bildirmiştir. De Luca ve ark. (2009)'da yüksek sıcaklıkta ($800 \text{ }^\circ\text{C}$) elde edilen biyoçarların genel olarak yüksek pH, EC ve ekstrakte edilebilir NO_3 içerdiğini, düşük sıcaklıkta ($350 \text{ }^\circ\text{C}$) elde edilen biyoçarların ise daha yüksek ekstrakte edilebilir fosfor, NH_4 ve fenollerini içerdiğini rapor etmişlerdir. Magnezyum, Ca ve Mn gibi metallerin uzaklaşması için ise çok daha yüksek sıcaklığa ihtiyaç olduğu ($1000 \text{ }^\circ\text{C}$ 'nin üzerinde) ve bu metallerin göreceli olarak yüksek olması birçok biyoçardaki yüksek pH'yı açıklamaya yeterli olduğu belirtilmiştir (Knoepp ve ark., 2005).

Tavuk gübresi, domuz gübresi ve kivi budama atığından üretilen biyoçarları %2 oranında uygulayan Subedi ve ark. (2016), 150 günlük denemenin sonunda en yüksek toprak C artışının (%198) kumlu toprakta kontrole kıyasla odun biyoçarından elde edildiğini ve bunu %116'lık artışla domuz gübresinden $400 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de üretilen biyoçar uygulamasının takip ettiğini bildirmişlerdir. Biyoçar ilave edilen topraklarda N tutunmasının artması N'un mikroorganizmalar tarafından immobilize edilmesine neden olur. Bu ortamda karbonun yüksek miktarda olmasından nitrat döngüsünün artmasına yol açar. Biyoçar ilavesi ile (50 g kg) fasulye yetiştirilen alanda biyolojik azot fiksasyonun arttığı, C:N oranının iki katına çıktığı ve azot alımının %50 oranında azaldığı rapor edilmiştir (Rondon ve ark., 2007). Biyoçarın C:N oranı yüksek olduğundan dolayı, biyoçarın ayrışması esnasında ortaya çıkan N immobilize olacaktır. Bu

nedenle biyoçar ilave edilen topraklarda bitkilerin N alımı azalır ve bitkilerde N noksanlığı belirtileri görülür (Asia ve ark., 2009; Lehmann ve ark., 2003; De Tender ve ark., 2016). Parçalanmış mısır saplarının 400 C'de pirolizi ile elde edilen biyoçarı uygulayan Liu ve ark. (2017), biyoçar ilavesinin toprağın NH_4^+ , NO_3^- ve çözünmüş organik karbon içeriklerini sırası ile %50 ($P < 0.001$), %29 ($P < 0.033$) ve %15 ($P < 0.04$) oranında azalttığını bildirmişlerdir. Bu sonuçların aksine Subedi ve ark. (2016) düşük sıcaklıkta üretilen (400 C) hayvan gübresi biyoçarını uyguladıkları çavdarın azot alım etkinliğinin kumlu tınlı ve kumlu tekstüre sahip topraklarda arttığını bildirdiler. Clough ve ark. (2013), düşük sıcaklıkta üretilen hayvan gübresi ve biyo katılardan üretilen biyoçarların aminoasitler gibi hidrolize olabilen organik N içerdiğini rapor etmişlerdir. Bu organik N kaynakları mikroorganizmalar tarafından mineralize olabilirler ve böylece dolaylı olarak yararlı olabilir ve hatta direk olarak bitki kökleri tarafından alınabilirler. Bu hidrolize olabilen N artan piroliz sıcaklığı ile birlikte azalmaktadır (Hossain ve ark., 2011; Wang ve ark., 2012).

Mısır koçanı biyoçarının ilave edildiği tınlı kumlu toprakta P konsantrasyonunda istatistiksel olarak önemli bir değişme görülmemesine rağmen, ince tınlı toprakta istatistiksel olarak önemli bir artış tespit edilmiştir (Nelson ve ark., 2011). Araştırmacılar, biyoçar uygulaması sonrası P miktarında kısa dönemde görülen bu artışın biyoçarın P fiksasyonunu engellemesi veya gübrelemeden sonraki çökeltme reaksiyonlarının önlenmesi ile ilişkili olabileceğini açıklamışlardır. Benzer şekilde orman yangınlarının ardından kömürleşen biyokütle tarafından P'un adsorbe edilmesi ve çözünmeyen Ca-fosfatların oluşumu ile P'un yararlılığının azaldığı rapor edilmiştir (Beaton, 1959). Biyoçarın yüksek miktarda P adsorbe ettiğine dair konu Lehmann ve ark. (2006) tarafından da teyit edilmiş ve siyah keçi boynuzu biyoçarının fosfat adsorbe kapasitesini 3 g kg^{-1} olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmaların aksine, Subedi ve ark. (2016), 150 günlük denemenin sonunda çavdar yetiştirilen siltli tınlı toprakta %2'lik domuz gübresi biyoçarının (600 °C) kontrole kıyasla yararlı P konsantrasyonunu (ortalama 106.4 mg P/kg) ortalama 20.8 mg kg^{-1} arttığını belirlemişlerdir. Kumlu toprakta da kontrol ve odun biyoçarına kıyasla hayvan gübresi biyoçarları uygulamasında P konsantrasyonu önemli düzeyde artmıştır.

Değişebilir K konsantrasyonu siltli tınlı toprakta tavuk gübresi (600 °C) ve domuz gübresi (400 °C) biyoçarları uygulandığında önemli düzeyde artış gösterirken, kumlu toprakta 400 ve 600 °C'de üretilen tüm hayvan gübresi biyoçarları değişebilir K konsantrasyonunu önemli düzeyde arttırmıştır. Tarla toprağına %3 oranında ilave edilen meşe fıstığı biyoçarı P, K, Ca ve Mg gibi makro besin elementlerinin yararlı konsantrasyonlarında önemli düzeyde artışa neden olmuştur. Potasyum konsantrasyonu diğer besin elementlerinin aksine %1'lik karışımında da artmıştır (De Tender ve ark., 2016). Subedi ve ark. (2016) da siltli tınlı toprağına uygulanan tüm hayvan gübresi biyoçar uygulamalarının değişebilir Ca ve Mg konsantrasyonlarını önemli düzeyde arttırdığını bildirdiler. Kumlu toprakta ise uygulanan hiçbir biyoçarın değişebilir Ca üzerine etkisi gözlemlenmemiş, bunun aksine kontrole kıyasla Ca konsantrasyonunda düzenli bir azalış tespit edilmiştir. Kalsiyumun aksine tüm hayvan gübresi uygulamalarında değişebilir Mg konsantrasyonu önemli düzeyde artış göstermiştir.

Biyoçarın amonyum ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) ve nitrat ($\text{NO}_3^-\text{-N}$)'tan oluşan toprak inorganik azot kapsamı üzerine etkileri ile ilgili raporlar birbirleri ile çelişmektedir. Elli farklı çalışmada 1080 deneme sonucunda 2010-2015 yılları arasında yayınlanmış raporları inceleyen Nguyen ve ark. (2017), deneme koşullarından bağımsız olarak biyoçar uygulamalarının $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 'unu yaklaşık $\%11\pm 2.0$ ve $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 'unu $\%10.0\pm 1.6$ oranında azalttığını belirlemişlerdir. Bu çalışmaların çoğunluğunun uygulama yapıldıktan sonraki bir yıl içerisindeki ölçümleri yansıttığını açıklayan araştırmacılar, inorganik azot miktarının biyoçarın uygulandığı toprağın özelliklerine, biyoçarın piroliz sıcaklığına, uygulama oranına, gübre tipine ve toprak pH'sına bağlı olarak değişeceğini bildirmişlerdir. Biyoçar, NH_4 kaynaklı bir gübre ile birlikte uygulandığında ise biyoçarın tek başına uygulandığı duruma göre inorganik azot kaybının daha fazla olduğu yorumu yapılmıştır. Ancak biyoçar organik gübreler ile birlikte uygulandığında inorganik azot miktarının arttığı ifade edilmiştir.

Biyoçar uygulamasının P üzerine olan etkilerinin yarayışlı N üzerine olan etkilerine göre daha küçük olduğu da bildirilmiştir. Azot yarayışlılığı $\%2.0$ 'lık biyoçar uygulaması ile 5 ile 10 mg N kg^{-1} düzeyinde azalma göstermiştir. Biyoçar ilave edilen toprakta 3. günde NO_3 konsantrasyonu azalmış ve deneme boyunca bu düşük düzeyde kalmıştır. Bu nedenle biyoçar uygulamasından sonra bitkisel üretimde verimliliği sağlayabilmek için 10 ile 20 kg N ha^{-1} ilave edilmesi gerektiği belirtilmiştir (Nelson ve ark., 2011). Gundale ve De Luca (2007) ve Deenik ve ark. (2010)'da benzer şekilde biyoçarın N'ü immobilize ettiğini ve gübresiz uygulandığında verim düşüşüne neden olduğunu rapor etmişlerdir. Lehmann ve ark. (2002) ise toprağa saf bir şekilde biyoçar uyguladıklarında *Inga edulis* fidelerinin gelişimlerinin azaldığını görmüşlerdir. Araştırmacılar, biyoçar uygulamasının P ve K'un yarayışlılığını arttırdığını bununla birlikte bitkilerin N ve Mg alımlarının azaldığını bildirmişlerdir. Biyoçar ile birlikte mineral gübre kullanımı, biyoçarın NH_4 tutumunu artırarak kaybını azalttığından bitki N alımını arttırdığı bildirilmektedir. Van Zwieten ve ark. (2010), 10 ton ha^{-1} biyoçar ile birlikte gübre uygulandığı vakit N alımının artmasından dolayı buğday veriminin de $\%250$ oranında arttığını rapor etmişlerdir. Bunun aksine bir başka çalışmada, tavuk gübresinden üretilen yüksek N içeriğine sahip biyoçar uygulandığında turpun kuru madde miktarı gübre kullanılmadığı halde $\%42$ ile 96 arasında arttığı rapor edilmiştir (Chan ve ark., 2008).

Sıvı hayvan gübresi ile zenginleştirilen biyoçar uygulamaları net amonifikasyon, nitrifikasyon ve mineralizasyon miktarını kontrole göre önemli miktarda azaltmıştır (Sarkhot ve ark. 2012). Toprak+biyoçar ve toprak+sıvı gübre ile zenginleştirilmiş biyoçar uygulamalarının net amonifikasyonu $\geq\%220$ oranında azalttığını bulmuşlardır. Bu iki uygulamada da inorganik NH_4 ve NO_3 miktarları ise kontrole göre (sadece toprak) önemli düzeyde düşük olmuş ancak farklılık istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı bulunmamıştır. Biyoçar uygulamaları ile NO_3 ve NH_4 konsantrasyonlarının azalmasının nedeni ise immobilizasyondan ziyade biyoçar yüzeylerinde gerçekleşen adsorpsiyon olarak açıklanmıştır.

Düşük sıcaklıkta üretilen 1 ton biyoçarın 8.7 kg NH₃-N tutabildiği gösterilmiştir. Tipik bir tavukçuluk işletmesi yılda 1135 kg NH₃ üretmektedir ki, bunu uzaklaştırabilmek için 130 ton biyoçara gereksinim duyulmaktadır. Bir mera için yıllık 200 kg ha⁻¹ azotun bitki gereksinimini karşılayacağı varsayımı ile hareket edildiğinde işletmede kullanılan ve NH₃ adsorbe eden biyoçar ile potansiyel olarak 24 ha arazinin azot gereksiniminin karşılanacağı belirlenmiştir (Ritz ve ark., 2004). Amonyanın araziye direk olarak enjekte edildiği koşullarda toprakta serbest halde çok fazla NH₃ olmaktadır. Bu NH₃'ün volatilize olma potansiyeli ise yüksektir. Eğer daha önce toprağa uygulanan biyoçar NH₃'ü adsorbe ederse bu biyoçar bitkiler için yavaş yavaş bir N havuzu olarak görev yapacaktır (Taghizadeh-Toosi ve ark., 2012). Biyoçar tarafından adsorbe edilen NH₃'ün biyo yararıllığını anlayabilmek için ¹⁵N stable izotopları kullanılmıştır. Bu çalışmada biyoçar tarafından adsorbe olunan NH₃'ün toprağa uygulandığı vakit bitkiler için bir N kaynağı olabileceği gösterilmiştir. Bitkinin dokusunda ve toprakta tespit edilen ¹⁵N izotoplarının artan kuru madde verimini desteklediği ve N'un bitkiler için yararlı olduğu açık bir şekilde gösterilmiştir (Taghizadeh-Toosi ve ark., 2012).

Biyoçarın pH'sı ve toprak reaksiyonuna etkileri

Üretildiği materyalin özellikleri ve piroliz koşullarına bağlı olarak biyoçarların besin elementi ve fiziksel özelliklerinde büyük miktarlarda değişkenlik görülmesine rağmen en önemli ortak özellikleri materyalin pH'sıdır (Chan ve Xu, 2009). Tipik olarak biyoçarların pH'ları ≥ 7.0 'dir. Ancak Lehmann (2007), pH'nın 4 ile 12 arasında değişebileceği bir dizi biyoçar üretiminin mümkün olduğunu açıklarken Cheng ve ark. (2006)'da yaklaşık 70 °C'de 4 ay gibi kısa bir inkübasyon sürecinin ardından biyoçarın pH'sının 2.5 birim düşürülebileceğini göstermişlerdir.

Biyoçarın alkali pH'sı üretim sıcaklığı ve ham madde tipi ile pozitif bir şekilde ilişkilidir. Genel olarak odun kökenli ham maddelerden üretilen biyoçarların pH'ları ürün atıkları ve hayvan gübresinden üretilen biyoçarların pH'larından daha yüksektir (Gul ve ark., 2015). Biyoçar ilave edilen topraklarda pH'nın yükselmesinin bir diğer nedeni biyoçar yüzeylerinde yer alan negatif yüklü fenolik, karboksil ve hidroksil gruplarının toprak çözeltilisindeki H⁺ iyonlarını bağlaması ile çözeltilideki H⁺ iyonları konsantrasyonunu azaltmasıdır (Brewer ve Brown, 2012). Biyoçardan kaynaklanan silikatlar, karbonatlar ve bikarbonatlarda çözeltilideki H⁺ iyonlarını bağlar ve çözeltiliden H⁺ iyonlarını uzaklaştırarak toprak pH'sının artmasına neden olurlar.

Dünya'da yer alan toprakların büyük bir kısmı asit karakterlidir (pH < 5.5) ve toprakların üretkenlikleri ile ilgili en önemli sorunların başında toprak asitleşmesi gelmektedir. Asit topraklar veya asitleşme eğilimindeki topraklar genellikle düşük verimlilik düzeyine sahiptirler. Biyoçarların tarımda toprak özelliklerinin özellikle de asitleşme eğilimindeki ve doğal olarak asit olan toprakların iyileştirilmesinde önemli bir potansiyeli olduğu rapor edilmektedir (Dai ve ark., 2017). Biyoçarların çoğunun pH'sı nötr veya baziktir. Biyoçarın kireçleme etkisi asit karakterli toprakların verimliliklerinin artmasının temel nedeni olarak kabul edilmektedir. pH'nın düşük olması KDK'yı düşürür ve besin elementlerinin

yarayışlılığını azaltır. Tropik bölgelerde bulunan toprakların çoğunda biyoçar ilavesi alüminyum toksikliğinin azalmasına neden olmuştur (Verheijen ve ark., 2010). Denemelerin büyük bir kısmında, pH'sı düşük olan arazilere biyoçar uygulaması ile başlangıçta pH'nın artış gösterdiği görülmüştür. Uzun süreli bir çalışmada Gaskin ve ark. (2010) biyoçar uygulaması ile başlangıçta toprak pH'sının arttığını ancak zamanla pH'nın yeniden azalmaya başladığını rapor etmişlerdir. Nelson ve ark. (2011)'da mısır koçanının 305 °C'de 20 dk. süre ile hidrotermal pirolizinden elde ettikleri biyoçarı uyguladıkları tınlı kum ve ince tınlı tekstüre sahip iki ayrı toprakta gerçekleşen nitrifikasyon nedeni ile pH'nın önemli düzeyde düştüğünü rapor etmişlerdir. Bu durumda, sürdürülebilir kireçleme etkisi arzu edildiğinde biyoçarın düzenli olarak uygulanması gerekebilir.

Alkali topraklar için biyoçarın yüksek pH'ya sahip olması arzu edilmeyen bir etki yaratabilir (Verheijen ve ark., 2010). Meşe, kayın gibi ağaçların odunlarının 500-600 °C'de hızlı pirolizi ile elde edilen biyoçarın toprağa ilavesinin toprak pH'sını 0-15 ve 15-30 cm derinliklerde sadece NPK veya sıvı hayvan gübresi uygulamalarına kıyasla ortalama 0.3-0.8 birim arttırdığı görülmüştür (Bera ve ark. (2016). Toprak pH'sındaki bu artışın inorganik karbonat ve organik anyonlardan kaynaklandığı ifade edilmiştir (Yuan ve ark., 2011). Benzer şekilde, Hansen ve ark. (2017) de gazlaştırma ile elde edilen biyoçarın yüksek dozda uygulanmasının toprağın değişebilir K konsantrasyonu ile pH'sını arttığını belirtmişlerdir. Liu ve ark. (2017) da toprak pH'sının biyoçar ilavesi ile ortalama 0.77 birim (P<0.001) arttığını rapor etmişlerdir.

Kasyon değişim kapasitesi üzerine etkileri

Toprakların KDK'sı besin elementlerinin toprağa ne kadar iyi bağlandığının, bu nedenle bitkilerin alımı için uygun olup olmadığının bir göstergesidir. Aynı zamanda besin elementlerinin yıkanıp yüzey ve yüzey altı sularına da karışıp karışmaması ile de yakından ilişkilidir. Biyoçarın aktif yüzey alanlarındaki negatif yüklü olan bölgelerde kasyonlar elektrostatik olarak bağlanabilir ve değiştirilebilirler (Verheijen ve ark., 2010). Biyoçar toprağın pH'ya bağlı yük miktarının artmasına neden olduğu için KDK'nın da artmasına neden olur (Liang ve ark., 2006; Chan ve ark., 2007; Nelissen ve ark., 2014). Biyoçarın oksidasyonu dış yüzey alanı ile ilişkilidir ve dış yüzeylerinin KDK'sı iç yüzeylerinden yaklaşık yedi kat daha yüksektir (Cheng ve ark., 2008). Biyoçardaki KDK değişimi ihmal edilebilir düzeyden 40 cmol_c g⁻¹'e kadar değişebilmektedir. Biyoçarın toprağa katılması ile birlikte KDK'nın değişme eğiliminde olduğu rapor edilmektedir (Lehmann, 2007). Bu değişim hidrofobik bileşenlerin biyoçardan yıkanması işlemi (Briggs ve ark., 2012) veya abiyotik oksidasyon yolu ile karbonun karboksilasyonunun artması yolu ile (Chan ve ark., 2008) gerçekleşmektedir. Doğal yangınlar ile oluşan odun biyoçarı killi tın bir toprağa gömüldükten 4 ay sonra, 70 gün süre ile inkübasyonda bırakıldığında KDK'sı aynı ham maddeden 450 °C'de üretilen taze biyoçarın KDK'sına göre %10 oranında azalmıştır. Yaşlanmış ve taze biyoçarların pH'ları aynı olmasına rağmen, yaşlanmış biyoçarın yüzey alanı taze biyoçarın yüzey alanından yaklaşık 2 kat daha düşük olmuştur (Zhao ve ark., 2015). Bu durum biyoçarın toprağın fiziko

kimyasal ve biyolojik özelliklerinde neden olduğu değişimin ne denli değişken olduğunun anlaşılması adına önemlidir (Gul ve ark., 2015).

