



# Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences

Cilt/Volume: 35

Sayı/Issue: 2

Şubat/February 2020







# Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences  
Uluslararası Hakemli Dergi / International Peer Reviewed Journal

ISSN (Print): 1308-8750  
ISSN (Online): 1308-8769

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

# ANADOLU TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ

Anadolu Journal of Agricultural Sciences  
Uluslararası Hakemli Dergi / International Peer Reviewed Journal

## Sahibi/Publisher

Prof. Dr. Sait BİLGİÇ (rektor@omu.edu.tr)

## Baş Editör/ Editor in Chief

Prof.Dr. Mehmet Serhat Odabaş (mserhat@omu.edu.tr)

## Editörler/Editors

Prof. Dr. Hüsni DEMİRSOY (husnud@omu.edu.tr)  
Prof. Dr. Deniz EKİNCİ (dekinci@omu.edu.tr)  
Prof. Dr. Hüseyin ÇELİK (huscelik@omu.edu.tr)  
Prof. Dr. Miray SÖKMEN (mirays@omu.edu.tr)  
Prof. Dr. Kürşat DEMİRÜREK (kursatd@omu.edu.tr)  
Prof. Dr. Bilal CEMEK (bcemek@omu.edu.tr)  
Prof. Dr. Orhan DENGİZ (odengiz@omu.edu.tr)  
Doç. Dr. Hakan ARSLAN (hakan.arslan@omu.edu.tr)  
Doç. Dr. Ali Vaiz GARİPOĞLU (alivaizg@omu.edu.tr)  
Doç. Dr. Alper TANER (alper.taner@omu.edu.tr)  
Doç. Dr. Levent MERCAN (lmercan@omu.edu.tr)  
Doç. Dr. Aydın ALTOP (aaltop@omu.edu.tr)

## Uluslararası Danışma Kurulu / International Advisory Board

Prof. Dr. Abdülbaki BİLGİÇ (abilgic@atauni.edu.tr)  
Atatürk Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Canan CAN (can@gantep.edu.tr)  
Gaziantep Üniversitesi, Türkiye  
Doç. Dr. David HERAK (herak@tf.czu.cz)  
Czech University of Life Sciences, Czech Republic  
Doç.Dr. Murat ÇANKAYA (cankayamuratt@gmail.com)  
Erzincan Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Fikretin ŞAHİN (fsahin@yeditepe.edu.tr)  
Yeditepe Üniversitesi, Türkiye  
Prof.Dr. Ahmet ŞAHİN (ahmet.sahin@ahievran.edu.tr)  
Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir  
Prof.Dr.Süleyman KODAL (kodal@agri.ankara.edu.tr)  
Ankara Üniversitesi, Türkiye  
Doç. Dr. Murat ŞENTÜRK (msenturk@agri.edu.tr)  
Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Nebahat SARI (nesari@cu.edu.tr)  
Çukurova Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Sedat SERÇE (sedatserce@nigde.edu.tr)  
Niğde Üniversitesi, Türkiye  
Prof.Dr. Kazım ÇARMAN (kcarman@selcuk.edu.tr)  
Selçuk Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Hsin Chi (hsinchi@dragon.nchu.edu.tw)  
National Chung Hsing University, Taiwan, Republic of China  
Prof. Dr. Jozsef RATKY (jratky@atk.hu)  
Res. Inst. for Animal Breeding and Nutrition, Hungary  
Prof. Dr. Mogens VESTERGAARD (mogens.vestergaard@agrsci.dk) University of Aarhus, Denmark

Prof.Dr. Claudiu T. Supuran, (claudiu.supuran@unifi.it)  
Univ Florence, Italy  
Assit. Prof.Dr. Marketa Mihalikova(mihalikova@af.czu.cz)  
Czech University of Life Sciences, Czech Republic  
Prof. Dr. Ünal KIZIL (unal@comu.edu.tr)  
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye  
Prof.Dr.Soner ÇANKAYA (scankaya@omu.edu.tr)  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye  
Doç.Dr. Kağan KÖKTEN (kahafe1974@yahoo.com)  
Bingöl Üniversitesi, Türkiye  
Doç. Dr. Şenay ŞİMŞEK (senay.simsek@ndsu.edu)  
North Dakota State University, USA

Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi Şubat, Haziran ve Ekim aylarında olmak üzere yılda üç sayı olarak yayınlanır. DOAJ, AGRICOLA, CrossRef, ProQuest, OJS, CAB Abstract, EBSCOhost, ULRICH'S Periodical Directory, FAO AGRIS/CARIS, NewJour, Cite Factor, Scientific Indexing Services, Directory of Research Journals Indexing, Open Academic Journals Index, Cosmos Index ve TÜBİTAK-ULAKBİM TR Dizin (Yaşam Bilimleri Veri Tabanı, 1998- ) tarafından taranmaktadır.

Anadolu Journal of Agricultural Sciences (ANAJAS) is published as three issues (February, June and October) per a year. ANAJAS is indexed and abstracted in DOAJ, AGRICOLA, CrossRef, ProQuest, OJS, CAB Abstract, FAO AGRIS/CARIS, EBSCOhost, ULRICH'S Periodical Directory, NewJour, Cite Factor, Scientific Indexing Services, Directory of Research Journals Indexing, Open Academic Journals Index, Cosmos Index and TUBITAK-ULAKBİM TR Index (Life Science Data Base, 1998- ).

## Amaç ve Kapsam

Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi yeni bulgular ortaya koyan erişilebilir ve uygulanabilir temel ve uygulamalı yöntem ve tekniklerin sunulduğu bir forumdur. Tarımsal alanlarda yürütülen çalışmalardan üretilen orijinal makaleleri yayınlamaktadır. Ayrıca, güncel konulardaki davetli derlemeler de yer verilmektedir. Basım dili Türkçe ve İngilizcedir.

## Aim and Scope

Anadolu Journal of Agricultural Sciences is a forum for presenting articles on basic and applied research, thus making new findings, methods and techniques easily accessible and applicable in practice. It publishes original papers on research in the fields of agriculture. Invited reviews on popular topics are published. Articles are published in Turkish and English.

ISSN (Print): 1308-8750

ISSN (Online): 1308-8769

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

Yazışma adresi / Correspondence

Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 55139 Atakum/Samsun  
Tel: 0 (362) 312 19 19 Fax: 0 (362) 457 60 34 e-mail: zfyayin@omu.edu.tr

İçindekiler (Contents)	Cilt/Volume: 35	Sayı/Number: 2	June / Haziran 2020	Sayfa No (Page)
Afşin-Elbistan Ovası'nda Sulu ve Kuru Tarla Arazilerde Kapitalizasyon Oranı ve Arazi Değerlerinin Tespiti Determination of Capitalization Rate and Land Appraisal in Irrigated and Dry Farmland in Afşin-Elbistan Plain Cuma Akbay				147
Prototip bir marul tohumu temizleme ve sınıflandırma makinasının tasarımı ve imalatı Design and manufacturing of a prototype lettuce seed cleaning and classification machine Cengiz Özarslan, Ahmet Fatih Hacıyusufoğlu, Taner Akbaş				157
Farklı çevrelerde yetiştirilen yazlık ekmeklik buğday genotiplerinin tane verimi ve kalite özellikleri yönünden incelenmesi Investigation of grain yield and quality traits of spring bread wheat genotypes grown in different environment Önder Albayrak, Ferhat Kızılgeçi, Mehmet Yıldırım, Cuma Akıncı				167
Terme Ovasında çeltik yetiştirilen alanların tuzluluk ve sodyumluluk durumlarının belirlenmesi Determination of salinity and sodicity conditions of rice growing areas with geographical information systems in Terme Plain Kübra Taşdelen, Yusuf Demir				175
Generative Rootstock Potential of Some Hybrid Chestnut Genotypes Bazı hibrit kestane genotiplerinin anaçlık potansiyelleri Burak Akyüz, Ümit Serdar				185
Sarmalık Kıyılmış Tütünlerde Uygulanan Tarımsal İşlemler ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Determination of Quality Properties and Applied Agricultural Practice In Roll Your Own Tobacco Serhat Kanoglu, Ahmet Kınay, Erdem Karakoç				192
Yarı Humid Ekolojik Koşullar Altında Oluşmuş Bazı Vertisol Alt Grup Toprakların Profillerinde Isı Akışının Belirlenmesi Determination of Heat Flow in Profiles of Some Vertisol Subgroup Soils Formed Under Semi-humid Ecological Conditions İmanverdi Ekberli, Coşkun Gülser, Orhan Dengiz				198


Biyokömür ve Solarizasyon Uygulamalarının Bazı Toprak Fiziksel Özellikler Üzerine Etkileri Effects of Biochar and Solarization Applications on Some Soil Physical Properties	208
Pelin Alaboz, Hasan Öz	
Mera Topraklarında Nem Dağılımının Konumsal ve Zamansal Değişiminin Profil Boyutunda İzlenmesi Monitoring spatial and temporal variation of moisture distribution in pasture soils at profile depth	215
Oğuz Başkan	
Organik Atık Uygulamalarının Asit, Nötr ve Alkali Toprakların Üreaz Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkisi Effect of Organic Waste Applications on Soil Urease Enzyme Activities of Acid, Neutral and Alkaline Soils giderilmesi	223
Ömrüm Tebessüm Kop Durmuş, Nutullah Özdemir, Murat Durmuş	
Alcohol consumption among university students: The case of Ondokuz Mayıs University Üniversite öğrencilerinde alkol tüketimi: Ondokuz Mayıs Üniversitesi örneği	232
Osman Kılıç, Cuma Akbay, Uğur Başer	
Describe the Long-Term Development of <i>Ophrys apifera</i> Huds. Salep Orchids in Natural Flora <i>Ophrys apifera</i> Huds. Salep Orkidelerinin Doğal Florada Uzun Süreli Gelişiminin Tanımlanması	238
Dursun Kurt	
Development of a new automatic water intake measurement and recording system to monitor individual water drinking behaviors of cattle Sığırların bireysel su içme davranışlarının izlenmesi için yeni bir otomatik su alımı ölçüm ve kayıt sisteminin geliştirilmesi	245
Murat Ertuğrul, Kenan Zengin, Sefa Tarhan	
Tuzlu toprakların hidrokimyasal parametrelerinin laboratuvar koşullarında belirlenmesi Determination of hydrochemical parameters in laboratory conditions of saline soils	251
Seyit Ali Dursun, Fariz Mikailsoy	
Influence of Zn seed priming and coating on germination and seedling growth in wheat Ekim öncesi tohumlara Zn ile ön uygulama ve tohum kaplamanın buğdayda çimlenme ve fide gelişimine etkileri	259
Mohaned Mohammed Ali Mohammed, Erkut Pekşen	



## Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.614757

# Afşin-Elbistan ovası'nda sulu ve kuru tarla arazilerde kapitalizasyon oranı ve arazi değerlerinin tespiti

 Cuma Akbay<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Kahramanmaraş, Turkey

\*Sorumlu yazar/corresponding author: cakbay@ksu.edu.tr

Geliş/Received 03/09/2019 Kabul/Accepted 05/03/2020

## ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin elektrik enerjisi üretiminde önemli yeri olan, Termik Santrallerin bulunduğu, Kahramanmaraş ili Afşin-Elbistan ovasındaki arazilerin kapitalizasyon oranını, net gelirini ve maliyetlerini belirlemektir. Araştırmada tabakalı örnekleme yöntemiyle seçilen 118 tarım işletmesinden elde edilen veriler kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, kullanılabilir kapitalizasyon oranı sulu alanlarda %5.76; kuru alanlarda ise %5.21 olarak tespit edilmiştir. İncelenen işletmelerde işletme sahiplerinin arazilerine biçtikleri değer ile araştırmada hesaplanan değerler arasındaki fark sulu arazilerde %2.66 iken; kuru arazilerde %32.36'dır. Net gelir yöntemine göre hesaplanan değer, işletme sahiplerinin arazilerine biçtikleri değerden daha yüksek çıkmıştır. Araştırmada hesaplanan kapitalizasyon oranları ve elde edilen arazi değerleri, bölgede uygulanacak kamulaştırmalarda kamu kurumları ile yargı organlarına önemli katkılarda bulunacaktır.

Anahtar Sözcükler:  
Değer biçme,  
Kapitalizasyon oranı  
Gelir yöntemi  
Arazi değeri  
Afşin-Elbistan ovası

## Determination of capitalization rate and land appraisal in irrigated and dry farmland in Afşin-Elbistan plain

## ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the capitalization rate, net income and costs of land in Kahramanmaraş Afşin-Elbistan plain, which is an important place in Turkey's electricity production. In this research, data obtained from 118 agricultural farms selected by stratified sampling method were used. As a result of the research, the applicable capitalization rate was 5.76% in irrigated areas; and 5.21% in dry areas. While the difference between the value given to the land by the landowner and the calculated values in the research is 2.66% in irrigated lands; 32.36% on dry land. The value calculated according to the net income approach was higher than the value that owners value their land. The capitalization rates and land values calculated in the research will make significant contributions to the public institutions and judicial bodies in the expropriations to be implemented in the region.

Keywords:  
Appraisal  
Capitalization rate  
Income method  
Land value  
Afşin-Elbistan plain

## 1. Giriş

Türkiye’de, kırsal ve kentsel alanda ikamet eden bireylerin refah seviyelerinin artırılması amacıyla kamu yararına yapılan yatırımlardan dolayı, özel ve tüzel kişilere ait taşınmaz malların kamulaştırılması söz konusu olmaktadır. Kamulaştırmaların mevcut yasalara uygun şekilde yerine getirilmesi ve kamulaştırma bedelinin hesaplanmasında gerçek değerlere yakın tahminler yapılması büyük önem taşımaktadır (Kılıç, 2011a).

Afşin ve Elbistan ilçeleri, Kahramanmaraş il merkezinden yaklaşık 160 km uzaklıkta birbirine komşu iki büyük ilçedir. Her iki ilçenin ekonomisi tarıma ve sanayiye dayalıdır. İlçe toprakları üzerinde bulunan Afşin-Elbistan ovası, Türkiye’nin dördüncü büyük ovası niteliğindedir. Bölgede yetiştirilen en önemli tarım ürünleri; buğday, şekerpancarı, ayçiçeği, nohut, arpa ve fasulyedir. Bölgenin iki büyük kuruluşu olan şeker ve tuğla fabrikaları, bölgenin gelişmesinde büyük öneme sahiptir.

Gelir yöntemiyle arazi değerinin hesaplanmasında, gelir ve arazi değerlerini tahmin etmek için alanda detaylı çalışma yapılarak, tarımsal üretimle ilgili girdi ve çıktılar, arazi piyasası verileri, ilgili kamu ve özel kuruluşların verilerinin toplanması ve bütün bu verilerin birlikte analiz edilmesi zorunludur. Türkiye elektrik ihtiyacının yaklaşık %10’unu karşılayan Afşin-Elbistan Termik santrali araştırma alanı içerisinde bulunmaktadır.

Bölgede, termik santraller için gerekli olan kömürün çıkarıldığı alanlar ile kül depolama alanlarının kamulaştırılması nedeniyle, termik santraller çevresinde bulunan arazilerin gelirlerinin analizlerinde ve değerlendirilmesinde kullanılabilecek kapitalizasyon oranının belirlenmesi için, arazilerin yıllık ortalama net gelirleri ve birim arazi değerlerinin saptanması gerekmektedir. Son yıllarda, bölgede önemli sayıda kamulaştırma faaliyetleri yapılmakta olup, bu kamulaştırmalarda genellikle çok farklı teknikler uygulanmakta ve kamulaştırma için gerekli olan kapitalizasyon oranı rastgele belirlenmektedir. Oysaki kamulaştırmalarda kapitalizasyon oranını olması gerekenden daha düşük veya yüksek gösterilmesi, net gelirlerin hesaplanmasında sadece ana ürünün alınması; buna karşılık yan ürünlerin (örneğin saman) dikkate alınmaması, maliyetlerin hesaplanmasında idari ücret karşılığı ve sermaye faiz oranlarının kullanılmaması ve bu konularla ilgili çeşitli yargı kararlarının bilirkişilerce dikkate alınmaması gibi birçok problemle karşılaşmaktadır.

Türkiye’de kamulaştırma kapsamındaki taşınmaz mallarda değerlendirme işlemleri, Kamulaştırma Kanunu’na belirtilen esaslar çerçevesinde, kamu kurumlarında oluşturulan kıymet takdiri komisyonları ve mahkemenin görevlendirdiği bilirkişiler tarafından yapılmaktadır. Kamulaştırma Kanunu’na göre, arsa

vasfındaki taşınmazlarda kamulaştırma bedelinin belirlenmesinde emsal, arazide ise gelir esasına göre değer biçilmektedir (Kılıç, 2011a).

Türkiye’de değişik bölgelerde ve çeşitli arazi neveleri için tarımsal kıymet takdiri ve Kapitalizasyon oranını belirlemeye yönelik çok sayıda araştırma yapılmıştır (Demircan ve Orhan, 1992; Keskin, 1994, 2003; Sayılı ve Esengün, 1996; Aktaş, 2000; Akay ve ark., 2001; Engindeniz, 2001; Aslan ve Esengün, 2002; Oğuz ve Ünal, 2004; Karakayacı ve Oğuz, 2006, Aydın ve Akay, 2008; Tanrıvermiş ve Aliefendioğlu, 2008; Tanrıvermiş ve ark., 2008; Neupane ve Gustavson, 2008; Başer ve Kılıç, 2016; Dağdemir ve ark., 2018; Kılıç ve ark., 2019). Yapılan çalışmalar incelendiğinde hesaplanan kapitalizasyon oranları, arazi satış değerleri ve arazi değerini etkileyen farklılıklardan dolayı bölgeler, iller ve uygulanan üretim desenleri itibarıyla farklılıklar göstermektedir. Örneğin Tokat’ta yapılan çalışmalarda, kapitalizasyon oranları kuruda 3,06 ile 3,41 arasında; suluda ise 3,88 ile 5,90 arasında değişim göstermiştir (Sayılı ve Esengün, 1996; Akay ve ark., 2001; Aktaş ve Akay, 2001; Aydın ve Akay, 2008; Avcı ve Akay, 2012). Diğer bölgelerde yapılan çalışmalara bakıldığında, kapitalizasyon oranları kuru ve sulu alanlar için; Adana’da sırasıyla 4.97 ve 5.5 (Demircan ve Orhan, 1992), Denizli’de 5.83 ve 5.03 (Gündoğmuş ve Taşçı, 2017), Bursa’da 5.75 ve 4.83 (Yalçın ve ark., 2018), Ağrı’da 5.7 ve 5.31 (Dağdemir ve ark., 2018), Eskişehir’de, 6.92 ve 7.84 (Keskin, 1994), Erzurum’da 10.94 ve 11.96 (Birinci, 1997), Konya’da ise 7.0 ve 6.02 (Karakayacı ve Oğuz, 2006) olarak belirlenmiştir. Bölgesel farklılığın dışında, kapitalizasyon oranlarındaki farklılıkların en önemli nedenleri; farklı yöntemlerin kullanılması ve üretim desenlerinin, arazi gelirlerinin, maliyetlerin ve arazi satışlarının zamanla değişim göstermesidir. Kamulaştırma, toplulaştırma çalışmaları ve banka ipoteği gibi birçok farklı amaç için değerlendirilmesine konu olan tarım arazisi; eğitim, taşlılık, verim gibi bazı özelliklere sahiptir. Her bir parselinin kendine has özellikleri arazi fiyatını artırmakta ya da azaltmaktadır (Başer ve ark., 2019).

Bu çalışmanın amacı; Türkiye’nin enerji üretiminde önemli yeri olan termik santrallerin bulunduğu Afşin-Elbistan ovasındaki taşınmazların kapitalizasyon oranı, net gelir ve maliyetlerini hesaplamaktır. Bu çalışmanın öncekilerden farkı, kapitalizasyon oranının hesaplanmasına ek olarak farklı münavebe uygulamalarında ve kapitalizasyon oranlarında elde edilen arazi değerinin hesaplanmış olmasıdır. Kapitalizasyon oranı ve buna göre arazi değerlerinin tahmin edilmesi, bölgede uygulanacak kamulaştırmalarda kamu kurum ve yargı organlarına önemli katkılarda bulunacaktır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Tarımsal kıymet takdiri yapılan örnek arazilerin seçiminde, Afşin-Elbistan Termik santralinin

çevresindeki son yıllarda satışı gerçekleştirilen tarım arazileri alınmıştır. Bu amaçla seçilen tarım ürünleri bölgenin üretim deseninde yer alan buğday, şekerpancarı, ayçiçeği, mısır, arpa ve nohut. Araştırmanın anket uygulaması Haziran-Eylül 2011 tarih aralığında yapılmıştır.

Afşin Elbistan A ve B Termik Santrallerinin çevrelerindeki köylerde işletme sahipleriyle karşılıklı görüşme yoluyla anketler yapılmıştır. İncelenen yerleşim yerlerindeki arazilerin kullanıcıları ile karşılıklı görüşme yoluyla anket yapılarak veriler toplanmıştır.

Çalışmanın amacı bölgede sulu ve kuru tarla arazilerinde arazi değerlerinin belirlenmesi olduğundan, bölgede bulunan köylerin termik santrale olan uzaklıkları da dikkate alınarak 10 köy gayeli örnekleme yöntemiyle belirlenmiştir. Bu köylerde faaliyet gösteren 773 tarım işletmesi örneğe girebilecek popülasyonu oluşturmuştur. Örnek işletme seçiminde tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Yamane, 1967):

$$n = \frac{Nz^2\sigma^2}{d^2(N-1) + z^2\sigma^2}$$

Araştırmada, %10 hata ve %95 güven sınırları kullanılarak örnek hacmi 118 tarım işletmesi olarak belirlenmiştir.

Örnek köylerin seçiminde, Afşin-Elbistan Ovasında yer alan termik santral civarında bulunan köylerin seçilmesine dikkat edilmiştir. Anket yapılacak işletmelerin seçiminde ise köydeki toplam işletme sayısı, arazi genişliği, arazilerde sulu ve kuru tarım yapıp yapılmaması gibi kriterler kullanılmıştır.

Alım-satımı yapılan arazilerin tespitinde İlçe Tapu Müdürlüğü Kayıtları kullanılmıştır. Tapu kayıtlarında alım satım değerlerinin olduğundan çok düşük gösterilmesi nedeniyle, bu tapu kayıtları sadece alım satım yapılan işletmelerin tespiti amacıyla kullanılmıştır. Son üç yıl içerisinde alım-satımı yapılan araziler her köy için tespit edilerek, gayeli olarak o köyü temsil ettiği düşünülen sulu tarım arazilerinde 27, kuru tarım arazilerin de ise 13 olmak üzere toplam 40 işletmeyle anket uygulaması yapılmıştır. İncelenen yerleşim yerlerinde fiilen alım satımı yapılmış olan arazilerin alıcısı veya satıcısıyla yapılacak anket çalışmasında, alım-satımı yapılan arazilerin satış değerleri, özellikleri ve ödeme koşullarına ilişkin veriler toplanmıştır.

Kamulaştırma Kanunu'nun 11. Maddesinin 3. Fıkrasının (f) bendi gereğince "tarımsal arazilerde taşınmaz mal veya kaynağın kamulaştırma tarihindeki mevkii ve şartlarına ve olduğu gibi kullanılması halinde getireceği net gelirine göre değerlendirilmesi" gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2019). Bu bağlamda, bir taşınmaz kıymet takdirinde, gelir yöntemine göre taşınmaz değerinin belirlenebilmesi için öncelikle taşınmazın yıllık ortalama net geliri (rantı) (R), yörede geçerli olan kapitalizasyon oranı (f) saptanır ve daha

sonrada elde edilen rant kapitalizasyon oranına bölünerek taşınmazın değeri (D) bulunmaktadır:

$$D = \frac{\text{Rant}}{\text{Kapitalizasyon oranı}}$$

$$D = \frac{R_1}{(1+f)^1} + \frac{R_2}{(1+f)^2} + \frac{R_3}{(1+f)^3} + \dots + \frac{R_n}{(1+f)^n}$$

Tarım arazilerinin gelir yöntemine göre değerlerinin takdiri için, mutlaka kapitalizasyon oranı (f) ve taşınmazların net geliri bilinmelidir. Uygulamada bu yaklaşımın kullanımında "Rant" ve "kapitalizasyon oranının" belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Yukarıdaki formüldeki R, işletme analizi ile doğru olarak belirlenebildiği halde, f'nin saptanması oldukça güç olmaktadır. Kapitalizasyon oranı, bölgelere, şehirlere, arazilere ve arz ve talebe göre değişmektedir. Talebi ve dolayısıyla değeri yüksek olan arazinin kapitalizasyon oranı daha düşüktür.

Arazinin rantı (net geliri) ile o arazinin satış değeri arasındaki oran olarak tanımlanan kapitalizasyon oranı, belli bir bölgede aynı yıl içerisinde aynı tür tarımsal üretimin yapıldığı, aynı vasıf ve karakterdeki arazinin gerçek satış bedeli ile net geliri belirlendikten sonra oranlanarak bulunur. Bir yıl içerisinde bölgede satışı yapılan tüm arazilerin dekar başına fiyatı tespit edilip ortalama dekar fiyatı bulunduktan; aynı arazi parçalarının her birinin dekar başına net geliri de saptanıp, yine ortalama net geliri belirlendikten sonra her iki ortalama rakamın birbirine olan oranı, yüzde ile ifade edilen kapitalizasyon oranıdır. Bulunan bu oran, aynı yıl içerisinde o bölgede cari ortalama kapitalizasyon oranını ifade eder (Engindeniz, 2001; Karakayacı ve Oğuz, 2006; Kılıç, 2011b; Dağdemir ve ark., 2018; Kılıç ve ark., 2019).

Kapitalizasyon oranı bölgedeki benzer araziler karşılaştırılarak saptanabilir. Bunun için benzer birçok arazinin güncel satış fiyatlarının bilinmesi gerekir. Kapitalizasyon oranı (f), satışı gerçekleşmiş olan emsal arazi parsellerine ait net gelirler toplamının, arazi parselinin satış değerleri toplamına bölünmesiyle elde edilmektedir (Kılıç, 2011b). Bu oran aşağıdaki gibi formüle edilebilir.

$$f = \frac{\text{Toplam Rant (Net Gelir)}}{\text{Toplam Arazi Pazar Değerleri}} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_n} = \frac{\sum_{i=1}^n R}{\sum_{i=1}^n D}$$

Formülde R<sub>1</sub>, satışı gerçekleşen emsal arazi parselinin yıllık net gelirini; D<sub>1</sub> parsellerin satış fiyatlarını ifade etmektedir. Formülde n ise, satışı gerçekleşen emsal parsel sayısını göstermektedir (Demircan ve Orhan, 1991; Rehber, 1999; Engindeniz, 2001; Karakayacı ve Oğuz, 2006; Kılıç, 2011b).

Gelirlerin kapitalizasyonu ile bulunacak değer, arazinin gelir değeri veya kullanım değeri olmaktadır. Arazinin gerçek değerine ulaşılabilmesi için ayrıca bazı ayarlamaların yapılması gerekecektir. Arazinin kıymetini etkileyebilecek bazı olumlu ve olumsuz faktörler dikkate alınacaktır. Bu faktörlerden bazıları şunlardır: arazinin kente veya kasabaya olan uzaklığı, ulaşım olanakları, arazinin serbest olarak alınıp satılabilmesi, arazinin kadastro çalışmasının yapılmış



olması, toprağın yapısının düzgün olması, sulama kolaylığı, münavebe sisteminin değiştirilebilirliği olarak sıralanabilir. Arazi, bulunduğu bölgeye oranla belirtilen faktörler yönünden olumlu özelliklere sahip ise, kapitalizasyon oranı azalacak, aksi durumda ise yükselecektir. Araştırmada, sulu ve kuru araziler için ayrı ayrı kapitalizasyon oranları hesaplanmıştır. Hesaplamalarda arazide uygulanan yaygın münavebe sistemi dikkate alınmıştır. Ürün verimi, fiyatlar ve maliyetler bizzat arazi sahipleriyle yapılmış anketler sonucunda belirlenmiştir. Ancak karşılaştırma yapmak amacıyla bölgedeki Tarım İl ve İlçe Müdürlüğü kayıtları da kullanılmıştır (Rehber, 1999; Kalkan, 2008). Net gelir hesaplamalarında, bölgede daha önceki yıllarda yapılan bilirkişi raporlarında yer almayan genel yönetim giderleri, sermaye faiz oranları ve yan ürün gelirleri dikkate alınmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1 Sulu ve kuru tarla arazilerinde kapitalizasyon oranının tespiti

İncelenen tarla arazilerinde kapitalizasyon oranı, sulu ve kuru tarım arazileri için hesaplanmıştır. Kapitalizasyon oranı, arazinin rantı ile gerçek satış değeri arasındaki orandır. Bölgede son 3 yıl içerisinde satışları yapılan sulu ve kuru tarla arazileri için esaplanan rantlar ile üreticilerin beyanlarına göre alınan

gerçek satış değerleri tablo halinde verilmiştir (Çizelge 1). Satışı gerçekleşen arazilerin yıllık ortalama net gelirleri, sulu tarla arazilerinde ortalama 326,6 TL/da iken, kuru tarım arazilerinde 59,2 TL/da'dır. Dolayısıyla sulu arazilerden elde edilen net gelirler, kuru arazilerden elde edilen net gelirlerden yaklaşık olarak 5,5 kat daha fazladır. Alım-satımı gerçekleştirilen arazilerin, üretici beyanlarına göre ortalama pazar değeri ise sulu arazilerde 5666,7 TL/da, kuru arazilerin ise 1135,0 TL/da olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Sulu arazilerin ortalama birim pazar değeri, kuru arazilerin yaklaşık 5 katı daha yüksek tespit edilmiştir. Sulu arazi değerlerinin bu kadar yüksek olmasının en önemli nedeni, bölgede kamulaştırma nedeniyle sulu arazi varlığının giderek azalması olarak belirtilmiştir. Çizelge 1 ve 2'de hesaplanmış olan değerler denklemde yerine konulduğunda, sulu alanlar için Kapitalizasyon oranı;

$$f_{sulu} = \frac{\text{Toplam Rant (Net Gelir)}}{\text{Toplam Arazi Pazar Değerleri}} = \frac{8818,09}{153000,00} = 0,0576 = \%5,76$$

Kuru araziler için kapitalizasyon oranı ise;

$$f_{kuru} = \frac{\text{Toplam Rant (Net Gelir)}}{\text{Toplam Arazi Pazar Değerleri}} = \frac{769,18}{14755,00} = 0,0521 = \%5,21$$

olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 1. İncelenen tarım işletmelerinde satışı gerçekleştirilen sulu tarla arazilerinin rantları, değerleri ve hesaplanan Kapitalizasyon oranı

Table 1. Land rant, values and calculated capitalization rate of irrigated farmland sold in the agricultural farms

	Arazi gerçek satış değerleri (TL/da)	Satış yapılan arazilerin yıllık net gelirleri (TL/da)
İşletmeler ortalaması	5666.67	326.60
Toplam	153000.00	8818.09
Kapitalizasyon oranı	= 0.0576 (%5.76)	

Çizelge 2. İncelenen tarım işletmelerinde satışı gerçekleştirilen kuru tarla arazilerinin rantları, değerleri ve hesaplanan Kapitalizasyon oranı

Table 2. Land rant, values and calculated capitalization rate of dry farmland sold in the agricultural farms

	Arazi gerçek satış değerleri (TL/da)	Satış yapılan arazilerin yıllık net gelirleri (TL/da)
İşletmeler ortalaması	1135	59.17
Toplam	14755	769.18
Kapitalizasyon oranı	0.0521 (%5.21)	

Bölgede yapılan kamulaştırmalarda kapitalizasyon oranının %5 ve altında belirlendiği, ancak bu oranların seçilme nedenlerinin açıklanmadığı görülmektedir. Ülkemizde değişik bölgelerde yapılmış olan çalışmalarda bölgelerin; tarımsal arazi yapıları, verimlilik seviyeleri, arazi arz ve talebinin özelliği, toprak yapısı gibi özelliklerinden dolayı doğal olarak çok farklı kapitalizasyon oranları tespit edilmiştir. Örneğin, Demircan ve Orhan (1992) tarafından Adana

ili Seyhan ve Yüreğir ilçeleri kamulaştırma bölgelerinde yapılan çalışmada, kapitalizasyon oranı sulu tarla arazilerinde %5,50, kuru tarla arazilerinde %4,97 ve bölge ortalaması ise %5,33 olarak saptanmıştır. Karakayacı ve Oğuz (2006) tarafından Konya ili Ereğli ilçesi tarım arazilerinde kapitalizasyon oranını tespit etmek amacıyla yapılan çalışmada, kapitalizasyon oranını sulu tarla arazileri için %6,02, kuru araziler için %7,0 ve ortalama kapitalizasyon oranı ise %6,2 olarak

tespit edilmiştir. Engindeniz (2001) ise Beydağı baraj göl alanında kalan tarım arazilerinin kamulaştırmalarında kullanılacak kapitalizasyon oranını %4.48 olarak saptamışlardır. Oğuz ve Ünal (2004), Konya ili Çumra ilçesinde sulu tarım arazileri için kapitalizasyon oranını %5.2 olarak tespit etmişlerdir. Sayılı ve Esengün, (1996) Tokat ili Kosova yöresinde sulu tarla arazileri için %3.88, kuru tarla arazileri için ise %3.31 olarak kapitalizasyon oranını tespit etmişlerdir. Keskin (1994) Eskişehir ilinde sulu tarla arazileri için kapitalizasyon oranını %7.84, Aslan ve Esengün (2002) Tokat ili Artova ilçesinde sulu tarla arazileri için %7.38, kuru tarla arazileri için ise %6.19 kapitalizasyon oranı tespit etmişlerdir. Dağdemir ve ark. (2018), Ağrı'da kuru ve sulu alanlar için kapitalizasyon oranını sırasıyla 5.70 ve 5.31 olarak tahmin etmişlerdir. Bursa'da yapılan bir çalışmada ise, bu oranlar 5.75 ve 4.83 olarak tespit edilmiştir (Yalçın ve ark., 2018). Tüm bu çalışmalarla kıyaslandığında, Afşin-Elbistan ovası tarım arazileri için hesaplanan kapitalizasyon oranları

kuru alanlarda sulu alanlara oranla daha yüksek bulunmuştur. Benzer bir sonuca, Demircan ve Orhan (1992), Oğuz ve Ünal (2004) ve Aslan ve Esengün (2002) ulaşırken; Dağdemir ve ark. (2018), Yalçın ve ark. (2018) ve Karakayacı ve Oğuz (2006) sulu araziler için hesaplanan kapitalizasyon oranını kuru arazilerden daha yüksek bulmuşlardır.

### 3.2 İncelenen sulu ve kuru tarla arazilerinde münavebe sistemlerine göre net gelirler

Örnek olarak seçilen işletmelerden arazi değerlerinin tespit edilmesi ve kapitalizasyon oranının tespiti amacıyla, sulu ve kuru tarla arazileri için ayrı ayrı arazi net gelirleri tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, termik santralinin civarında sulu ve kuru tarla arazilerinde, Çizelge 3'de gösterilen münavebe şekillerinin yaygın olarak kullanıldığı saptanmıştır.

Çizelge 3. İncelenen işletmelerde uygulanan münavebe şekilleri

Table 3. Crop rotations applied in agricultural farms

Sulu arazilerde münavebe şekilleri	Kuru arazilerde münavebe şekilleri
Buğday-Şekerpancarı	Buğday-Arpa-Buğday
Buğday-Şekerpancarı-Buğday-Ayçiçeği	Buğday
Buğday-Şekerpancarı-Buğday- Mısır	Buğday-Nohut-Buğday
Buğday-Şekerpancarı-Ayçiçeği-Mısır	Buğday-Arpa-Nohut
Buğday	Buğday-Nadas-Buğday
	Arpa
	Arpa-Nadas-Arpa

Sulanan alanlarda münavebeye giren ürün sayısı kuru arazilere oranla daha fazladır. Kuru arazilerde münavebeye giren ürünler; buğday, arpa ve nohut iken; sulu alanlarda buğday, şekerpancarı, ayçiçeği (çerezlik), mısır, fasulye, arpadır. Ancak son yıllarda, bölgede fasulye ekim alanlarının önemli oranlarda azaldığı, buna karşılık mısır ekim alanlarının arttığı görülmektedir. İncelenen işletmelerde, fasulye ve arpanın münavebe sisteminde yer almaması nedeniyle, bu ürünler münavebe sisteminden çıkartılmıştır. İncelenen tarım işletmeleri termik santral kirliliğinden özellikle fasulyenin fazla etkilendiğini, buna bağlı olarak verimliliğin düşmesi ve pazar şartlarının iyi olmaması nedeniyle fasulye tarımından vazgeçtiklerini belirtmişlerdir. Bu ürünlerin dışında yer alan sebze ve meyve ürünleri (bağ, elma, kayısı vb) araştırma alanında fazla yer almadığından, münavebe uygulamalarına alınmamıştır.

Çizelge 4'de sulu alanlarda münavebeye giren ürünlerin verimleri, çiftçi eline geçen fiyatları, GSÜD, üretim masrafları ve net gelirler verilmiştir. Bölgede sulu alanlarda yetiştirilen ürünlerin ortalama verimleri; buğday tarımında 638 kg/da, şekerpancarında 7903 kg/da, ayçiçeğinde 206 kg/da ve mısırdaki 1022 kg/da olarak saptanmıştır. Özellikle şekerpancarı üretiminde son yıllarda tohum verimliliği yüksek olan ithal tohum

kullanılması nedeniyle, bölgede verimliliğin önemli oranda arttığı ve 5000 kg/da ile 10000 kg/da arasında değiştiği belirlenmiştir. Buğday tarımında ise verimliliğin 400 kg/da ile 1000 kg/da arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Ayçiçeği verimi en fazla değişim gösteren ürünlerden biridir. İncelenen işletmelerde ayçiçeği verimliliği 100 kg/da ile 350 kg/da arasında değişim göstermektedir. Ayçiçeği verimliliğinin düşük olmasının nedenleri olarak genellikle termik santralin yaratmış olduğu kirlilik gösterilirken, bazı çiftçiler ise termik santralden ziyade geçmiş yıllarda hastalık ve zararlılardan dolayı verimliliğin önemli oranda düştüğünü belirtmişlerdir. Özellikle mısır son yıllarda bölgede hızla münavebeye giren ürünler arasında yer almaktadır. Ortalama mısır verimliliği 800 kg/da ile 1200 kg/da arasında değişmektedir. Proje alanında yapılan kamulaştırmalarda bilirkişilerin, Tarım İlçe Müdürlüklerinin resmi kayıtlarını da dikkate alarak verimlerin alt ve üst sınır değerlerinin ortalamasını alarak gelir analizi yaptıkları ve arazi değerlerini saptadıkları tespit edilmiştir. Ancak bu alt ve üst değerler önemli oranda değişim göstermekte olup, bu yolla elde edilecek bir ortalama verim değeri bölgede elde edilen ortalama verimlilik değerlerinden çok farklı olabilmektedir. Nitekim bölgede tarım kuruluşlarının

resmi kayıtlarına göre, örneğin buğday verimlerinin alt ve üst değerleri sulu alanlar için 500 kg/da ile 900 kg/da arasında ve ortalama verim ise 700 kg/da' a göre arazi değerleri tespit edilmiştir. Mısırdaki verimlilik sınırları 900 kg/da-1500 kg/da ve ortalama verim 1200 kg/da; ayçiçeğinde ise verimlilik sınırları 250 kg/da-350 kg/da ve ortalama verim 300 kg/da kabul edilerek arazi değerleri tespit edilmektedir. Bu ürün verimlerinin araştırma alanından elde edilen ürün verimleriyle karşılaştırıldığında, genel olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. İncelenen ürünler içerisinde sadece şekerpancarında verimlilik düzeyi bölgede yer alan tarım kuruluşlarının vermiş olduğu rakamlardan daha yüksek elde edilmiştir. Bunun en önemli nedeni son yıllarda şekerpancarının verimlilik düzeyinin önemli oranda arttığı, ancak örneğe giren Elbistan ilçesine bağlı köy sayısının termik santrale yakın olmasından kaynaklı verimin daha az olmasıdır.

Gayrisafi üretim değeri (GSÜD), yaygın olarak yetiştirilen ürünlerin ortalama verimleri ile çiftçi eline geçen fiyatları çarpılarak bulunmuştur. Araştırmada bazı kurumlar tarafından ilan edilen piyasa fiyatı yerine, doğrudan çiftçinin eline geçen net fiyatlar kullanılmıştır. Buğday, arpa ve nohutta yan ürün gelirleri dikkate alınmıştır. Diğer ürünlerde ise, çiftçiler yan ürün gelirlerini elde etmediklerinden hesapta dikkate alınmamıştır. Yan ürün gelirlerine bakıldığında, sulu alanlarda ortalama 287 kg/da buğday samanı, kuru alanlarda ortalama 120 kg/da buğday samanı, ve sulu alanlarda 110 kg, kuru alanlarda ise 90 kg/da arpa samanı elde edildiği tahmin edilmiştir. Buğday samanı fiyatı 0.20 TL/Kg, nohut samanı fiyatı ise 0.25 TL/kg olarak kullanılmıştır. Yan ürün fiyatları bölgede tarım kuruluşları ve çiftçi beyanları dikkate alınarak belirlenmiştir.

Bölgede yapılan kamulaştırma bedellerinin ödenmesinde bilirkişilerin yaptıkları en önemli hatalardan birisi de üretim masraflarını hesaplarken, genel idare giderleri ve sermaye faiz oranını dikkate almamalarıdır. İşletmenin sevk ve idaresi ile sosyal faaliyetler gibi hizmetlerin karşılığı olarak hesaplanan genel idare giderleri, tarımsal faaliyette yönetim işlerinin çoğunlukla işletme sahibi tarafından yapıldığı dikkate alındığında, masraflara eklenmesi gereken bir unsurdur (Kılıç, 2011b). Türkiye'de tarımla ilgili araştırmalarda genel idare giderleri hesaplanırken, işletmenin entansiflik dereceleri dikkate alınmakta, genellikle üretim masraflarının %1-5 arasında değişen bir oran kullanılmaktadır (Kılıç, 2011b). Proje alanında bu oranın %3 olduğu varsayımı dikkate alınmıştır. Döner sermaye faizi değişen bir masraf olup, üretim faaliyetine yatırılan sermayenin fırsat maliyeti veya faizini temsil etmektedir (Karakayacı ve Oğuz, 2006; Erkuş ve ark., 1995). Üretim dönemi içerisinde değişen zamanlarda yapılan masrafların faiz karşılığı hesaplanırken, sermayenin üretimde kullanıldığı zaman dikkate alınmalıdır (Kılıç, 2011b). Bu çalışmada

sermayenin üretimde kullanıldığı zaman dilimi ortalama 6 aylık bir süredir.

Toplam masrafların elde edilmesinde öncelikle arazi kirası hariç değişen masraflar tespit edilmiş ve bu masraflara %3 genel idare giderleri ve %6 sermaye faizi (Ziraat bankası yıllık tarımsal kredi faiz oranının yarısı) ilave edilmiştir. Aile iş gücü ücret karşılığının hesaplanmasında, bölgede aynı iş için yabancı işçiye ödenen ortalama ücretler dikkate alınmıştır. Amaç arazi değerini tahmin etmek olduğundan, net gelir hesabında masraflar içerisinde arazi kirası yer almamaktadır (Kılıç, 2011b).

Tohum masrafı dekara atılan tohum miktarı ve çiftçinin ödemiş olduğu fiyat dikkate alınarak hesaplanmıştır. İşletmecinin kendi tohumunu kullandığı durumda ise ortalama piyasa fiyatları dikkate alınmıştır. İncelenen sulu tarım işletmelerinde dekara ortalama kimyasal gübre kullanımı; buğdayda 58 kg/da, şekerpancarında 140 kg/da, ayçiçeğinde 78 kg/da ve mısırdaki 80 kg/da olduğu, kuru tarım arazilerinde ise; buğdayda 27 kg/da arpada 29 kg/da olduğu saptanmıştır. Bölge topraklarının PH seviyelerinin yüksek olması nedeniyle atılan bu gübre miktarının çok yüksek olduğu belirtilmektedir. Örneğin şekerpancarı tarımında gübre kullanımının 45 kg/da ile 250 kg/da arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum bölgede özellikle yaygın faaliyetlerinin yetersiz, çiftçiler tarafından ekonomik optimum gübre kullanım seviyelerinin dikkate alınmadığı ve çiftçinin fazla gübre kullanımının fazla verim getireceği gibi yanlış bir düşünceye sahip olduğunu göstermektedir. Bu problemleri çözmek için, bölgede toprak tahlillerine dayalı bir gübrelemenin yapılması ve daha fazla gübre yerine yeterli ve dengeli gübre kullanımına dikkat edilmesi gereklidir.

Çizelge 4'den de görüleceği üzere, sulu tarım arazilerinde dekara en yüksek net gelirin şekerpancarından sağlandığı, bunu sırasıyla buğday, mısır ve ayçiçeğinin izlediği saptanmıştır.

İncelenen arazilerden elde edilecek rantların belirlenmesinde, arazilerde uygulanan münavebenin önemli bir etkisi bulunmaktadır. Buradan hareketle, incelenen arazilerden elde edilen toplam rant uygulanan münavebe sistemlerine göre Çizelge 5'de verilmiştir. Münavebe sistemine göre dekara elde edilen yıllık ortalama rantlar 297.8 TL (Buğday) ile 352.9 TL (Buğday-Şekerpancarı) arasında değişmektedir. En düşük ve en yüksek net gelire sahip olan münavebe sistemleri arasındaki fark yaklaşık 1.2 kat civarındadır. Çizelge 4'de verilen ve sulu tarım arazilerinde ürünler itibarıyla elde edilen yıllık ortalama net gelirler arasındaki fark ise 1.6 kattır. Bu durum arazi değerlerinin tespitinde bölgede uygulanan yaygın münavebe sistemlerinin dikkate alınmasını ve buna göre arazi değerlerinin belirlenmesi gerektiğini göstermektedir. Örneğin en yüksek net gelire sahip olan münavebe sistemiyle en düşük gelire sahip olan münavebe sistemini kullanarak hesaplanacak arazi değerleri arasında %5 ve %6 kapitalizasyon oranlarına

göre yaklaşık olarak sırasıyla 686 TL/da ile 572 TL/da kadar bir fark bulunmaktadır. Dolayısıyla bölgede yaygın olarak uygulanan münavebe sisteminin kullanılmasında, arazi değerlerinin doğru bir şekilde tespit edilmesini sağlayacak ve haksızlığın önüne geçilmiş olacaktır.

Çizelge 4. İncelenen sulu tarım arazilerinde yıllık ortalama net gelirler

Table 4. Annual average net income in irrigated agricultural lands

Ürünler	Verimler (Kg/da)		Çiftçi eline geçen fiyatlar (TL/Kg)		GSÜD (TL/da)	Üretim masrafları (TL/da)	Net Gelir (TL/da)
	Ana ürün	Yan ürün	Ana ürün	Yan ürün			
Buğday	637.70	287.00	0.62	0.2	452.77	154.94	297.83
Şekerpancarı	7903.45	-	0.12	-	908.90	500.86	408.04
Ayçiçeği	205.59	-	2.50	-	513.97	262.30	251.68
Mısır (dane)	1022.00	-	0.49	-	500.78	229.03	271.75

Çizelge 5. Değişik münavebe uygulamalarına göre sulu alanlarda yıllık ortalama net gelirler

Table 5. Annual net income in irrigated areas according to different crop rotation practices

Yaygın münavebe sistemi	GSÜD (TL/da)	Üretim masrafları(TL/da)	Net Gelir (TL/da)
Buğday-Şekerpancarı	680.84	327.90	352.94
Buğday-Şekerpancarı-Buğday-Ayçiçeği	582.10	268.26	313.85
Buğday	452.77	154.94	297.83
Buğday-Şekerpancarı-Ayçiçeği-Mısır	594.11	286.78	307.33
Buğday-Şekerpancarı-Buğday-Mısır	578.81	259.94	318.86

Çizelge 6'da kuru tarla arazilerinde münavebeye giren ürünler itibariyle yıllık ortalama net gelirler, Çizelge 7'de ise kuru tarım arazilerinde uygulanan münavebe sistemlerinin yıllık ortalama net gelirleri verilmiştir. Kuru tarla arazilerinde net gelirin en fazla elde edildiği ürün nohut iken, onu sırasıyla buğday ve arpa izlemektedir. Kuru tarım arazilerinde en fazla yıllık ortalama net gelirin buğday-nohut-buğday münavebesinden elde edildiği tespit edilmiştir. En az net gelir sadece arpanın dâhil edildiği münavebe sistemindedir. Bu münavebe sistemi bölgede aynı zamanda en fazla uygulanan münavebe sistemidir.