Anyonlar nötr ve bazik pH koşullarında toprağa çok zayıf bir şekilde bağlandıklarından dolayı, bitkilerin gelişimi için gerekli olan fosfat ve nitrat gibi anyon formundaki besin elementleri toprağa gübre şeklinde verilir. Bu besin elementleri toprakta tutunamadıklarından dolayı, toprak yüzeyinden yıkanıp yüzey sularına veya sızıp taban sularına karışabilmektedirler (Verheijen ve ark., 2010; Cheng ve ark., 2012). Biyoçarın anyon değiştirme kapasitesine sahip olduğunu (pH 3.5'da) ancak biyoçarın yaşlanması ile birlikte bunun çok azalacağı ve kaybolacağı bildirilmiştir.

Toprağın fiziksel özellikleri üzerine etkileri

Toprağın fiziksel özellikleri bitki gelişimi ve su amenajmanı üzerine önemli düzeyde etki etmektedir. Toprağa biyoçar ilavesi gözenek büyüklük dağılımı, strüktür ve yoğunluğunu değiştirerek toprak havalanması su tutma kapasitesi, bitki gelişimi ve topraktaki çalışabilirliği değiştirmektedir. Biyokütle ham maddesinin ve pirolizin koşulları biyoçarın gözenek büyüklük dağılımının ve dolayısı ile toplam yüzey alanının ne olacağına karar veren temel faktörlerdir (Downie ve ark., 2009). Biyokütle sıcaklıkla birlikte parçalanırken kütle kaybı çoğunlukla organik uçucular şeklinde gerçekleşir ve gerisinde gözenekler oluşur. Bu gözenekler çok yaygın bir gözenek ağı oluşturur (Verheijen ve ark., 2010). Toprağa ilave edilen biyoçarın miktarı arttıkça toprağın hacim ağırlığının azaldığı belirtilmiştir (Xiao ve ark., 2016).

Toprak yapısına etkileri

Toprak agregatlaşması topraktaki C ve N döngüsünde yer alan mikroorganizmaların faaliyetlerini desteklediğinden toprak kalitesinin iyi bir göstergesidir (Demisie ve ark., 2014). Biyoçar, agregatlaşmada çekirdek şeklinde görev yapabileceğinden dolayı agregatlaşmayı arttırması beklenir (Lehmann ve ark., 2011). Biyoçar ilavesinin ardından kökler ve mikroorganizmalar tarafından organik madde katılımının daha da artması agregat oluşumunu teşvik edecektir (Abiven ve ark., 2015). Toprakta stabilizasyona neden olan biyoçar ve toprak matriksi arasındaki etkileşimin mekanizması 1.) agregatların tıkanması (Bachmann ve ark., 2008), 2.) biyoçar-kasyon kompleksleri (toprak minerallerinin çok değerli kasyonlar ile etkileşimleri), veya 3.) mineral yüzeyleri ile çok değerli kasyonların etkileşimleri (organik madde mineral ilişkileri) (von Lützow ve ark., 2007) ile açıklanabilir. Biyoçar agregat oluşumu ve stabilizasyon için bağlayıcı bir madde olarak görev yapabilir. Toprağa biyoçar ilavesi Ca gibi toprağın değişebilir kasyonlarının artmasına neden olduğundan dolayı (Obia ve ark., 2016) kilin disperse olmasını önleyip agregatların parçalanmasını engellediğinden toprak agregat stabilitesinin artmasına neden olmaktadır (Fungo ve ark., 2017). Aynı zamanda kil ve agregatların yüzeyindeki Na ve Mg'un biyoçar yüzeyinde adsorbe edilerek uzaklaştırılması da agregatlaşmayı etkilenmektedir. Humid tropikal bölgelerin çok ayrılmış asit karakterli topraklarında okside olmuş

biyoçar yüzeyindeki hidroksil ve karboksil grupları kil parçacıklarını adsorbe ederek makro agregat oluşumunu teşvik etmektedir (Jien ve Wang, 2013).

Biyoçar ilavesi ile artan agregat stabilitesi toprakta organik karbonun stabilizasyonunu artırır (Zhang ve ark., 2015). Tüm bu değişimler ise toprakta havalanma, suyun sızması ve bitkiye yarayışlı suyun tutulmasını etkilemektedir. Farklı tekstüre sahip olan topraklara ilave edilen biyoçarın infiltrasyona etkilerinde önemli farklılıkların olduğu gözlemlenmiştir. Kumlu topraklarda biyoçar ilavesi ile infiltrasyon azalırken, killi topraklarda infiltrasyon artmış ve ince tınlı topraklarda bir değişikliğe neden olmadığı görülmüştür (Laird ve ark., 2010; Xiao ve ark., 2016). Ortalama ağırlık çapı ve biyokütle gelişimi arasındaki pozitif ilişki ilave edilen kolaylıkla mineralize olabilen karbon ile ilişkilidir. Biyoçarın toprağın yapısını ve infiltrasyonunu geliştirme yeteneği suyun akışkanlığını artırabilir ve böylelikle de toprak agregatlaşmasını artırabilir (Regelink ve ark., 2015).

Okaliptus odununun 550 °C’de pirolizi ile elde edilen biyoçarın uygulandığı bir tarla denemesinde, %71 kil içeren deneme toprağının agregat stabilitesinin ilk yıl sonunda önemli düzeyde değişmediği görmüşlerdir. Bu durum ilk dönemde oluşan agregatların ekim ve yabancı ot kontrolü sırasında yeniden parçalanması ile ilişkilendirmişlerdir (Fungo ve ark., 2017). Fungo ve ark. (2017)’nın bulgularına benzer şekilde Peng ve ark. (2016) da biyoçarın mikro agregat oluşumuna etkisi olmadığını rapor etmişlerdir. Ancak, biyoçar ilavesi ile agregat boyutunun arttığını rapor eden araştırmalar da bulunmaktadır (Sun ve Lu, 2014). Araştırmalarda rapor edilen farklılık muhtemelen biyoçarın toprakta kalma zamanı, uygulanan biyoçar parçacık büyüklüğü ve kullanılan biyoçarın dozu ile ilişkilidir. Örneğin; Liu ve ark. (2014) 40 ton ha⁻¹ uygulama ile agregatlaşmanın arttığını ancak 20 ton ha⁻¹ uygulandığında bu artışın olmadığını bildirmişlerdir. Sun ve Lu (2014), 90 ton ha⁻¹ buğday sapı biyoçarı uygulamasında agregatlaşmanın arttığını ancak aynı oranda odun parçası biyoçarında bu etkinin görülmediğini bildirmişlerdir. Fungo ve ark. (2017), kullandıkları ham maddenin ve biyoçar yapımında uyguladıkları yüksek sıcaklığın (550 °C) etkisi ile uygulanan biyoçarın KDK’sının düşük olduğunu ifade etmişlerdir. Bu nedenle de zaman içerisinde biyoçar ilavesi ile agregatlaşmanın da düşük kaldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, yeşil gübre ve üre ile birlikte biyoçar uygulandığı durumda mikro agregat oranının arttığını belirtmişlerdir. Bu da yeşil gübrenin ve bitki köklerinin parçalanması sonrası mikrobiyal karbondan dolayı artan biyokütle karbonu ile ilişkilendirilmiştir. Agregatlaşmayı sağlayan organik karbonun ise mikro agregatlarda depolandığı bildirilmiştir. Bu mikro agregatlar ise zamanla kendi aralarında birleşerek makro agregatları oluşturmaktadır. Mikroorganizmalar tarafından toprak organik maddesinin parçalanması süresince sentezlenen hidrofilik polisakkaritler mineral maddelere adsorpsiyon yolu bağlanmaktadır. Bu durum mineral parçacıklar arasındaki kohezyonu teşvik ettiğinden topraktaki agregatlaşma da artmaktadır (Demisie ve ark., 2014). Ancak, biyoçar uygulaması ile birlikte C’un çoğunlukla makro agregatlarda depolandığını belirten araştırmacılar da bulunmaktadır (Herath ve ark., 2013; Zhang ve ark., 2015). Araştırmacılar makroagregatlarda organik C’un serbest organik madde parçacıkları halinde depolandığını bildirdiler.

Toprak hacim ağırlığı etkileri

Biyoçarın hacim ağırlığı mineral toprakların hacim ağırlığından çok daha düşüktür. Bu nedenle toprağa biyoçar uygulaması toprağın da hacim ağırlığının düşmesine neden olacaktır (Verheijen ve ark., 2010). Biyoçar toprağın hacim ağırlığını seyreltme, elektriksel yük ve sürtünme etkisi ile değiştirmektedir. Biyoçarın hacim ağırlığının toprağın hacim ağırlığından çok daha düşük olması seyreltme etkisi olarak bilinmektedir. Elektriksel yük etkisi ise, organik bileşiklerin çözeltileri kil parçacıklarının yüzeyindeki elektriksel yükü arttırarak kil parçacıklarının birbirlerine daha yakın hareket etmelerine neden olur. Bu da floküle olmalarına, büzüşmelerine ve sonuçta çatlakların oluşmasına ve dolayısı ile ikincil makro gözeneklerin artmasına neden olur (Soane, 1990). Biyoçar dozu ile hacim ağırlığı ve toplam gözeneklilik arasında önemli ($P < 0.001$) bir doğrusal ilişkili olduğu görülmüştür. Hacim ağırlığı kontrol parsellerinde 0-10 ve 10-20 cm derinliklerde ortalama 1.37 ve 1.38 g cm^{-3} iken 30 ton ha^{-1} biyoçar ilavesi ile hacim ağırlığı sırası ile 1.22 ve 1.28 g cm^{-3} 'e düşmüştür (Xiao ve ark., 2016). Rogovska ve ark. (2014)'da ABD'nin orta batı kuşağında biyoçar ilavesi ile hacim ağırlığında benzer bir azalmanın olduğunu rapor etmişlerdir. Bir başka çalışmada ise, Liu ve ark. (2017) biyoçar ilavesinin toprak hacim ağırlığında %21 oranında azalmaya, toprak gözenekliliğinde %7 artışa ve toprak nem içeriğinde ise %28 zenginleşmeye neden olduğunu belirlemişlerdir. Fiziksel özelliklerdeki bu gelişme buğdayda kardeşlenme ve kök uzamasına olumlu etki yaptığından buğdayın gelişimi biyoçar uygulanmayan topraklara kıyasla çok daha iyi olmuştur.

Toprak gözenek büyüklük dağılımı ve yüzey alanına etkileri

Toprağın gözenek ağı biyoçarın genetik gözenekliliği ve aynı zamanda diğer karakteristiklerince çeşitli şekillerde etkilenebilir. Aynı ham maddeden üretim koşullarına bağlı olarak farklı yüzey alanı ve mikro gözenekliliğe sahip biyoçarlar üretilebilir (Downie ve ark., 2009). Chun ve ark. (2004), sıcaklık ile birlikte yüzey alanının arttığını bildirirken $700 \text{ }^\circ\text{C}$ civarındaki yüzey alanının $600 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dekinden daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bunun nedeninin ise mikro gözenekli yapının bozulması olarak açıklamışlardır. Toprağa biyoçar ilavesi toprağın net yüzey alanını arttırabilir (Chan ve ark., 2007) ve nihayetinde toprağın su tutunmasını (Downie ve ark., 2009) ve özellikle ince tekstürlü topraklarda havalanmasını (Kolb, 2007) arttırabilir. Bu olumlu etkinin aksine gözeneklerin çok ince biyoçar parçalarının tıkanması nedeni ile infiltrasyon hızının ve hidrolik iletkenliğin azalabileceği de gündeme getirilmiştir (Verheijen ve ark., 2010).

Toprağın toplam gözenekliliği genel olarak hacim ağırlığı ile ters bir ilişkiye sahiptir. Hacim ağırlığının azalması sıkışma miktarının azalmasına yol açabilir ve gözeneklilikteki değişim toprakların havalanmasını ve su tutmasını etkileyecektir (Lehmann ve ark., 2011). Ortalama toplam gözeneklilik 0-10 ve 10-20 cm derinliklerde kontrol parsellerinde %48.23 ve %47.86 iken 30 ton ha^{-1} biyoçar uygulaması ile gözeneklilik önemli düzeyde artarak %53.91 ve %51.7 düzeyine çıktığı bildirilmiştir (Xiao ve ark., 2016). Nelissen ve ark. (2015)'da biyoçar ilavesinin toplam gözenek ve makro gözenek

miktarını arttırdığını bildirmişlerdir. Xiao ve ark. (2016)'da biyoçar ile muamele edilen toprakların toplam gözenek hacminin biyoçarın iç gözenekliliğinden dolayı arttığını belirtmişlerdir.

Yüzey alanı toprağın verimlilik, su, hava ve besin döngüsü ve mikrobiyal aktivite gibi tüm temel fonksiyonlarını etkileyen oldukça önemli bir özelliktir. Kum içeriği yüksek olan toprakların su ve besin elementlerini tutabilme yeteneklerinin zayıf olmasının nedeni kısmen parçacıklarının yüzey alanının oldukça küçük olması (kaba um, 0.01 g m⁻²; ince kum, 0.1 g m⁻²) ile ilişkilidir. Yüksek yüzey alanından dolayı organik madde ilavesi ile yüzey alanı çok düşük olan kumlu toprakların daha fazla su ve besin elementi tutabilecekleri gösterilmiştir (Troeh ve Thompson, 2005). Toprakta organik maddenin sağladığı etkiye benzer bir etki yapacağı düşünülen özellikle yüksek sıcaklıkta (>550 °C) üretilen biyoçarın yüzey alanının >400 0.1 g m⁻² olduğu bildirilmektedir. Yüzey alanı kumdan ve hatta kilden dahi yüksek olan biyoçarın toprağa ilavesinin, toprağın spesifik yüzey alanında net bir artış sağlayacağı bildirilmektedir (Downie ve ark., 2009). Biyoçarın yüksek yüzey alanı ve mikro gözenekliliği su ve topraktaki organik kirleticilerin arıtılmasında etkili bir tutucu olarak değerlendirilmesini sağlamıştır (Ahmad ve ark., 2014).

Su tutma kapasitesine etkileri

Kurak arazilerde tarımsal üretimin önündeki en önemli sınırlayıcı faktör, sık sık tekrarlanan kuraklıklar ve su noksanlığıdır (Zhang ve ark., 2014). Artan erozyon nedeni ile oluşan toprak bozunması su noksanlığı sorununu daha da şiddetlendirmektedir (Xiao ve ark., 2016). Yetersiz ve erozyona neden olan yağışlar, bölgenin ana su kaynaklarının yeterince depolanması önündeki en önemli kısıtlardır. Bu nedenle bitkisel üretim için toprak neminin korunması hayati öneme sahiptir (Bu ve ark., 2013). Biyoçarın tarımsal faydaları, su ve besin elementi tutunmasının iyileştirilmesi ile yakından ilişkilidir. Biyoçar suyu fiziksel olarak yüzeyinde, gözeneklerinde ve biyoçar parçaları arasında kapillar güç ile tutabilir. Su tutunmasının artması, yağışların düzensizliğinden kaynaklanan sorunların azaltılmasına ve tutulan suyun miktarına bağlı olarak tamamen ortadan kaldırılmasına katkı sağlayabilir. Xiao ve ark. (2016), biyoçarın su tutunmasına etkisinin 0-10 cm'de 10-20 cm derinliğe kıyasla daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Yüzey toprağında suyun fazla tutulması, toprak yüzeyinde bitki örtüsünün daha yoğun olmasına neden olmaktadır. Bu da daha fazla suyun tutunmasına ve kök bölgesine hareket etmesine yol açar. Bitki örtüsünün yoğun olması, toprak yüzeyinin gölgelenmesine yol açacağından güneş enerjisinin direk toprak yüzeyine etki edip evaporasyonun azalmasına neden olur (Xiao ve ark., 2016). Bu durumda bitki kök bölgesinde su miktarı artacağından dolayı bitkinin su kullanım etkinliği de artmış olacaktır.

Toprakta suyun tutulması, toprak gözenek dağılımı ve gözeneklerin bağlanma durumu ile ilişkilidir. Biyoçar uygulamasının direk etkisi, biyoçarın oldukça geniş olan iç yüzey alanı ile ilişkilidir. Biyoçarların sahip olduğu bir dizi gözenek yapısı ve toplam gözenek miktarı biyoçarın üretildiği saman, odun veya hayvan gübresi gibi ham maddelere bağlı olarak değişmektedir (van Zwieten ve ark., 2009).

Toprağa biyoçar ilavesi su tutma kapasitesi üzerine kısa veya uzun süreli direk veya dolaylı etkiye neden olmaktadır. Biyoçar dozunun artması ile birlikte tutulan su miktarının da arttığını gözlemleyen araştırmacılar, 30 ton ha⁻¹ biyoçar ilave edilen uygulamalarda toprak suyunun kontrole kıyasla zamanla daha belirgin şekilde arttığını bildirmişlerdir. (Xiao ve ark., 2016). Uygulanan biyoçar dozundaki artışla birlikte saturasyon noktası, tarla kapasitesi, daimî solma noktası ve su tutma kapasitesinin yükseldiği bildirilmektedir. Su tutma kapasitesinde artış biyoçarın su tutma yeteneğini geliştirebildiğini ve su kısıtı olan yerlerde kullanılabileceğini göstermektedir (Günel ve ark., 2018a). Bu durum suyun tutulması için artan gözeneklilikle açıklanabilir (Adrias ve del Rosario, 2017). Biyoçar uygulamasının toprağın su tutması üzerine dolaylı etkileri; agregatlaşmanın veya yapının iyileştirilmesi ile ilişkilidir. Biyoçar, tüm mineraller ve mikroorganizmalarla ilişkisinden dolayı toprak agregatlaşması ile de ilişkilidir. Yüzey yük özellikleri ve zaman içinde bunların gelişimi uzun dönemde toprak agregatlaşması üzerine etkilerini belirlemektedir. Yaşlanmış biyoçar genellikle yüksek KDK'ya sahiptir. Artan KDK, organik madde ve mineraller arasında bağlanmayı sağlayacak bir materyal olma potansiyelini arttırmaktadır (Verheijen ve ark., 2010).

Biyoçar çoğunlukla mikro gözeneklere sahiptir. Bitkiye yarayışlı fazla suyun gerçek miktarı, biyoçarın yapıldığı ham maddeye ve uygulanacak toprağın tekstürüne bağlıdır. Kumlu topraklarda, biyoçarın mikro gözeneklerinde depolanan ilave su ve besin elementlerinin hacmi toprak kurduğunda ve matrik potansiyeli arttığında yarayışlı hale gelebilir. Bu durum, kurak dönemlerde su yarayışlılığının artmasına neden olabilir (Verheijen ve ark., 2010). De Tender ve ark. (2016) meşe fıstığı biyoçarı ilave ettikleri marul denemesinde, su kullanımı ile taze marul biyo kütlesi arasında çok zayıf bir korelasyon olduğunu bildirdiler. Ancak %1 ve %3 biyoçar ilave edilen topraklar kontrol ile kıyaslandığında su kullanımı önemli düzeyde düşmüştür. Biyoçar ilavesi su tüketimini azaltmaktan ziyade topraktan olan buharlaşmayı azaltmıştır.