Yapılan anket çalışmalarında bu münavebe sistemini buğday-arpa-nohut münavebe sisteminin izlediği tespit edilmiştir. Net kar açısından bakıldığında ise, bu münavebe sistemi üçüncü sırada yer almaktadır. İkinci sırada sadece buğdayın yer aldığı münavebe uygulamasının olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlar, kuru tarla arazileri için bölgede yaygın olarak uygulanan ve net gelir açısından da en yüksek net gelire sahip olan buğday-arpa-nohut münavebe sisteminin kamulaştırılacak arazilerin bedellerinin tespit edilmesinde dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Çizelge 6. İncelenen kuru tarım arazilerinde yıllık ortalama net gelirler

Table 6. Annual average net income in the dry farmland

Ürünler	Ortalama verimler (Kg/Da)		Çiftçi eline geçen ortalama fiyatlar		GSÜD (TL/da)	Üretim masrafları (TL/da)	Net gelir (TL/da)
	Ana ürün	Yan ürün	Ana ürün	Yan ürün			
Buğday	265.72	119.60	0.59	0.20	180.69	87.06	93.63
Arpa	238.16	109.50	0.46	0.20	131.46	83.90	47.56
Nohut	104.60	90.00	2.01	0.25	232.74	106.06	126.68

Çizelge 7. Değişik münavebe uygulamalarına göre kuru arazilerde yıllık ortalama net gelirler

Table 7. Annual net income in dry lands according to different crop rotation practices

Yaygın Münavebe sistemi	GSÜD (TL/da)	Üretim masrafları (TL/da)	Net gelir (TL/da)
Buğday-Arpa- Nohut	181.63	92.34	89.29
Buğday	180.69	87.06	93.63
Buğday-Nohut-Buğday	198.04	93.39	104.65
Buğday-Arpa-Buğday	164.28	86.01	78.27
Buğday-Nadas	120.46	58.04	62.42
Arpa-	131.46	83.9	47.56
Arpa-Nadas	155.16	70.71	84.45



### 3.3. İncelenen tarla arazilerinde gelir yöntemine göre arazi değerinin tespiti

Çıplak toprak değerlerinin tespitinde, bölgede yaygın olarak kullanılan münavebe sistemlerinin yıllık ortalama net gelirleri ve bölgede geçerli olan kapitalizasyon oranları bulunmuştur. Bu amaçla, yukarıda hesaplanmış olduğumuz kapitalizasyon oranları ve hâlihazırda bölgede kullanılan kapitalizasyon oranları kullanılacaktır.

Araştırma alanında, %5.76 ve diğer kapitalizasyon oranlarına göre en fazla arazi değeri buğday-şekerpancarı münavebesi uygulanan arazilerde görülmektedir (Çizelge 8). En düşük arazi değeri ise sadece buğdayın yer aldığı münavebe sisteminde bulunmuştur. Bölgede en fazla uygulanan münavebe sistemi buğday-şekerpancarı-ayçiçeği münavebe sistemi ile sadece buğday ve şekerpancarını içine alan münavebe sistemidir. Buğday-şekerpancarı-ayçiçeği münavebe sisteminde tespit edilen çıplak arazi değeri

(5448.8 TL/da) bölgede gerçekleşen alım satım değerlerinin ortalamasına (5666.7 TL/da) oldukça yakın olarak tespit edilmiştir. Bölgede sulu araziler için uygulanabilecek düşük bir (örneğin %5.0) kapitalizasyon oranı ile yüksek bir kapitalizasyon oranı (örneğin %6,5) arasındaki fark, arazi değerinin yaklaşık olarak 1629 TL/da farklı beyan edilmesine neden olabilecektir. Bu fark münavebe sistemleri arasındaki farklarda dikkate alındığında 2476 TL/da a kadar çıkabilmektedir.

Kuru tarla arazilerinde %5.2 kapitalizasyon oranına göre en düşük arazi değeri 913 TL/da ile sadece arpaya yer verilen münavebe sisteminde bulunurken, en yüksek arazi değeri ise 2009 TL/da ile buğday-nohut-buğday münavebe sisteminde elde edilmiştir (Çizelge 9). Bölgede yaygın münavebe sistemi olan buğday-arpa-nohut münavebe sistemi ile buğday-nohut münavebe sisteminde arazi değerleri, bölgede gerçekleşen alım satım fiyatlarından daha yüksek tespit edilmiştir.

Çizelge 8. Farklı münavebe sistemleri ve kapitalizasyon oranına göre sulu arazi değerleri

Table 8. Irrigated land values according to different crop rotation systems and capitalization rate

Münavebe sistemleri	Ortalama net geliri (TL/da)	Kapitalizasyon oranlarına göre arazi değerleri (TL/da)				
		f = %5.76	f = %5.0	f = %5.5	f = %6.0	f = %6.5
Buğday-şekerpancarı	352.94	6127.43	7058.80	6417.09	5882.33	5429.85
Buğday-şekerpancarı- Buğday-ayçiçeği	313.85	5448.78	6277.00	5706.36	5230.83	4828.46
Buğday	297.83	5170.66	5956.60	5415.09	4963.83	4582.00
Buğday-şekerpancarı- Ayçiçeği-mısır	307.33	5335.59	6146.60	5587.82	5122.17	4728.15

Çizelge 9. Farklı münavebe sistemleri ve kapitalizasyon oranına göre kuru arazi değerleri

Table 9. Dry land values according to different crop rotation systems and capitalization rate

Münavebe sistemleri	Ortalama net geliri (TL/da)	Kapitalizasyon oranlarına göre Arazi değerleri (TL/da)				
		f = %5.21	f = %5.0	f = %5.5	f = %6.0	f = %6.5
Buğday-arpa- nohut	89.29	1713.82	1785.80	1623.45	1488.17	1373.69
Buğday	93.63	1797.12	1872.60	1702.36	1560.50	1440.46
Buğday-nohut-buğday	104.65	2008.64	2093.00	1902.73	1744.17	1610.00
Buğday-arpa	78.27	1502.30	1565.40	1423.09	1304.50	1204.15
Buğday-nadas	62.42	1198.08	1248.40	1134.91	1040.33	960.31
Arpa-	47.56	912.86	951.20	864.73	792.67	731.69
Arpa-nadas	84.45	1620.92	1689.00	1535.45	1407.50	1299.23

İncelenen işletmelere işledikleri arazinin satış değerleri konusundaki beklentileri sorulmuş ve elde edilen yanıtlar gelir yöntemine göre tahmin edilmiş olan çıplak arazi değerleri ile Çizelge 10'da karşılaştırılmıştır. Sulu arazilerde arazi sahiplerinin arazilerine biçtikleri değerler ile %5.76 kapitalizasyon oranı kullanılarak elde edilen arazi değeri arasındaki fark yaklaşık olarak 145.0 TL/da (%2.7) olarak bulunmuştur. Kuru arazilerde ise bu fark yaklaşık 554.6 TL/da'dır (%32.4). Görüldüğü gibi, arazi sahiplerinin beklentileri ile gelir yöntemine göre hesaplanan arazi değeri arasındaki fark özellikle sulu arazilerde çok yakın iken, kuru arazilerde ise oldukça yüksektir. Bunun en önemli nedeni, işletmecilerin kuru arazilerden elde

ettikleri gelir çok düşük olduğu ve bu nedenle arazilerine yüksek bir değer biçmek istemediklerindedir. Ayrıca kuru tarla arazileri genellikle termik santralin daha uzağında yer almakta ve sulu arazilere göre kamulaştırılma ihtimalleri daha düşüktür. Sulu arazilerin bulunduğu alanlarda ise kamulaştırmalardan dolayı arazi talebi arzdan daha yüksektir, bu nedenle sulu arazilerde üreticilerin arazilerine biçtikleri değer daha yüksek belirtilmiştir.

Bölgede kira değerleri dikkate alınarak arazi değerleri tespit edildiğinde, gelir yöntemine arazi değerleri daha düşük tespit edilmiştir. Araştırma alanında incelenen işletmelere üzerinde tarım yaptıkları arazilerin yaklaşık kira değerleri sorulmuş ve bu

değerler hesaplanan kapitalizasyon oranına bölündüğünde elde edilen arazi değeri kuru araziler için 867 TL/da, sulu araziler için ise 1785 TL/da'dır. Bu değerler gelir yöntemine göre hesaplanan değerlerden oldukça düşüktür. Bunun en önemli nedenleri bölgede kira talebinin fazla yoğun olmaması ve kiralardan kuru

tarla arazilerinde verimlilik düzeylerine göre 12.5 TL/da ile 100 TL/da arasında değişim göstermesi, sulu alanlarda ise, verimlilik düzeyleri ile yetiştirilecek ürüne göre 50 TL/da ile 200 TL/da arasında değişim göstermesidir.

Çizelge 10. İncelenen işletmelerde arazi sahiplerinin arazilerine biçtikleri değer ile gelir değerlerinin karşılaştırılması

Table 10. Comparison of the landowners' value on their lands with their net income values in agricultural farms

Arazi neveleri	Değer beklentisi (TL/da) (1)	Gelir değeri (TL/da) (2)	Fark (2-1)	Oran
Sulu tarla arazisi (Buğday-şekerpancarı- ayçiçeği-buğday)	5303.80	5448.78	144.98	2.66
Kuru tarla arazisi (Buğday-arpa-nohut)	1159.21	1713.82	554.61	32.36

Bölgede kira değerleri dikkate alınarak arazi değerleri tespit edildiğinde, gelir yöntemine kıyasla arazi değerleri daha düşük tespit edilmiştir. Araştırma alanında incelenen işletmelere üzerinde tarım yaptıkları arazilerin yaklaşık kira değerleri sorulmuş ve bu değerler hesaplanan kapitalizasyon oranına bölündüğünde elde edilen arazi değeri kuru araziler için 867 TL/da, sulu araziler için ise 1785 TL/da'dır. Bu değerler gelir yöntemine göre hesaplanan değerlerden oldukça düşüktür. Bunun en önemli nedenleri bölgede kira talebinin fazla yoğun olmaması ve kiralardan kuru tarla arazilerinde verimlilik düzeylerine göre 12.5 TL/da ile 100 TL/da arasında değişim göstermesi, sulu alanlarda ise, verimlilik düzeyleri ile yetiştirilecek ürüne göre 50 TL/da ile 200 TL/da arasında değişim göstermesidir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, Afşin-Elbistan havzasında, tarla arazilerinin kıymet takdirini yapmak amacıyla kapitalizasyon oranı, net gelir ve maliyetler saptanmıştır. Bölgede sulu tarla arazileri için kapitalizasyon oranı %5.76 olarak saptanırken, kuru tarla arazileri için ise %5.21 olarak saptanmıştır. Bölgede uygulanan farklı münavebe sistemlerinin net gelirlerinde önemli farklılıklar olduğu, bu nedenle arazi değerlerinin tespitinde bölgede uygulanan yaygın münavebe sistemlerinin dikkate alınması ve buna göre arazi değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Örneğin en yüksek net gelire sahip olan münavebe sistemiyle en düşük gelire sahip olan münavebe sistemini kullanarak hesaplanacak arazi değerleri arasında %5 ve % 6 kapitalizasyon oranlarına göre yaklaşık olarak sırasıyla 686 TL/da ile 572 TL/da kadar bir fark bulunmaktadır. Dolayısıyla bölgede yaygın olarak uygulanan münavebe sisteminin kullanılması, arazi değerlerinin doğru bir şekilde tespit edilmesini sağlayacak ve herhangi bir haksızlığın önüne geçilmiş olacaktır.

Buğday-şekerpancarı-ayçiçeği münavebe sisteminde tespit edilen çıplak arazi değeri (5448.8 TL/da) bölgede

gerçekleşen alım satım değerlerinin ortalamasına (5666.7 TL/da) oldukça yakın olarak tespit edilmiştir. Bölgede sulu tarla arazileri için uygulanabilecek düşük bir (örneğin %5.0) kapitalizasyon oranı ile yüksek bir kapitalizasyon oranı (örneğin %6.5) arasındaki fark arazi değerinin yaklaşık olarak 2476 TL/da farklı beyan edilmesine neden olabilecektir. Kuru tarla arazilerinde %5.2 kapitalizasyon oranına göre en düşük arazi değeri 913 TL/da ile sadece arpaya yer verilen münavebe sisteminde bulunurken, en yüksek arazi değeri ise 2009 TL/da ile buğday-nohut münavebe sisteminden elde edilmiştir. Bölgede yaygın münavebe sistemi olan buğday-arpa-nohut münavebe sistemi ile buğday-nohut münavebe sisteminde arazi değerleri, bölgede gerçekleşen alım satım fiyatlarından daha yüksek tespit edilmiştir. Tarımsal kıymet takdiri ve kapitalizasyon oranının hesaplanmasıyla bölgede uygulanacak kamulaştırmalarda kamu kurum ve yargı organlarına önemli katkılarda bulunacaktır.

#### Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından desteklenmiş projenin bir bölümünden alınmıştır.

#### Kaynaklar

- Akay, M., Akçay, Y. ve Sayılı, M., 2001. Tokat ili Erbaa ovası tarla arazilerinde kapitalizasyon faiz oranı üzerine bir araştırma. Kooperatifçilik Dergisi, Türk Kooperatifçilik Kurumu Yayını, 131: Ocak-Mart, Ankara
- Aktaş, A.R., 2000. Tokat ili Niksar ovası tarla arazilerinde kapitalizasyon faiz oranının saptanması üzerine bir araştırma. Yüksek lisans tezi (yayımlanmamış). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Tokat.
- Aslan, İ., 2002. Tokat ili Artova ilçesi tarla arazilerinde kapitalizasyon faiz oranının tespiti üzerine bir araştırma. GOÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım

- Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Anonim, 2019. Kamulaştırma kanunu. <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2942.pdf> (Erişim tarihi: 19.08.2019).
- Avcı, İ. ve Akay, M., 2012. Tokat ili Pazar ilçesi tarla arazilerinde kapitalizasyon oranının tespiti. GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 29(1), 65-74.
- Aydın, H. ve Akay, M., 2008. Zile ovası tarla arazilerinde kapitalizasyon oranının tespiti üzerine bir araştırma. GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(1): 23-31.
- Başer, U. ve Kılıç, O., 2016. Arazi fiyatını etkileyen faktörlerin belirlenmesi: (Samsun İli, Ladik İlçesi). Türkiye XII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 25-27 Mayıs, Isparta, Cilt-1, 273-280.
- Başer, U., Kılıç, O., Abacı, H.S. 2019. Arazi fiyatını etkileyen faktörlerin doğrudan ve dolaylı etkilerinin Path Analizi ile belirlenmesi: Samsun ili Ladik ilçesi örneği. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 6(1): 50-56.
- Birinci, A., 1997, Erzurum ve Erzincan illerinde tarla arazilerinin kıymetlerinin takdirinde kullanılan kapitalizasyon faizine etki eden faktörlerin tespiti üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Dağdemir, V., Aşkan, E., Demir, O. ve Tercan, S. 2018. Ağrı ili merkez ilçe tarım arazilerinde kapitalizasyon oranının tespiti. Alinteri J. of Agr. Sci. 33(2): 133-139. Doi: 10.28955/alinterizbd.384530.
- Demircan, V. ve Orhan, E., 1992. Adana ili Seyhan ve Yüreğir ilçeleri kamulaştırma bölgesindeki tarla arazilerinin kıymet taktirinde uygulanabilir kapitalizasyon faiz oranının saptanması. ÇÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 7(2): 115-128.
- Engindeniz, S., 2001. Beydağ baraj göl alanında kalan tarım arazilerinin kamulaştırılmasında kullanılabilecek kapitalizasyon faiz oranının saptanması üzerine bir araştırma. EÜ. Ziraat Fakültesi Derisi, 38(2-3): 95-102.
- Erkuş, A., Bübül, M., Kıral, T., Açıl, A.F., Demirci, R., 1995, Tarım ekonomisi, A.Ü. Zir. Fak. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayın No:5, Ankara, 298 s.
- Gündoğmuş, M.E ve Taşçı, M. 2017. Hünnap (Zizyphus jujube mill.) Bahçelerinde gelir yöntemine göre değerlendirme: Denizli ili Çivril ilçesi örneği. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(02): 42-53.
- Kalkan, M., 2008. Bilirkişi el kitabı. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Teknik Yayınlar Dizisi, No: 6. Ankara.
- Karakayacı, Z., Oğuz, C., 2006. Konya ili Ereğli ilçesi tarım arazileri için kapitalizasyon oranının tespiti. SÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(40): 21-26.
- Keskin, G., 1994. Eskişehir ili tarla arazilerinde ortalama kapitalizasyon faiz oranının bulunması üzerine bir araştırma. AÜZF Tarım Ekonomisi Bölümü Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi, Ankara.
- Keskin, G., 2003. Tarım arazilerinin kamulaştırılmasında değer biçme: Akyar Barajı örneği. Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi (5): 91-107
- Kılıç, O., 2011a. Kamulaştırma davalarında arsa-arazi ayrımı". Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(1): 15-18.
- Kılıç, O., 2011b. Tarım arazisi için kapitalizasyon oranının hesaplanması. Anadolu Tarım Bilim Dergisi, 26(2): 181-187.
- Neupane A., Gustavson, K., 2008. Urban property values and contaminated sites: A Hedonic Analysis of Sydney, Nova Scotia. Journal of Environmental Management, 88: 1212-1220
- Oğuz, C., Ünal, Z., 2004. Konya ili Çumra ilçesi sulu tarım arazilerinde kapitalizasyon faiz oranı tespiti. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(18): 8-16.
- Sayılı, M., Esengün, K., 1996. Tokat ili Kozova yöresi tarla arazilerinde kapitalizasyon faiz oranının saptanması üzerine bir araştırma. GOP Ün. Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(1): 211-133.
- Tanrıvermiş, H., Aliefendioğlu, Y., 2008. Türkiye’de kamulaştırma amaçlı değerlendirme raporlarının değerlendirme teknikleri yönünden analizi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Taşınmaz Geliştirme Anabilim Dalı Yayın No:3, Ankara.
- Tanrıvermiş, H., Akipek, Ş., Bayramın, İ., Gün, A.S., Aliefendioğlu, Y., 2008. Ermenek Barajı ve hidroelektrik santrali projesi kamulaştırma alanındaki arazilerin gelirleri, kapitalizasyon oranları ve birim arazi değerlerinin araştırılması. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Taşınmaz Geliştirme Anabilim Dalı Yayın No:1, Ankara.
- Yalçın, G., Selçuk, O. ve Şentürk, E., 2018. Bursa ili Mustafakemalpaşa ilçesi tarım arazilerinde kapitalizasyon oranının tespiti. AKU J. Sci. Eng.18: 548-560.
- Yamane, T., 1967. Elementary sampling Theory. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.616581

## Prototip bir marul tohumu temizleme ve sınıflandırma makinasının tasarımı ve imalatı

©Cengiz Özarslan<sup>a</sup>, ©Ahmet Fatih Hacıyusufoğlu<sup>b</sup>, ©Taner Akbaş<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup>Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Aydın

<sup>b</sup>Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın Meslek Yüksekokulu, Aydın

\*Sorumlu yazar/corresponding author: [taner@adu.edu.tr](mailto:taner@adu.edu.tr)

Geliş/Received 06/09/2019 Kabul/Accepted 17/02/2020

### ÖZET

Bu proje kapsamında marul tohumu temizleme ve sınıflandırma makinasının tasarım ve imalatı yapılarak laboratuvar koşullarında denemeleri gerçekleştirilmiştir. Denemeler üç tekerrürlü olarak yapılmıştır. Değiştirilebilir eleklerle sahip prototip makine ile 3 farklı elek açıklığında (0.94, 1.22 ve 1.34 mm) ve üç farklı eksantrik devir sayısında (300, 350 ve 400 rpm) gerçekleştirilen denemeler sonucunda, 0.94 mm açıklıktaki elek ve 400 rpm eksantrik devir sayısına sahip çalışma koşulu gerek eleme etkinliği gerekse safiyet yönünden en uygun değerlerde bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda ortaya konulan makina ile küçük işletmeler için kendi ihtiyaçlarını karşılayabilecek kapasiteye sahip, tohumun içerisindeki yabancı maddeleri ayıklayıp marul tohumlarını sınıflandırabilecek prototip bir makina ortaya konulmuştur.

Anahtar Sözcükler:  
Marul tohumu  
Eleme  
Sınıflandırma  
Prototip makina

### Design and manufacturing of a prototype lettuce seed cleaning and classification machine

### ABSTRACT

In this project, a lettuce seed cleaning and classification machine was designed and manufactured and its experiments were carried out under laboratory conditions. The prototype machine with interchangeable sieves was tested in 3 different sieve apertures (0.94, 1.22 and 1.34 mm) and three different eccentric speeds (300, 350 and 400 rpm). As a result of the tests, the operating condition with 0.94 mm sieve apertures and 400 rpm eccentric speed were found to be the most suitable values both in terms of cleaning efficiency and purity. As a result of the study, a prototype machine which separates impurity in the lettuce seeds and with a capacity to meet their own needs for small enterprises was developed.

Keywords:  
Lettuce seed  
Cleaning  
Classification  
Prototype machine

© OMU ANAJAS 2020

Bu çalışma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir. Proje No: ZRF-17021



## 1. Giriş

Latince adı *Lactuca sativa* L. olan marul, yapraklı sebzeler grubunun en önemli sebzelerinden biri olarak kabul edilmekte ve dünya genelinde pek çok ülkede ticari olarak üretimi yapılmaktadır. Özellikle Asya, Avrupa, Kuzey ve Orta Amerika'da önemli bir ticari ürünüdür. Çin, ABD, İspanya, İtalya, Hindistan ve Japonya marul üretimi yapan başlıca ülkelerdendir (Kristkova vd., 2008).

Senelik bir kültür sebzesi olan marulun ülkemizde ise Ege, Marmara ve Akdeniz bölgelerinde ticari olarak üretimi yapılmaktadır. Açık tarla koşullarında üretim yapılabildiği gibi özellikle kış mevsimindeki yüksek fiyatlardan yararlanmak amacıyla sera ve alçak plastik tünellerde de marul üretimi yapılmaktadır. 2-3 ay gibi kısa bir üretim dönemine sahip olan marul, ülkemizde genellikle ikinci veya üçüncü ürün olarak ana sebze üretiminin ön veya arkasından yapılmaktadır.

Marul tohumları çeşit ve yetiştirme bölgelerine bağlı olarak çok az değişiklik göstermektedir (Şekil 1). Genelde yassı ve uzunluğuna oluklu, uç tarafı çıkıntılı olan marul tohumları 3-6 mm uzunluğunda 0.8-1.0 mm genişliğinde ve 0.3-0.6 mm kalınlığındadır. Tohum rengi ise kirli beyaz, sarı, krem, kahverengi ve siyaha yakın olabilmektedir. Tohumların bin dane ağırlığı 0.8-1.2 g'dır.

Marullarda tohum verimi, çeşit, sıra arası ve sıra üzeri mesafeleri ile bakım koşullarına göre değişmektedir. Optimum bakım koşullarında bir dekar alandan 50-75 kg tohum elde edilmektedir (Anonim, 2011).



Şekil 1. Olgunlaşmış marul tohumları (Anonim, 2011)

Figure 1. Ripe lettuce seeds (Anonymous, 2011)

Hasat, taşıma veya nakliye sırasında yabancı maddeler esas ürün ile karışabilmektedir. Karışım içerisinde yer alan bu istenmeyen materyallerin önemli ölçüde azaltılması veya tamamen kaldırılması ürünün pazar değerinin artırılması için çok önemlidir (Okunola vd., 2015).

Marul tohumu üretiminde yabancı otlar ciddi bir zarara sebep olmaktadır. Çünkü yabancı ot tohumlarını

marul tohumlarından ayırabilmek oldukça güçtür ve bu durum ürünün pazarlanabilme özelliğini olumsuz etkilemektedir (Anonim, 2018).

Karışım halindeki materyallerden esas ürün tohumunu elde edebilmek temizleme ve ayırma işlemlerini de kapsayan bir dizi teknolojik işlem ile mümkün olmaktadır. Ana ürün içerisindeki istenmeyen yabancı materyalin karışımından ayrılması özellikle tahıl ve yem endüstrilerinde uygulanan işlemlerden biridir. Temizleme ve ayırma işleminin verimliliği ürün kalitesini önemli derecede etkilemektedir (Panasiewicz vd., 2008).

Hasat ve harman işlemleri sonucunda elde edilen ürün içerisinde yer alan yabancı materyallerin ayrılmasında ve esas ürün tanelerinin sınıflandırılmasında belirgin ayırıcı karakteristik özelliklerden yararlanılmaktadır. Her bir tanenin yüzey özellikleri, iç ve biyolojik yapısı diğer bir taneden farklı olabilmektedir ve bu farklılıkların fazla olması ayırma işleminin başarısını artırmaktadır.

Yabancı materyallerin esas üründen ayrılması ve sınıflandırılmasında genel olarak fiziksel özelliklerden yararlanılmakta ve temizleme işlemlerinde geometrik ve aerodinamik özellikler öncelikle tercih edilmektedir (Yağcıoğlu, 1996).

Tohum temizleme işlemlerinde, pnömatik ayırıcılar ve elek düzenleri kullanılmaktadır. Ticari anlamda birçok temizleme makinesi, bu temizleme yöntemlerinden birden fazlasını içermektedir. Bu yöntemleri en iyi şekilde kullanabilmek için hem esas ürün hem de yabancı materyalin geometrik ve aerodinamik özelliklerini bilmek faydalı olmaktadır (Hauhouot-O'Hara vd., 2000).