Toprağın su tutma kapasitesinin artırılması teorik olarak sulama sıklığının veya sulama hacminin azalmasına neden olabilir. Bununla birlikte, birbirinden bağımsız haldeki biyoçar parçacıkları toprağı çimentolayabilir veya gözeneklerini tıkayabilir. Bu da yüzey akışın artmasına ve infiltrasyon oranının azalmasına neden olabilir. Abel ve ark. (2013)'da biyoçarın bitkiye yarayışlı suyu depolamakla ilişkili olan 0.2-5.0 µm boyutunda çok sayıda gözeneğe sahip olduğunu göstermiştir. Birçok araştırmacı da toprağa biyoçar ilavesi ile birlikte toprağın bitkiye yarayışlı su içeriğinin önemli düzeyde arttığını rapor etmişlerdir (Glaser ve ark., 2002; Laird ve ark., 2010).

Çoğunlukla kumlu topraklarda yapılan çalışmalar biyoçar ilavesinin toprağın infiltrasyon kapasitesini düşüreceğini ve toprak erozyonuna etkisini azaltacağını (Novak ve ark., 2009) veya tarla koşullarında doymuş hidrolik iletkenliği etkilemediğini bildirmişlerdir (Jeffrey ve ark., 2015). Ancak Xiao ve ark. (2016) biyoçar ilavesi yapılan tınlı toprakta hidrolik iletkenliğin artışının kil parçacıklarına göre daha iri olan biyoçar parçacıklarının makro gözenekliliği arttırması ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Biyoçar ilave edilen toprakta gözenekliliğin ve hidrolik iletkenliğin daha yüksek olması, alt toprağa daha fazla

yağmur suyu akışına neden olmaktadır. Bu durum, yağış hasadını ve toprakta su depolanmasını teşvik ederek yağmur suyunun toprak profilinin alt kısımlarına taşınmasını sağlayacaktır (Xiao ve ark., 2016).

Toprak suyunun itilmesi veya hidrofobisite; suyun toprağa çekiciliğinin azalması, böylelikle birkaç saniye, saat, gün veya haftalar boyunca ıslanmaya direnmeyi ifade etmektedir (King, 1981). Toprak suyunun itilmesi, infiltrasyon oranının azalması, infiltrasyon akışının parmak şeklinde olması ve yüzey akışının artmasına neden olmaktadır. Hidrofobisite, biyoçarın ilk uygulandığı yıl çok daha etkilidir, zira taze biyoçar çok yüksek miktarda hidrofobik grup içermektedir (Major ve ark., 2010).

Biyolojik Özellikleri ve Toprak Biyolojisine Etkileri

Besin döngüsü, organik maddenin parçalanması, filtreleme ve tamponlama gibi toprak işlemleri, toprağın biyokimyasal özellikleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Toprağın çoğu fiziksel özelliklerine kıyasla amenajmandaki değişime çok daha hassas olduklarından dolayı laboratuvarında kolaylıkla belirlenebilen bir kısım toprak biyokimyasal özellikleri toprak süregiden işlemlerdeki değişimi izlemede önemli göstergeler olarak kabul edilirler. Toprak sağlığının en önemli göstergeleri; mikrobiyal biyokütle karbonu, mikrobiyal biyokütle azotu, toprak solunumu, azot mineralizasyonu, β -glikosidaz, alkalik fosfataz ve üreaz gibi hücre dışı enzim aktiviteleridir (Nannipieri ve ark., 2002).

Biyoçarın toprakta bulunan mikroorganizmaların faaliyetleri üzerine etkileri konusunda birbirleri ile çelişen sonuçlar yayınlanmaktadır. Araştırmalar arasındaki farklılıkların nedenleri; kullanılan biyoçarlar, uygulamaların yapıldığı toprakların farklılığı ve aynı zamanda çalışılan mikroorganizmaların farklılığı olduğu bildirilmektedir (Kookana ve ark., 2011; Lehmann ve ark., 2011). Toprak solunumunda artış (Kolb ve ark., 2009; Ventura ve ark., 2014), azalış (Dempster ve ark., 2011; Carlsson ve ark., 2012) veya değişiminin olmadığını (Galvez ve ark., 2012) rapor eden araştırmacılar olmuştur. Benzer şekilde aynı araştırmacılar tarafından mikrobiyal biyokütleye de artış, azalış veya değişim olmadığı bildirilmiştir. Rapor edilen bu çalışmaların çoğunluğu kısa dönemde sera koşullarında saksılarda gerçekleştirilen çalışmalardan elde edilmiş bulgular olduğundan arazide uzun dönemli çalışmalar ile teyit edilemeyebilirler (Jenkins ve ark., 2017). Görünen şu ki biyoçarın üretildiği ham maddenin tipine, besin elementi kapsamına, piroliz sıcaklığına, uygulama esnasındaki toprağın pH'sı, organik madde kapsamı, toprak nemi, hacim ağırlığı ve havalanması gibi koşullara, arazi kullanımı ve amenajman düzenine, yetiştirilen bitkinin çeşidine ve topraktaki mikroorganizma topluluğuna bağlı olarak biyoçarın toprak mikroorganizmaları üzerine etkilerinde büyük değişkenlikler görmek mümkündür.

Biyoçarların gözenekli fiziksel yapısı ve oldukça aromatik olan mikro yapıları nedeni ile kumlu topraklar ile kıyaslandıklarında çok daha geniş yüzey alanına sahip oldukları görülür. Liang ve ark. (2010), kumlu bir toprağa biyoçar ilavesinin spesifik yüzey alanını arttırdığı ve bunun bir sonucu olarak da biyoçar ilave edilmeyen toprağa kıyasla daha yüksek katyon değişim kapasitesine sahip olduğu ve daha büyük miktarda çözünmüş organik maddeyi tuttuğu bildirmişlerdir. Bu durum ise mikroorganizmalar için daha zengin C substratı ve besin kaynağı anlamına gelmektedir. Bu nedenle de

biyoçar uygulamaları ile mikrobiyal aktivitenin ve biyokütlenin arttığı rapor edilmiştir (Lehman ve ark., 2011). Kısa dönemde biyoçar ile toprağa organik C ilave edilmesinin mikroorganizmaları uyaracağı ifade edilirken (Smith ve ark., 2010), biyoçarın yüzeyinde bulunan (Deenik ve ark., 2010) veya toprağa uygulandıktan sonra salınan (Spokas ve ark., 2010) engelleyici maddelerden dolayı mikroorganizma aktivitesine olumsuz etki yapacağını bildiren araştırmacılar da olmuştur.

Oldukça heterojen bir yapıya sahip olan toprak, organizmalar için de oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Mikro ölçekte toprak genelde akuatik bir habitattır ve toprakta bulunan mikroorganizmalar için her zaman su bulunmaktadır. Su çoğu mikroorganizmanın hareketliliği ve fonksiyon gösterebilmesi için gereklidir. Biyoçarın toprakta su tutunmayı arttırması; toprak mikroorganizmalarının aktivitesi üzerine olumlu etki yapmaktadır. Bu durum, aynı zamanda toprağın fonksiyon göstermesinin de artmasına ve ekosistem servislerinin daha iyi gerçekleştirilmesine de neden olmaktadır (Verheijen ve ark., 2010). Hayvan gübresi ve tarımsal ürünlerin atıklarından üretilen biyoçarlar odun kökenli materyallerden elde edilen biyoçarlara kıyasla mikroorganizma popülasyonunu daha fazla teşvik etmektedir. Odun ve diğer lignoselülozca zengin ham maddelerden üretilen biyoçarlar hayvan gübresi ve ürün atıkları ham maddelerinden elde edilen biyoçara kıyasla mikroorganizmanın miktarı üzerine daha geç (> 60 gün) etki yapmaktadır (Gul ve ark., 2015).

Biyoçarın mikroorganizmalar üzerine etkilerini inceleyen araştırmalarda topraktaki biyoçarın mikroorganizmaların çeşidi ve miktarı üzerine pozitif etki yaptığı ifade edilmiştir. Bu etkinin nedenleri; i.) mikroorganizmalar ile beslenen düşmanlardan korunmak için uygun habitat olmaları (Warnock ve ark., 2007) ii.) biyoçar mikroorganizmaların hücre içi sinyallerine etki edebilir (Masiello ve ark., 2013), iii.) kimyasal bileşiminden dolayı biyoçar mikroorganizmalar üzerine etki edebilir. Bitki ve mantar arasındaki etkileşimin artması ile biyoçar üzerindeki allelo kimyasalların detoksifikasyonu mümkün olabilir. Biyoçar kökenli organik kimyasallar mikroorganizma topluluğunun bir kısmının yaşamını baskımlarken diğer bazılarının varlığını teşvik edebilir (Warnock ve ark., 2007; Kolton ve ark., 2011), iv) biyoçar pH ve EC gibi bir kısım fiziko kimyasal özellikleri değiştirebilir ve bu değişim de mikroorganizma popülasyonunun etkileyebilir (Graber ve ark; 2014; Warnock ve ark., 2007) v.) biyoçarın besin elementi ve substrat üzerine olan etkisi mikroorganizma topluluğuna etki yapmaktadır (De Tender ve ark., 2016) ve vi.) diğer mikro organizmalar üzerine etkisinden dolayı dolaylı etki, söz konusu olabilir (Warnock ve ark., 2007). De Tender ve ark. (2016) saf biyoçarda 82 farklı mikroorganizmanın varlığına rastlamışlardır. Biyoçar çok gözenekli doğasından dolayı çok küçük organizmaların düşmanlarından saklanmaları için uygun yaşam yerleri oluşturur. Bu küçük gözeneklerde yaşayan mikroorganizmalara kendileri için gerekli olan besin elementlerinin gelmesi için difüzyona gereksinim olduğundan gelişimleri sınırlı olur. Ancak bu yaşam ortamı, mikrobiyal biyokütlenin arttığı bir göstergesidir (Steiner ve ark., 2008; Kolb ve ark., 2009).

Meşe fıstığından üretilen biyoçarı %1 ve %3 dozlarında uygulayan De Tender ve ark. (2016), biyoçarın mikroorganizmalar üzerine önemli etki yapmadığını tespit etmişlerdir. Ancak araştırmacılar bu dozların

arbuscular mikorizayı teşvik ettiğini bildirmişlerdir. Piroliz olayının hemen sonrasında biyoçar yüzeyinde çok miktarda bileşik bulunmaktadır. Bunlardan bir kısmı şekerler ve aldehitler gibi mikroorganizmalar tarafından kolaylıkla metabolize edilebilen bileşiklerdir. Ancak, yüzeyde form aldehit ve kresol gibi bakterisit ve fungusit şeklinde bileşiklerde bulunmaktadır (Painter, 2001). Bu maddelerin biyoçar yüzeyinde kalma süreleri bir veya iki sezon ile sınırlıdır. Bu nedenle de bu kimyasalların toprak biyotası üzerine etkilerinin uzun süreli olma olasılığı bulunmamaktadır (Zackrisson ve ark., 1996). Bir kısım çalışmalarda biyoçardaki uçucu maddelerin mikroorganizmalar için hazır kullanılabilir bir C kaynağı olduğu ancak bu kaynağın çok kısa sürede tükendiği gösterilmiştir (Farrell ve ark., 2013). Ancak yüksek sıcaklıkta üretilen biyoçarların uçucu madde miktarı düşük sıcaklıktakilere kıyasla daha az olarak rapor edilmiştir (Ameloot ve ark., 2013).

Biyoçarın kendine has karbon içeriğinden kaynaklanan özelliklerinin yanında biyoçarın toprak canlıları ile nasıl ilişki içinde olacağını etkileyen diğer bir etmen ise piroliz sıcaklığıdır. Bu ifade özellikle de odunsu ham maddelerden üretilen biyoçarlar için geçerlidir. Düşük sıcaklıkta üretilen bu biyoçarların iç tabakalarında tutulan biyo yağlar mikroorganizmaların gelişmesi üzerine glikoz etkisi yaparlar. Daha yüksek sıcaklıklarda piroliz yapıldığında ise bu iç tabakalardaki biyo yağlar kaybolur. Bu biyoçarın toprak verimliliğine etki yapma potansiyeli iç tabakalarında biyo yağ tutan biyoçarlara nazaran daha zayıftır (Steiner, 2004).

Toprağa ilave edildiğinde biyoçarın mikroorganizma etkinliğini önemli düzeyde arttırdığı görülmüştür. Bunun göstergesi olarak, topraktaki her mikrobiyal biyokütle karbonu için salınan karbondioksit miktarında artma ölçülmüştür. Aynı zamanda bazal sonumda önemli miktarda artmıştır. Biyoçara ek olarak organik gübre ilavesinin mikrobiyal biyokütle, her birim mikrobiyal karbonuna denk gelen karbondioksit çıkışı ve popülasyon artışı tespit edilmiştir (Steiner ve ark., 2008). Araştırmacılar özellikle gübreleme yapılan tarımsal sistemlerde biyoçarın toprak sisteminin önemli bir bileşeni olarak fonksiyon göstereceğini bildirmişlerdir. Bazal solunum ve mikrobiyal etkinliğin artmasının yanında toprağa biyoçar ilavesi hem serbest hem de simbiyotik yaşayan azot bağlayan bakterilerin N₂ fiksasyonunu arttırmıştır. Fasulye yetiştirilen toprağa 50 g kg⁻¹ biyoçar ilavesinin fasulyenin verimini %30 ile %40 arasında artmasına neden olduğu rapor edilmiştir. Ancak uygulama miktarı 90 g kg⁻¹ olduğunda ise verim açısından olumsuz bir etki görülmüştür (Randon ve ark., 2007).

Biyoçarın hem uygulama miktarı hem de ham maddesi toprak biyolojisi üzerine etki yapmaktadır. Tavuk gübresinden üretilen biyoçar 67 ton ha⁻¹ olarak uygulandığında solucanların yaşama oranı üzerine önemli düzeyde olumsuz etki yapmıştır (Weyers ve ark., 2009). Araştırmacılar bu olumsuz etkinin nedeninin artan pH ve tuzluluk olabileceğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte çam ağacı odunundan yapılan biyoçarın uygulandığı toprakta solucan aktivitesinin çok yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum, ham maddenin değişmesinin toprak canlıları üzerine farklı etki yapabileceğini göstermiştir. Van zwieten ve ark. (2009)'nın yaptığı çalışmada ise ham maddenin yanında toprak tipine göre de biyoçarın solucan aktivitesi üzerine olan etkisinin farklı olabileceği belirtilmiştir. Hansen ve ark. (2017) ise sap ve

gazlaştırılmış biyoçar uygulamalarının bakteri ve protist popülasyonlarına önemli bir pozitif etkisinin olduğunu bildirirken, solucanlar üzerine bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Biyoçar ilavesi ile mikrobiyal kütle artışı, artan yarayışlı C seviyesi (Farrel ve ark., 2013), su ve besin elementi yarayışlılığının artışı (Maestrini ve ark., 2015) ve mikroorganizmaların kendilerini avlayan canlılardan korunması (Pietikainen ve ark., 2000) gibi gelişen fiziko-kimyasal özelliklerle ilişkilendirilmiştir (Chen ve ark., 2017). Bununla birlikte, Chen ve ark. (2017) yüksek biyoçar dozunda (%9) toprak özelliklerinde güçlü değişimler gerçekleşmesine rağmen mikroorganizma sayısı ve mikroorganizma topluluğunun yapısında önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Bunun nedeninin muhtemelen inkübasyon için uygulanan sürenin mikrobiyal bileşimde önemli bir değişime neden olmaya yetecek kadar uzun olmadığı şeklinde açıklanmıştır. Bu sonuçlar biyoçar uygulamasından 30 ay sonra dahi yüksek biyoçar dozunda mikrobiyal topluluğun yapısında önemli değişiklik olmadığını rapor eden Jiang ve ark. (2016)'nın sonuçları ile uyumludur. De Tender ve ark. (2016)'da biyoçar ilavesinin çilek kök bölgesinde mikroorganizma bileşimi ve çeşitliliğini etkilediğini gözlemlemişlerdir. Daha önce de toprağın bütün olarak mikrobiyal bileşimini değiştirdiği rapor edilmiş olmasına rağmen etki eden faktörler tam olarak açıklanamamıştır (Graber ve ark., 2014). Biyoçar ilavesinin N₂O gazı emisyonu üzerine etkisini araştıran Liu ve ark. (2017), parçalanmış mısır saplarından 400 °C'de elde edilen biyoçar materyalini çeltik-buğday rotasyona olan Inseptisol bir toprağa uygulamışlardır. Biyoçarın toprağa katılmasının hem nitrifikasyona hem de denitrifikasyona neden olan mikroorganizmaların bulunduğu tüm mikroorganizma topluluğunun miktarını önemli ölçüde arttırdığını rapor ettiler.

İnce biyoçar parçacıkları, orta ve kaba parçacıklara kıyasla önemli miktarda daha yüksek CO₂ emisyonuna yol açmaktadır. İnce parçacıklar agregatların parçalanmasını takiben toprak matriksi ile daha fazla temas etmektedir. Bu durum, toprakta daha fazla C substratının yarayışlı hale gelmesine yol açar ve biyoçar parçacıkları toprak mikroorganizmalarının kolonileşmesi için daha uygun hale gelir. Böylelikle mikrobiyal biyokütle artar ve bu da CO₂ emisyonunun artmasına yol açar (Chen ve ark., 2017). Sigua ve ark. (2014)'da toz şeklindeki biyoçarın kaba biyoçara kıyasla daha hızlı mineralize olabileceğini göstermişlerdir. Toprak organik maddesinin parçalanması ile üretilen CO₂ hem mikrobiyal topluluğun bolluğu ve aktivitesi ile hem de C substratların yarayışlılığı tarafından kontrol edilmektedir. Genel olarak artan mikroorganizma sayısı, toprak organik maddesinin daha fazla mineralize olmasına ve daha yüksek miktarda CO₂ emisyonuna yol açar. Bununla birlikte, kısa süreli birçok çalışmada biyoçar ilavesinin mikrobiyal biyokütlenin daha yüksek ve CO₂ emisyonunun daha düşük olmasına neden olduğu bildirilmiştir (Zimmerman ve ark., 2011; Chen ve ark., 2017).

Biyoçar ilavesinin toprakta enzim aktivitelerine etkileri

Topraktaki C ve besin elementlerinin döngüleri, bitki ve hayvan atıkları ile toprak organik maddesini mineralize eden hetetrofik parçalayıcı mikroorganizmalar tarafından kontrol edilmektedir. Bu

mineralizasyon işlemi, toprağın besin elementi koşullarına bağlı olarak bakteriler ve mantarlar üretilen hücre dışı enzimlerin varlığı ile kontrol edilmektedir. Topraktaki hücre dışı enzimler organik maddenin ayrışması ve besin elementi döngüsünün en önemli göstergeleridir (Burns ve ark., 2013). Özellikle hücre dışı enzimlerin varlığı ve miktarı genetik olarak çevresel koşullara ve mikroorganizmalara bağlıdır. Bu nedenle, bu enzimler doğal ve insan etkisi altındaki döngülerde C ve besin elementlerinin döngüleri hakkında çok değerli bilgiler vermektedir (Arnosti ve ark., 2014).