Harman işlemi sonucunda elde edilen marul tohumu içerisinde farklı fiziksel özelliklere sahip yabancı materyaller bulunmaktadır (Şekil 2). Marul yetiştiriciliğinde ekim ve bakım faaliyetleri açısından safiyeti yüksek tohumluğun kullanılması büyük önem taşımaktadır. Yüksek safiyette tohum kullanıldığında ekimin kalitesi artmaktadır. Hem mekanik hem de kimyasal mücadelesi oldukça zor olan yabancı otların ekim ile beraber yaygınlaşması önlenmekte ve bakım işlemleri kolaylaşmaktadır. Bu nedenlerden dolayı marul tohumunun istenmeyen her türlü yabancı maddeden temizlenmesi büyük önem arz etmektedir.



Şekil 2. Marul tohumu ve yabancı madde karışımı

Figure 2. Mix of lettuce seeds and foreign materails

### 1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada yabancı materyallerle karışım halinde bulunan marul tohumlarının bazı fiziksel özellikleri belirlenerek uygun bir eleme işleminin yapılabilmesi için gerekli olan elek düzeninin imalatının ve fonksiyonellik denemelerinin yapılması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal

Çalışmada Duna (*Lactuca Sativa* L. Duna) çeşidi marul tohumu yerli bir tohum firmasından temin edilmiştir. Öncelikle tohumlar başlangıçtaki safiyetinin belirlenmesi için içerisindeki yabancı materyaller elle ayrılmıştır.

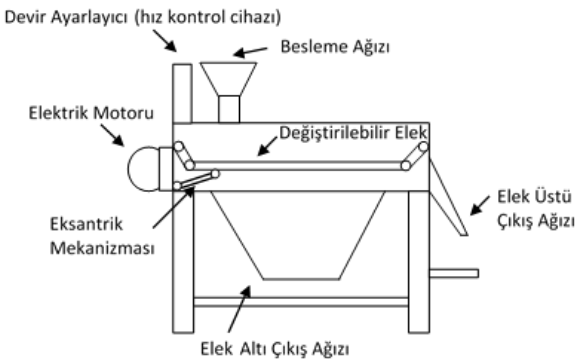
Marul tohumlarının nem içeriğinin belirlenmesi için temiz marul tohumundan hazırlanan 5 örnek 105 °C sıcaklıktaki etüvde 24 saat bekletilmiştir. Daha sonra örnekler tekrar tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiş ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla kuru baza göre nem içeriği hesaplanmıştır:

$$Nem (\%) = \frac{W_0 - W}{W} * 100 \quad (1)$$

Eşitlikte  $W_0$  yaş ürün ağırlığı (g) ve  $W$  kuru ürün ağırlığıdır (g).

Marul tohumlarının uzunluk, genişlik, projeksiyon alanı ve yuvarlaklığın belirlenebilmesi için karışım içerisinde rastgele seçilen 500 tane marul tohumunun 1 cm<sup>2</sup>'lik kalibrasyon yüzeyleriyle beraber fotoğrafları çekilmiştir. Daha sonra bu görüntüler bilgisayara aktarılmış ve Image Tool 3.0 görüntü işleme programı kullanılarak analiz edilmiştir (Saraçoğlu ve Özarslan, 2012). Marul tohumlarının kalınlıklarının ve yabancı materyallerin boyut ölçümleri manuel gerçekleştirilmiş olup ölçüm için 0.001 mm hassasiyete sahip dijital mikrometre kullanılmıştır.

Tasarımı ve imalatı gerçekleştirilen prototip makine; elektrik motoru, hız kontrol cihazı, eksantrik mekanizması, elek ve çatıdan oluşmaktadır (Şekil 3, Şekil 4).



Şekil 3. Prototip marul eleme makinası şematik gösterim

Figure 3. Schematic view of lettuce sieving machine



Şekil 4. Prototip makinanın genel görünüşü

Figure 4. General view of the prototype machine

Prototip makinada kullanılan elektrik motoruna (Şekil 5) ait teknik özellikler Çizelge 1'de sunulmuştur.



Şekil 5. Elektrik motoru

Figure 5. Electric motor

Çizelge 1. Elektrik motoruna ait teknik özellikleri

Table 1. Technical features of electric motor

V	Hz	A	kW	Cos φ	min <sup>-1</sup>
220	50	1.6	0.25	0.70	1380
380	50	0.9	0.25	0.70	1380
460	50	0.9	0.30	0.67	1656

Elektrik motoru devir sayısının ayarlanmasında kullanılan hız kontrol cihazına (Şekil 6) ait teknik özellikler Çizelge 2’de verilmiştir.



Şekil 6. Hız kontrol cihazı

Figure 6. Speed controller

Çizelge 2. Hız kontrol cihazına ait teknik özellikler

Table 2. Technical specifications of the speed controller

Boyutlar (mm)	160 × 145 × 79
Hız kontrol cihazı özellikleri	V/f kontrol
	0.40–1.5 kW güç aralığı (monofaze besleme)
	0.1–400 Hz çıkış frekansı
	5 dijit 7 segment led ekran
	Dâhili frenleme ünitesi
	DC frenleme özelliği
	Ayarlanabilir V/f eğrisi seçimi
	Motor koruma fonksiyonları
	Geniş gövde soğutma yüzeyi
	IP20 koruma sınıfı

Prototip makine üzerinde farklı özelliklere sahip üç adet tel örme elek kullanılmıştır. Kullanılan eleklerle ait teknik özellikler Çizelge 3’te verilmiştir.

Çizelge 3. Çalışmada kullanılan eleklerle ait teknik özellikleri

Table 3. Technical properties of sieves used in the study

Elek Numarası	Mesh	Açıklık (mm)	Tel Çapı (mm)
1	20	0.94	0.30
2	16	1.22	0.37
3	14	1.34	0.47

Denemelere başlamadan önce materyalden 100 g’lık üçer numune alınmış ve tane ile yabancı materyaller (taş, sap, yabancı ot tohumu) elle ayrılarak başlangıçtaki safiyet aşağıdaki eşitlikten belirlenmiştir (Sattar vd., 2015).

$$\eta_b = \frac{G_y}{G_o} * 100 \quad (2)$$

Eşitlikte  $\eta_b$  başlangıçtaki safiyet (%),  $G_y$  ayıklanan yabancı materyal ağırlığı (g) ve  $G_o$  toplam örnek ağırlığıdır (tane+yabancı materyal) (g).

Denemeler, her bir elek numarası için üç farklı eksantrik devrinde (300, 350 ve 400 rpm) üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Her denemede 1000 g deneme materyali kullanılmıştır. Elek üzerinde materyal bitene kadar makine çalıştırılmış ve süre ölçümü yapılmıştır. Deneme sonunda elek altı ve elek üstü çıkış ağızından çıkan materyaller toplanmış ve tartılmıştır. Ayrıca her bir tekerrürden numuneler alınarak tane ve yabancı materyaller elle ayrılmıştır. Ayrılan bu materyallerden eleme etkinliği, safiyet ve temizleme kaybı ile çimlenme oranı değerleri elde edilmiştir. Elde edilen değerlere uygulanan istatistiksel analizler varyans analizi (ANOVA) kullanılarak yapılmıştır. Elek numarasının ve eksantrik devir sayısının, eleme etkinliği, safiyet ve eleme kapasitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma analizi yapılmıştır.

### 2.1. Denemelerde Kullanılan Ölçüm Araçları

Denemeler sırasında zaman ölçümlerini yapmak amacıyla dijital bir kronometre kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan materyalin tartılmasında maksimum kapasitesi 8100 g olan ve 0.1 g duyarlılıkta ölçüm yapabilen elektronik bir hassas terazi (Precisa BJ 8100D) kullanılmıştır. Marul tohumlarının ve yabancı materyalin boyut özelliklerinin belirlenmesinde 0-25 mm ölçüm aralığına sahip, 0.001 mm hassasiyete sahip, LCD ekranlı bir dijital mikrometre (Mitutoyo 293-230-30) kullanılmıştır.

### 2.2. Eleme Etkinliğinin Belirlenmesi

Eleğin eleme etkinliği aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Sattar vd., 2015):

$$E_t = \frac{G_a}{G_b} * 100 \quad (3)$$

Eşitlikte  $E_t$  eleğin eleme etkinliği (%),  $G_a$  eleğin altından ayrılan materyal içindeki tane ağırlığı (g) ve  $G_b$  beslemedeki toplam tane ağırlığıdır (g).

### 2.3. Safiyetin Belirlenmesi

Elekten elde edilen temiz tanenin safiyeti aşağıdaki eşitlik yoluyla hesaplanmıştır (Simonyan, ve Yiljep, 2008):

$$\eta_s = \frac{G_a}{G_t} * 100 \quad (4)$$

Eşitlikte  $\eta_s$  eleğin safiyeti (%) ve  $G_t$  eleğin altından ayrılan toplam materyal ağırlığıdır (g).

#### 2.4. Temizleme Kaybının Belirlenmesi

Eleğin temizleme kaybı aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Simonyan, ve Yiljep, 2008):

$$K_t = \frac{G_{\bar{u}}}{G_b} * 100 \quad (5)$$

Eşitlikte  $K_t$  eleğin temizleme kaybı (%) ve  $G_{\bar{u}}$  eleğin üstünden ayrılan materyal içindeki tane ağırlığıdır (g).

#### 2.5. Çimlenme Oranının Belirlenmesi

Çimlenme testi için 100'er adet tohum üç tekerrürlü olarak, önceden ıslatılmış çimlenme kağıdına konularak 25 °C'de bir çimlendirme kabinine yerleştirilmiştir. 7 gün sonra normal olarak filizlenen tohumların sayısı belirlenmiştir. Çimlenme oranı (ÇO) aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (Kumar vd., 2012).

$$\text{ÇO} = \frac{\text{Toplam çimlenen tohum sayısı}}{\text{Çimlenmede kullanılan toplam tohum sayısı}} \cdot 100 \quad (6)$$

### 3. Araştırma Bulguları ve Tartışma

Marul tohumlarının kuru baza göre ortalama nem içeriği %8.09, başlangıçtaki safiyet %90.16 ve çimlenme oranı değeri %70.5 olarak elde edilmiştir. Tohum ve yabancı materyallere ait yapılan boyut ölçüm sonuçları Çizelge 4-5'de verilmiştir.

Çizelge 4. Marul tohumlarına ait boyut özellikleri (ort±SS)

Table 4. Dimension properties of lettuce seeds (mean±SD)

Tohumlar	Ortalama
Uzunluk (mm)	2.84±0.28
Genişlik (mm)	1.05±0.11
Kalınlık (mm)	0.34±0.05
Projeksiyon Alanı (mm <sup>2</sup> )	2.24±0.32
Yuvarlaklık	0.61±0.07

Çizelge 5. Yabancı materyallere ait ortalama boyut özellikleri

Table 5. Mean dimensions of foreign materials

Uzunluk (mm)	Genişlik (mm)	Kalınlık (mm)
4.26	1.28	0.86

#### 3.1. Laboratuvar Koşullarında Yapılan Denemelere İlişkin Bulgular

Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen denemeler sonucunda eksantrik devir sayısına bağlı olarak eleme etkinliği, safiyet ve temizleme kaybı değerleri Şekil 7-9'da sunulmuştur.

Şekil 7 incelendiğinde, 300 rpm eksantrik devir sayısı için en yüksek safiyet değerine (%98.00) 3 numaralı ekte ulaşılrken en yüksek eleme etkinliği (%79.51) 2 numaralı ekte gerçekleştirilmiştir. Benzer şekilde en düşük temizleme kaybı değeri de (%20.49) 2 numaralı ekte olmuştur.

Şekil 8 incelendiğinde, 350 rpm eksantrik devir sayısı için en yüksek safiyet (%98.77) ve eleme etkinliği (%84.98) değerine 2 numaralı ekte ulaşıldığı görülmektedir. Aynı şekilde en düşük temizleme kaybı değeri de (%15.02) 2 numaralı ekte gerçekleştirilmiştir.

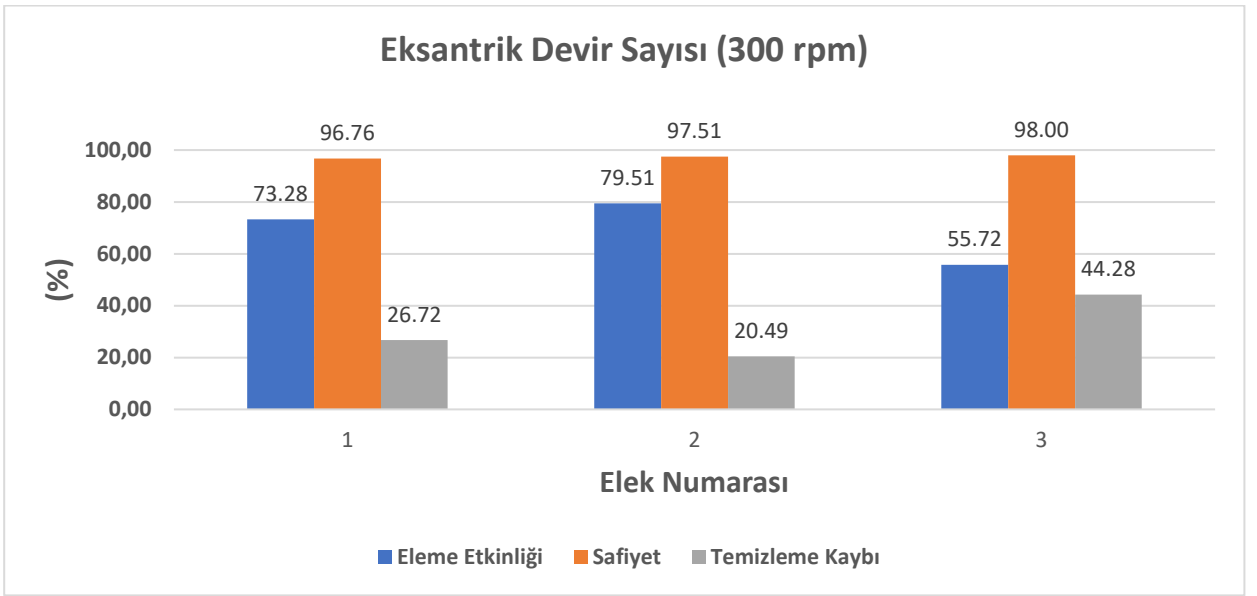
Şekil 9 incelendiğinde, 400 rpm eksantrik devir sayısı için en yüksek safiyet değerine (%98.33) 2 numaralı ekte ulaşılrken en yüksek eleme etkinliği (%93.26) 1 numaralı ekte gerçekleştirilmiştir. Benzer şekilde en düşük temizleme kaybı değeri de (%6.74) 1 numaralı ekte olmuştur.

Denemeler sonucunda eksantrik devir sayısı ve elek numarasına bağlı olarak eleme kapasitesi değerleri Şekil 10'da verilmiştir. Şekil 10 incelendiğinde, en yüksek eleme kapasitesi değerlerine 3 numaralı elek (69.37 ve 63.95 kg h<sup>-1</sup>) ile 400 ve 350 rpm eksantrik devir sayılarında ulaşılrken bunu 400 rpm eksantrik devir sayısı ile 2 numaralı elek takip etmiştir (%62.78). 400 rpm devir sayısında 1 numaralı elek de bunlara yakın performans sergilemiştir (%62.22).

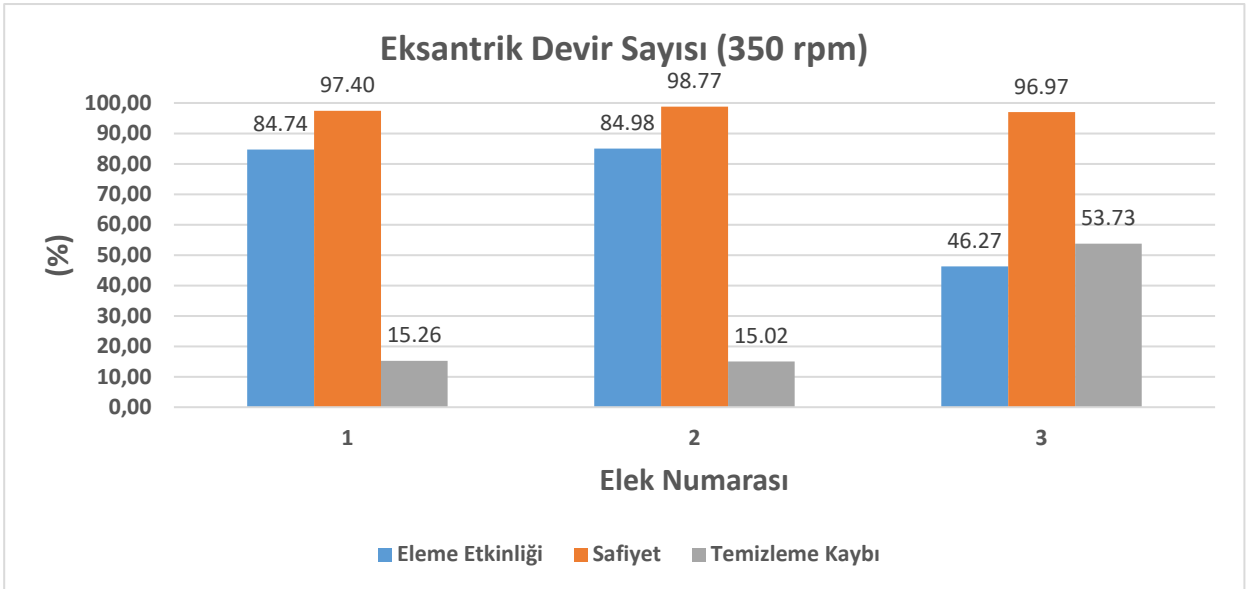
#### 3.2. İstatistiksel Analiz Sonuçları

İstatistiksel analizlerde kullanılan bağımsız değişkenler ve seviyeleri Çizelge 6'da verilmiştir.

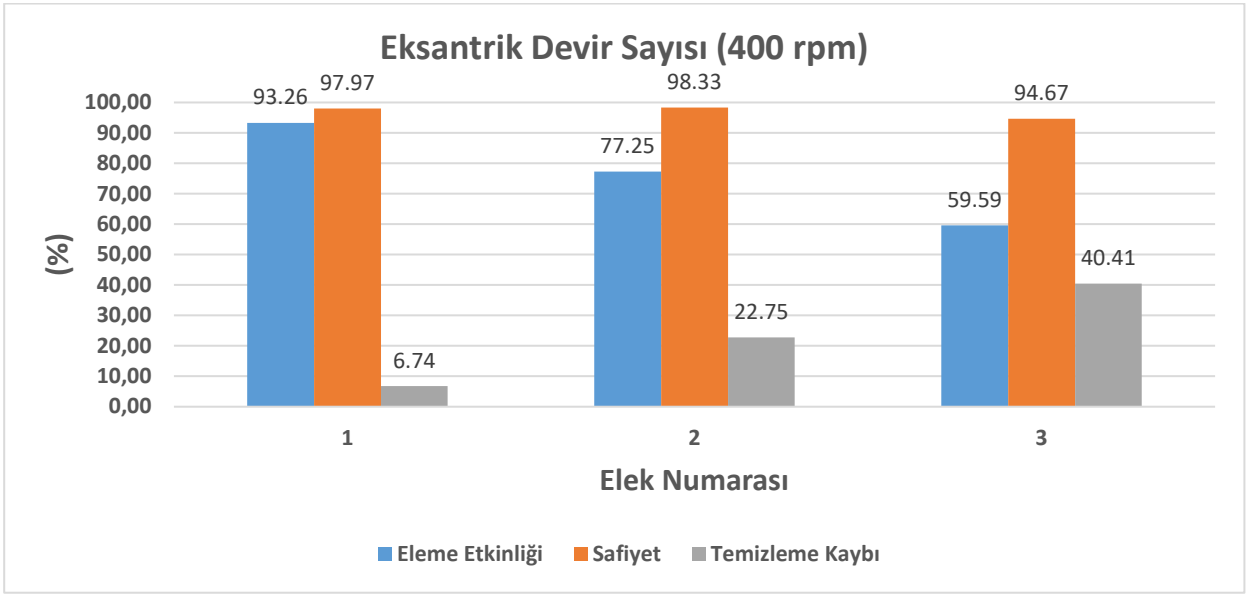




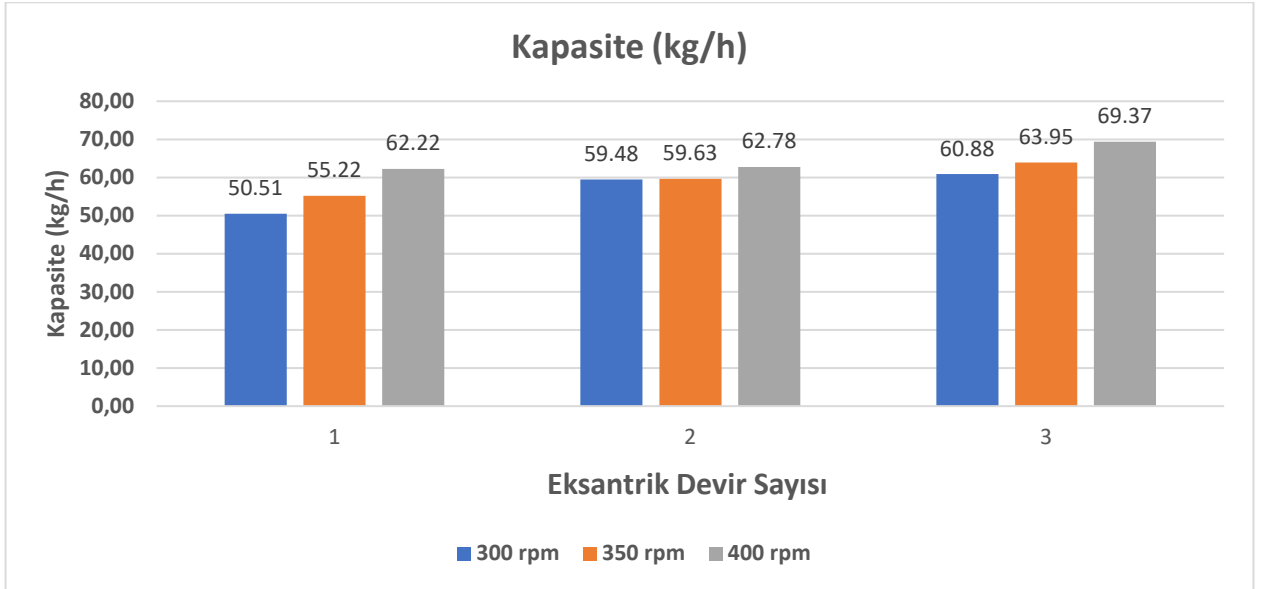
Şekil 7. 300 rpm eksantrik devir sayısı için eleme etkinliği, safiyet ve temizleme kaybı değerleri  
 Figure 7. Sieving efficiency, purity and sieving loss values for 300 rpm eccentric speed



Şekil 8. 350 rpm eksantrik devir sayısı için eleme etkinliği, safiyet ve temizleme kaybı değerleri  
 Figure 8. Sieving efficiency, purity and sieving loss values for 350 rpm eccentric speed



Şekil 9. 400 rpm eksantrik devir sayısı için eleme etkinliği, safiyet ve temizleme kaybı değerleri  
 Figure 9. Sieving efficiency, purity and sieving loss values for 400 rpm eccentric speed



Şekil 10. Eksantrik devir sayısı ve elek numarasına bağlı olarak eleme kapasitesi ( $\text{kg h}^{-1}$ )  
 Figure 10. Sieving capacity depending on eccentric speed and sieve number ( $\text{kg h}^{-1}$ )

## Çizelge 6. Denemelerde yer alan bağımsız değişkenler ve seviyeleri

Table 6. Independent variables and their levels in experiments

Bağımsız Değişkenler	Seviyeler
Elek Numarası	1
	2
	3
Eksantrik Devir Sayısı (rpm)	300
	350
	400

Çizelge 7'deki varyans analizi sonuçlarına bakıldığında bağımlı değişken olan eleme etkinliği değerleri için yapılan varyans analizinde elek numarası

ile eksantrik devir sayısının eleme etkinliği üzerindeki etkilerinin ve elek numarası \* eksantrik devir sayısı interaksyonunun önemli olduğu görülmektedir ( $p < 0.05$ ).

## Çizelge 7. Eleme etkinliğinin varyans analizi sonuçları

Table 7. Variance analysis results of sieving efficiency

Varyasyon Katsayıları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Derecesi
Elek Numarası	4951.031	2	2475.515	139.477	0.000
Eksantrik Devir Sayısı	248.474	2	124.237	7.000	0.005
Elek Numarası * Eksantrik Devir Sayısı	783.715	4	195.929	11.039	0.000
Error	337.223	19	17.749		

$R^2 = 0.945$  (Düzeltilmiş  $R^2 = 0.922$ )

Çizelge 8 incelendiğinde varyans analizi sonuçlarına göre bağımlı değişken olan safiyet için yapılan varyans analizinde elek numarasının ve

elek numarası \* eksantrik devir sayısı interaksyonunun safiyet üzerindeki etkisinin önemli, eksantrik devir sayısının ise önemsiz olduğu görülmektedir ( $p < 0.05$ ).

## Çizelge 8. Safiyetin varyans analizi sonuçları

Table 8. Variance analysis results of purity

Varyasyon Katsayıları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Derecesi
Elek Numarası	12.334	2	6.167	4.552	0.024
Eksantrik Devir Sayısı	2.414	2	1.207	.891	0.427
Elek Numarası * Eksantrik Devir Sayısı	20.134	4	5.034	3.715	0.021
Error	25.740	19	1.355		

$R^2 = 0.575$  (Düzeltilmiş  $R^2 = 0.397$ )

Çizelge 9'daki varyans analizi sonuçlarına göre bağımlı değişken olan eleme kapasitesi değerleri için yapılan varyans analizinde elek numarası ile eksantrik devir

sayısının eleme kapasitesi üzerindeki etkilerinin önemli, elek numarası \* eksantrik devir sayısı interaksyonunun ise önemsiz olduğu görülmektedir ( $p < 0.05$ ).

Çizelge 9. Eleme kapasitesinin varyans analizi sonuçları

Çizelge 9. Elek kapasitesinin varyans analizi sonuçları

Table 9. Variance analysis results of sieving capacity

Varyasyon Katsayıları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Derecesi
Elek Numarası	360.638	2	180.319	25.462	0.000
Eksantrik Devir Sayısı	295.483	2	147.741	20.862	0.000
Elek Numarası * Eksantrik Devir Sayısı	57.504	4	14.376	2.030	0.131
Error	134.554	19	7.082		

$R^2 = 0.853$  (Düzeltilmiş  $R^2 = 0.791$ )

Çizelge 10 incelendiğinde eleme etkinliği değeri 1 ve 2 numaralı elekte benzer şekilde en yüksek (%83.76 ve %80.58), 3 numaralı elekte ise en düşük (%53.86) olarak belirlenmiştir. 400 rpm eksantrik devir sayısı değeri en yüksek eleme etkinliğini (%76.70) vermişken, 300 ve 350 rpm eksantrik devir sayısı değerleri benzer şekilde en düşük etkinlik değerlerine (%69.88 ve %72.00) sahiptir.

Eleme işlemi sonucundaki safiyet 2 numaralı elekte çalışmada en yüksek değere (%98.20) sahipken, en düşük değere (%96.55) 3 numaralı elekte ulaşılmıştır.

1 numaralı eleğe ait safiyet değerleri ise bu iki eleğe benzer ve bunların arasındadır. Safiyet değeri üzerine eksantrik devir sayıları incelendiğinde her üç değerinde benzer olduğu görülmektedir.

Sistemin eleme kapasitesi değerleri incelendiğinde en yüksek değerlere 3 numaralı elekte (64.73 kg h<sup>-1</sup>) ve 400 rpm eksantrik devir sayısında (64.79 kg h<sup>-1</sup>) ulaşılmışken, en düşük değerler ise 1 numaralı elekte (55.98 kg h<sup>-1</sup>) ve 300 rpm eksantrik devir sayısında (56.31 kg h<sup>-1</sup>) elde edilmiştir.

Çizelge 10. Elek numarası ve eksantrik devir sayısına dayalı eleme etkinliği, safiyet ve eleme kapasitesinin Duncan gruplandırması

Table 10. Duncan grouping of sieving efficiency, purity and sieving capacity based on sieve number and eccentric speed

		Eleme Etkinliği (%)	Safiyet (%)	Eleme Kapasitesi (kg h <sup>-1</sup> )
Elek Numarası	1	83.76 <sup>a</sup>	97.38 <sup>ab</sup>	55.98 <sup>a</sup>
	2	80.58 <sup>a</sup>	98.20 <sup>b</sup>	60.63 <sup>c</sup>
	3	53.86 <sup>b</sup>	96.55 <sup>a</sup>	64.73 <sup>b</sup>
Eksantrik Devir Sayısı (rpm)	300	69.88 <sup>a</sup>	97.36 <sup>a</sup>	56.31 <sup>a</sup>
	350	72.00 <sup>a</sup>	97.72 <sup>a</sup>	59.60 <sup>b</sup>
	400	76.70 <sup>b</sup>	96.99 <sup>a</sup>	64.79 <sup>c</sup>

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, tasarım ve imalatı yapılan marul tohumu temizleme ve sınıflandırma makinası prototipinin laboratuvar performansı belirlenmeye çalışılmıştır. Makinanın laboratuvar performansının tespitinde, eksantrik devir sayısı ve elek numarasına bağlı olarak eleme etkinliği, safiyet ve temizleme kaybı değerleri belirlenerek, bu değerlerin istatistiki olarak önem dereceleri ortaya konulmuştur.

Çalışmanın sonuçları incelendiğinde, 1 numaralı elek ve 400 rpm eksantrik devir sayısı (1-400) ile çalışma koşulunda, eleme etkinliğinin en yüksek değere (%93.26) ulaştığı görülmektedir. 2 numaralı elek ve 350 rpm eksantrik devir sayısı (2-350) ile çalışma koşulunda ise safiyet en büyük değere (%98.77) ulaşılmıştır. Ancak 2-

350 çalışma koşulunda tohum kaybı %15.02'lik yüksek bir değere sahiptir. Ayrıca 1-400 koşulunda elde edilen safiyet değeri (%97.97) 2-350 koşulunda elde edilen değere (%98.77) oldukça yakındır. Bu değer, çalışmada kullanılan materyalin başlangıçtaki safiyet değerine (%90.16) göre %8.7 oranında daha yüksek olmuştur.

Eleme sisteminin birim zamanda işlediği materyal olan kapasite yönünden sonuçlar irdelendiğinde; elek açıklığı en büyük olan 3 numaralı elek (1.34 mm) ve en yüksek eksantrik devir sayısına sahip (400 rpm) çalışma koşullarında en büyük kapasiteye (69.37 kg h<sup>-1</sup>) ulaşılmıştır.

Dolayısıyla, 1 numaralı elek ve 400 rpm eksantrik devir sayısına (1-400) sahip çalışma koşulu gerek eleme etkinliği gerekse safiyet yönünden optimum sonuçlara sahiptir. Bu çalışma koşulunda elde edilen kapasite

değeri de (62.22 kg h<sup>-1</sup>) en yüksek kapasite değerine (69.37 kg h<sup>-1</sup>) yakın bulunmuştur.

### Teşekkür

ZRF-17021 nolu Bilimsel Araştırma Projesine destek veren Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu'na teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Anonim, 2011. Bileşik çiçekli sebzeler yetiştiriciliği. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- Anonim 2018. [https://cals.arizona.edu/fps/sites/cals.arizona.edu/fps/files/cotw/Lettuce\\_Seed.pdf](https://cals.arizona.edu/fps/sites/cals.arizona.edu/fps/files/cotw/Lettuce_Seed.pdf). (Erişim Tarihi: 18.07.2018).
- Hauhout-O'Hara, M., Criner B.R., Brusewitz G.H., Solie, J.B. 2000. Selected Physical Characteristics and Aerodynamic Properties of Cheat Seed For Separation From Wheat. *Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development*, 2: 1-14.
- Kristkova, E., Dolezalova, I., Lebeda, A., Vinter, V., Novotna, A. 2008. Description of Morphological Characters of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Genetic Resources. *Horticultural Science (Prague)*, 35: 113-129.
- Kumar, B., Verma, S.K., Ram, G., Singh, H.P., 2012. Temperature Relations for Seed Germination Potential and Seedling Vigor in Palmarosa (*Cymbopogon martinii*), *Journal of Crop Improvement*, 26:791–801.
- Okunola, A.A., Igbeka, J.C., Arisoyin, A.G. 2015. Development And Evaluation Of A Cereal Cleaner. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology*, 2: 1587-1592.
- Panasiewicz, M., Zawislak, K., Kusinska, E., Sobczak, P. 2008. Purification and Separation of Loose Materials in a Pneumatic System with Vertical Air Stream. *Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture*, 8: 171-176.
- Saraçoğlu, T., Özarlan, C. 2012. Moisture-Dependent Geometric, Frictional and Mechanical Properties of Cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata) Seeds. *Philippine Agricultural Scientist*, 95(1): 53-63.
- Sattar, M., Din, M., Ali, M., Ali, L., Waqar, M.Q., Ali, M.A., Khalid, L. 2015. Grain Losses of Wheat as Affected by Different Harvesting and Threshing Techniques, *International Journal of Research in Agriculture and Forestry*, 2 (6):20-26
- Simonyan, K.J. and Yiljep, Y.D. 2008. Investigating Grain Separation and Cleaning Efficiency Distribution of a Conventional Stationary Rasp-bar Sorghum Thresher, *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*. 10:1-13
- Yağcıoğlu, A. 1996. Ürün işleme tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir.





**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.627547

**Farklı çevrelerde yetiştirilen yazlık ekmeklik buğday genotiplerinin tane verimi ve kalite özellikleri yönünden incelenmesi**

Önder Albayrak<sup>a\*</sup>, Ferhat Kızılgöçü<sup>b</sup>, Mehmet Yıldırım<sup>a</sup>, Cuma Akıncı<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır

<sup>b</sup>Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Mardin

\*Sorumlu yazar/corresponding author: [ondera@dicle.edu.tr](mailto:ondera@dicle.edu.tr)

Geliş/Received 01/10/2019 Kabul/Accepted 13/03/2020

**ÖZET**

İnsan beslenmesinde önemli bir role sahip olan buğdayın yüksek tane verimi yanında kalite özelliğine de sahip olması istenilmektedir. Bu çalışma, tane verimi ve kalite özellikleri yönünden üstün performans gösteren yazlık ekmeklik buğday ileri hatlarının belirlenmesi amacıyla 2012-2013 yetiştirme sezonunda Diyarbakır ve Mardin lokasyonlarında yağışa dayalı şartlarda yürütülmüştür. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. İncelenen tüm özelliklerde genotip, lokasyon ve genotip x lokasyon etkileşimleri parametrelerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre tane verimi 341.46-511.67 kg da<sup>-1</sup> bin tane ağırlığı 37.40-45.99 g, hektolitre ağırlığı 80.18-82.33 kg, klorofil içeriği 44.1-47.4, tanede protein içeriği %12.42-14.75, nişasta içeriği %64.90-65.81 ve yaş gluten içeriği %25.56-28.64 değerleri arasında değişim göstermiştir. İslah çalışmalarında başarıyı artırmak ve olumsuz sonuçlarla karşılaşmamak için lokasyon denemelerinden önce erken-geç ekim ve sulukuru koşullarda deneme gibi farklı çevre şartları oluşturularak ileri hatlardaki genotipik farklılıkların ortaya çıkarılmasının faydalı olacağı kanısına varılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:**  
Buğday  
Protein içeriği  
Yaş gluten  
Nişasta  
SPAD değeri

**Investigation of grain yield and quality traits of spring bread wheat genotypes grown in different environment**

**ABSTRACT**

Wheat, which has an important role in human nutrition, is expected to have high quality as well as high grain yield. This study was carried out in order to determine the spring bread wheat advanced lines that show superior performance in terms of grain yield and quality characteristics in rainfed conditions of Diyarbakir and Mardin locations in the 2012-2013 growing season. The study was established as a randomized complete block design with 4 replications. Significant differences were determined in the parameters of genotype, location and genotype x location interactions. According to the results obtained from the research; the trait ranges are 341.46-511.67 kg ha<sup>-1</sup> for grain yield, 37.40-45.99 g for thousand kernel weight, 80.18-82.33 kg hl<sup>-1</sup> for test weight, 44.1-47.4 for chlorophyll content, 12.42-14.75% for grain protein content, 64.90- 65.81% for grain starch content and 25.56%-28.64% for wet gluten content. In order to increase the success in breeding studies, it was concluded that it would be beneficial to reveal the genotypic differences in advanced lines by early-late sowing and under dry-land and irrigated conditions before the location trials. In order to increase success in breeding studies, it was concluded that it would be beneficial to reveal genotypic differences in advanced lines by creating different environmental conditions such as early-late sowing and testing in well-water and water stress before location attempts.

**Keywords:**  
Wheat  
Protein content  
Wet gluten  
Starch  
SPAD value

## 1. Giriş

Buğday türleri (*Triticum spp.*), dünya genelinde tarımsal faaliyet gösterilen alanlarda yetiştiriciliği yapılan önemli bir serin iklim tahıllıdır. Buğday türleri içerisinde dünyada ve ülkemizde en fazla ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) türü yetiştirilmektedir. Bu bitki, insanlığı için uzun yıllardan beri en temel enerji ve protein kaynağı olma özelliğini taşımakta ve yaklaşık olarak günlük tüketilmesi gereken kalorinin % 20'sini karşılayarak dünya nüfusunu beslemektedir (Braun et al., 2010; Olgun ve ark., 2013). Günümüzde, Dünya nüfusunun hızlı bir şekilde artış göstermesi ve bu artışın düzenli olarak devam edecek olması öngörüsü, beraberinde buğday üretiminin artırılması, ekim alanlarının genişletilmesi ve verim artışı sağlanması şartlarını getirmektedir (Rosegrant, 1995). Ülkemizde bugüne kadar sürdürülen ıslah çalışmalarının temel amacı verimi arttırmak olmuştur, ancak elde edilen ürün miktarı kadar bu ürünün kalitesinin de yükseltilmesi ekonomik kullanım açısından büyük önem arz etmekte ve buğday tanesinin içeriği buğdayın son kullanım amacını belirlemede önemli unsur olmaktadır. Birçok bitkide olduğu gibi buğday bitkisinde de verim ve kalitenin, kantitatif özelliğe sahip olmasından ötürü büyük oranda çevre ve yetiştirme koşullarından etkilendiği ve bu sebeple seçilen genotiplerin verim ve kalite kriterleri bakımından yüksek performans gösterebilmesi için en iyi koşulları sağlayabilecek kapasiteye sahip tarım alanlarında yetiştirilmeleri gerektiği birçok araştırmacı tarafından kabul görmektedir (Bilgin ve Korkut, 2005; Kendal ve Doğan, 2013). Buğday yetiştiriciliği yapılan alanlarda toprak yapısı, iklim koşulları, yağış miktarı, toprağın verimlilik kapasitesi, gübre kullanım etkinliği, genotiplerin bölge koşullarına adapte olabilmeye kabiliyetleri (abiyotik stres faktörleri), hastalık oluşturan etmenler ve zararlılar (biyotik stres faktörleri) verimlilik üzerinde etkili olan en önemli faktörlerdir (Mut ve ark., 2005; Kızılgöçü ve

ark., 2017). Bu faktörlere uyum büyük oranda çevre koşullarındaki değişimlere ayak uydurabilen yeni buğday genotiplerinin ortaya çıkmasını sağlayacak çalışmaların yapılmasını zorunlu hale getirmektedir. Türkiye’de yüksek verimli, bazı özellikler yönünden dayanıklı, stabil ve kaliteli ekmeklik buğday çeşitleri geliştirilmiş olmakla birlikte sayıları çok sınırlıdır. Bu nedenle yüksek verim ve kaliteye sahip çeşit geliştirme faaliyetlerinin artırılması gerekmektedir. Bu çalışmada Diyarbakır ve Mardin lokasyonlarında yağışa dayalı şartlarda yetiştirilen bazı yazlık ekmeklik buğday genotiplerinin verim ve kalite kriterleri yönünden incelenmesi ve bölge koşullarına uygunluğu araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Bitki materyalleri ve yetiştirme koşulları

Araştırmada Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü’nde geliştirilen 3 adet ileri kademede yazlık ekmeklik buğday hattı (6DZT-03, 6DZT-18 ve 6DZT-19) ve bölgede yaygın olarak kullanılan kışlık tabiatlı Pehlivan ve yazlık tabiatlı Cemre çeşitleri standart olarak kullanılmıştır. Araştırma, 2012-2013 yetiştirme döneminde Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde iki lokasyonda; Diyarbakır (Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Araştırma ve Deneme sahası) ve Mardin İli’ne bağlı Kızıltepe ilçesinde (çiftçi arazisinde) yağışa dayalı koşullarda yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü 2012-2013 yılına ait iklim verileri incelendiğinde, Diyarbakır lokasyonuna düşen yağış miktarı Mardin iline göre daha yüksek olmasına rağmen bitki gelişimi için önemli olan Mart-Mayıs dönemleri arasında Mardin lokasyonuna düşen yağış miktarı daha yüksek olmuştur. Ortalama sıcaklık değerinin ise her iki lokasyonda da benzer olduğu görülmüştür (Çizelge 1).

### Çizelge 1. Diyarbakır ve Mardin lokasyonlarına ait meteorolojik veriler

Table 1. Meteorological data of Diyarbakir and Mardin locations

Aylar Months	Ortalama Sıcaklık (°C)		Yağış (mm)		Nisbi Nem (%)	
	Mean Temperature (°C)		Precipitation (mm)		Relative Humidity (%)	
	Diyarbakır	Mardin	Diyarbakır	Mardin	Diyarbakır	Mardin
Ekim/ September	18.5	19.7	107.4	60.6	70.2	42.8
Kasım/November	12.0	13.4	83.2	35.8	77.4	58.7
Aralık/December	5.1	6.1	160.8	112.4	85.4	68.8
Ocak/January	2.7	4.0	82.2	104.8	83.6	66.6
Şubat /February	6.0	6.8	85.2	91.8	82.3	70.0
Mart/March	9.4	9.4	19.8	28.6	63.0	52.4
Nisan/April	14.4	15.4	39.4	35.6	64.3	46.9
Mayıs/May	19.1	20.1	98.0	116.2	61.2	42.1
Haziran/June	27.7	26.2	7.0	1.8	27.8	21.8
Toplam/Total			575.6	527.0		
Ortalama/Average	12.1	12.7			68.1	53.4

Ekim işlemi her iki lokasyonda Kasım ayı içerisinde gerçekleştirilmiştir. Denemeler parsel boyutu 6 m<sup>2</sup> (sıra arası 20 cm ve uzunluğu 5 m) olacak şekilde metrekareye 450 tohum hesabıyla tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü kurulmuştur. Taban gübresi olarak 6 kg da<sup>-1</sup> saf azot (N) ve 6 kg/da saf fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ekimle birlikte, sapa kalkma periyodunda ise 6 kg da<sup>-1</sup> saf azot (N) verilmiştir. Hasat işlemi her iki lokasyonda parsel biçerdöveri ile 5 m<sup>2</sup>lik alanın biçilmesiyle gerçekleştirilmiştir.

## 2.2 İncelenen özellikler

Araştırmada tane verimi (kg da<sup>-1</sup>), klorofil içeriği (SPAD), bin tane ağırlığı (g), protein içeriği (%), nişasta içeriği (%), hektolitre ağırlığı (kg) ve yaş gluten miktarı (%) özellikleri incelenmiştir. Tanede protein içeriği, nişasta içeriği, hektolitre ağırlığı ve yaş gluten miktarı özellikleri FOSS Infratec 1241Grain Analyser cihazıyla ölçülmüştür. Klorofil içeriği Minolta 502 SPAD meter ile havanın bulutsuz, açık ve güneşli olduğu saat 11-13 arasında bitkinin bayrak yaprağı üzerinde belirlenmiştir.

İncelenen özelliklere ait elde edilen değerler JMP Pro 13 istatistik paket programı yardımıyla varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamalar arasındaki farklılıklar ise LSD %5'e göre belirlenmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1 Tane verimi (kg da<sup>-1</sup>)

Tane verimi bakımından genotipler ve çevreler arasında önemli farklılıklar (p<0.01) olduğu Çizelge 2'de görülmektedir. Genotipler arasındaki farklılığın oluşmasında çevre faktörleri ve büyük oranda genetik çeşitlilik etkili olmuştur. Diyarbakır lokasyonunda tane verimi değerleri 240.52-445.38 kg da<sup>-1</sup>, Mardin lokasyonunda tane verimi değerleri 367.17-614.46 kg da<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. Diyarbakır lokasyonunda genotiplerin tane verimi ortalamasının 333.67 kg da<sup>-1</sup> olduğu görülürken, Mardin lokasyonunda 543.44 kg da<sup>-1</sup> olduğu görülmüştür. Diyarbakır lokasyonu, Mardin lokasyonuna göre daha fazla yağış almasına rağmen ortalama verimin düşük olduğu görülmüştür. Diyarbakır lokasyonunda araştırmanın yürütüldüğü dönemde sarı pas hastalığının epidemi yapması incelenen genotiplerin veriminin düşük olmasına neden olmuştur. Pehlivan çeşidinin kışlık tabiata sahip olması ve diğer yazlık çeşitlere göre bu hastalığa daha yüksek dayanım göstermesi en yüksek

verim değerine sahip olmasında önemli rol almış olabilir. Genotipler lokasyon ortalamaları yönünden değerlendirildiğinde araştırmada kullanılan ileri hatların ticari çeşitlerle göre daha düşük değerlere sahip oldukları ve ortalamanın altında kaldıkları görülmüştür. Öztürk ve ark. (2011)'nin yaptıkları bir çalışmada ekmeklik buğday genotiplerinden elde edilen tane veriminin; çeşidin verim potansiyeli, iklim koşulları, kışa dayanıklılık, kurağa dayanıklılık ve hastalıklara dayanıklılık gibi çok sayıda faktör tarafından etkilendiğini bildirmişlerdir. Buğdayda verim ile ilgili yapılan çalışmalarda verim ve kalite unsurlarının seçilen genotipe, yetiştiricilik yapılacak bölgenin iklim ve toprak özelliklerine ve yapılacak kültürel yöntemlere göre değişiklik gösterebileceği bildirilmiştir (Aydın ve ark., 2005; Mut ve ark., 2005; Aktar, 2011; Kizilgeci, 2019).

### 3.2 Bin tane ağırlığı (g)

Genetik yapı ile çevre şartlarının birlikte etkili olduğu bin tane ağırlığı özelliği tane verimine direkt olarak etki eden fiziksel bir kalite kriteri olma özelliği taşımaktadır (Kaya ve Akçura, 2014; Bouacha et al., 2014). Çizelge 2'de görüleceği üzere bin tane ağırlığı üzerine genotip ve çevrenin etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Bin tane ağırlığının Diyarbakır lokasyonunda 33.33-45.22g, Mardin lokasyonunda 39.25-46.77 g ve genotiplerin lokasyon ortalamalarının 37.40-45.99 g arasında yer aldığı görülmüştür. Diyarbakır lokasyonunda bin tane ağırlığı ortalaması 39.24 g iken, Mardin lokasyonunda 43.42 g olarak belirlenmiştir. Tane dolum döneminde Mardin lokasyonundaki yüksek yağışın genotiplerin bin tane ağırlığını artırıcı yönde etkilediği düşünülmektedir. Buğdayda tane verimi üzerinde etkili faktörlerden birisi olan bin tane ağırlığı, verim unsurları arasındaki dinamik dengeden etkilenmekle birlikte, esas olarak çiçeklenme sonrası gelişme süreçleri ve çevre koşulları tarafından belirlenmektedir (Wiegand et al. 1981). Erekul ve Khon (2006) tane dolum döneminde ortalama sıcaklığın yüksek ve suyun yetersiz olduğu durumlarda bin tane ağırlığının azaldığını bildirmişlerdir. Her iki lokasyonda da ileri hatlar, ticari çeşitlere göre daha yüksek bin dane ağırlığına sahip olmuştur. En yüksek bin tane ağırlığı Diyarbakır ve Mardin lokasyonunda sırasıyla, 45.22 ve 46.77 g ile 6DZT-03 hattından elde edilmiştir.

**Çizelge 2.** Ekmeklik buğday genotiplerinin Diyarbakır ve Mardin lokasyonlarında ortalama tane verimi, bin tane ağırlığı ve hektolitreye ağırlığı değerleri

*Table 2. The mean values of grain yield, thousand kernel weight and test weight of bread wheat genotypes in Diyarbakir and Mardin lacations*

Genotip <i>Genotypes</i>	Tane Verimi (kg da <sup>-1</sup> ) <i>Grain Yield (kg da<sup>-1</sup>)</i>			Bin Tane Ağırlığı (g) <i>Thousand Kernel Weight (g)</i>			Hektolitreye Ağırlığı (kg) <i>Test Weight (kg)</i>		
	Diyarbakır	Mardin	Ortalama <i>/Mean</i>	Diyarbakır	Mardin	Ortalama <i>/Mean</i>	Diyarbakır	Mardin	Ortalama <i>/Mean</i>
Pehlivan	445.38	567.96	511.67	33.33	42.60	37.97	84.19	80.46	82.33
CEMRE	404.86	614.46	509.66	35.54	39.25	37.40	81.83	80.09	80.96
6DZT-19	291.56	397.12	341.46	40.49	43.25	41.87	80.88	81.28	81.08
6DZT-18	240.52	605.96	423.24	41.60	45.25	43.43	83.19	79.31	81.25
6DZT-03	276.01	536.67	406.34	45.22	46.77	45.99	80.64	79.72	80.18
Ort./ <i>Mean</i>	333.67	543.44	438.55	39.24	43.42	41.33	82.15	80.17	81.16
LSD (%5)	32.21**	63.74**	114.02*	3.46**	2.81**	2.12**	1.7**	ö.d	1.26**
C.V. (%)	6.27	7.55	22.3	5.7	4.21	4.96	1.35	1.62	1.49

\*: 0.05, \*\*:0.01 düzeyinde önemli. Ort: Ortalama, ö.d:önemli değil

\*: *P 0.05*, \*\*:*0.01 significance level*.