Biyoçarın toprak enzim aktivitesi üzerine etkisi substrat ve enzimin biyoçar ile etkileşimi (substratın biyoçar yüzeyine sorpsiyonu ve desorpsiyonu, hücre dışı enzimlerin biyoçar yüzeylerine bağlanması gibi) (Bailey ve ark., 2011), biyoçarın gözenekliliği ve yüzey alanına bağlıdır (Lammirato ve ark., 2011). Yüksek gözeneklilik ve yüzey alanına sahip olan biyoçarın fonksiyonel gruplarının substratları ve hücre dışı enzimleri bağlamasından dolayı, bu tip biyoçarların toprakta hücre dışı enzim aktivitesini azaltması beklenmektedir (Lammirato ve ark., 2011; Bailey ve ark., 2011). Yapılan bir çalışmada 700 °C’de üretilen biyoçarın 117 günlük bir laboratuvar inkübasyonda dehidrogenaz enzim aktivitesinin %47 azalmasına neden olduğu ve aynı ham maddeden 350 °C’de üretilen biyoçarın ise dehidrogenaz aktivitesini %73 arttırdığı bildirilmiştir (Ameloot ve ark., 2013). Araştırmacılar 700 °C’de üretilen biyoçarın mikrobiyal biyokütle üzerine önemli bir etkisinin olmadığını belirtirken 350 °C’de üretilen biyoçarın ise mikrobiyal biyokütleyle önemli düzeyde arttırdığını bildirmişlerdir.

Bugüne kadar yapılmış olan birçok çalışmada biyoçar ilavesi ile birlikte pH, çözünebilir fenolikler ve besin elementlerinin yarıyışlılıkları gibi toprak karakteristiklerinde önemli bir fark olduğu ve bunun da mikrobiyal topluluk ve enzim aktivitelerini değiştirdiği rapor edilmiştir (Biederman ve Harpole, 2013). Kookana ve ark., 2011; Quillam ve ark., 2013). Daha önce yapılan çalışmalarda biyoçarın fenollerin konsantrasyonunu azalttığı belirtilmiştir. Çözünebilir fenoller ise belirli mikroorganizma çeşitlerinin (nitrifikasyona neden olanlar) ve besin elementleri ile ilişkili hidroliz aktivitelerinin inhibitörleri olarak bilinirler (Mackenzia ve ark., 2006). Luo ve Gu (2016), bamboo atıklarının 600 °C’de pirolizi ile elde ettikleri biyoçar ilavesi ile fenoliklerin miktarının azalmasının nedeninin biyoçarın yüksek yüzey alanı ve gözenekli yapısı olduğunu bildirmişlerdir. Biyoçarın bu özellikleri fenolik bileşiklerin adsorbe olmasına yol açmaktadır (Lehmann ve ark., 2011; Pietikainen ve ark., 2000). Luo ve Gu (2016), çalışmalarında mikroorganizmaların yoğunluğu ve enzim aktivitelerinin çözünebilir fenolikler tarafından kontrol edildiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar biyoçar ilavesinin fenol oksidaz ve β -glükosidaz enzimlerinde artışa neden olurken peroksidaz, N-asetil-glukosaminidaz ve asit fosfotaz enzim aktivitelerinde ise azalmaya neden olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, çalıştıkları enzimlerin tamamının toprağa katılan biyoçar miktarı ile önemli düzeyde ($P < 0.05$) ilişkili olduğunu belirttiler. Aynı çalışmada Luo ve Gu (2016), bakteri ve mantar sayılarının kontrole kıyasla önemli düzeyde azaldığını da tespit etmişlerdir.

Hücre dışında üretilen enzimlerden biri olan ve selülozun parçalanmasında görev yapan beta-glikosidaz organik karbon döngüsünde önemli görevler üstlenmektedir. Selüloz biyosferde en yoğun bulunan

organik bileşiklerde yer alır ve enzimatik hidrolizinin bir ürünü olarak toprak mikroorganizmalarının enerji kaynaklarıdır (Tabatabai, 1994; Russel ve ark., 2005). Topraktaki enzim aktiviteleri üzerine en fazla etki eden faktörlerden biri hem mineral hem de organik gübrelemedir. Özellikle hayvan atıkları gibi organik gübreleme topraktaki organik karbon ve azot konsantrasyonunun artışına neden olur. Bu nedenle gübreleme toprak biyolojik özellikleri ve enzim aktivitesi üzerine önemli düzeyde etki etmektedir. Beta-glikosidazlar da doğal ve antropojenik faktörlere oldukça hassas olan proteinler olduğundan aktivitelerinin belirlenmesinin toprak kalitesindeki değişimin izlenmesinde oldukça yararlı olacağına inanılmaktadır (Bandick ve Dick, 1999).

Biyoçar ilavesi ile birlikte erken dönemde beta-glukosidaz enzim aktivitesinin artmasının nedeni, biyoçarın ile uygulanan labil C havuzunun (glikoz) başlangıçta mikroorganizmalar tarafından çok hızlı tüketilmelerinin mikrobiyal aktiviteyi teşvik etmesi ile ilişkilidir (Masiello ve ark., 2013). Biyoçar ilavesi neticesinde toprak mikroorganizmalarının substrat kullanım deseninin değişmesinden dolayı mikroorganizmalar yüksek molekül ağırlığına sahip olan bileşikler (lignin ve selüloz gibi) parçalamaya başlarlar (Lehmann ve ark., 2011). Bu enzimin teşvik edilmesi yüksek düzeyde glikoz bulunmasından dolayı katabolik baskısından labil organik bileşiklerin birikmesinden önemli düzeyde etkilenirler (Ameloot ve ark., 2014). Bailey ve ark. (2011), 7 gün %2'lik biyoçar ile inkübe ettikleri deneme toprağında β -glikosidaz aktivitesinin arttığını tespit etmişlerdir. Ancak araştırmacılar çalıştıkları iki ayrı toprak serisinde de biyoçar etkisinin istatistiksel olarak önemli düzeyde olmadığını bildirmişlerdir. Kestane ağacından üretilen biyoçar uygulandığında selüloz parçalanmasında β -glikosidazın %30 azaldığı rapor edilmiştir (Lamnirato ve ark., 2011). Reaksiyondaki azalma, β -glikosidazdaki azalmadan ziyade kestane odun kömüründeki selülobiyozun adsorpsiyonu ile ilişkili olduğu şeklinde açıklanmıştır. Başka bir çalışmada, %4 ve %8'lik arıtma çamuru biyoçarının ilavesi ile toprak mikrobiyal kütlelerinde bir artış ile birlikte β -glikosidaz aktivitesi ve bazal solunumda bir azalış olduğu bildirilmiştir (Güerano ve ark., 2013). Bir sera çalışmasında ise okalıptus ve tavuk gübresi biyoçarlarının (%1.5 hacim olarak) invertase, β -glikosidaz ve fasmoeesteroz enzim aktivitelerinde bir artışa neden oldukları rapor edilmiştir (Lu ve ark., 2015). Önceki çalışmalarda rapor edilenlerin çoğunun aksine, Günel ve ark. (2018b) biyoçar ilavesi ile birlikte toprakların β -glikosidaz enzim aktivitesinin önemli oranda azaldığını rapor etmişlerdir. Araştırmacılar, β -glikosidaz enzim aktivitesindeki azalmanın toprak tekstürü ile ilişkili olduğunu bildirmiş ve kumlu tınlı topraklardaki azalmanın tınlı topraklara kıyasla daha yüksek olduğunu göstermişlerdir. Chen ve ark. (2013) ise çeltik yetiştirilen asit Aquept toprağa 20 ve 40 Mg/ha biyoçar uyguladıklarında alkalın fosfataz enzim aktivitesinde 1.7 kat artış olduğunu bulmuşlardır. Buğday, mısır, inci darı atıklarından elde edilen biyoçarın uygulandığı (20 Mg ha⁻¹) Typic Haplustept toprakta 67 günlük inkübasyon sonunda alkalın fosfataz aktivitesinin önemli düzeyde arttığını bildirilmiştir (Purakayastha ve ark., 2015).

Biyoçarın biyokimyasal özelliklere etkilerini esas alan çalışmalar genellikle kısa süreli inkübasyon çalışmalarıdır. Ekili tarım arazilerine biyoçar ilavesinin uzun süreli etkisini araştıran çalışmalar ise

oldukça sınırlıdır. Bu çalışmalardan birinde Bera ve ark. (2016), 3 yıllık mısır üretiminde biyoçar, mineral gübre veya hayvan gübresi uygulamaları ile toprak biyokimyasal özelliklerindeki değişimi incelemişlerdir. Hızlı piroliz ile 500-600 °C'de meşe, akça ağaç ve kayın ağaçlarının karışımından oluşan odunlardan üretilen biyoçarın kullanıldığı bu çalışmada biyoçar uygulamasının toprağın kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine önemli etkileri olduğu görülmüştür. Araştırmacılar, biyoçar olmadan yapılan NPK ve sıvı hayvan gübresi uygulamalarında asit fosfataz enzim aktivitesinin (AFEA) daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Biyoçarlı ve biyoçarsız uygulamaların tamamında 0-15 cm derinlikteki AFEA (185 µg p-nitrofenol/g toprak/saat) 15-30 cm derinliktekenden %53 oranında daha yüksek bulunmuştur. Sıvı hayvan gübresi ve NPK ile birlikte biyoçar uygulandığında AFEA, sadece biyoçarın uygulandığı uygulamalara kıyasla daha yüksek olmuştur. En yüksek AFEA (389 µg p-nitrofenol/g toprak/saat) 0-15 cm derinlikte NPK+biyoçar uygulamasında gerçekleşmiştir. Tüm uygulamalarda 0-15 cm derinlikteki AFAE 15-30 cm derinliktekenden ortalama %35 daha yüksek bulunmuştur. AFAE'ye benzer şekilde tüm uygulamalarda β-glikosidaz aktivitesi de 0-15 cm derinlikte 15-30 derinliğe kıyasla %119 daha fazla bulunmuştur.

Öneriler

Oldukça farklı özelliklere sahip olan bitkisel ve hayvansal biyokütlenin çok farklı koşullarda pirolizi ile biyoçar elde etmek mümkündür. Biyoçarın özelliklerinin farklılığının yanında, araştırmalarda kullanılan toprakların, deneme koşullarının ve uygulanan bitkilerin çeşitliliği birbirleri ile çelişen sonuçlar elde edilmesine neden olmaktadır. Özellikleri birbirlerinden farklı olmakla birlikte, dünyanın farklı yerlerinde üretilen biyoçarların C içeriği ve yüzey alanlarının yüksek olması ve ayrışmaya karşı dayanıklı olmaları rapor edilen en önemli ortak özelliklerdir. Bu özellikler biyoçarın organik maddeye kıyasla daha cazip bir katkı maddesi olarak düşünülmesine neden olmakta ve her geçen gün daha fazla bilim insanının çalışmalarına konu olmaktadır.

Biyoçar çeşitliliğinin fazla olması fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri içine alan genel bir tanımlamalarının yapılmasını engellemekte, dünyanın farklı bölgelerinde yapılan çalışmaların sonuçlarının karşılaştırılmasını zorlaştırmaktadır. Dünyanın birçok yerinde kolaylıkla temin edilebilecek bir kısım biyokütlerden üretilecek standartların çalışmalarda tanık olarak kullanılmaları bu sorunun aşılmasına katkı sağlayabilir. Araştırmalarda, piroliz üretim koşulları, deneme yapılan toprağın temel özellikleri deneme yapılan yere ait özelliklerin iyi tanımlanması raporların güvenli bir şekilde kullanımını sağlayacak ve bu konuda yapılan araştırmaların daha ileri seviyeye çıkarılmasına yardım edecektir.

Biyoçarın uzun ömürlü olması, uzun süreli etkisinin de yeterince anlaşılmasını zorunlu kılmaktadır. Bununla birlikte, yayınlanan araştırmaların büyük çoğunluğu kısa süreli inkübasyon, sera koşullarında kısa süreli uygulamalar ve kısa süreli tarla denemelerinden oluşmaktadır. Bu nedenle de biyoçarın toprakta zaman içerisindeki değişiminin ve etkisinin belirleneceği denemelere gereksinim bulunmaktadır.

Kaynaklar

- Abel, S., Peters, A., Trinks, S., Schonsky, H., Facklam, M., Wessolek, G. 2013. Impact of biochar and hydrochar addition on water retention and water repellency of sandy soil. *Geoderma*, 202, 183-191.
- Abiven, S., Hund, A., Martinsen, V., Cornelissen, G. 2015. Biochar amendment increases maize root surface areas and branching: a shovelomics study in Zambia. *Plant and soil*, 395(1-2), 45-55.
- Adrias, P.J.V. del Rosario, M.R. 2017. Soil Properties and Response of Spring Onion to Different Levels of Biochar. *International Journal of Agricultural Technology*, 13(1), 131-137.
- Ahmad, M., Rajapaksha, A.U., Lim, J.E., Zhang, M., Bolan, N., Mohan, D., Vithanage, M., Lee, S.S. Ok, Y.S., 2014. Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water: a review. *Chemosphere*, 99, 19-33.
- Amonette, J.E., Joseph, S., 2009. Characteristics of Biochar: Microchemical Properties. In: J. Lehmann, Joseph, S. (Ed), *Biochar for Environmental Management Science and Technology*. Earthscan, London.
- Arnosti, C., Bell, C., Moorhead, D.L., Sinsabaugh, R.L., Steen, A.D., Stromberger, M., ... & Weintraub, M.N. 2014. Extracellular enzymes in terrestrial, freshwater, and marine environments: perspectives on system variability and common research needs. *Biogeochemistry*, 117(1), 5-21.
- Antal Jr, M.J. Grönli, M. 2003. The art, science, and technology of charcoal production. *Industrial and Engineering Chemistry Research* 42(8): 1619-1640.
- Asai, H., Samson, B.K., Stephan, H.M., Songyikhangsuthor, K., Homma, K., Kiyono, Y., Horie, T. 2009. Biochar amendment techniques for upland rice production in Northern Laos: 1. Soil physical properties, leaf SPAD and grain yield. *Field Crops Research*, 111(1), 81-84.
- Bachmann, J., Guggenberger, G., Baumgartl, T., Ellerbrock, R.H., Urbanek, E., Goebel, M.O.,...& Fischer, W. R. 2008. Physical carbon-sequestration mechanisms under special consideration of soil wettability. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 171(1), 14-26.
- Bailey, V.L., Fansler, S.J., Smith, J.L., Bolton, H. 2011. Reconciling apparent variability in effects of biochar amendment on soil enzyme activities by assay optimization. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(2), 296-301.
- Baldock, J.A. Smernik, R.J. 2002. Chemical composition and bioavailability of thermally altered *Pinus resinosa* (Red pine) wood', *Organic Geochemistry*, 33:1093–1109
- Bandick A.K., Dick R.P. 1999. Field management effects on soil enzyme activities. *Soil Biol. Biochem.*, 31, 1471-1479
- Beaton, J. D. 1959. The influence of burning on the soil in the timber range area of Lac le Jeune, British Columbia: I. Physical properties. *Canadian Journal of Soil Science*, 39(1), 1-5.
- Bera, T., Collins, H.P., Alva, A.K., Purakayastha, T. J., Patra, A.K. 2016. Biochar and manure effluent effects on soil biochemical properties under corn production. *Appl Soil Ecology*, 107, 360-367.

- Biederman, L.A. Harpole, W.S. 2013. Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: a meta-analysis, *GCB Bioenergy*, 5, 202–214.
- Brewer, C.E., Brown, R.C. 2012. Biochar. In: Sayigh, A. (Ed.), *Comprehensive Renewable Energy*. Elsevier, Oxford, pp. 357–384.
- Bridle, T.R., Pritchard, D. 2004. Energy and nutrient recovery from sewage sludge via pyrolysis. *Water Sci. Technol.* 50, 169–175.
- Briggs, C., Breiner, J., Graham, R. 2012. Physical and chemical properties of *Pinus ponderosa* charcoal: implications for soil modification. *Soil Science* 177 (4), 263-268.
- Brown, R. 2009. Biochar Production Technology. In: *Biochar for Environmental Management: Science and Technology* (Eds. Lehmann, J. & Joseph, S.), Earthscan.
- Bu, L.D., Liu, J.L., Zhu, L., Luo, S.S., Chen, X.P., Li, S.Q., Zhao, Y. 2013. The effects of mulching on maize growth, yield and water use in a semi-arid region. *Agric Water Management*, 123, 71-78.
- Burns, R.G., DeForest, J.L., Marxsen, J., Sinsabaugh, R.L., Stromberger, M.E., Wallenstein, M.D., Weintraub, M.N., Zoppini, A. 2013. Soil enzymes in a changing environment: current knowledge and future directions. *Soil Biol. Biochem.* 58, 216–234
- Carlsson, M., Andren, O., Stenstrom, J., Kirchmann, H., Katterer, T. 2012. Charcoal application to Arable Soil: effects on CO₂ emissions. *Comm in Soil Science and Plant Analysis*, 43, 2262–2273.
- Chan, K.Y., Dorahy, C., Tyler, S. 2007. Determining the agronomic value of composts produced from garden organics from metropolitan areas of New South Wales, Australia. *Animal Production Science*, 47(11), 1377-1382.
- Chan, K.Y., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A., Joseph, S. 2008. Agronomic values of green waste biochar as a soil amendment. *Soil Research*, 45(8), 629-634.
- Chan, K.Y., Xu, Z. 2009. Biochar: nutrient properties and their enhancement. *Biochar for environmental management: science and technology*, 67-84.
- Chen, J., Liu, X., Zheng, J., Zhang, B., Lu, H., Chi, Z., ... & Wang, J. 2013. Biochar soil amendment increased bacterial but decreased fungal gene abundance with shifts in community structure in a slightly acid rice paddy from Southwest China. *Applied Soil Ecology*, 71, 33-44.
- Chen, J., Li, S., Liang, C., Xu, Q., Li, Y., Qin, H., Fuhrmann, J.J. 2017. Response of microbial community structure and function to short-term biochar amendment in an intensively managed bamboo (*Phyllostachys praecox*) plantation soil: Effect of particle size and addition rate. *Sci Total Environ.*, 574, 24-33.
- Cheng, C.H., Lehmann, J., Thies, J.E., Burton, S.D., Engelhard, M.H. 2006. Oxidation of black carbon by biotic and abiotic processes. *Organic Geochemistry*, 37(11), 1477-1488.
- Cheng, Y., Cai, Z.C., Chang, S.X., Wang, J. and Zhang, J.B. 2012. Wheat straw and its biochar have contrasting effects on inorganic N retention and N₂O production in a cultivated Black Chernozem. *Biology and Fertility of Soils*, 48(8), 941-946.