### 3.3. Hektolitreye ağırlığı (kg)

Hektolitreye ağırlığı bakımından genotipler arası farklılıklar sadece Diyarbakır'da istatistik olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Hektolitreye ağırlığı Diyarbakır lokasyonunda 80.64-84.19 kg, Mardin lokasyonunda ise 79.31-81.28 kg değerleri arasında değişim göstermiştir. Diyarbakır lokasyonunda (82.15 kg) elde edilen ortalama hektolitreye ağırlığı değeri, Mardin lokasyonuna (79.31 kg) göre daha yüksek bulunmuştur. Genotiplerin lokasyon ortalamalarına göre hektolitreye ağırlığı değerleri 73.33 ile 82.33 kg arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Pehlivan çeşidi her iki lokasyonda da en yüksek hektolitreye ağırlığı değerine sahip olmuştur. İleri hatlar içerisinde 6DZT-18 hattı hektolitreye ağırlığı yönünden ön plana çıkmıştır. Hektolitreye ağırlığının düşük olması ekmeklik buğdayın kalite özelliklerinin birçoğunu negatif yönde etkilemekte ve un randımanını düşürmektedir. Ekmeklik buğdayda hektolitreye ağırlığı, çeşidin genetik yapısı, tanenin şekli, tane dolm döneminde sıcaklık ve kuraklık stresi ile, kültürel yöntemler gibi faktörler etkilemektedir (Yağdı, 2004; Çağlar ve ark., 2006; Akgün ve ark., 2011; Bulut, 2012; Yıldırım ve ark., 2018).

### 3.4. Klorofil içeriği (SPAD)

Çizelge 3'te görülen ve klorofil içeriğini temsil eden SPAD metre cihazından elde edilen SPAD değeri yönünden Mardin lokasyonunda genotipler arasında istatistik yönden önemli farklılıklar bulunduğu gözlemlenmiştir. SPAD değeri Diyarbakır lokasyonunda 42.8-46.8, Mardin lokasyonunda 44.1-47.4 değerleri arasında yer almıştır. SPAD değeri

Diyarbakır ve Mardin lokasyonlarında benzer bulunmuştur. Genotiplerin lokasyon ortalamasına göre SPAD değerleri 44.1-47.4 arasında değişim göstermiştir. En yüksek klorofil içeriği Diyarbakır lokasyonunda 6DZT-03 hattında (46.8), Mardin lokasyonunda ise 6DZT-18 (48.6) hattından elde edilmiştir. Reynolds et al., (1998) buğdayın farklı fenolojik dönemlerinde ölçülen SPAD değerlerinin değişiklik gösterebileceğini, Dabaeke et al., (2006), Bavec (2001), Jiang et al., (2004) başaklanma ve tane dolm dönemlerinde ölçülen klorofil değerleri ile tane verimi arasında olumlu ve önemli bir korelasyon ilişkisi bulduklarını ve klorofil değerlerinin azot miktarının düşük olduğu durumlarda tane veriminin yanında protein miktarını da belirlemede kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Yıldırım ve ark., (2013) stresli koşullarda başaklanma ve süt olum döneminde ölçülen SPAD değerinin verimle ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

### 3.5. Tane protein içeriği (%)

Çizelge 3'te görüleceği üzere, araştırmannın yürütüldüğü her iki lokasyonda genotipler arasında tanede protein içeriği yönünden istatistik olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir. Diyarbakır ve Mardin lokasyonunda 6DZT-18 hattı sırasıyla, % 15.64 ve % 13.85 değerleriyle her iki lokasyonda yüksek tane protein içeriği değerine sahip olmuştur. Diyarbakır lokasyonunda en düşük protein içeriği değeri % 12.15 ile Pehlivan çeşidinde, Mardin lokasyonunda % 12.20 ile 6DZT-19 hattında belirlenmiştir. Diyarbakır lokasyonunda protein içeriği genotip ortalamaları değeri % 14.3, Mardin lokasyonunda % 13.0 olarak belirlenmiştir. Anjum and Walker (2000), buğday tanesinde protein içeriğinin % 6-20 aralığında

olabileceğini bildirmiştir. Araştırmamızda elde edilen tanede protein içeriği değerleri Ünal (2002)'ın ekmeğin yapımı için uygun olduğunu belirttiği değerler (% 11-17) arasında bulunmuştur. Birçok araştırmacı, protein değerinin bitkinin gelişim dönemi boyunca çevresel

koşullara ve çeşide bağlı olarak farklılık gösterebileceğini belirtmişlerdir (Zhu et al., 2005; Kara ve Gül 2013; Özen ve Akman 2014; Kızılgeçici ve ark., 2015; Aydoğan ve Soylu 2017).

**Çizelge 3.** Ekmeklik buğday genotiplerinin SPAD değeri, tanede protein oranı, nişasta ve yaş gluten içeriklerine ait değerler.

*Table 3. The mean values of SPAD, grain protein content, starch and wet gluten contents of bread wheat genotypes in Diyarbakir and Mardin*

Genotip Genotype	SPAD			Tanede Protein Oranı (%) Grain protein content (%)			Nişasta İçeriği (%) Starch Content (%)			Yaş Gluten içeriği (%) Wet Gluten content (%)		
	D.	M.	Ort. Mean	D.	M.	Ort. Mean	D.	M.	Ort. Mean	D.	M.	Ort. Mean
Pehlivan	46.3	48.0	47.2	12.15	13.14	12.65	65.58	65.88	65.73	26.0	26.89	26.44
CEMRE	42.8	45.4	44.1	14.60	12.84	13.72	65.62	65.81	65.72	28.18	26.31	27.25
6DZT-19	45.9	42.6	44.3	12.64	12.20	12.42	65.53	64.27	64.90	26.12	25.01	25.56
6DZT-18	46.2	48.6	47.4	15.64	13.85	14.75	65.88	65.75	65.81	28.04	27.47	27.75
6DZT-03	46.8	47.7	47.3	16.24	13.07	14.65	64.35	65.93	65.14	30.80	26.48	28.64
Ort./Mean	45.6	46.4	46.0	14.3	13.0	14.0	65.39	66.00	65.45	27.83	26.43	27.12
LSD	ö.d	2.13**	2.09**	1.23**	0.87*	0.7**	0.54**	0.7*	0.43**	1.46**	ö.d	1.08**
C.V. (%)	1.97	2.97	4.06	5.54	4.38	5.1	0.55	0.7	0.62	3.42	4.52	3.9

D: Diyarbakir, M: Mardin, \*: 0.05, \*\*:0.01 düzeyinde önemli. Ort: Ortalama, ö.d:önemli değil

\*: P 0.05, \*\*:0.01 significance level.

### 3.6. Nişasta içeriği (%)

Nişasta içeriğine ait ortalamaların yer aldığı Çizelge 3 incelendiğinde, Diyarbakir ve Mardin lokasyonunda genotipler arasında farklılıkların istatistiki yönden önemli olduğu anlaşılmaktadır. Diyarbakir lokasyonunda en yüksek nişasta içeriği değeri % 65.88 ile 6DZT-18 hattında, en düşük değer ise % 64.35 ile 6DZT-03 hattında belirlenmiştir. Mardin lokasyonunda en yüksek nişasta içeriği değeri % 65.93 ile 6DZT-03 hattında, en düşük değer % 64.27 ile 6DZT-19 hattında gözlemlenmiştir. Genotiplerin lokasyon ortalamaları % 64.90-65.81 aralığında değişim göstermiştir. Buğday tanesinde kuru ağırlığın %70-75'ini oluşturan ve buğday ununun yapısal özelliğinde önemli bir role sahip olan (Pena ve ark. 2002) nişasta içeriğini belirlemek için yapılan çalışmalarda; Mut ve ark., (2017) % 61.6 ile 65.0 arasında, Ereku ve ark., (2016) % 56.4 ile % 65.2 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Buğday tanesinin nişasta içeriği çeşide ve yetiştirme koşullarına göre farklılık gösterdiği bir çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Mut ve ark., 2017; Campell et al., 1995; Grausgruber et al., 2000; Šramková et al., 2009; Koca ve ark., 2011; Mahla et.al., 2015).

### 3.7. Yaş gluten oranı (%)

Yaş gluten içeriği ekmeklik buğday için büyük bir önem arz etmekte ve unun ekmeklik kalitesinin

belirlenmesinde bir kriter olarak kabul görmektedir. Gluten proteinleri hamurun yoğrulma aşamasında ağ gibi bir yapı oluşturmakta, maya ile ortaya çıkan karbondioksitin tutulmasına olanak sağlamakta ve böylece kabarık bir hamur ile birlikte iri hacimli ekmeğin oluşumunu sağlamaktadır.

Unun ekmeklik kalitesini belirlemede kullanılan ve kabarık hamur ile birlikte iri hacimli ekmeğin elde etmeyi sağlayan yaş gluten miktarına ait değerler Çizelge 3'te görülebilmektedir. Yaş gluten bakımından Diyarbakir lokasyonunda genotipler arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir. Diyarbakir lokasyonunda en yüksek yaş gluten içeriği % 30.8 ile 6DZT-03 hattından ve en düşük değer % 26 ile Pehlivan çeşidinden elde edilirken, Mardin lokasyonunda en yüksek yaş gluten miktarı değeri % 27.47 ile 6DZT-18 hattından, en düşük değer ise % 25.01 ile 6DZT-19 hattından elde edilmiştir. Diyarbakir ve Mardin lokasyonlarında ortalama yaş gluten içeriği sırasıyla, % 27.83 ve % 24.43 olduğu belirlenmiştir Genotiplerin lokasyon ortalaması % 25.56 ile % 28.64 arasında değişim gösterdiği görülmüştür. Çalışmamızda elde edilen yaş gluten içeriği değeri Özen ve Akman (2014)'in bildirdiği % 20-27 (orta), % 28-35 (iyi) ölçütleri arasında yer almıştır. Önceki yapılan çalışmalarda yaş gluten içeriğinin çeşit ve çevre koşullarından önemli derecede etkilendiği bildirilmiştir (Chung ve Ohn 1996; Grausgruber et al., 2000; Bilgin ve Korkut, 2005; Šimić et al., 2006; Şahin ve ark., 2011).



#### 4. Sonuç

Çalışmanın yürütüldüğü yılda sezon içi yağış miktarının her iki lokasyonda yüksek olması kullanılan genotiplerin iyi koşullarda performanslarının gözlemlenmesi bakımından değerlendirme imkânı sağlamıştır. Bu bakımdan değerlendirildiğinde bölge koşullarına uygun olarak geliştirilmiş olan ileri hatların özellikle tane verimi yönünden başarısız olduğu gözlemlenmiştir. Uzun yıllar yağışa dayalı koşullarda genellikle kurak ve sıcak şartlara göre seçilen hatların yüksek verim potansiyelinin olduğu yılda başarısız olması hatların yüksek stabiliteye sahip olmadıklarını ve kurak yıllarda hastalık görülmemesi nedeniyle yüksek yağış ve nemle artan hastalıklara karşı dayanıksız olabileceklerini göstermektedir. Bu nedenlerle büyük masraf gerektiren ıslah çalışmalarında başarıyı artırmak için farklı lokasyonlarda denemelere geçmeden önce mikro verim denemeleri aşamasında farklı kademelerde erken-geç ekim, sulu-kuru koşullarda denemeler yapılarak yüksek stabiliteye sahip hatların belirlenmesi ve hastalıklara dayanım yönünden test edilmeleri ıslah çalışmalarında başarıyı artırmada etkili olacaktır.

#### Kaynaklar

Akgün, İ., Altındal, D. ve Kara, B. 2011. Isparta ekolojik koşullarında ekmeklik ve makarnalık bazı buğday çeşitlerinin uygun ekim zamanlarının belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 17(4): 300-309. ISSN 2148-9297

Aktar, M. 2011. Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde verim ve kalite özelliklerinin incelenerek çanakale yöresine uygun olanların belirlenmesi. Yüksek lisans tezi. Çanakale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, p. 78, Çanakale.

Anjum, F.M. ve Walker, C.E. 2000. Grain, flour and bread-making properties of eight Pakistani hard white spring wheat cultivars grown at three different locations for 2 years. International journal of food science & technology, 35(4): 407-416. doi: 10.1046/j.1365-2621.2000.00400.x

Aydın, N., Bayramoğlu, H.O., Mut, Z. ve Özcan, H. 2005. Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşit ve hatlarının Karadeniz koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. AÜZF Tarım Bilimleri Dergisi, 11(3): 257-262. ISSN 2148-9297

Aydoğan, S. ve Soylu, S. 2017. Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Verim ve Verim Ögeleri ile Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26(1): 24-30. doi:10.21566/tarbitderg.323568

Bouacha, O. D., Nouaigui, S. ve Rezgui, S. 2014. Effects of N and K fertilizers on durum wheat quality in different environments. Journal of cereal science, 59(1):9-14

Bavec, F. ve Bavec, M. 2001. Chlorophyll meter readings of winter wheat cultivars and grain yield prediction. Commun. Soil Sci. Plant Anal. Res., 32: 2709-2719. doi: 10.1081/CSS-120000956

Bilgin, O. ve Korkut, K.Z. 2005. Bazı Ekmeklik buğday çeşit ve hatlarının tane verimi ve bazı fenolojik özelliklerinin belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(1): 57-65.

Bilgin, O. ve Korkut, K. Z. 2005. Determination of some bread quality and grain yield characters in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). International Journal of Agriculture and Biology, 1: 125-128. ISSN : 1560-8530

Braun, H.J., Atlin, G. ve Payne, T., 2010. Multi-location testing as a tool to identify plant response to global climate change. In: Reynolds MP, ed. Climate change and crop production. Surrey, UK: CABI Climate Change Series, 115-138.

Bulut S. 2012 . Ekmeklik Buğdayda Kalite. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 28(5): 441-446. ISSN: 1012-2354

Çağlar, Ö., Öztürk, A. ve Bulut, S. 2006. Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin Erzurum ovası koşullarına adaptasyonu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 37(1): 1-7.

Campbell, L.D., Boila, R.J. ve Stothers, S.C. 1995. Variation in the chemical composition and test weight of barley and wheat grain grown at selected locations throughout Manitoba. Can. J. Anim. Sci., 75 (2): 239-246.

Chung O.K. ve Ohm JB. 1996 Effect of genotype and environment on gluten characteristics and their relationships with baking characteristics of hard winter wheats, Cereal Foods World Abstr., 41: 579- 580.

Debaeke, P., Rouet, P. ve Justes, E. 2006. Relationship between the normalized SPAD index and the nitrogen nutrition index: application to durum wheat. Journal of Plant Nutrition, 29: 75-92. doi: 10.1080/01904160500416471

Ereku, O. ve Köhn, W. 2006. Effect of weather and soil conditions on yield components and bread-making quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter Triticale (*Triticosecale* Wittm.) varieties in North-East Germany. Journal of Agronomy and Crop Science, 192(6): 452-464. doi: 10.1111/j.1439-037X.2006.00234.x

Ereku, O., Yiğit, A., Koca, Y.O., Ellmer, F. ve Weib, K. 2016. Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin kalite potansiyelleri ve beslenme fizyolojisi açısından önemi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2016, 25 (Özel sayı-1): 31-36. doi: 10.21566/tarbitderg.280110

Grausgruber H., Oberfoster M., Werteker M., Ruckenbauer P. ve Vollman J. 2000. Stability off quality traits in Austrian-grown winter wheats.

- Field Crops Research,66: 257-267. doi: 10.1016/S0378-4290(00)00079-4
- Jiang, D., Dai,T., Jing, G., Cao, W., Zhou, G., Zhao, H. ve Fan, X. 2004. Effects of long-term fertilization on leaf photosynthetic characteristics and grain yield in winter wheat. *Photosynthetica*, 42: 439-446. doi: 10.1023/B:PHOT.0000046164.77410.ef
- Kara, B. ve Gül, H. 2013. Alternatif gübrelerin farklı ekmeklik buğday çeşitlerinin tane verimi, verim komponentleri ve kalite özelliklerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(2): 88-97. ISSN: 1304-9984
- Kaya, Y. ve Akcura, M. 2014. Effects of genotype and environment on grain yield and quality traits in bread wheat (*T. aestivum* L.). *Food Science and Technology*, 34(2): 386-393. doi:10.1590/fst.2014.0041
- Koca, Y.O., Dere, Ş. ve Ereku, O. 2011. İleri ekmeklik buğday hatlarında tane verimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(2): 15–22.
- Kendal, E. ve Doğan, Y. 2013. Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinin Tane Verimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 29(1): 113-121.
- Kızılgöçü, F., Tazebay, N., Namlı, M., Albayrak, Ö. ve Yıldırım, M. 2017. The drought effect on seed germination and seedling growth in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 1: 33-37. doi: 10.31015/jaefs.17005
- Kızılgöçü, F., Yıldırım, M., Akıncı, C., Albayrak, Ö. ve Başdemir, F. 2015. İleri Kademe Makarnalık Buğday Popülasyonlarının Verim ve Kalite Yönünden Seleksiyonda Kullanılabilirliği. SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(2): 62-68.
- Kızılgöçü, F. 2019. Physiological, agronomical and quality response of bread wheat to phosphorus application under dryland condition. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2):1979-1987. doi: 10.15666/aer/1702\_19791987
- Mahla, R., Madan, S., Munjal, R. ve Hasija, R.J. 2015. Drought stress induced changes in quality and yield parameters and their association in wheat genotypes. *Environment and Ecology*, 33(4): 1639-1643.
- Mut, Z., Aydın, N., Özcan, H. ve Bayramoğlu, H.O. 2005. Orta Karadeniz Bölgesi'nde ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. GOP Üniversitesi Zir. Fak. Dergisi, 22 (2): 85-93
- Mut, Z., Köse, Ö.D.E. ve Akay, H. 2017. Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin tane verimi ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32(1): 85-95. doi: 10.7161/omuanajas.288862
- Olgun, M., Başçıftı, Z.B., Ayter, N.G., Kutlu, İ., Akın, A. Ve Karaduman, Y. 2013. Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinde protein oranının üç farklı analiz yöntemine göre karşılaştırılması üzerine bir araştırma. SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4: 80-87.
- Özen, S. ve Akman, Z. 2014. Yozgat ekolojik koşullarında bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(1): 35-43.
- Öztürk, A., Çağlar, Ö., Aydın, M. ve Bayram, S. 2011. Ekmeklik buğday genotiplerinin erken gelişme dönemlerindeki kuraklığa dayanıklılık yönünden karakterizasyonu. TÜBİTAK Tovağ Proje No: 108 O 511, Sonuç Raporu, 57 s, Erzurum.
- Pena, R.J., Trethowan, R., Pfeiffer, W.H. ve Ginkel, M.V. (2002). Quality (end-use) improvement in wheat: compositional, genetic, and environmental factors. *Journal of crop production*, 5(1-2): 1-37. doi: 10.1300/J144v05n01\_02
- Reynolds, M.P., Singh, R.P., Ibrahim, A., Ageeb, O.A.A., Larque-Saavedra, A. ve Quick, J.S., 1998. Evaluating physiological traits to complement empirical selection for wheat in warm environments. *Euphytica. Res.*, 100: 85–94. doi: 10.1023/A:1018355906553
- Rosegrant, M.W., Agcaoili-Sombilla, M. ve Perez, N.D. 1995. Global food projections to 2020: implications for investment. Washington, DC, IFPRI.
- Šimić, G., Horvat, D., Jurković, Z., Drezner, G., Novoselović, D. ve Dvojković, K. 2006. The genotype effect on the ratio of wet gluten content to total wheat grain protein. *Journal of Central European Agriculture*, 7(1), 13-18.
- Šramková, Z., Gregová, E. ve Šturdík, E. 2009. Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. *Acta Chimica Slovaca*, 2(1): 115-138.
- Şahin, M., Göçmen Akçacık, A. ve Aydoğan, S. 2011. Bazı ekmeklik buğday genotiplerinin tane verimi ile kalite özellikleri arasındaki ilişkiler ve stabilite yetenekleri. *Anadolu, J. of AARI*, 21(2): 39-48.
- Ünal, S. 2002. Buğdayda kalitenin önemi ve belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi.*, 25-37, 3-4 Ekim 2002, Gaziantep.
- Wiegand, C.L., Gebermann, A.H. ve Cuellar J.A. 1981. Development and yield of hard red winter wheats under semitropical conditions. *Agron. J.*, 73 (1): 29-37. doi: 10.2134/agronj1981.00021962007300010008x.
- Yağdı, K. 2004. Bursa koşullarında geliştirilen ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) hatlarının bazı kalite özelliklerinin araştırılması. *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 18(1), 11-23.

- Yıldırım, M., Koç, M., Akıncı, C. ve Barutçular, C. 2013. Variations in morphological and physiological traits of bread wheat diallel crosses under timely and late sowing conditions. *Field Crops Research*, 140: 9–17. doi: 10.1016/j.fcr.2012.10.001
- Yıldırım, M., Barutçular, C., Koc, M., Dizlek, H., EL Sabagh, A., Hossain, A., Islam, M. S., Toptaş, İ., Başdemir, F., Albayrak, Ö. ve Akıncı, C. 2018. Assessment of the grain quality of wheat genotypes grown under multiple environments using GGE biplot analysis. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(7): 4830-4837. doi: 10.13140/RG.2.2.24929.81768
- Zhu, X., Zhou, J., Feng, C., Guo, W. ve Peng, Y. 2005. Differences of protein and its component accumulation in wheat for different end uses. *Zuo wu xue bao*, 31(3): 342-347.



## Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.645930

# Terme Ovasında çeltik yetiştirilen alanların tuzluluk ve sodyumluluk durumlarının belirlenmesi

✉ Kübra Taşdelen<sup>a\*</sup>, ✉ Yusuf Demir<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun, Turkey

\*Sorumlu yazar/corresponding author: [tasdelenkubra77@gmail.com](mailto:tasdelenkubra77@gmail.com)

Geliş/Received 12/11/2019

Kabul/Accepted 17/02/2020

## ÖZET

Bu çalışma Samsun İli Terme ovasında çeltik tarımı yapılan alanların toprak özelliklerinin belirlenerek bu alanların tuzluluk ve sodyumluluk durumlarının tespitini yapmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanından 2018 yılında 60 farklı noktadan, 0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm ve 90-120 cm olmak üzere 4 farklı derinlikten toplamda 240 adet toprak örneği alınmıştır. Toprakların tekstür, elektriksel iletkenlik (EC), toprak reaksiyonu (pH) ve değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) içerikleri laboratuvar analizleri ile belirlenmiştir. Bazı toprak özelliklerine ait bazı tanımlayıcı istatistik analizi yapılmış ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak toprakların EC ve ESP'sinin alansal dağılım haritaları oluşturulmuştur. Çalışma alanı topraklarının elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 0.12 dS/m ile 2.92 dS/m arasında değişmekte, genel olarak tuzsuz veya hafif tuzlu olmaktadır. Çalışma alanı topraklarının ESP değerleri ise %1.15 ile %12 arasında değişim göstermiştir. Deneme arazisinin bazı kısımlarında "sodyumlu" toprakların mevcut olduğu saptanmıştır. Alanın büyük çoğunluğunda ise ESP değerlerinin %6'dan düşük, yani sodyum bakımından sorunsuz olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:**  
Değişebilir sodyum  
Toprak tuzluluğu  
Coğrafi bilgi sistemi

## Determination of salinity and sodicity conditions of rice growing areas with geographical information systems in Terme Plain

## ABSTRACT

This study was carried out in order to determine the soil characteristics of paddy cultivation areas in Terme plain and to determine the salinity and sodium status of these areas. The study was conducted in 2018 in the post-irrigation period. In the study, 240 soil samples were collected from 4 different depths of 0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm and 90-120 cm at 60 different points representing the study area in the post harvest period. Physical and chemical analyzes of the samples were performed. Descriptive statistical analysis of the obtained data was made and spatial distribution maps of the area were created by using Geographical Information Systems (GIS). It was observed that the electrical conductivity (EC) values of the study area soils ranged from 0.12 dS / m to 2.92 dS / m. The soil of the study area was determined to be salty or slightly salty. In general, it was determined that there is no salinity problem in the study area soils. Exchangeable sodium percentage was ranged from 1.15% to 12% in the study area soils. It was observed that "sodic" soils in the study area. The ESP value was found to be less than 6% in the majority of the area.

**Keywords:**  
Exchangeable sodium  
Soil salinity  
GIS

## 1. Giriş

Toplumumuzda su kullanımını artış göstermektedir. Su kaynaklarının kullanımındaki artış, tarla içi sulamalarda önemli sorunlara neden olabilmektedir (Ghassemi ve ark., 1995). Toprakta sulama ve drenaj ilişkileri bağlantılı olarak bir düzen içerisinde olması gerekir. Bu ilişkinin sağlanamadığı durumlarda su-hava dengesi hava aleyhine bozulmaktadır. Bunun sonucu olarak verimin azalmasına neden olan tuzluluk ve sodyumluluk sorunları ortaya çıkmaktadır (Cemek ve ark., 2006). Toprakta tuzluluk ve sodyumluluk sorununun ortaya çıkması sonucunda kültür bitkilerinin çimlenme, büyüme ve ürün verimleri, mevcut tuzların ve sodikliğinin cinsi ve miktarlarına bağlı olarak azalmakta ve hatta bazen tamamen durmaktadır (Richards, 1954; Dizdar, 1978). Coşkun (2016) yapmış olduğu çalışmada yağışlı dönem fazlalığının, killi ağır bünyeli topraklarda drenaj sorunu oluşturduğunu ve bu durumun toprakta tuzluluk gibi sorunlar çıkardığını belirtmiştir.

Kültür bitkilerinden bol ve kaliteli ürün alınabilmesi, yetiştirme ortamında bulunan bitki besin maddelerinin uygun miktarda ve yeteri miktarda bulunmasıyla yakından ilgilidir. Bitki besin maddelerinden herhangi birinin yetişme ortamında fazla ya da noksan bulunması bitki gelişimini ve bitkilerin toprakta bulunan besin maddelerinden yeterince yararlanmalarını sınırlandırmaktadır. Tarımsal üretimle ilgili ortaya çıkan problemlerin çözülmesi için toprakta fiziksel ve kimyasal özelliklerin doğru bir şekilde belirlenmesi oldukça önemlidir (Taban ve ark., 1997). Toprak tekstürü, tarla kapasitesi (TK), solma noktası (SN); elektrik iletkenlik (EC), toprak reaksiyonu (pH), Na, K, Ca ve Mg değerleri vb. gibi toprak özelliklerinin belirlenerek aralarındaki ilişkilerin saptaması da oldukça önemlidir.

Çeltik tarımında tuzluluk ve sodyumluluk sorunları yaşanmaktadır. Bu sorun, ekim yapılan alandaki mevcut toprak özelliğinden, zaman zaman da sulama suyunun bu karakterleri göstermesinden dolayı oluşmaktadır. A.B.D. tuzluluk laboratuvarı ölçümlerine göre çeltik tuza hassas bitki sınıfına girmektedir. EC 4 dS/m tuz konsantrasyonunda çeltik veriminde %50 oranında düşme olmaktadır (Richards, 1954). Çeltik yüksek sodikliğe toleranslıdır ve uygun kültürel tedbirler uygulandığında yeterli verim verir. ESP %50 de çeltik verimi etkilenmemektedir. Çeltik yüksek ESP'ye toleranslıdır, çünkü su içinde yetiştirilir ve infiltrasyon ile toksik fazlalıklar uzaklaşır. Çeltik yüzeysel kök sistemine sahiptir ve bu yüzden toprağın üst katmanından, çok az derinlikte bir kısımda sodikliğinin azaltılması ile ürün iyi bir şekilde yetiştirilebilir (Abrol ve ark., 1985). Değişebilir sodyum ile pH arasında bir ilişki mevcuttur. Değişebilir sodyum yükselmesi toprak pH'sını etkiler ve pH'nın yükselmesine neden olur. Toprak pH'sının yüksek olması bitki üzerinde doğrudan

olumsuz etki oluşturmaz. Ancak bazı temel bitki besin maddelerinin mevcut durumunu azaltır. Sodik toprak, toprak kolloidleri üzerinde fazla miktarda değişebilir Na<sup>+</sup> içerir ve daha yüksek toprak pH'sına neden olan çözünür karbonatlara sahiptir (Batarseh, 2017). Yapılan bir çalışmada ESP deki yükselme toprak solüsyonunda da pH, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> yükseltip, Ca<sup>+2</sup> ve Mg<sup>+2</sup> düşürdüğü görülmüştür. Bitkilerdeki Na yükselmesi ve Ca'un azalmasını toprak solüsyonunda ki Na konsantrasyonu ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Bajwa, 1987).

Türkiye'nin bütün bölgelerinde yetiştirilmekte olan çeltik, tahıllar içerisinde önemli bir yere sahip sıcak iklim bitkisidir. Dünya'da ekim alanı yönünden buğdaydan, üretimde ise mısırdan sonra ikinci sırada gelmekte olup, dünya nüfusunun yarısından fazlasının temel besinidir. TÜİK tarafından yayınlanan verilerde Türkiye genelinde çeltik hasat edilen alanın 118 100 ha ekim alanından üretilen çeltik ise 940 bin ton, ayrıca dekar başına alınan ortalama verimin de 706 kilogram olduğu bildirilmiştir (TÜİK, 2018). Çeltik üretimi en fazla Edirne'de gerçekleşirken, ikinci sırayı Samsun almıştır. Edirne 'de 398 bin ton gerçekleşen üretim, Samsun'da 133 bin ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2018). Samsun ilinde çeltik ekim alanı ve üretimi bakımından Terme Ovası üçüncü sıradadır. Terme Ovası'nda 9 bin ton çeltik üretimi gerçekleşmekte, 679 kg/da verim elde edilmektedir.

Tarım topraklarının oluşumu binlerce yıl sürmekte ve üretilemeyen, yenilenmesi nerdeyse imkansız olan bir kaynak olarak gösterilmektedir. Tarım topraklarının, ülkelerin gelişim göstermesi ve hayat standartlarının yükseltilmesi için sürdürülebilir planlamalar yapılarak, yönetilmesi ve kullanıma sunulması gerekmektedir. Tarım topraklarının sürdürülebilirliği için, toprak kaynaklarının incelenmesi, toprak özelliklerinin tespit edilmesi ve düzenli izleme-değerlendirme yapılması gerekmektedir (Özyazıcı ve ark., 2015). Toprak özelliklerinin belirlenerek ortaya konulmasında dört ana amaç mevcuttur. Bu amaçlar, 1) toprakları doğru bir şekilde sınıflandırarak toprak özelliklerine ait verileri ortaya koymak, 2) toprak oluşum süreçlerini daha iyi anlamak, 3) toprak etüdünün yararlılığını artırarak verilerin hazırlanmasına yardımcı olmak, 4) toprak özelliklerinin haritalandırılmasına yardımcı olmak şeklinde sıralanmaktadır (Franzmeier, 1977). Tarımda gelişmelere paralel olarak bitki ekim alanlarının üretim ve verimlerinin belirlenmesinde, toprak özelliklerine ait haritaların hazırlanması, yüzeysel dağılım gösteren verilerinin elde edilmesi ve depolanmasında Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yaygın olarak kullanılmaktadır (Çetin ve Diker, 2003).

Bu çalışmada, Samsun ilinin Terme Ovası'nda çeltik yetiştirilen tarım alanlarının bazı toprak özelliklerinin incelenmesi, tuzluluk ve sodyumluluk durumlarının Coğrafi Bilgi Sistem ile dağılım haritalarının oluşturulması ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır.



## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Materyal

Araştırma Orta Karadeniz Bölgesinde bulunan Samsun ili Terme Ovası'nda yürütülmüştür. Terme ilçesi Terme Çayı kenarında ve denizden 3 km içeride kurulmuş; yüzölçümü 583 km<sup>2</sup>, toplam arazi varlığı 548570 dekar olup, ekonomisinin temel kaynağı tarımdır. Toplam arazi varlığının 426310 dekarında tarımsal üretim yapılmaktadır (Coşkun ve Dengiz, 2016). Çalışma alanının büyüklüğü yaklaşık 12699 da'dır. Çalışma alanı, Akarsuların zamanla taşıdığı ve farklı depozitler üzerinde oluşmuş aluvial topraklardan oluşmaktadır. İlçede bulunan Terme Çayı çalışma alanı içerisinde bulunmaktadır. Çalışma alanında iklim özellikleri olarak Karadeniz iklimi görülmektedir. Terme ilinin yıllık ortalama sıcaklığı 14.9°C'dur. Yıllık ortalama yağış miktarı ise 1175 mm'dir. Terme Meteoroloji Müdürlüğü'nün verilerine göre, 2014-2018 yıllarında ortalama en düşük sıcaklık 8.2°C ile Aralık ve Şubat, ortalama en yüksek sıcaklık ise 24.3°C ile Ağustos aylarında görülmüştür. Nispi nem değerleri 2014-2018 yıllarında %68.7-91.7 arasında değişim göstermiştir (Anonim, 2018).

### 2.2 Yöntem

Çalışma 2018 yılı sulama sonrası dönemde yürütülmüştür ve 60 noktadan toprak örneği alınmasına karar verilmiştir. Terme ilçe tarım müdürlüğü tarafından terme ovasında çeltik tarımı yapılan arazilerin bilgileri temin edilmiştir. 60 noktadan 0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm ve 90-120 cm derinliklerden olmak üzere 4 farklı derinlikten Auger Hole tipi burgu ile bozulmuş toprak örneği Blake ve Hartge (1986)'de gösterilen yöntemle alınmıştır. Örnek alınan noktaların koordinatları GPS ile kaydedilmiştir. Toprak örneklerinin alındığı lokasyonlar Şekil 1'de gösterilmiştir.

Çalışma alanındaki toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri: Elektrik iletkenlik (EC), toprak reaksiyonu (pH), toprak tekstürü (% kil, % kum ve % silt miktarları), tarla kapasitesi (TK), solma noktası (SN), Na, K, Ca ve Mg değerleri belirlenmiştir. Çalışma alanından alınan toprak örnekleri analizleri aşağıdaki yöntemlere göre yapılmıştır.

Elektriksel iletkenlik (EC): Toprakların elektriksel iletkenlik değerleri, 1:1 oranında hazırlanan toprak-su süspansiyonunda cam elektrotlu EC-metre aleti ile belirlenmiştir (Richards, 1954).

Toprak reaksiyonu (pH): Gee ve Bauder (1986) belirttiği esaslara göre 1:2.5 toprak-su süspansiyonunda cam elektrotlu pH-metre ile ölçülmüştür.

Tarla kapasitesi (TK): Toprak örnekleri seramik levhalar üzerinde halkalara yerleştirilmiştir. Suyu doygun hale getirilerek basınçlı membran aleti ile üzerine 1/3 atm'lik basınç uygulaması işlemi ile belirlenmiştir (Richards, 1954).

Solma noktası (SN): Toprak örnekleri seramik levhalar üzerinde halkalara yerleştirilmiştir. Suyu doygun hale getirilerek basınçlı membran aleti ile üzerine 15 atm'lik basınç uygulaması ile belirlenmiştir (Richards, 1954).

Tekstür: Bouyoucos'un (1951) belirttiği esaslara göre hidrometre yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

Değişebilir katyonlar: Değişebilir Na, K, Ca ve Mg miktarları toprak örneklerin 1.0 N Amonyum Asetat (pH=7) ile ekstrakte edilerek bulunmuştur (Richards 1954).

Değişebilir Sodyum: Değişebilir sodyum (Na) miktarları fleymfotometrik yöntemle (Richards 1954), toprakta bulunan sodyum amonyum asetat çözeltisiyle ekstrakte edilerek çözeltiliye geçen sodyumun alev fotometrede okunması yöntemi prensibiyle belirlenmiştir.

Değişebilir Potasyum: Değişebilir potasyum (K) miktarları fleymfotometrik yöntemle (Richards 1954), toprakta bulunan potasyumun amonyum asetat çözeltisiyle ekstrakte edilerek çözeltiliye geçen potasyumun alev fotometrede okunması yöntemi prensibiyle belirlenmiştir.

Değişebilir Ca ve Mg: Richards'ın (1954) belirttiği esaslara göre, EDTA ile titrimetrik yöntemle belirlenmiştir.

Çalışma alanı topraklarının EC, ESP, pH ve tekstür değerlerine ait en küçük, en büyük, ortalama, standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen EC ve ESP değerlerinin çalışma alanında alansal dağılımlarına ait haritalar hazırlanmıştır. Çalışma alanına ait potansiyel verim haritaları oluşturulmuştur. Çalışma alanına ait dağılım haritaları elde edilmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinden (CBS) yararlanılmıştır. Verilerin Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında analiz edilebilmesi ve değerlendirilebilmesi için "ArcGIS 10.0" bilgisayar programı kullanılmıştır. Toprak özelliklerinin haritalanması ve yorumlanması çalışmalarında Inverse Distance Weight (IDW) enterpolasyon yöntemi kullanılarak bütün derinlik sınıflarına ait veri katmanları üretilmiştir.

2003 MS Excel programından yararlanılarak Na, K, Ca ve Mg değerleri meq/100 g olarak hesaplanarak Eşitlik 1 kullanılarak toprak örneklerinin değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) değerleri hesaplanmıştır (Richards, 1954).

$$ESP = \frac{\text{Değişebilir Na (meq } 100g^{-1})}{\text{Katyon Değişim Kapasitesi (meq } 100g^{-1})} \times 100 \quad (1)$$

Bu çalışma kapsamında mısır, soğan, fasulye ve çilek bitkileri için alandaki potansiyel verim haritaları hazırlanmıştır. Bitkilerin potansiyel verimleri hesaplanırken Eşitlik 2 kullanılmıştır (FAO, 1976).

$$Yr = 100 - b(ECe - a) \quad (2)$$

Eşitlikte;

$Y_r$  = Oransal bitki verimi (%)

$EC_e$  = Çamur süzümü, tuz konsantrasyonu (dS/m)

$a$  = Tuzluluk eşik değeri (Verimin %100'den düşmeye başladığı EC değeri)

$b$  = Birim tuzluluk artışına karşılık verim kaybı



Şekil 1. Çalışma alanı örnekleme noktaları

Figure 1. Workspace sampling points

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Araştırma topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Çalışma alanından 2018 yılı sulama sonrası dönemde alınan toprakların tekstür özelliklerine ait en küçük, en büyük, ortalama, standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri Çizelge 1'de, EC, pH ve ESP değerleri tanımlayıcı istatistik sonuçları ise Çizelge 2'de verilmiştir. Toprakların kum içeriği ortalama % 21.95 ile % 29.27 arasında, silt içeriği ortalama % 22.45 ile % 24.13 arasında ve kil içeriği ortalama % 46.59 ile % 55.60 arasında değişmiştir (Çizelge 1). Çalışma alanı topraklarının kum ve silt içeriği derinlikle birlikte artış gösterirken, kil içeriği derinlikle birlikte azalmıştır. Çalışma alanı topraklarının EC değerlerinin ortalaması 0.86 ile 1.38 dS m<sup>-1</sup> arasında, pH değerlerinin ortalaması 6.96 ile 7.26 arasında ve ESP değerlerinin ortalaması % 3.37 ile % 3.85 arasında değişmiştir (Çizelge 2).

Çalışma alanı topraklarının EC ve ESP değerleri derinlikle birlikte azalma gösterirken, pH derinlikle birlikte artmıştır. pH en küçük 4.62, en büyük 8.54'tür. Toprak reaksiyonunun artma eğiliminde olduğu bölgeler denize yakın yerde ve deniz suyunun etkisiyle taban

suyundaki dalgalanmalardan kaynaklanabilmektedir. Coşkun (2016) yapmış olduğu çalışmada Terme çayını ovaya girdiği yerden denize doğru olan doğrultuda toprak reaksiyonunun artma eğiliminde olduğu sonucuna varmıştır. En yüksek pH değerini denize en yakın yerde dağılım gösteren Çangallar serisinin yer aldığı topraklarda belirlemiştir.

Varyasyon katsayısı (VK), toprak özelliklerinin değişkenliğini tanımlamak için diğer parametrelere göre en ayırt edici faktördür (Zhang ve ark., 2007). Wilding (1985) ve Mulla ve Mc Bratney (2000) toprak özelliklerindeki değişimlerin açıklanmasında önemli bir gösterge olarak kabul edilen varyasyon katsayısını, aldığı değerlere göre %15'ten küçük olanlar az değişken, %15-35 arasında olanlar orta derecede değişken ve %35'ten büyük olanları yüksek derecede değişken olarak sınıflandırmaktadırlar. Çalışma alanı topraklarının kum ve silt içeriği tüm derinliklerde yüksek değişkenlik gösterirken, kil içeriği ise 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerde orta derece, 60-90 cm ve 90-120 cm derinliklerde yüksek değişkenlik göstermiştir. Tekstürün yüksek derecede değişkenlik göstermesi alüvyal ana materyalin çalışma alanında farklılık göstermesi ve çalışma alanının geniş olmasına bağlanabilir.

Çizelge 1. Çalışma alanı topraklarının bazı fiziksel özelliklerine ait bazı tanımlayıcı istatistikler

Table 1. Some descriptive statistics of some physical properties of the working area soils

Toprak özellikleri	Derinlik(cm)	Min.	Max.	AO	S.S	VK
Kum (%)	0-30	9.06	74.70	21.95	11.69	53.25
	30-60	8.17	92.92	24.10	15.26	63.34
	60-90	8.98	89.00	26.19	17.45	66.62
	90-120	9.37	92.99	29.27	21.66	73.99
Silt (%)	0-30	8.91	39.67	22.45	8.37	37.29
	30-60	1.80	45.36	22.82	8.22	36.04
	60-90	1.30	52.99	23.61	10.13	42.92
	90-120	1.30	49.10	24.13	11.75	48.69
Kil (%)	0-30	16.39	79.05	55.60	15.32	27.56
	30-60	5.28	78.42	53.08	16.39	30.88
	60-90	9.70	77.95	50.20	19.71	39.26
	90-120	5.57	78.75	46.59	19.68	42.23

Min: Minimum değer, Max: Maksimum değer, AO: Aritmetik ortalama, S.S: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı(%)

Çizelge 2'den görüldüğü gibi EC ve ESP'nin varyasyon katsayısı yüksek bulunmuş ve yüksek düzeyde değişkenlik göstermiştir. pH değerlerine ait varyans katsayısı ise tüm derinliklerde en düşük olarak saptanmıştır. Böyle ki pH değerleri 0-30 cm ve 90-120 cm toprak katmanları az değişkenlik göstermiş, 30-60 cm ve 60-90 cm toprak katmanları orta derece değişkenlik göstermiştir.

Moasheri ve Foroughifar (2013) göre pH'nın düşük değişkenlik katsayısına sahip olması topraktaki ana madde bileşiminden kaynaklanmaktadır. Yüksek değişkenlik katsayısının ise gübreleme ve arazi kullanım tipi gibi arazi yönetim faktörlerinden kaynaklanabilir.

Çizelge 2. Çalışma alanı topraklarının bazı kimyasal özelliklerine ait bazı tanımlayıcı istatistikler

Table 2. Some descriptive statistics of some chemical properties of the working area soils

Özellik	Derinlik(cm)	Min.	Max.	AO	S.S	V.K
EC (dS/m)	0-30	0.12	2.92	1.38	0.82	59.01
	30-60	0.13	2.88	1.04	0.60	57.85
	60-90	0.18	1.86	0.88	0.50	56.35
	90-120	0.20	1.86	0.86	0.46	52.81
pH	0-30	4.62	7.94	6.96	0.91	13.01
	30-60	4.45	8.38	7.07	1.07	15.19
	60-90	4.53	8.48	7.15	1.09	15.24
	90-120	4.64	8.54	7.26	1.04	14.26
ESP (%)	0-30	1.15	10.30	3.85	2.03	52.88
	30-60	1.27	10.91	3.55	1.96	55.23
	60-90	1.23	12.00	3.54	2.04	57.77
	90-120	1.25	10.37	3.37	1.90	56.45

Min: Minimum değer, Max: Maksimum değer, AO: Aritmetik ortalama, S.S: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı(%), EC:

Elektriksel iletkenlik, ESP: Değişebilir sodyum yüzdesi

### 3.2. Çalışma alanı topraklarına ait EC ve ESP haritaların değerlendirilmesi

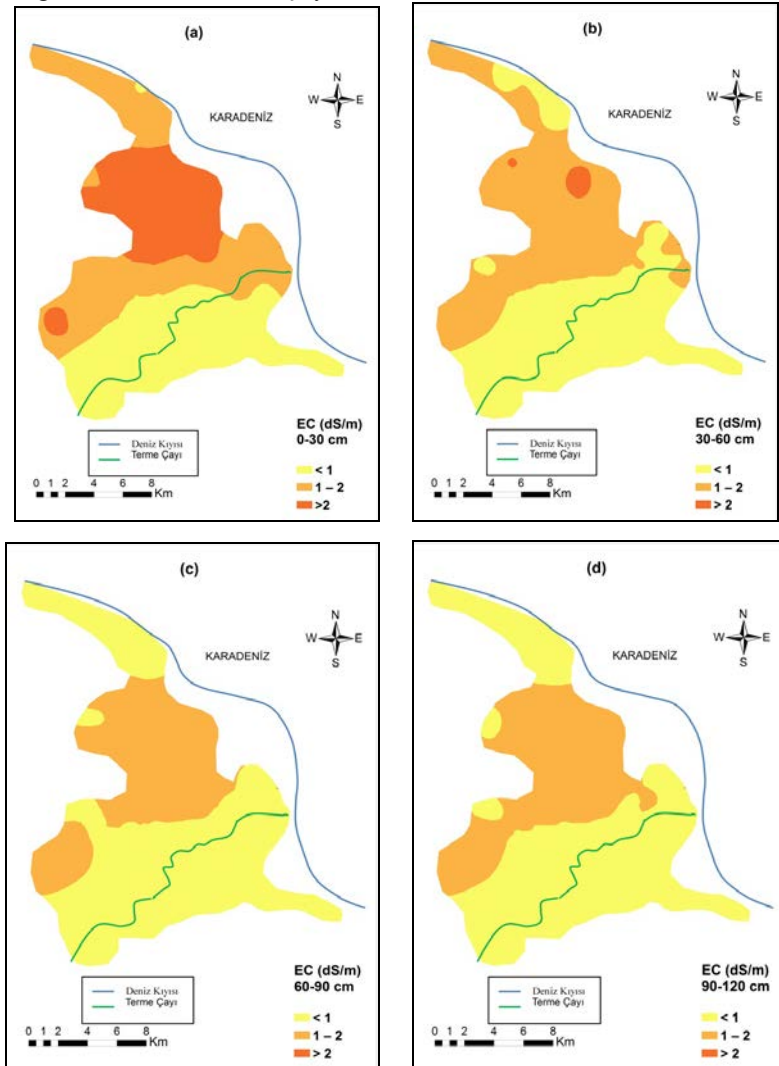
Richards, (1954) toprağın elektriksel iletkenlik değeri 2 dS/m' den küçük olduğunda tuzsuz, 2-4 dS/m arasında olduğunda çok hafif tuzlu, 4-8 dS/m arasında olduğunda orta tuzlu, 8-16 dS/m arasında olduğunda çok tuzlu ve 16 dS/m' den daha fazla olduğunda aşırı tuzlu olduğunu bildirmiştir. Şekil 2 incelendiğinde çalışma alanında alt katmanlara doğru tuzluluk

değerlerinin azaldığı görülmüştür. Bunun sebebi derinlikle birlikte kil fraksiyonlarının azalması ve kum ile silt fraksiyonlarına bağlı olarak alt katmanlarda EC'yi yükseltecek kimyasal özelliklerin azalmasına ve ayrıca bu katmanlarda yıkama durumlarının daha yüksek olmasına bağlanabilir (Taşan, 2017). Tuzluluk değerinin en yüksek olduğu alanlar toprağın üst katmanında bulunmaktadır. Çalışma alanında 0-30 cm ve 30-60 cm katmanlarında hafif tuzlu alanlar tespit edilirken, 60-90 cm ve 90-120 cm katmanlarında

tuzluluk değerinin 2 dS/m'nin altında olduğu tespit edilmiştir. Toprak katmanları genel olarak incelendiğinde çalışma alanında tuzluluk probleminin olmadığı görülmüştür. Coşkun (2016) yapmış olduğu çalışmada terme çayı ve terme çayına yakın mevkilerde ki toprak özelliklerinin incelenmesi sonucu tuzluluk sorunu olmadığını bildirmiştir.