- Clough, T. J., Condon, L. M., Kammann, C., Müller, C. 2013. A review of biochar and soil nitrogen dynamics. *Agronomy*, 3(2), 275-293.
- Chun, Y., Sheng, G., Chiou, C. T., Xing, B., 2004. Compositions and sorptive properties of crop residue-derived chars. *Environ. Sci. Technol.* 38, 4649-4655.
- Dai, Z., Zhang, X., Tang, C., Muhammad, N., Wu, J., Brookes, P.C., Xu, J. 2017. Potential role of biochars in decreasing soil acidification-A critical review. *Sci Total Environ.* 581, 601-611.
- Deenik, J.L., McClellan, T., Uehara, G., Antal, M.J., Campbell, S. 2010. Charcoal volatile matter content influences plant growth and soil nitrogen transformations. *Soil Sci Soc Am J* 74, 1259-1270.
- De Luca, T.H., MacKenzie, M.D., Gundale, M.J. 2009. Biochar effects on soil nutrient transformations. In "Biochar for Environmental Management: Science and Technology" (J. Lehmann and S. Joseph, Eds.), Earthscan, London.
- Demirbas, A. 2004. Effects of temperature and particle size on bio-char yield from pyrolysis of agricultural residues. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 72(2): 243-248.
- Demisie, W., Liu, Z., Zhang, M. 2014. Effect of biochar on carbon fractions and enzyme activity of red soil. *Catena*, 121, 214-221.
- Dempster, D.N., Gleeson, D.B., Solaiman, Z.M, Jones, D.L, Murphy, D.V. 2011. Decreased soil microbial biomass and nitrogen mineralisation with Eucalyptus biochar addition to a coarse textured soil. *Plant and Soil*, 354, 311-324.
- De Tender C.A., Debode, J., Vandecasteele, B., D'Hose, T., Cremelie, P., Haegeman, A., ... & Maes, M. 2016. Biological, physicochemical and plant health responses in lettuce and strawberry in soil or peat amended with biochar. *Applied Soil Ecology*, 107, 1-12.
- Downie, A., Crosky, A., Munroe, P. 2009. Physical properties of biochar. In: *Biochar for Environmental Management: Science and Technology* (Eds. Lehmann, J. & Joseph, S.), Earthscan.
- Farrell, M., Kuhn, T.K., Macdonald, L.M., Maddern, T.M., Murphy, D.V., Hall, P.A., Singh, B.P., Baumann, K., Krull, E.S., Baldock, J.A. 2013. Microbial utilisation of biochar-derived carbon. *Science of the Total Environment*, 465, 288-297.
- Fungo, B., Lehmann, J., Kalbitz, K., Thiongo, M., Okeyo, I., Tenywa, M., Neufeldt, H. 2017. Aggregate size distribution in a biochar-amended tropical Ultisol under conventional hand-hoe tillage. *Soil and Tillage Research*, 165, 190-197.
- Galvez, A., Sinicco, T., Cayuela, M. L., Mingorance, M. D., Fornasier, F., Mondini, C. 2012. Short term effects of bioenergy by-products on soil C and N dynamics, nutrient availability and biochemical properties. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 160, 3-14.
- Gaskin, J.W., Steiner, C., Harris, K., Das, K.C., Bibens, B. 2008. Effect of low-temperature pyrolysis conditions on biochar for agricultural use. *Trans. Asabe*, 51(6), 2061-2069.

- Gaskin, J.W., Speir, R.A., Harris, K., Das, K.C., Lee, R.D., Morris, L.A., Fisher, D.S. 2010. Effect of peanut hull and pine chip biochar on soil nutrients, corn nutrient status, and yield. *Agronomy Journal*, 102(2), 623-633.
- Glaser, B., Lehmann, J., Zech, W., 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal - a review. *Biol. Fertil. Soils* 35, 219–230.
- Graber, E.R., Frenkel, O., Jaiswal, A.K., Elad, Y. 2014. How may biochar influence severity of diseases caused by soilborne pathogens?. *Carbon Management*, 5(2), 169-183.
- Gul, S., Whalen, J. K., Thomas, B. W., Sachdeva, V., Deng, H. 2015. Physico-chemical properties and microbial responses in biochar-amended soils: mechanisms and future directions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 206, 46-59.
- Gundale, M., DeLuca, T., 2006. Temperature and source material influence ecological attributes of ponderosa pine and Douglas-fir charcoal. *Forest Ecology and Management* 231 (1–3), 86–93.
- Güereña, D., Lehmann, J., Hanley, K., Enders, A., Hyland, C., Riha, S. 2013. Nitrogen dynamics following field application of biochar in a temperate North American maize-based production system. *Plant and soil*, 365(1-2), 239-254.
- Günel, E., Erdem, H., Çelik, İ. 2018a. Effects of three different biochars amendment on water retention of silty loam and loamy soils. *Agricultural water management*, 208, 232-244.
- Günel, E., Erdem, H., Demirbaş, A. 2018b. Effects of three biochar types on activity of β -glucosidase enzyme in two agricultural soils of different textures. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 64(14), 1963-1974.
- Hansen, V., Müller-Stöver, D., Imperato, V., Krogh, P.H., Jensen, L.S., Dolmer, A., Hauggaard-Nielsen, H. 2017. The effects of straw or straw-derived gasification biochar applications on soil quality and crop productivity: A farm case study. *Journal of Environmental Management*, 186, 88-95.
- Harris, P. J. F., Tsang, S. C. 1997. High resolution of electron microscopy studies of non-graphitizing carbons. *Philosophical Magazine A* 76 (3): 667-677.
- Herath, H.M.S.K., Camps-Arbestain, M., Hedley, M. 2013. Effect of biochar on soil physical properties in two contrasting soils: an Alfisol and an Andisol. *Geoderma*, 209, 188-197.
- Hossain, M.K., Strezov, V., Chan, K.Y., Nelson, P.F. 2010. Agronomic properties of wastewater sludge biochar and bioavailability of metals in production of cherry tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Chemosphere*, 78, 1167–1171.
- Hossain, M.K., Strezov, V., Chan, K.Y., Ziolkowski, A., Nelson, P.F. 2011. Influence of pyrolysis temperature on production and nutrient properties of wastewater sludge biochar. *J. Environ. Manag.* 92, 223–228.
- Jeffery, S., Meinders, M.B., Stoof, C.R., Bezemer, T.M., van de Voorde, T.F., Mommer, L., van Groenigen, J.W. 2015. Biochar application does not improve the soil hydrological function of a sandy soil. *Geoderma*, 251, 47-54.

- Jenkins, J.R., Viger, M., Arnold, E.C., Harris, Z.M., Ventura, M., Miglietta, F., Girardin, C., Edwards, R.J., Rumpel, C., Fornasier, F. Zavalloni, C. 2017. Biochar alters the soil microbiome and soil function: results of next-generation amplicon sequencing across Europe. *Gcb Bio.*, 9(3), 591-612.
- Jiang, X., Denef, K., Stewart, C.E., Cotrufo, M.F. 2016. Controls and dynamics of biochar decomposition and soil microbial abundance, composition, and carbon use efficiency during long-term biochar-amended soil incubations. *Biology and Fertility of Soils*, 52(1), 1-14.
- Jien, S.H., Wang, C.S. 2013. Effects of biochar on soil properties and erosion potential in a highly weathered soil. *Catena*, 110, 225-233.
- King, P.M. 1981. Comparison of methods for measuring severity of water repellence of sandy soils and assessment of some factors that affect its measurement. *Aust J of Soil Science* 19: 275–285.
- Kolb, S. 2007. Understanding the Mechanisms by which a Manure-Based Charcoal Product Affects Microbial Biomass and Activity, PhD thesis, University of Wisconsin, Green Bay, US.
- Kolb, S.E., Fermanich, K.J. and Dornbush, M.E., 2009. Effect of Charcoal Quantity on Microbial Biomass and Activity in Temperate Soils. *Soil Sci Soc Am J.* 73(4): 1173-1181.
- Kolton, M., Harel, Y.M., Pasternak, Z., Graber, E.R., Elad, Y., Cytryn, E. 2011. Impact of biochar application to soil on the root-associated bacterial community structure of fully developed greenhouse pepper plants. *Applied and environmental microbiology*, 77(14), 4924-4930.
- Kookana, R.S., Sarmah, A.K., Van Zwieten, L., Krull, E., Singh, B. 2011. 3 biochar application to soil: agronomic and environmental benefits and unintended consequences. *Advances in agronomy*, 112(112), 103-143.
- Knoepp, J.D., DeBano, L. F. Neary, D.G. 2005. *Soil Chemistry*, RMRS-GTR 42-4, US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Ogden, UT
- Laird, D., Fleming, P., Davis, D., Horton, R., Wang, B., Karlen, D. 2010. Impact of biochar amendments on the quality of a typical midwestern agricultural soil. *Geoderma* 158(3–4), 443–449.
- Lammirato, C., Miltner, A., Kaestner, M. 2011. Effects of wood char and activated carbon on the hydrolysis of cellobiose by β -glucosidase from *Aspergillus niger*. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(9), 1936-1942.
- Lehmann, J., da Silva Jr, J. P., Rondon, M., Cravo, M. D. S., Greenwood, J., Nehls, T., ... Glaser, B. 2002. Slash-and-char-a feasible alternative for soil fertility management in the central Amazon. In *Proceedings of the 17th World Congress of Soil Science* pp. 1-12.
- Lehmann, J., da Silva, Jr., J. P., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W. Glaser, B. 2003. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments, *Plant and Soil*, 249:343–357.
- Lehmann, J., Gaunt, J., Rondon, M. 2006. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems—A review. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Change*, 11, 403–427.
- Lehmann, J. 2007. Bio-energy in the black. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(7), 381-387.

- Lehmann, J., Rillig, M.C., Thies, J., Masiello, C. A., Hockaday, W.C., Crowley, D. 2011. Biochar effects on soil biota—a review. *Soil biology and biochemistry*, 43(9), 1812-1836.
- Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Kinyangi, J., Grossman, J., O'Neill, B., Skjemstad, J.O., Thies, J., Luizão, F.J., Petersen, J. Neves, E.G. 2006. Black carbon increases cation exchange capacity in soils, *Soil Sci Soc Am J.*, 70, 1719–1730.
- Liang, B., Lehmann, J., Sohi, S.P., Thies, J.E., O'Neill, B., Trujillo, L., Gaunt, J., Solomon, D., Grossman, J., Neves, E.G. Luizão, F.J., 2010. Black carbon affects the cycling of non-black carbon in soil. *Organic Geochemistry*, 41(2), 206-213.
- Lima, I.M., Marshall, W.E. 2005. Granular activated carbons from broiler manure: physical, chemical and adsorptive properties. *Bioresource technology*, 96(6), 699-706.
- Liu, Z., Chen, X., Jing, Y., Li, Q., Zhang, J., Huang, Q. 2014. Effects of biochar amendment on rapeseed and sweet potato yields and water stable aggregate in upland red soil. *Catena*, 123, 45-51.
- Liu, Q., Liu, B., Zhang, Y., Lin, Z., Zhu, T., Sun, R., ... Lin, X. 2017. Can biochar alleviate soil compaction stress on wheat growth and mitigate soil N₂O emissions?. *Soil Biology and Biochemistry*, 104, 8-17.
- Lu, H., Li, Z., Fu, S., Méndez, A., Gascó, G., Paz-Ferreiro, J. 2015. Combining phytoextraction and biochar addition improves soil biochemical properties in a soil contaminated with Cd. *Chemosphere*, 119, 209-216.
- Luo, L., Gu, J.D. 2016. Alteration of extracellular enzyme activity and microbial abundance by biochar addition: Implication for carbon sequestration in subtropical mangrove sediment. *Journal of environmental management*, 182, 29-36.
- MacKenzie, M.D., DeLuca, T.H., Sala, A. 2006. Fire exclusion and nitrogen mineralization in low elevation forests of western Montana. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(5), 952-961.
- Maestrini, B., Nannipieri, P., Abiven, S. 2015. A meta-analysis on pyrogenic organic matter induced priming effect. *Gcb Bioenergy*, 7(4), 577-590.
- Major, J., Lehmann, J., Rondon, M., Goodale, C. 2010. Fate of soil-applied black carbon: downward migration, leaching and soil respiration. *Glob Chang Biol* 16:1366–1379
- Masiello, C.A., Chen, Y., Gao, X., Liu, S., Cheng, H.Y., Bennett, M.R., Rudgers, J.A., Wagner, D.S., Zygourakis, K., Silberg, J.J. 2013. Biochar and microbial signaling: production conditions determine effects on microbial communication. *Env. science & technology*, 47(20), 11496-11503.
- Nannipieri, P., Kandeler, E., Ruggiero, P. 2002. Enzyme Activities and Microbiological and Biochemical Processes in Soil. In *Enzymes in the environment: Activity, ecology, and applications*. CRC Press.
- Nelissen, V., Ruyschaert, G., Manka'Abusi, D., D'Hose, T., De Beuf, K., Al-Barri, B., Boeckx, P. 2015. Impact of a woody biochar on properties of a sandy loam soil and spring barley during a two-year field experiment. *European Journal of Agronomy*, 62, 65-78.

- Novak, J.M., Lima, I., Xing, B., Gaskin, J.W., Steiner, C., Das, K.C., ... Schomberg, H. 2009. Characterization of designer biochar produced at different temperatures and their effects on a loamy sand. *Ann. Environ. Sci*, 3(2).
- Nelson, N.O., Agudelo, S.C., Yuan, W., Gan, J. 2011. Nitrogen and phosphorus availability in biochar-amended soils. *Soil Science*, 176(5), 218-226.
- Nguyen, T.T.N., Xu, C.Y., Tahmasbian, I., Che, R., Xu, Z., Zhou, X., ... & Bai, S.H. 2017. Effects of biochar on soil available inorganic nitrogen: A review and meta-analysis. *Geoderma*, 288, 79-96.
- Obia, A., Mulder, J., Martinsen, V., Cornelissen, G. and Børresen, T. 2016. In situ effects of biochar on aggregation, water retention and porosity in light-textured tropical soils. *Soil Till Res*, 155, 35-44.
- Painter, T.J. 2001. Carbohydrate polymers in food preservation: An integrated view of the Maillard reaction with special reference to the discoveries of preserved foods in Sphagnum dominated peat bogs. *Carbohydrate Polymers* 36, 335-347.
- Pietikäinen, J., Kiikkilä, O., Fritze, H. 2000. Charcoal as a habitat for microbes and its effect on the microbial community of the underlying humus. *Oikos*, 89(2), 231-242.
- Peng, X., Zhu, Q.H., Xie, Z.B., Darboux, F., Holden, N.M. 2016. The impact of manure, straw and biochar amendments on aggregation and erosion in a hillslope Ultisol. *Catena*, 138, 30-37.
- Purakayastha, T.J., Kumari, S., Pathak, H. 2015. Characterisation, stability, and microbial effects of four biochars produced from crop residues. *Geoderma*, 239, 293-303.
- Quilliam, R.S., DeLuca, T.H., Jones, D.L. 2013. Biochar application reduces nodulation but increases nitrogenase activity in clover. *Plant and soil*, 366(1-2), 83-92.
- Regelink, I. C., Stoof, C. R., Rousseva, S., Weng, L., Lair, G. J., Kram, P., ... & Comans, R. N. 2015. Linkages between aggregate formation, porosity and soil chemical properties. *Geoderma*, 247, 24-37.
- Ritz, K., McNicol, J.W., Nunan, N., Grayston, S., Millard, P., Atkinson, D., Gollotte, A., Habeshaw, D., Boag, B., Clegg, C.D., Griffiths, B.S. 2004. Spatial structure in soil chemical and microbiological properties in an upland grassland. *FEMS Microbiology Ecology*, 49(2), 191-205.
- Rogovska, N., Laird, D.A., Rathke, S.J., Karlen, D.L. 2014. Biochar impact on Midwestern Mollisols and maize nutrient availability. *Geoderma*, 230, 340-347.
- Rondon, M.A., Lehmann, J., Ramirez, J. and Hurtado, M. 2007. Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) increases with bio-char additions. *Bio. Fert. of Soils* 43(6), 699-708.
- Russel S., Gorska, E.B., Wyczoekowski A.I. 2005. The significance of studies on enzymes in soil environment. *Acta Agroph.* 3. 27-36.
- Sarkhot, D.V., Berhe, A.A., and Ghezzehei, T.A. 2012. Impact of Biochar Enriched with Dairy Manure Effluent on Carbon and Nitrogen Dynamics, *J. Environ. Qual.*, 41, 1107–1114.
- Sigua, G.C., Novak, J.M., Watts, D.W., Cantrell, K.B., Shumaker, P.D., Szögi, A.A., Johnson, M.G. 2014. Carbon mineralization in two Ultisols amended with different sources and particle sizes of pyrolyzed biochar. *Chemosphere*, 103, 313-321.

- Smith, J.L., Collins, H.P., Bailey, V.L. 2010. The effect of young biochar on soil respiration. *Soil Biology and Biochemistry*, 42(12), 2345-2347.
- Sohi, S. Loez-Capel, E., Krull, E., Bol, R. 2009. Biochar's roles in soil and climate change: A review of research needs. CSIRO Land and Water Science Report 05/09, 64 pp
- Soane, B.D., 1990. The Role of Organic-Matter in Soil Compactibility - a Review of Some Practical Aspects. *Soil & Tillage Research* 16: 179- 201.
- Spokas, K.A., Baker, J.M., Reicosky, D.C. 2010. Ethylene: potential key for biochar amendment impacts. *Plant and soil*, 333(1-2), 443-452.
- Steiner, C. 2004. Plant nitrogen uptake doubled in charcoal amended soils, *Energy with Agricultural Carbon Utilization Symposium*, Athens, Georgia, U.S.A.
- Steiner, C. Glaser, B. Teixeira, W.G., Lehmann, J. Blum, W.E.H., Zech, W. 2008. Nitrogen retention and plant uptake on a highly weathered central Amazonian Ferralsol amended with compost and charcoal. *J. Plant Nutr. Soil Sci*, 171, 893–899.
- Subedi R, Taupe N, Ikoyi I, Bertora C, Zavattaro L, Schmalenberger A, Leahy JJ, Grignani C, 2016. Chemically and biologically-mediated fertilizing value of manure-derived biochar. *Sci. Total Environ*. 550:924-33.
- Sun, F., Lu, S. 2014. Biochars improve aggregate stability, water retention, and pore-space properties of clayey soil. *Journal of plant nutrition and soil science*, 177(1), 26-33.
- Taghizadeh-Toosi, A., Clough, T.J., Sherlock, R.R., Condon, L.M. 2012. Biochar adsorbed ammonia is bioavailable. *Plant and Soil*, 350(1-2), 57-69.
- Troeh, F.R. Thompson, L. M. 2005. *Soils and Soil Fertility*, Blackwell Publishing, Iowa, US.
- Ueno, M., Kawamitsu, Y., Komiya, Y., Sun, L. 2007. Carbonisation and gasification of bagasse for effective utilisation of sugarcane biomass. *International Sugar Journal* 110, 22-26.
- Yuan, J.H., Xu, R.K. Zhang, H. 2011. The forms of alkalis in the biochar produced from crop residues at different temperatures. *Bioresource technology*, 102(3), 3488-3497.
- Van Zwieten, L., Singh, B., Joseph, S., Kimber, S., Cowie, A., Chan, K.Y. 2009. Biochar and emissions of non-CO₂ greenhouse gases from soil. *Biochar for environmental management: science and technology*, 1, 227-250.
- Van Zwieten, L., Kimber, S., Morris, S., Chan, K.Y., Downie, A., Rust, J., Joseph, S., Cowie, A. 2010. Effects of biochar from slow pyrolysis of papermill waste on agronomic performance and soil fertility. *Plant and soil*, 327(1-2), 235-246.
- Ventura, M., Zhang, C., Baldi, E., Fornasier, F., Sorrenti, G., Panzacchi, P., Tonon, G. 2014. Effect of biochar addition on soil respiration partitioning and root dynamics in an apple orchard. *European journal of soil science*, 65(1), 186-195.
- Verheijen, F., Jeffery, S., Bastos, A. C., Van der Velde, M., Diafas, I. 2010. Biochar application to soils. A critical scientific review of effects on soil properties, processes, and functions. *EUR*, 24099, 162.

- von Lützw, M., Kögel-Knabner, I., Ekschmitt, K., Flessa, H., Guggenberger, G., Matzner, E., Marschner, B. 2007. SOM fractionation methods: relevance to functional pools and to stabilization mechanisms. *Soil Biology and Biochemistry*, 39(9):2183-2207.
- Xiao, Q., Zhu, L.X., Shen, Y.F., Li, S.Q. 2016. Sensitivity of soil water retention and availability to biochar addition in rainfed semi-arid farmland during a three-year field experiment. *Field Crops Research*, 196:284-293.
- Wang, T., Camps-Arbestain, M., Hedley, M., Bishop, P. 2012. Chemical and bioassay characterisation of nitrogen availability in biochar produced from dairy manure and biosolids. *Org. Geochem.* 51, 45–54.
- Warnock, D.D., Lehmann, J., Kuyper, T.W., Rillig, M.C., 2007. Mycorrhizal responses to biochar in soil—concepts and mechanisms. *Plant and soil*, 300(1-2), 9-20.
- Weyers, S.L., Liesch, A.M., Gaskin, J.W., Das, K.C. 2009. Earthworms Contribute to Increased Turnover in Biochar Amended Soils [abstract][CD-ROM]. ASA-CSSA-SSSA Annual Meeting Abstracts. ASA-CSSA-SSSA Annual Meeting. Nov. 1-5, 2009, Pittsburgh, PA.
- Winsley, P. 2007. Biochar and Bionenergy Production for Climate Change. *New Zealand Science Review* 64 (1): 1-10.
- Zackrisson, O., Nilsson, M.C. Wardle, D.A., 1996. Key ecological function of charcoal from wildfires in the Boreal forest. *Oikos*: 77, 10-19.
- Zhang, Q.Z., Dijkstra, F.A., Liu, X.R., Wang, Y.D., Huang, J., Lu, N. 2014. Effects of biochar on soil microbial biomass after four years of consecutive application in the north China plain. *PloS one*, 9(7), e102062.
- Zhang, Q., Du, Z., Lou, Y., He, X. 2015. A one-year short-term biochar application improved carbon accumulation in large macroaggregate fractions. *Catena*, 127:26-31.
- Zhao, L., Zheng, W., Mašek, O., Chen, X., Gu, B., Sharma, B. K., Cao, X. 2017. Roles of phosphoric acid in biochar formation: synchronously improving carbon retention and sorption capacity. *Journal of environmental quality*, 46(2), 393-401.
- Zimmerman, A.R., Gao, B., Ahn, M.Y. 2011. Positive and negative carbon mineralization priming effects among a variety of biochar-amended soils. *Soil Biology and Bioch.*, 43(6), 1169-1179.

**Türkiye’de Doğal Yayılış Gösteren Bazı *Pistacia* L. Türlerinin ITS Gen Bölgesi Kullanılarak
Dünya’da ki Diğer Türlerle Moleküler Filogenetik İlişkilerinin Belirlenmesi**
**Molecular Phylogenetic Relationships of Some *Pistacia* L. species Native to Turkey and
the World Based on ITS Gene Region**

Mevlüde Alev ATEŞ¹ Zeynep YILDIRIM² Duygu YAĞAN³

Öz:

Pistacia L. türleri *Anacardiaceae* (Sakızağacıgiller) familyasına ait, bazen her dem yeşil olan bazen de yaprak döken, boyu 5-15 m’ye kadar ulaşabilen dioik ve küçük ağaç özelliği gösteren bitkilerdir. Özellikle *Pistacia vera* (Antep Fıstığı)’nın yetiştirilme alanı açısından Türkiye, Dünya’da stratejik bir konuma sahiptir. *Pistacia vera*’nın bazı durumlarda *Pistacia* L. cinsine ait türlerden aşılama yapılarak üretilmesi, türler arasındaki hibridizasyonu hızlandırmış ve karışık bir filogenetik ilişkiyi ortaya çıkarmıştır. Günümüzde ITS gen bölgesi hızlı çoğaltılabilir ve sayıca kopyasının çok olması sebebiyle moleküler filogenetik ilişkilendirme çalışmalarında sıklıkla kullanılan bir bölge olmuştur. Bu çalışmada Dünya’da çeşitli alanlarda yayılış gösteren *Pistacia* L. türlerinin filogenetik ilişkileri anlamlandırılmaya çalışıldı. NCBI veribankasından alınan 13 türün ITS gen bölgelerine ait sekanslar MEGA programı vasıtasıyla analiz edilmiş ve BEAST paket programları kullanılarak da filogenetik ilişki ağacı çizdirilmiştir. Elde edilen veriler ışığında çizdirilen filogenetik ağaçta Dünya’daki *Pistacia* L. türlerinin birbirine olan genetik mesafeleri belirlemiş ve türler arası akrabalık dereceleri ortaya çıkarılmıştır. Sonuç olarak bu genetik mesafeler gelecekte yapılacak klasik ıslah çalışmalarına destekleyici ve kolaylaştırıcı bilgiler içermektedir.

Anahtar sözcükler: *Pistacia* L., BEAST, ITS, moleküler filogenetik, taksonomi

¹ Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Kırşehir, Türkiye, Sorumlu Yazar: malevates@ahievran.edu.tr

² Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Kırşehir, Türkiye,

³ Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Kırşehir, Türkiye,

Abstract:

Pistacia L. species which belongs to *Anacardiaceae* (Sakızağacıgiller) family are sometimes evergreen sometimes deciduous trees that are 5-15cm long. Turkey has an important role in the World for producing *Pistacia vera*. In many situations wild *Pistacia* species were used as a fertilizer of *Pistacia vera* cultivars. So, this kind of applications would support hybridizations among species. Therefore, complex phylogenetic relationships were obtained within *Pistacia* L. species. Especially ITS region was mostly preferred for molecular phylogenetic studies due to its highly repeated in number in plant genomes and large copy numbers that support PCR amplification. In the current study, some *Pistacia* L. species were studied to clarify genetic relationships belong genus members through the World. Related sequences were obtained from NCBI database and statistics were analyzed in MEGA X software. Phylogenetic tree was constructed via BEAST program package. According to the analysis, all genetic relationships of *Pistacia* L species were indicated, and all genetic similarities were clarified. Consecutively, all these molecular genetic distances would be used with classical methods in order to support breeding strategies of *Pistacia* L. species.

Keywords: *Pistacia* L., BEAST, ITS, molecular phylogeny, taxonomy

Giriş:

“Yeşil Altın Ağacı” olarak da bilinen fıstık (*Pistacia* L.), Sakızağacıgiller (*Anacardiaceae*) familyasının ekonomik açıdan en önemli cinslerinden biridir (Stevens, 2008; Aliakbarkhani ve ark., 2015). *Pistacia* L. cinsinin 800 milyon yıl önce Orta Asya’dan köken aldığına inanılsa da (Parfitt ve Badenes, 1997; AL-Saghir, 2009) daha sonraları buna doğal yayılış alanı olarak Filipinler’den Texas a kadar birçok yeni bölge eklenmiştir (AL-Saghir, 2010). Türkiye, Kuzey Yarımküre ’de antep fıstığının gen merkezinin içinde yer almaktadır. Sadece yetiştiriciliği yapılan *Pistacia vera* türü dışında, diğer yabancı türleri de ülkemizde birçok yerde görülmektedir (Köroğlu ve Köksal, 1998). *Pistacia* L. cinsine ait türler sadece ekonomik öneme değil ayrıca ekolojik öneme de sahiptirler. *P. vera* dışında ülkemizde *P. terebinthus* türü ve *P. lentiscus* türleri de ekonomik açıdan oldukça değerlidir. Menengiç yada çitlembik olarak da bilinen *P. terebinthus* türleri halk arasında içecek ve gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Yine Sakız ağacı olarak da bilinen *P. lentiscus* türü ülkemiz için oldukça önemlidir. Sadece Akdeniz iklim kuşağında yer alan ülkelerde yetişen bitki, genellikle aromatik tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır (Kafkas ve ark.,2002).

Cinse ait sınıflandırma çalışmaları ilk olarak Zohary (1952) tarafından yapılmasına rağmen takip eden yıllarda pek fazla araştırma yapılmamıştır. Günümüze yakın olarak önce AL-Yafi

(1978) yaprak morfolojilerine dayanarak bir sınıflandırma yapmış olsa da yakın zamanda EL-Oqlah (1996), Ürdün’deki türleri morfolojik olarak sınıflandırmıştır. Ayrıca Kafkas ve ark. (2002)’da Türkiye türlerini morfolojik olarak sınıflandırmış ve diğer *Pistacia* türleri ile gen havuzu oluşturmak için çalışmalar yapmıştır. Zohary’nin taxonomik verileri üzerine epey karmaşık sorular sorulmaya başlanınca, türler arasında moleküler filogenetik ilişkilerin de yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Ayrıca *Pistacia* türleri tür içi hibritleşme ve iklimsel değişikliklere açık olmaları sebebiyle moleküler seviyede taksonomi çalışmalarına ihtiyaç duyulmuştur (AL-Saghir,2010). Daha sonraları moleküler bilgilerin hızla artmasıyla Kafkas ve ark. (2001) *Pistacia L.*’e ait genetik varyasyonları RAPD (Random Amplified Polimorphic DNA) tekniği ile sınıflandırmış ve klasik taksonomiye farklı bir bakış katmıştır. Günümüze kadar birçok araştırmacı *Pistacia* türleri ile ilgili moleküler çalışmalar yapmıştır (Barazani ve ark.,2003; Katsiotis ve ark., 2003; Golan-Goldhirsh ve ark.,2004; Yi ve ark., 2008; Kafkas ve ark., 2015; Talebi ve ark., 2016; Motalebipour ve ark., 2016). Son yıllarda genomik DNA üzerindeki ITS (ITS1+5.8S+ITS2) (Internal Transcribe Spacer) bölgesi türler arası genetik mesafelerin ölçümü için araştırmacılar tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. Özellikle kolay elde edilebilirliği, PZR (Polimer Zincir Reaksiyonu) sırasında kolay çoğaltılması ve çoklu kopya sayısı sebebiyle bitki moleküler filogenetik çalışmalarında önemli bir yere sahip olmuştur (Rogers ve ark.,1987; Hamby ve ark, 1992; Yi ve ark., 2008).

Bu çalışmada, NCBI (National Center of Bionformatic Information) veri bankasında kayıtlı *Pistacia L.* türlerine ait çalışmalardan alınan sekanslar yardımıyla Dünya’daki *Pistacia L.* türlerinin aralarındaki ITS gen bölgelerine dayalı moleküler filogenetik ilişkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Metot

Pistacia türlerine ait ITS gen bölgesi dizileri NCBI veri bankasından alınmış (Çizelge 1) ve analizleri yapılmak üzere düzenlenmiştir. Farklı türlere ait 13 adet sekans MEGA X (Molecular Evolutionary Genetic Analysis) (Kumar ve ark., 2018) programı vasıtasıyla Kimura-2 parametresi kullanılarak analiz edilmiş ve gerekli istatistikler (%GC(Guanin-Cytosine) içeriği, korunan baz çifti sayısı, çeşitlilik gösteren baz çifti sayısı, türler arası ortalama genetik mesafe) MUSCLE (Multiple Sequence Comparison by Log Expectation) (Edgar, 2004) paketi ile hesaplatılmıştır. Ardından, türler arası mesafenin gösterilmesi için filogenetik ağaç BEAST (Bayesian Evolutionary Analysis by Sampling Trees) (Drummond ve ark., 2012) paket programları vasıtasıyla ML (Maksimum Likelihood) ve BI (Bayesian Inference) methodları ile çizdirilmiştir. MCMC (Markov Chain Monte Carlo) algoritmaları ile MCC (Maximum Clade

Credibility) ağacı 10000 kez tekrarlanarak çizdirilmiş ve Tree Annotator programında PP (Posterior Probability) değeri 1 üzerinden sadeleştirilmiştir (Drummond ve ark., 2012).

Çizelge 1. Kullanılan türlerin NCBI veri bankası erişim kodları

Örnekler	Erişim Kodları	Çalışmalar
<i>Pistacia atlantica x Pistacia vera</i>	HE652101.1	Aznarte-Mellado, 2014
<i>Pistacia weinmaniifolia</i>	KF664191.1	Xie, 2014
<i>Pistacia terebinthus subsp. palaestina</i>	EF193097.1	Yi, 2008
<i>Pistacia mexicana</i>	EF193088.1	Yi, 2008
<i>Pistacia lentiscus</i>	KY549575.1	Marengo, 2018
<i>Pistacia x saportae</i>	KY549571.1	Marengo, 2018
<i>Pistacia cucphuongensis</i>	KF664187.1	Xie, 2014
<i>Pistacia aethiopica</i>	KF664185.1	Xie, 2014
<i>Pistacia khinjuk</i>	KJ018024.1	Dosmanfana, 2014
<i>Pistacia atlantica</i>	KJ018023.1	Dosmanfana, 2014
<i>Pistacia vera</i>	KJ018022.1	Dosmanfana, 2014
<i>Pistacia integerrima</i>	EF193081.1	Yi,2008
<i>Pistacia chinensis</i>	EF193080.1	Yi,2008
<i>Pistacia vera</i> (cultivar)	MH444724.1	Mannino, 2018
<i>Cotinus obovatus</i>	KF681990.1	Lee,2004
<i>Cotinus coggygria</i>	AY510157.1	Lee,2004

Bulgular

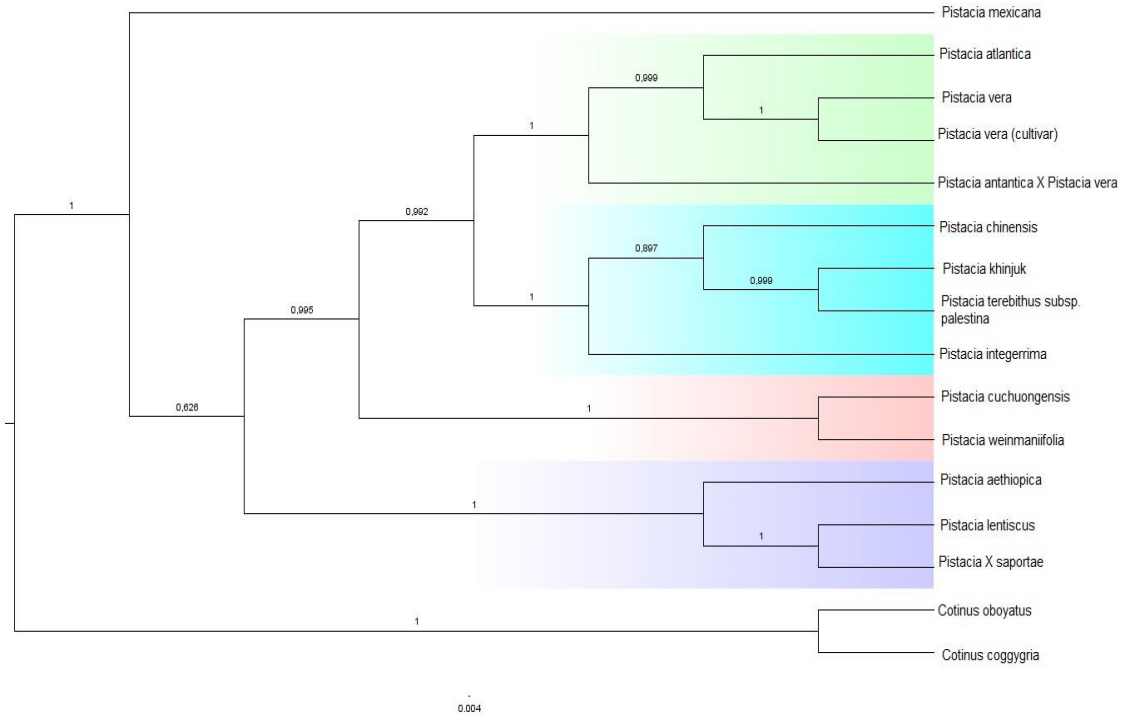
ITS gen bölgesine ait sekanslar analiz edildiğinde 698 baz çifti uzunluğunda oldukları görülmüştür. Bunlardan 591 tanesi korunan bölgeye ait baz dizilerini oluşturmaktayken 100 tanesi de çeşitlilik içermektedir. Çeşitliliğin 47 tanesi tek baz değişimi içeren çeşitlilik bölgesine ait baz dizileri iken 53 tanesi ise parsimonik bilgi taşıyan baz dizileri oldukları tespit edilmiştir. GC oranı ise %51'dir ve bu doğru bölgenin çoğaltıldığını göstermektedir. Çalışılan türler arası ortalama genetik farklılık ise 0.041'dir ve bu değer bize türler arası genetik

mesafenin azlığını işaret etmektedir. Çizelge 2’de görüldüğü gibi türlerin aralarındaki genetik mesafelere bakıldığında en yakın türler *Pistacia x saportae* ile *Pistacia lentiscus* türleri olduğu görülürken (0,001) en uzak tür ise *Pistacia atlantica x Pistacia vera hibriti* ile *Pistacia lentiscus* türü olduğu görülmektedir (0,079).

Filogenetik ağaçlar çizdirilirken çalışılan türlere yakın aynı aileye mensup türler de genetik mesafelerin daha net görülmesi için dış grup olarak kullanılırlar. Bu amaçla *Cotinus obovatus* ve *Cotinus coggygria* (Çizelge 1) türlerinin sekansları da dış grup olarak analize dahil edilmişlerdir. BEAST programı yardımıyla ITS gen bölgesine ait sekanslar kullanılarak ve JC (Jukes Cantors) parametreleri ile çizdirilen filogenetik ağaç (Şekil1) göstermektedir ki türler 2 ana gruba ayrılmışlardır. Tek başına *P. mexicana* diğer türlerden apayrı bir pozisyon alırken diğer ana grubu oluşturan türlerden *P.aethiopica*, *P.lentiscus* ve *Pistacia x sportae* tek bir alt grubu oluşturmuşlardır (pp değeri 0,626). Diğer alt grubu oluşturan türlerden *P. cucphuongensis* ve *P. weinmaniifolia* düşük probability değeri ile (0,995) diğer türlerden ayrı bir alt küme oluştururlarken, en yakın olarak ise *P. khinjuk* ve *P.terebinthus subsp. palaestina* (0,999) ile *P.integerrima* ve *P.chinensis*(0,897) türleri yer almaktadırlar.

Çizelge 2. MEGA X programı ile analiz edilmiş *Pistacia L.* 'e ait türler arası genetik mesafeler

<i>Pistacia L.</i> türleri arasındaki genetik mesafeler	<i>Pistacia_atlantica</i>	<i>Pistacia_weinmaniifolia</i>	<i>Pistacia_terebinthus_subsp_palaestina</i>	<i>Pistacia_mexicana</i>	<i>Pistacia_lentiscus</i>	<i>Pistaciassaportae</i>	<i>Pistacia_cucphuongensis</i>	<i>Pistacia_aethiopica</i>	<i>Pistacia_khinjuk</i>	<i>Pistacia_atlantica</i>	<i>Pistacia_vera</i>	<i>Pistacia_integerrima</i>	<i>Pistacia_chinensis</i>	<i>Pistacia_vera_cultivar</i>
<i>Pistacia_atlantica</i>														
<i>Pistacia_weinmaniifolia</i>	0,064													
<i>Pistacia_terebinthus_subsp_palaestina</i>	0,056	0,030												
<i>Pistacia_mexicana</i>	0,068	0,033	0,036											
<i>Pistacia_lentiscus</i>	0,079	0,058	0,063	0,061										
<i>Pistaciassaportae</i>	0,076	0,057	0,060	0,060	0,001									
<i>Pistacia_cucphuongensis</i>	0,065	0,010	0,030	0,032	0,054	0,052								
<i>Pistacia_aethiopica</i>	0,075	0,055	0,057	0,057	0,024	0,022	0,052							
<i>Pistacia_khinjuk</i>	0,055	0,028	0,007	0,034	0,061	0,058	0,027	0,057						
<i>Pistacia_atlantica</i>	0,050	0,034	0,025	0,034	0,064	0,061	0,031	0,060	0,024					
<i>Pistacia_vera</i>	0,044	0,037	0,030	0,037	0,061	0,058	0,035	0,057	0,028	0,015				
<i>Pistacia_integerrima</i>	0,047	0,025	0,010	0,031	0,056	0,053	0,025	0,052	0,012	0,024	0,022			
<i>Pistacia_chinensis</i>	0,056	0,027	0,012	0,033	0,060	0,058	0,027	0,055	0,013	0,025	0,030	0,010		
<i>Pistacia_vera_cultivar</i>	0,044	0,037	0,030	0,037	0,061	0,058	0,035	0,057	0,028	0,015	0,000	0,022	0,030	



Şekil 1. 13 türe ait ITS gen bölgesine dayalı Bayesiyen filogenetik ağacı. Olasılık değerleri (PP) en fazla yakınlığın (ML) ölçülmesi için 10000 tekrarlı çizdirilmiş ve her dal için verilmiştir.

Tartışma

Çalışmada analizleri yapılan türlere ait ITS gen bölgeleri toplamda 698 baz çifti oldukları görülmüştür. Bunlarda 53 tanesi program tarafından genetik mesafeleri ölçmedeki kriter olarak öncelikli kullanılan parsimonik bilgileri içermektedir. Sonuçlar *Pistacia* L. türleri arası genetik mesafenin çok küçük olduğunu ve türlerin birbirleri ile çok yakın türler olduğunu göstermektedir.

Ekonomik önemi büyük olan *Pistacia* L. türlerine ait moleküler çalışmalar son yıllarda artmasına rağmen henüz yeterli seviyede değildir. Motalebipour ve ark. (2016), bazı *Pistacia* türlerine ait genlerin lokasyonları ve allelleri üzerine 136 bölgesel SSR (Single Nucleotide Repeats) çalışması yapmışlardır. Bulgularına göre 6 tür birbirinden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. *P. vera* türüne ait farklı lokasyonlardan alınan örnekler ise tür içi hibritleşmeye maruz kaldıkları bazı allellerle belirlenmiştir. Bu bölgelere dayalı çizdirdikleri UPGMA (Unweighted Pair Group Method With Arithmetic Mean) filogenetik ağacı, çalışmamızda elde ettiğimiz filogenetik ağaç ile uyumludur ve desteklemektedir. Talebi ve ark. (2016) yaptıkları araştırmada, kloroplast DNA’sına ait 4 farklı gen bölgesi (*atpB-rbcl*, *trnC-petN*, *psbM-trnD* ve *petN-psbM*) kullanmışlardır. Neighbour Joining (NJ) methodu ile tüm bölgelerin sekanslarını kullanarak çizdirdikleri filogenetik ağaca göre *P. palaestina* ve *P. terebinthus* türleri *P. integerrima* türünden farklı bir alt grup oluştururlarken, *P. lentiscus* türü tamamen çalışılan türlerden ayrı tek bir ana grup oluşturmuştur. Bu sonuç çalışmamızda JC parametreleri ile ML methodu kullanarak çizdirdiğimiz filogenetik ağaç ile uyumludur ve desteklemektedir. Katsiotis ve ark. (2003) yaptıkları çalışmada ise RAPD ve AFLP tekniklerini *Pistacia* L. türlerine uygulamışlar ve elde ettikleri ağaca göre iki farklı sonuç çıkarmışlardır. RAPD tekniği ile yapılan uygulamada NJ parametresine dayalı çizdirdikleri ağaca göre *P. lentiscus* ve *P. chinensis* türleri aynı alt dalda yer alırken AFLP tekniği ile çizdirdikleri ağaçta bu türler farklı alt gruplarda yer almaktadırlar. Bu çalışmada kullanılan genomik DNA ya ait ITS bölgesine ait veriler AFLP bölgesine ait verileri desteklemektedir. Kozhoridze ve ark. (2015) *Pistacia* L. türlerinin dünyadaki coğrafik dağılış ve göç yolları ile ilgili yaptıkları çalışmalarında kullandıkları kriterlere göre elde ettikleri ilişkilerde türlerin birbirlerine çok yakın oldukları ve morfolojik özelliklerinin birbirlerine çok benzerlik gösterdiklerini belirtmişlerdir. Özellikle *P. lentiscus* türünün *P. palaestina* ve *P. terebinthus* türü ile çok kolaylıkla hibritleşebildiğini ve *Pistacia x saportae* türünü oluşturduklarını belirtmişler ve Zohary (1995)’yi desteklemişlerdir. Bu birleşimin ekolojik nişe göre dağılımı desteklediği ve türleşme açısından bu nişi yansıttığını vurgulamışlardır. Çalışmamızda elde ettiğimiz verilerin

yorumlanması konusunda bu ekolojik verilere dayalı örnek çalışma destekleyici olmuştur. Fakat coğrafik mesafelere dayalı çizdirdikleri ilişkilendirme ağacı çalışmamızda kullandığımız gen bölgesine ait verilerle çizdirilen ağaç ile benzer değildir. Bu da genetik yapının ve coğrafik koşullara uyumun daha sonra çalışılabilinecek bir konu olduğunu göstermektedir. Yi ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada genomik DNA'dan ITS ve *NIA-i3* kloroplast DNA'sından *ndhf*, *trnL-F* ve *trnC-trnD* bölgelerini kullanmışlardır. Elde ettikleri veriler ışığında ITS bölgesine dayalı çizdirdikleri filogenetik ağaçta *P. weinmannifolia* tıpkı bir dış grup gibi ağacın en dış dalında tek başına bir grup oluştururken, bu çalışmada çizdirilen ağaçta ise *P. cucphuongensis* türü ile alt dallarda yer almıştır. Yine *P. vera* ve *P. kjunk* türleri çizdirdikleri ağaçta aynı alt dalda yer alırken, bu çalışmada çizdirilen ağaçta birbirlerinden genetik olarak uzak oldukları görülmektedir. Son olarak çalışmada kullandıkları *P. palestina* ve *P. terebinthus* türleri birbirlerine çok yakın pozisyon alırlarken, bu çalışmada kullanılan *P. terebinthus subsp. palestina* türünün varlığı bu durumu desteklemektedir. Engler (1936) ve Yaltirik (1967) yaptıkları sistematik çalışmalarda bu iki türün birleştirilmesi ve *P. palestina*'nın *P. terebinthus*'un birçok morfolojik benzerlik gereği alt türü olarak isimlendirilmesini gerektiğini belirtmişlerdir. Çalışmalardaki bu genetik yakınlık bu şekilde isimlendirilmesinin doğruluğunu desteklemektedir. Tüm bu farklılıklar ve benzerlikler *Pistacia* L. türlerinin yetiştikleri bölgelerde birbirleriyle hibritleşme konusunda kolayca ekolojik duruma uyum sağlanmalarıyla açıklanabilir. Her iki çalışmada da aynı bölge kullanılmasına rağmen küçük de olsa farklı moleküler filogenetik ağaçların görülmesi hem örneklerin alındıkları bölgeler hem analiz yöntemlerinin farklılığının hem de türlerin türleşme potansiyellerinin devam ettiğinin gerekçeleri olarak görülebilir.

Sonuç

Tüm bu veriler ışığında söylenebilir ki, Dünya'daki ekonomik önemi göz önüne alındığında *Pistacia* L. türlerine ait çalışmalar günden güne değer kazanmaktadır. Gerek morfolojik gerek ekolojik gerekse genetik çalışmalar *Pistacia* L. türlerinin tür içi hibritleşmelerinin oldukça yoğun olduğu ve özellikle tozlaştırıcı unsurların yardımıyla buldukları bölgelerden çok daha uzak yerlerdeki *Pistacia* L. türleri ile kontrolsüz hibritleşerek yeni türler meydana getirmeye açık oldukları görülmektedir. Dolayısıyla türleşmenin bu türler için halen devam ettiği söylenebilir. Ayrıca klasik ıslah çalışmalarının morfolojik verilere göre yapıldığı düşünülürse moleküler verilerin ve filogenetik ilişkilerin klasik ıslah yöntemlerini kolaylaştırmak adına oldukça yararlı olduğu görülmektedir. Gelecek çalışmalarda daha çok ve farklı gen bölgeleri

kombinasyonları ve daha fazla örnekler ile daha kapsamlı bulgular elde edilerek *Pistacia L.* cinsine ait çalışmalara katkıda bulunulabilir.

Kaynaklar

- Aliakbarkhani, S. T., Akbari, M., Hassankhah, A., Talaie, A., and Moghadam, M. F. ,2015. Phenotypic and genotypic variation in Iranian Pistachios. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 13(2), 235-241.
- AL-Saghir M. G. 2009. Evolutionary history of the genus Pistacia (Anacardiaceae). *International Journal of Botany*, 5(3), 255-257.
- AL-Saghir, M. G. 2010. Phylogenetic analysis of the genus Pistacia L.(Anacardiaceae) based on morphological data. *Asian Journal of Plant Sciences*, 9(1), 28.
- AL-Yafi, J. 1978. New characters differentiating Pistacia atlantica subspecies. *Candollea*.
- Aznarte-Mellado, C., Sola-Campoy, P. J., Robles, F., Rejón, C. R., de la Herrán, R., Navajas-Pérez, R. 2014. Molecular characterization of the interspecific hybrid Pistacia vigros (P. vera L.× P. atlantica Desf.). *Scientia Horticulturae*, 179, 180-183.
- Barazani, O., Dudai, N., and Golan-Goldhirsh, A. , 2003. Comparison of Mediterranean Pistacia lentiscus genotypes by random amplified polymorphic DNA, chemical, and morphological analyses. *Journal Of Chemical Ecology*, 29(8), 1939-1952.
- Drummond, A. J., Suchard M. A., Xie D., Rambaut A.,2012. Bayesian phylogenetics with BEAUti and the BEAST 1.7. *Molecular Biology And Evolution*, 29(8), 1969-1973.
- Edgar, R. C. 2004. MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput. *Nucleic Acids Research*, 32(5): 1792-1797.
- Engler , A . 1936. Syllabus der Pfl anzenfamilien, vol 11. Gebriider Borntraeger, Berlin, Germany.
- El-Oqlah, A. A. 1996. Biosystematic research on the genus Pistacia in Jordan. In Taxonomy, distribution, conservation and uses of Pistacia genetic resources. Proceedings of the IPGRI Workshop (Vol. 29, pp. 12-19).
- Golan-Goldhirsh, A., Barazani, O., Wang, Z. S., Khadka, D. K., Saunders, J. A., Kostiukovsky, V., Rowland, L. J. ,2004. Genetic relationships among Mediterranean Pistacia species evaluated by RAPD and AFLP markers. *Plant Systematics and Evolution*, 246(1-2), 9-18.
- Hamby, R. K., Zimmer E. A., Soltis P. S., Soltis D. E., and Doyle J. J., 1992. Molecular systematics of plants. Chapman and Hall, New York, 50-91.
- Kafkas, S., Kafkas, E., and Perl-Treves, R. ,2002. Morphological diversity and a germplasm survey of three wild Pistacia species in Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 49(3), 261-270.
- Kafkas, S., Khodaeiaminjan, M., Güney, M., and Kafkas, E., 2015. Identification of sex-linked SNP markers using RAD sequencing suggests ZW/ZZ sex determination in Pistacia vera L. *BMC Genomics*, 16(1), 98.
- Katsiotis, A., Hagedimitriou, M., Drossou, A., Pontikis, C., and Loukas, M. ,2003. Genetic relationships among species and cultivars of Pistacia using RAPDs and AFLPs. *Euphytica*, 132(3), 279-286.
- Kozhoridze, G., Orlovsky, N., Orlovsky, L., Blumberg, D. G., and Golan-Goldhirsh, A., 2015. Geographic distribution and migration pathways of Pistacia–present, past and future. *Ecography*, 38(11), 1141-1154.
- Köroğlu, M., and Köksal, A. İ.,1998. Türkiye’de Yetiştirilen Bazı Antepfıstığı (Pistacia vera L.) Çeşitlerinde Yağ Miktarı ve Yağ Asitlerinin Değişimi Üzerine Farklı Tozlayıcı Türlerin Etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi* 4(3), 24-29.

- Kumar, S., Stecher G., Li M., Knyaz C., and Tamura K., 2018. MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution* 35:1547-1549.
- Lee, W. K., Kim, M. J., Heo, K., 2004. Phylogeny of Korean Rhus spp. based on ITS and rbcL sequences. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 12(1), 60-66.
- Marengo, A., Piras, A., Falconieri, D., Porcedda, S., Caboni, P., Cortis, P., ... & Maxia, A., 2018. Chemical and biomolecular analyses to discriminate three taxa of Pistacia genus from Sardinia Island (Italy) and their antifungal activity. *Natural Product Research*, 32(23), 2766-2774.
- Motalebipour, E. Z., Kafkas, S., Khodaeiaminjan, M., Çoban, N., Gözel, H., 2016. Genome survey of pistachio (*Pistacia vera* L.) by next generation sequencing: development of novel SSR markers and genetic diversity in Pistacia species. *BMC Genomics*, 17(1), 998.
- Parfitt, D. E., and Badenes, M. L. 1997. Phylogeny of the genus Pistacia as determined from analysis of the chloroplast genome. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94(15), 7987-7992.
- Rogers, S. O., and Bendich A.J., 1987. Ribosomal RNA genes in plants: variability in copy number and in the intergenic spacer. *Plant Molecular Biology*, 9(5), 509-520.
- Kafkas S., Selim Cetiner, G. D., Perl-Treves, R., Ada Nissim-Levi, A. N., 2001. Development of sex-associated RAPD markers in wild Pistacia species. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76(2), 242-246.
- Stevens, P. F. 2001. Angiosperm Phylogeny Website. Version 9, June 2008.
- Talebi, M., Akbari, M., Zamani, M., Sayed-Tabatabaei, B. E., 2016. Molecular polymorphism in Pistacia vera L. using non-coding regions of chloroplast DNA. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 14(1), 31-37.
- Xie, L., Yang, Z. Y., Wen, J., Li, D. Z., Yi, T. S., 2014. Biogeographic history of Pistacia (Anacardiaceae), emphasizing the evolution of the Madrean-Tethyan and the eastern Asian-Tethyan disjunctions. *Molecular Phylogenetics And Evolution*, 77, 136-146.
- Yaltirik, F. 1967. Anacardiaceae. Flora of Turkey, 2, 544-548.
- Yi, T., Wen, J., Golan-Goldhirsh, A., Parfitt, D. E., 2008. Phylogenetics and reticulate evolution in Pistacia (Anacardiaceae). *American Journal of Botany*, 95(2), 241-251.
- Zohary, M. 1952. A monographical study of the genus Pistacia. *Palestine Journal of Botany* (Jerusalem Series), 5(4), 187-228.

Yerel Kuru Fasulye Genotiplerinin Bazı Kalite Parametrelerinin Ortaya Konulması Determination of Some Quality Parameters of Domestic Dry Bean Genotypes

Mehmet YILDIRIM¹ Ömer SÖZEN²

Öz:

Kırşehir il merkezi ile ilçelerine bağlı belde ve köylerinden toplanan yerel kuru fasulye genotiplerinin bazı kalite parametrelerinin ortaya konulması ve standart çeşitlerle kalite parametreleri bakımından kıyaslanmaları bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Bu kapsamda toplanan 36 adet yerel kuru fasulye genotipi ile kontrol olarak yer alan 4 adet standart kuru fasulye çeşidi çalışmamızın materyalini oluşturmuştur. Yapılan varyans analizi sonucunda kuru fasulye genotiplerinin incelenen özellikler arasındaki farkları istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur.

Anahtar sözcükler: Kuru fasulye, parametre, yerel genotip, kabuk oranı

Abstract:

The purpose of this study is to present some quality parameters of local dry bean genotypes collected from Kirsehir city center and districts and towns and compare them with standard varieties in terms of quality parameters. In this context, 32 local dry bean genotypes collected and 4 standard dry bean varieties as control were the material of the study. As a result of the analysis of variance, the differences between the characteristics of dry bean genotypes were found to be statistically significant.

Keywords: Dry bean, parameter, domestic genotype, shell ratio

Giriş

Dünya’da hızlı artan nüfusun dengeli beslenmesinde karbonhidratların yanında proteinli besinlerinde önemli ölçüde tüketilmesi gerekir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde hayvansal ürünleri maliyetinin yüksek olması sebebiyle bitkilerden protein ihtiyacının karşılanması yemeklik tane baklagilleri vazgeçilmez bir alternatif konumuna getirmiştir. Dünya’da protein ihtiyacının %70’si bitkisel kaynaklardan, bitkisel proteinlerin de yaklaşık %20’si

¹ Tarla Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir, Turkey

² Tarla Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir, Turkey
Sorumlu yazar; eekim_55@hotmail.com

baklagillerden sağlanır. Ortalama %22-25 bitkisel protein içeren fosfor, demir, kalsiyum, potasyum, vitaminler (A, B, D vitaminleri) bakımından zengin olan yemeklik tane baklagiller gelişmekte olan ülkelerin beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Yemeklik tane baklagiller insanların beslenmesinin yanında taneli olması ve saplarında bulunan yüksek hazım olunabilir protein nedeniyle hayvanların beslenmesinde de önemli role sahiptir (Şehirli, 1979). Diğer taraftan yemeklik tane baklagiller toprakta azot fiksasyonunu sağlamalarının yanında derin kök kanalları açarak toprağın sıkışmasını önlerler. Kuru fasulye sırtık ve bodur olmak üzere iki ayrı büyüme formuna sahiptir. Daha çok ılıman yerlerde yetişmektedir. Nemli, killi ve kumlu toprakları sever. Kimi kültürlerde yılbaşı dönemlerinde şans getirmesi için yenilen kuru fasulyenin dünya üretiminin %80'i ise Hindistan, Afrika, Meksika, Brezilya ve Orta Amerika'da gerçekleştirilmektedir. Tazesi mineraller ve vitaminlerce, kuru tanesi ise proteince zengin bir üründür. Kuru Fasulye ekolojik koşullar bakımından seçiciliği en fazla olan yemeklik tane baklagil türüdür.

Ülkemizin çoğu yerlerinde ana ürün, özellikle kıyı bölgelerimizde ise ikinci ürün olarak yetiştirilmektedir. İkinci ürün olarak yetiştirilmesindeki esas amaç bir yılda iki ürün alınarak ekonomik yarar sağlanmasıdır. Yine ucuz insan gıdası olması ve havanın serbest azotunu toprağa tespit eden nodozite bakterilerine sahip olmasından dolayı bugün tarla ziraatında büyük önem kazanmıştır.

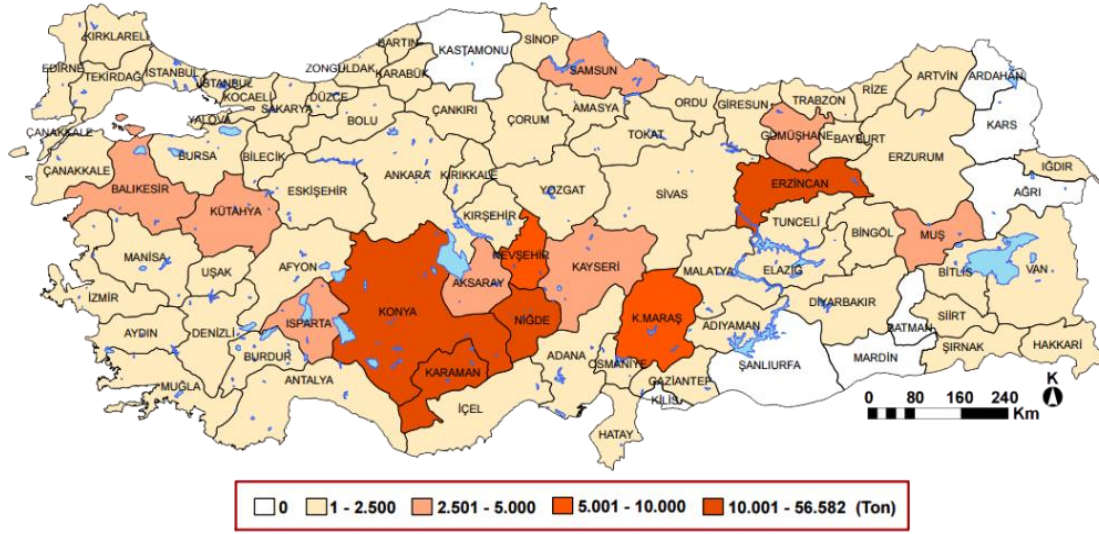
Dünya ve Türkiye'de kuru fasulye ekim, üretim ve verimi incelediğimizde ülkemiz kuru fasulye ekim alanının % 0.30 'unu karşılamaktadır. Yine aynı şekilde üretim bakımından değerlendirildiğinde dünya kuru fasulye üretiminin 0.85'i ülkemiz tarafından sağlanmaktadır. Son yıllarda makineli tarıma uygun, hastalıklara dayanıklı yüksek verimli çeşitlerin geliştirilmesi sayesinde dekara verim 236 kg ile dünya ortalamasının üstünde yer almıştır.

Çizelge 1: Dünya ve Türkiye'de kuru fasulye ekim, üretim ve verim değerleri

		2017 (FAO)				
		Ekim Alanı (ha)		Üretim (ton)		Verim (kg/da)
YTB	Dünya		66.190.640		61.789.309	----
	Türkiye	%1.16	767.897	%1.73	1.070.173	----
Kuru Fasulye	Dünya		30.139.041		25.093.616	84
	Türkiye	%0.30	91.110	%0.85	215.000	236

Fasulye üretimi sulamaya ya da yeterli neme bağlıdır. Bu nedenle üretiminde İç Anadolu, Karadeniz ve Akdeniz başta gelir. Ülkemizde fasulye ekim alanları en çok Karadeniz Bölgemizde yaygın olup, bunu Orta Güney (Kayseri, Konya, Niğde, Nevşehir) ve Orta Kuzey (Eskişehir, Kütahya, Uşak Yozgat) bölgelerimiz izlemektedir. İllere göre

fasulye ekilişi ve üretimi en çok sırasıyla Kahramanmaraş, Samsun, Malatya ve Afyon'da bulunmaktadır.



Şekil 1: Türkiye'de kuru fasulye yetiştirilen alanlar

Kırşehir ili ve ilçelerindeki tarım alanlarının genel dağılımı dikkate alındığında tarla bitkileri ürünlerinin bitkisel üretimdeki payının yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Nitekim bitkisel üretim içerisinde 2.867.073 da alanda tahıllar, yemeklik tane baklagiller ve diğer bitkisel ürünler, 50.000 da alanda sebze ürünleri, 35.000 da alanda meyveler, 18.500 da alanda ise bağcılık tarımı yapılmakta olup nadasa ayrılan alan ise 1.589.470 da olarak görülmektedir (Anonim, 2015). İlimizde tarıma ayrılan alanın %58.7'si ekilen tarla ürünlerine, %38.8'i nadasa ve %2.5'i ise bahçe ürünlerine ayrılmış durumdadır. Nadas alanlarının da tarla bitkilerine ayrılan alan içerisinde olduğu düşünüldüğünde Kırşehir ilinde tarıma ayrılan alanın %97.5'inde tarla ürünleri, geri kalan %2.5'inde ise bahçe ürünleri yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu durum ilimizde tarımın büyük kısmının tarla bitkileri yönünde yapıldığının göstergesidir. Kırşehir ilinde bitkisel üretim içerisinde 2.203.610 da alanda tahıllar (buğday, arpa, mısır), 484.120 da alanda endüstri bitkileri (ayçiçeği ve şeker pancarı) ve 179.343 da alanında ise yemeklik tane baklagil (nohut, yeşil mercimek ve fasulye) tarımı yapılmaktadır (Anonim, 2017).

Yemeklik tane baklagillerin Kırşehir ilinde tarla bitkileri ekimi içerisindeki payı %6,3'dür. İldeki yemeklik tane baklagil tarımı; nohut (162.000 da), yeşil mercimek (11.100 da) ve kuru fasulye (6.243 da) türlerinden oluşmakta olup bezelye, bakla ve börülce tarımı hiç yapılmamaktadır. Nohut ve yeşil mercimek ekim alanından sonra üçüncü sırada gelen kuru fasulye ürününden 146 kg/da verim alınmakta olup ülkemiz ortalaması olan 235.98 kg/da verimin altında kalmıştır. Bölge için uygun çeşit kullanım alışkanlığının olmayışı,

mekanize tarımın yaygınlaşmaması, yetiştirme tekniklerinin yeterince uygulanmaması bu verim düşüklüğünü etkileyen faktörler olarak sıralanmaktadır (Anonim, 2017).

Kırşehir İli'nin Kaman, Mucur ve Çiçekdağı ilçelerinden toplanan yerel kuru fasulye genotiplerinin bazı kalite parametrelerinin belirlenerek kontrol çeşitlerle kıyaslanması bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Materyal ve Metod

Materyal

Çalışmanın materyalini Kırşehir'in Çiçekdağı, Kaman, Mucur ilçeleri sınırları içinde yer alan köylerden toplanan yerel kuru fasulye genotipleri ile çalışmada kontrol olarak kullanılan standart çeşitleri oluşturmaktadır.

Bu kapsamda 24.11.2016 ve 15.12.2016 tarihleri arasında Kırşehir'in Çiçekdağı, Kaman, Mucur ilçelerinden 36 adet yerel genotip toplanmıştır. Genotiplerin toplandıkları ilçe adları ile genotip sayıları Çizelge 2'de verilmektedir.

Çizelge 2: Genotiplerin toplandıkları ilçeler ve sayıları

İlçe Adı	Toplanan Genotip Sayısı
KAMAN	22
MUCUR	10
ÇİÇEKDAĞI	4
TOPLAM	36

Çalışmada ilçelerden toplanan genotiplerle kıyaslanacak olan standart çeşitlere ait bilgiler ise Çizelge 3'de verilmiştir. Toplanan 36 adet yerel kuru fasulye genotipi ile 4 adet standart çeşidin kalite analizleri Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'ne ait laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3: Çalışmada yer alan standart çeşitler

Çeşitler	Zülbiye	Yunus 90	Göynük 98	Önceler 98
Tescil Yılı	2002	1990	1998	1998
Çeşit Sahibi Kuruluş	KTAE	GKTAE	GKTAE	GKTAE
Protein Oranı (%)	23-25	24-26	22-24	25-27
Tohum Şekli	horoz	horoz	horoz	barbun
Tohum Rengi	beyaz	beyaz	beyaz	alacalı

Metot

Kuru fasulye genotiplerine ait tohumlar içinden seçilen **100' er adet tohumda;**

- *Kuru Tane Ağırlığı (g)
- *Su Alma Kapasitesi (g/tane)
- *Su Alma İndeksi (%)
- *Şişme Kapasitesi (ml/tane)
- *Şişme İndeksi (%)

10'ar adet tohumda ise

*Kabuk Oranı (%) belirlenmiştir.



Şekil 2: Kırşehir ili haritası

Yürütülen laboratuvar çalışmasında incelenen kalite parametrelerin ölçümleri Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü'nün Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı'nın (Anonim, 2014) belirttiği şekilde yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen deneme sonuçları tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak “JUMP 5.0” istatistik paket programında varyans analizine tabii tutulmuş olup, önemlilik gösteren özelliklere ait ortalamaların karşılaştırılmasında “LSD Çoklu Karşılaştırma” testi kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Kırşehir ilinin ilçelerinden toplanan yerel kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin kalite özelliklerinin belirlemesi amacıyla yürütülen araştırmada incelenen kalite özellikleri; Kuru Tane Ağırlığı (g), Su Alma Kapasitesi (g/tane), Su Alma İndeksi (%), Şişme Kapasitesi (ml/tane), Şişme İndeksi (%), Kabuk Oranı (%) olmak üzere 6 adet karakterdir. Araştırmada elde edilen kuru fasulye genotiplerinin incelenen kalite özelliklerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4, ortalamaları ile istatistik gruplandırmalar ise Çizelge 5'de verilmiştir. Çizelge 4 incelendiğinde kuru fasulye genotiplerinin incelenen özellikler arasındaki farklar istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur. Yapılan çalışma sonucunda incelenen özellikler bakımından kuru fasulye genotiplerine ait ortalama değerler Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 4. Kuru fasulye genotiplerin de saptanan incelenen özelliklere ait F değerleri

İncelenen Özellikler	F değeri
Kuru Tane Ağırlığı	896.77**
Su Alma Kapasitesi	72.05**
Su Alma İndeksi	68.56**
Şişme Kapasitesi	52.70**
Şişme İndeksi	535.91**
Kabuk Oranı	710.08**

Çizelge 5 incelendiğinde kuru tane ağırlığı bakımından genotipler içinde Mucur ilçesi Dalakçı köyünden toplanan KF30 nolu genotip 66.7 gr ile ilk sırayı alırken, Kaman ilçesi Benzer köyünden toplanan KF9 nolu genotip 27.5 gr ile son sırada yer almıştır. Tüm genotiplerin ortalama kuru tane ağırlığı ise 42,09 gr olarak belirlenmiştir.

Önemli bir kalite parametresi olan su alma kapasitesi bakımından genotipler içinde Çiçekdağı Merkez-1 köyünden toplanan KF1 nolu genotip 1.09 gr/tane ile ilk sırayı alırken, Çiçekdağı ilçesi Kızılçalı köyünden toplanan KF3 nolu genotip 0.28 gr/tane ile son sırada yer almıştır. Tüm genotiplerin ortalama su alma kapasitesi ise 0.46 gr/tane olarak belirlenmiştir.

Su alma indeksi bakımından genotipler içinde Çiçekdağı Merkez-1 köyünden toplanan KF1 nolu genotip % 1,96 ile ilk sırayı alırken, Kaman ilçesi İshocacı köyünden toplanan KF15 nolu genotip % 0,91 ile son sırada yer almıştır. Tüm genotiplerin ortalama su alma indeksi ise % 1.1 olarak belirlenmiştir.

Şişme kapasitesi bakımından genotipler içinde Mucur ilçesi Aydoğmuş köyünden toplanan KF31 nolu genotip 0.71 ml/tane ile ilk sırayı alırken, Kaman ilçesi Benzer köyünden toplanan KF9 nolu genotip 0.26 ml/tane ile son sırada yer almıştır. Tüm genotiplerin ortalama şişme kapasitesi ise % 1.1 olarak belirlenmiştir.

Şişme indeksi bakımından genotipler içinde Mucur ilçesi Aydoğmuş-1 köyünden toplanan KF31 nolu genotip % 2.4 ile ilk sırayı alırken, Kaman ilçesi Benzer köyü ve Çiçekdağının Kızılçalı köyünden toplanan KF3ve KF9 nolu genotipler % 0,96 ile son sırada yer almıştır. Tüm genotiplerin ortalama şişme indeksi ise % 1.62 olarak belirlenmiştir.

Kabuk oranı bakımından genotipler içinde Mucur ilçesi Karkın köyünden toplanan KF29 nolu genotip % 5,12 ile ilk sırayı alırken, Kaman ilçesi Savcılı-5 köyünden toplanan KF14 nolu genotip % 10,63 ile son sırada yer almıştır. Tüm genotiplerin ortalama kabuk oranı ise % 7,53 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5: Kuru fasulye genotiplerinin de saptanan incelenen özellik değerlerine ilişkin ortalamalar (g) ve oluşan istatistikî gruplar

Genotipler	KTA	SAK	SAİ	ŞK	Şİ	KO
KF1	55,5 c	1,09 a	1,96 a	0,52 cde	2,24 bc	8,51 h
KF2	39,9klm	0,4 mno	1,07 j-n	0,43 g-k	1,48 m	8,69 g
KF3	27,6 w	0,28 w	1,03 n-r	0,27 s	0,96 u	5,26 st
KF4	31,2 u	0,35 r-u	1,14 e-h	0,33 r	1,14 rs	6,89 lm
KF5	34,3 r	0,44 l-o	1,28 c	0,43 g-j	1,34 p	5,13 t
KF6	40,4 jkl	0,41nop	1,02 n-r	0,41 h-l	1,42 no	6,66 n
KF7	51,0 fg	0,5 ijk	0,98 qrs	0,5 ef	1,74 jk	6,15 p
KF8	33,3 s	0,34 tu	1,05 k-p	0,34 qr	1,16 rs	6,97 l
KF9	27,5 w	0,28 vw	1,03 l-q	0,26 s	0,96 u	5,55 r
KF10	47,5 h	0,55d-g	1,17 def	0,54 cd	1,8 ı	6,25 p
KF11	54,6cde	0,5 h-k	0,93 st	0,53 cde	1,9 gh	6,77 mn
KF12	54,4 de	0,56 def	1,02 n-r	0,55 c	1,96 ef	5,88 q
KF13	31,4 tu	0,36q-u	1,15 d-g	0,35 pqr	1,24 q	6,25 p
KF14	36,1 q	0,43 l-o	1,2 d	0,39 k-o	1,46 n	10,63 a
KF15	50,7 g	0,46klm	0,91 t	0,47 fg	1,76 ij	5,45 r
KF16	43,6 ı	0,52 f-j	1,19 de	0,51 cde	1,7 k	6,66 n
KF17	47,4 h	0,51 hij	1,08 h-n	0,5 def	1,8 ı	7,4 k
KF18	53,9 e	0,56 de	1,05 k-p	0,54 c	1,94 efg	8,06 ı
KF19	39,5lmn	0,4 n-q	1,02 n-r	0,4 j-n	1,4 o	6,25 p
KF20	50,1 g	0,51 g-j	1,02 n-r	0,52 cde	1,86 h	7,4 k
KF21	55,2 cd	0,57 cd	1,04 k-p	0,64 b	2,2 c	7,01 l
KF22	53,7 e	0,52 e-ı	0,98 qrs	0,52 cde	1,92 fg	6,45 o
KF23	51,8 f	0,55d-h	1,06 k-n	0,55 c	1,86 h	7,69 j
KF24	38,6 no	0,39 o-s	1,02 n-r	0,41 ı-m	1,42 no	5,4 rs
KF25	40,9 j	0,44lmn	1,09 g-l	0,45 gh	1,54 l	7,84 j
KF26	40,5 jk	0,43 l-o	1,06 k-n	0,44 ghı	1,54 l	9,09 e
KF27	38,1 op	0,41nop	1,09h-m	0,44 ghı	1,48 m	7,69 j
KF28	38,6 no	0,4 o-r	1,03m-q	0,42 h-l	1,44mno	8,1 ı
KF29	32,3 t	0,32uvw	0,99 o-r	0,33 r	1,12 s	5,12 t
KF30	66,7 a	0,61 bc	0,97 rst	0,64 b	2,26 b	9,09 e
KF31	38,1 op	0,66 b	0,99 pqr	0,71 a	2,4 a	8,69 g
KF32	38,6 no	0,45lmn	1,12 f-j	0,45 gh	1,46 n	9,52 d
KF33	32,3 t	0,33 tuv	1,1 g-k	0,34 qr	1,16 rs	10,0 b
KF34	63,5 b	0,35 stu	1,03 n-r	0,34 qr	1,28 q	10,0 b
KF35	38,1 op	0,3 vw	1,07 ı-n	0,36 n-r	1,06 t	7,69 j
KF36	38,6 no	0,32uvw	1,05 k-o	0,35 o-r	1,18 r	9,37 d
KF37	39,8klm	0,43 l-o	1,14 e-h	0,37m-q	2,14 d	8,93 ef
KF38	39,4 mn	0,47 jkl	1,51 b	0,40 j-n	2,19 c	8,79 fg
KF39	37,5 p	0,45lmn	1,13 e-ı	0,38 l-p	2,12 d	8,06 ı
KF40	34,4 r	0,37 pt	1,28 c	0,27 s	1,97 e	9,78 c

KTA: Kuru tane ağırlığı
ŞK: Şişme kapasitesi

SAK: Su alma kapasitesi
Şİ: Şişme indeksi

SAİ: Su alma indeksi
KO: Kabuk oranı

Sonuç ve Öneriler

Beslenmemizde önemli bir yeri olan kuru fasulyede verim ve kalitenin artırılması gerekmektedir. Tane verimi yönünden gerek ülke genelinde gerekse bölgeler bazında çalışmalar yapılmakta ve bölgelere göre verimli çeşitler tespit edilmekle beraber kalite özelliklerinin incelendiği çalışmalara pek yer verilmemektedir.

Ancak kalite içeriği yüksek genotiplerin de bölgelere ve hatta illere göre belirlenmesi ve verimle birlikte kalitenin de ön planda tutulması gerekmektedir. Bunun yanında çalışmamızda fasulyenin kalite özellikleri ile ilgili önceki yıllarda yapılmış çok fazla sayıda çalışmaya rastlanılamamış olup bu ön çalışmada elde edilen bulguların ileride yapılacak kapsamlı proje çalışmalarına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

Anonim, 2017. Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr>.

Şehirali, S. ve Atlı, A. 1993. Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) pişme özellikleri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları No: 161, 7-9 s, Tekirdağ.

Jood, S., Bishnoi, S. and Sharma, A. 1998. Chemical Analysis and Physico-Chemical Properties of Chickpea and Lentil Cultivars. CCS Haryana Agricultural University, Department of Food and Nutrition, Nahrung. 42, 71-74 p., India.

Şehirali, S. 1979. Yemeklik Tane Baklagiller. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Ziraat İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları: 8-65 s, Ankara.



TÜRK EĞİTİM-SEN

Türkiye'nin Sendikası

www.turkegitimsen.org.tr

www.fenveteknik.org • www.fenveteknik.com • www.fenveteknik.net