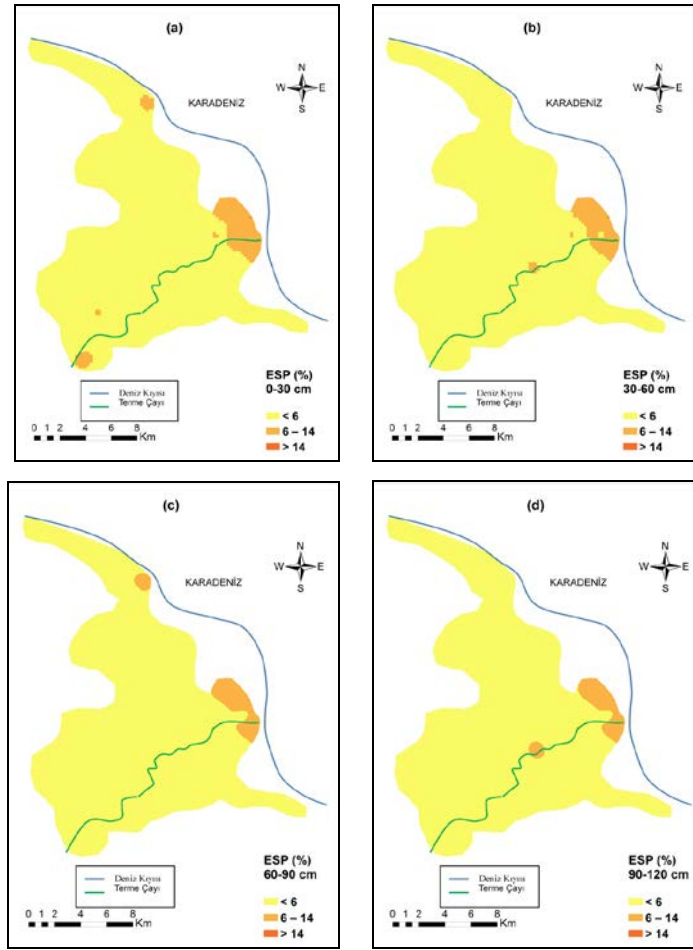
Şekil 3'te görüldüğü gibi çalışma alanının büyük bölümünde ESP değeri 6'dan düşük yani sodyum bakımından sorunsuz olmaktadır. Çalışma alanının güney-batı bölümünde, toprakların 0-30 cm katmanında ESP değeri 6-14 arasında; alanın kuzey -batı bölümündeki toprakların 60-90 cm katmanında ise küçük bir alanda sodyumlu toprakların mevcut olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanı toprak katmanları birlikte incelendiğinde alanın doğu bölümünde, Terme Çayı'nın

denize döküldüğü arazide ESP değeri 6-14 arasında bulunmuştur. Toprakların ESP değerinin 6'dan yüksek olması durumunda sodyum açısından sorun oluşturabileceği belirtilmektedir. ESP değerinin 6'dan düşük olduğu topraklar sorunsuz, 6-14 arasında olduğu topraklar sodyumlu ve 14'ten yüksek olduğu topraklar şiddetli sodyumlu olarak sınıflandırılmaktadır (Northcote ve Skene, 1972; Hazelton ve Murphy, 2007). Çalışma alanında, denize yakın yerlerde ve deniz suyunun etkisiyle taban suyundaki dalgalanmalar, ESP değerinin artma eğilimi göstermesine sebebiyet verebilir. Ayrıca Güler ve ark., (2014) Bafra ovasında yaptıkları bir çalışmada ESP ve pH değerlerinin yüksek çıkmasını kötü kalitedeki suyun sulama amacıyla kullanılmasına bağlamışlardır.



Şekil 2. Çalışma alanı topraklarının EC dağılım haritaları

Figure 2. EC distribution maps of working area soils



Şekil 3. Çalışma alanı topraklarının ESP dağılım haritaları  
Figure 3. ESP distribution maps of working area soils

### 3.3. Çalışma alanına ait potansiyel verim haritaları

Çizelge 3'te yüzde 100, 90, 75, 50 ve 0'lık potansiyel verimler için değerler verilmiştir. Toprak tuzluluğu ve verim potansiyeli arasındaki ilişkilerden (Çizelge 3) faydalanarak (FAO, 1976), çalışma alanının mevcut tuzluluk koşullarında mısır, soğan, fasulye ve çilek bitkileri yetiştirmek istendiğinde, potansiyel verimlerinin değişim oranları belirlenerek yapılan verim potansiyeli haritası Şekil 4'te gösterilmiştir. Çalışma alanında mısır ekildiği durumda alanın çoğunluğunda herhangi bir verim kaybı olmadığı görülürken, yaklaşık %11'lik alanda %0-10 arasında verimde azalma görülmektedir. Bu %11'lik alanda soğan bitkisi yetiştirilme koşulunda verimdeki azalma oranı %10-20'lere ulaşmaktadır. Soğan ekimi yapılma koşulunda alanın yaklaşık %43'ünde verimde %0-10'luk bir azalma görülmektedir. Alanın güney bölümünde ise verimde azalma mevcut değildir. Fasulye ekimi yapılma ihtimalinde alanın güney bölümünde %45'lik bir kesimde herhangi bir verim kaybı görülmezken, geriye kalan yaklaşık %30'luk bir alanda %10-20

arasında değişen oranlarda verimin azalacağı görülmektedir. Çilek bitkisi potansiyel verim haritası incelendiğinde ise çilek bitkisi ekimi yapılma ihtimalinde diğer bitkilere oranla daha yüksek verim kayıplarına rastlanabilmektedir. Bu verimde azalma oranı %40'lara kadar ulaşabilmektedir. Bunun sebebi verimde %40'a düşen alanların tuzluluk değerinin çilek bitkisinde maksimum  $EC_e$  sınırına yakın olmasından kaynaklanmaktadır. Öngörülen maksimum  $EC_e$  veya yüzde 0 verim, çizelge 3'ün son sütununda verilmektedir. Genel olarak tüm bitkiler değerlendirildiğinde, çalışma alanının güney bölümünde tuzluluk açısından herhangi bir verim kaybı görülmemektedir (Şekil 4). Sulama sularıyla tuzun toprağa iletilmesiyle tuz birikimi gerçekleşmektedir. Toprak çözeltisinde tuz birikimi gerçekleşerek üzerinde yetiştirilen bitkiler olumsuz olarak etkilenmekte ve verimde azalmalar oluşmaktadır (Kara ve Apan, 2000). Bütün bitkiler tuzluluğa benzer şekilde tepki vermez; bazı ürünler diğerlerine göre çok daha fazla toprak tuzluluğunda kabul edilebilir verim üretebilir. Bunun nedeni, bazı mahsullerin toprağından



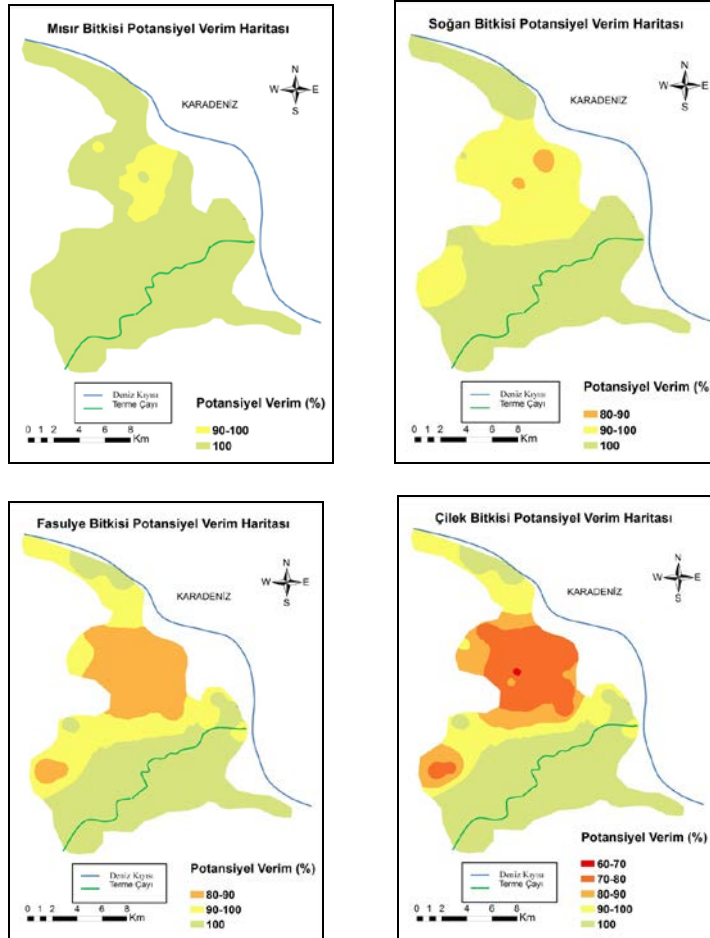
daha fazla su almasını sağlayan gerekli ozmotik ayarlamaları daha iyi yapabilmektedir. Toprak tuzluluğunun birikmesinin, yetiştirilecek ürün için kabul edilebilir bir konsantrasyonda kontrol edilemediği

alanlarda, hem beklenen toprak tuzluluğuna daha toleranslı olan hem de ekonomik verim sağlayabilen alternatif bir mahsul seçilebilir (FAO, 1976).

Çizelge 3. Toprak tuzluluğu ( $EC_e$ ) ve verim potansiyeli arasındaki ilişkiler (FAO, 1976)

Table 3. Relationships between soil salinity ( $EC_e$ ) and yield potential (FAO, 1976)

BİTKİLER	Yüzdeverim	%100	%90	%75	%50	%0	Alanın ortalama verimi
		$EC_e$	$EC_e$	$EC_e$	$EC_e$	$EC_e$	
Mısır		1.8	3.2	5.2	8.6	15	%100
Soğan		1.2	1.8	2.8	4.3	7.4	%97
Fasulye		1.0	1.5	2.3	3.6	6.3	%95
Çilek		1.0	1.3	1.8	2.5	4.0	%91



Şekil 4. Çalışma alanında mısır, soğan, fasulye ve çilek bitkilerine ait potansiyel verimlilik haritaları

Figure 4. Potential productivity maps of corn, onion, bean and strawberry plants in the study area



#### 4.Sonuç ve Öneriler

Toprakların kalitesinin ve karakteristik özelliklerinin zamanında belirlenmesi, özelliklerine göre kullanımları ve yönetilmesi önemlidir. Bu adımların zamanında atılmaması durumunda toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik durumlarına yönelik sorunlar oluşmaktadır. Örnek olarak, organik madde yetersizliği, tuzluluk-sodiklik gibi nedenlerden kaynaklı toprakların fonksiyon gösterme yeteneğinin azalması ve zamanla arazilerin biyolojik üretkenliğini geri dönüşümsüz olarak kaybetmesi söylenebilir. En iyi toprak-bitki ve arazi yönetimlerinin seçimiyle tarımda sürdürülebilirlik sağlanabilir. Bunun için; toprak, iklim, bitki örtüsü ve arazi kullanımı gibi temel bilgilerin yer alacağı detaylı toprak etüd ve haritalama çalışmalarına ve süreç içerisinde izleme, değerlendirme ve güncellemeye imkan veren bir toprak veri tabanına ihtiyaç duyulmaktadır. Samsun ili Terme Ovası'nda çeltik yetiştirilen alanlardaki toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiş, tarım alanlarının tuzluluk ve sodyumluluk yönünden elverişliliği araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına ArcGIS 10.0 Coğrafi Bilgi Sisteminden yararlanarak EC, ESP ve potansiyel verim haritaları oluşturulmuş ve değerlendirmeleri yapılmıştır. Terme Ovası çeltik alanlarında mevcut toprakların EC ve ESP değerleri tüm derinliklerde yüksek değişkenlik göstermiştir. pH çalışma alanında en düşük değişkenlik gösteren özellik olmuştur. Toprakların kum ve silt içeriği tüm derinliklerde yüksek değişkenlik gösterirken, kil içeriği ise 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerde orta derece, 60-90 cm ve 90-120 cm derinliklerde yüksek değişkenlik göstermiştir. Tekstürün yüksek derecede değişkenlik göstermesi alüvyal ana materyalin çalışma alanında farklılık göstermesi ve çalışma alanının geniş olmasına bağlanmıştır. Çalışma alanı, topraklarının tuzluluk (EC) değerleri incelendiğinde 0.12 dS/m ile 2.92 dS/m arasında değiştiği görülmüştür. Çalışma alanı topraklarının tuzsuz veya hafif tuzlu olduğu belirlenmiştir. Tuzluluk değerinin en yüksek olduğu alanlar toprağın üst katmanlarıdır. Toprağın alt katmanlarına doğru EC değeri azalma göstermektedir. Bu durum derinlikle birlikte kil içeriğinin azalması ve kum ile silt içeriklerine bağlı olarak alt katmanlarda EC'yi yükseltecek kimyasal özelliklerin azalmasına ve ayrıca bu katmanlarda yıkama durumlarının daha yüksek olmasına bağlanmıştır. Ergene (1987), kil ve organik maddece zengin toprakların toprakta tutulan su miktarlarını arttırdığını belirtmektedir. Genel olarak çalışma alanı toprakları değerlendirildiğinde tuzluluk sorunu bulunmadığı belirlenmiştir. Çalışma alanı topraklarının ESP değerleri incelendiğinde ise ESP değerinin %1.15 ile %12 arasında değiştiği görülmüştür. Çalışma alanının genel olarak sodyum bakımından sorunsuz olduğu tespit edilmiş ancak terme çayının denize döküldüğü alanda sodyumlu toprakların mevcut olduğu belirlenmiştir. Bu durum, bu kısımlarda taban suyu seviyesinin yüksek olmasına ve sulama suyunda

kötü kaliteli su kullanılmasına bağlanabilir. Çalışma alanının mevcut tuzluluk koşullarında mısır, soğan, fasulye ve çilek bitkilerinin potansiyel verimlerinin değişim oranları incelenmiştir. Bu bitkiler ekim için tercih edildiğinde, mısır %100, soğan %97, fasulye %95 ve çilek %91 oranda verim gösterecektir. Ovanın genelinde, çeltik üretimi yapılan alanlarında tuzluluk ve sodyumluluk yönünden önemli bir sorun tespit edilmemiştir. Ancak tuzlu ve sodyumlu toprakların artış gösterdiği alanlarda bu artışın kontrolü için izleme ve değerlendirmeler devam ettirilmelidir. Ayrıca tarım arazilerinde kullanılan su ve sulama sularındaki parametreler önemlidir. Bölgede bundan sonra yapılacak çalışmalarda su kaynaklarının da değerlendirmelere katılması yararlı olacaktır. Bitkilerin tuz toleranslarının farklılıkları bakımından, bitkilerde verim ve kalite açısından önemli değişiklikler oluşmaktadır. Bu nedenle tuz ve sodyumluluk problemlerini yaşamaya başladığı alanlarda tuza dayanıklı bitkilerin seçilmesi önerilmektedir. Bu çalışmanın yapıldığı Samsun İli Terme Ovasında da tuzluluk ve sodyumluluk problemlerinin yaşanması ihtimaline karşılık problemler alanlarda tuza toleranslı bitkiler yetiştirilmelidir.

#### Teşekkür

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü tarafından 1904.17.042 numaralı proje ile desteklenmiştir.

#### Kaynaklar

- Abrol, I.P., Bhumbra, D.R., Meelu, O.P., 1985. Influence of salinity and alkalinity on properties and management of rice lands. pp. 183-198. In: Soil Physics and Rice. E.A. Tout and G.S. Argosina. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, The Philippines.
- Anonim, 2018. Samsun ili Terme ilçesi iklim verileri. Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, MEVBİS, Samsun.
- Anonim, 2019. Toprağın katı ve sıvı fazı arasındaki etkileşimler. URL: [https://obs.ahievran.edu.tr/oibs/akademik/shr\\_files/FILE\\_8zt53fbdhrp111zchsmrfrkg3legxu\\_d uyuru.PDF](https://obs.ahievran.edu.tr/oibs/akademik/shr_files/FILE_8zt53fbdhrp111zchsmrfrkg3legxu_d uyuru.PDF). (Erişim tarihi: 05.04.2019).
- Batarseh, M., 2017. Sustainable Management of Calcareous Saline-Sodic Soil in Arid Environments: The Leaching Process in the Jordan Valley. Applied and Environmental Soil Science, Volume 2017, Article ID 1092838:1-9.
- Blake, G. R., Hartge, K., 1986. Bulk Density1. Methods of Soil Analysis: Part 1- Physical and Mineralogical Methods. pp. 363-375.
- Bouyoucos, G. J. 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. Agronomy Journal, 43(9): 343-348.

- Cemek, B., Güler, M. ve Arslan, H., 2006. Bafra ovası sağ sahil sulama alanındaki tuzluluk dağılımının coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 37(1): 63-72.
- Coşkun, A., 2016. Terme Havzası bazı temel Fizyografik karakteristikleri belirlenmesi ve tarımsal taşkın alanlarının toprak haritalanması. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 43.
- Coşkun, A., Dengiz, O., 2016. Terme Havzası bazı temel Fizyografik karakteristikleri belirlenmesi ve tarımsal taşkın alanlarının toprak haritalanması. Türkiye Tarımsal Araştırma Dergisi. 3: 1-13.
- Çetin M, Diker K., 2003. Assessing drainage problem areas by GIS: A case study in the eastern mediterranean region of Turkey. Irrigation and Drain. 52: 343-353.
- Dizdar, M.Y., 1978. Türkiye’de tuzdan etkilenmiş topraklar. Toprak Su Dergisi, 47: 36-57.
- Ergene A., 1987. Toprak Biliminin Esasları, Genişletilmiş 4. baskı Atatürk Üniversitesi Yayın no: 635, Ziraat Fak. Yay.289. Ders Kitap Serisi 47. Atatürk Üniversitesi Basım evi, Erzurum.
- FAO, 1976. Water Quality for Agriculture. Irrigation and Drainage Paper, No: 29, Rome.
- Franzmeier, D. P., 1977. Soil Characterization in Indiana: Field and laboratory procedures. I:943 Purdue University Agricultural Experiment Station.
- Gee, G. W. and Bauder J.W. 1986. Partical-Size Analysis. p. 383- 411. In A. Klute (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI. USA.
- Ghassemi, F.A., Jakeman, J., Nix, H.A., 1995. Salinisation of land and water resources. Centre for Resource and Environmental Studies. The Australian National University. Canberra. Australia.
- Güler, M., Arslan, H., Cemek, B., Erşahin, S., 2014. Long-term changes in spatial variation of soil electrical conductivity and exchangeable sodium percentage in irrigated mesic ustifluvents. Agricultural Water Management, 135: 1-8.
- Hazelton, P. and Murphy, B., 2007. Interpreting soil test results: What do all the numbers mean? : NSW Department of Natural Resources.
- Kara, T., Apan . M., 2000. Tuzlu taban suyunun sulamalarda kullanımı için bir hesaplama yöntemi. O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(3):62-67.
- Moasheri, S. A., Foroughifar, H., 2013. Estimation of the values of soil absorption ratio using integrated geostatistical and artificial neural network methods. International Journal of Agriculture and Crop Sciences (IJACS), 5(20): 2423-2433.
- Mulla, D.J., Mc Bratney, A.B., 2000. Soil Spatial Variability. Handbook of Soil Science CRS Pres, pp: 321-352.
- Northcote, K. H., Skene, J. K. M., 1972. Australian soils with saline and sodic properties. CSIRO Australia, Soil Publication No. 27, Canberra.
- Özyazıcı, M. A., Dengiz, O., Aydoğan, M., Bayraklı, B., Kesim, E., Urla, Ö., Yıldız, H. ve Ünal, E., 2015. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının temel verimlilik düzeyleri ve alansal dağılımları. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 31(1):136-148.
- Rhoades, J., Chanduvi, F., 1999. Soil salinity assessment: Methods and interpretation of electrical conductivity measurements (Vol. 57): Food and Agriculture Org.
- Richards, L., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. United States Salinity Laboratory. Agriculture Handbook No.60, USDA, Washington.
- Singh, B., Bajwa, M.S., 1987. Efficiency of urea as affected by time and method of its application to rice grown in partially reclaimed sodic soils. Oryza, 24: 7-13.
- Taban, S., Alpaslan, M., Hashemi, A. G., Eken, D., 1997. Orta Anadolu’da çeltik tarımı yapılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilim Dergisi, 3(3): 457-466.
- Taşan, M., 2017. Samsun İli Alaçam İlçesi Kıyı Bölgesi Çeltik Alanlarının Sulanmasında Yeraltı Suyu Kullanımının Toprak-Su Özellikleri ve Deniz Suyu Girişimine Etkilerinin Farklı Enterpolasyon Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 267.
- Wilding, L.P., 1985. Spatial Variability: It's documentation, accommodation and implication to soil surveys. In: Soil Spatial Variability, (Eds: Nielsen, D.R. and J. Bouma) Pudoc, Wageningen, The Netherlands, pp: 166-194.
- Yurtseven, E., Öztürk, A., Kadayıfçı, A. Ve Ayan, B., 1996. Sulama suyu tuzluluğunun Biberde (Capsium annum) farklı gelişme dönemlerinde bazı verim parametrelerine etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 2(2): 5-10.
- Zhang, X.-Y., Yue-Yu, S., Zhang, X.-D., Kai, M., Herbert, S., 2007. Spatial variability of nutrient properties in black soil of northeast China. Pedosphere, 17(1):19-29.



Research/Araştırma

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.653388

## Generative rootstock potential of some hybrid chestnut genotypes

Burak Akyüz\*, Ümit Serdar

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

\*Sorumlu yazar/corresponding author: burak.akyuz@omu.edu.tr

Geliş/Received 30/11/2019 Kabul/Accepted 28/02/2020

### ABSTRACT

In Turkey chestnut cultivation is threaten by chestnut blight, chestnut root rot and Asian chestnut gall wasp. In order to obtain tolerant cultivars to the pests and diseases hybridization studies were performed. As a result, A14, A25, A41 and A100 hybrid chestnut genotypes were selected as superior. Some of these genotypes were registered by 'Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry Variety Registration and Seed Certification Center'. A14 genotype named as 'Akyüz' and A100 named as 'Macit 55'. Grafting studies were performed with these genotypes and cultivars. However, due to graft incompatibility survival ratio was found low. To avoid graft incompatibility, own seedlings may be better candidate as rootstocks because of the degree of compatibility. In this study seedling rootstock potential of 'Akyüz', 'Macit 55' cultivars and A25, A41 genotypes were examined. 'Marigoule' cultivar used as control. The study was conducted between 2013 and 2015 at Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey. In the study healthy seed ratio (%), seed emerging ratio (%), suitable for grafting seedling ratio (%), seedling diameter (cm), coefficient of variation (CV) of seedling diameter and seedling productivity (%) were investigated. As a result of the study, all genotype and cultivars were found superior in terms of their generative rootstock characteristics. However, a great variation was observed among the rootstocks over the years. Therefore, studies should be conducted to determine the effect of xenia on rootstock candidates in nut species where generative rootstock use is necessary. Also, to find out the graft compatibility of these genotype and cultivars grafting studies should be done and they should be evaluated for long-term.

### Keywords:

*Castanea* spp.  
Hybrid  
Seedling potential  
Seedling productivity

### Bazı hibrit kestane genotiplerinin anaçlık potansiyelleri

#### ÖZET

Türkiye'de kestane yetiştiriciliği kestane kanseri ve kök çürüklüğü hastalıkları ile kestane gal arısı zararlısının tehdidi altındadır. Bu hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı çeşitler geliştirmek amacıyla melezleme çalışmaları yapılmıştır. Çalışmalar sonucunda A14, A25, A41 ve A100 genotipleri ümitvar bulunmuştur. Bu çeşitlerden bazıları TTSM tarafından tescil edilmiştir. A14 genotipi 'Akyüz', A100 genotipi ise 'Macit 55' ismiyle tescil ettirilmiştir. Bu çeşit ve genotipler ile aşılama çalışmaları yapılmış ancak aşı uyumsuzluğu sonucunda yaşama oranları düşük olmuştur. Akrabalık derecelerinin daha yakın olması nedeniyle genotip ve çeşitlerin kendi çöğürleri ile aşı uyumsuzluğunun daha iyi olabileceği düşünülmüştür. Bu çalışmada 'Akyüz' ve 'Macit 55' çeşitleri ile A25 ve A41 genotiplerinin anaçlık potansiyelleri incelenmiştir. 'Marigoule' ise kontrol çeşidi olarak kullanılmıştır. Çalışma 2013-2015 yılları arasında Ondokuz Mayıs Üniversitesi'nde yürütülmüştür. Çalışmada sağlam tohum oranı, çıkış oranı, aşı yapılabilir çöğür oranı, çöğür çapı, çöğür çapının CV değeri ve tohumdan elde edilen çöğür oranı incelenmiştir. Çalışma sonucunda tüm genotip ve çeşitler generatif anaçlık potansiyelleri bakımından üstün bulunmuştur. Ancak yıllara göre değişmekle beraber genotip ve çeşitlerin anaçlık değerleri arasında farklılıklar gözlenmiştir. Tohum anaçlıklarının kullanımının zorunlu olduğu türlerde, anaç adaylarında kseninin etkisinin de araştırılması gerekmektedir. Ayrıca bu kestane genotip ve çeşitleri ile ilgili aşı uyumsuzluk çalışmaları da yürütülmeli ve arazideki uzun yıllar yaşama oranları belirlenmelidir.

### Anahtar Sözcükler:

*Castanea* spp.  
Hibrit  
Çöğür potansiyeli  
Çöğür üretkenliği

## 1. Introduction

Anatolia is considered one of the origin centers of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.). According to FAO, Turkey's chestnut production in 2017 is 62.904 tones (FAOSTAT, 2019).

In terms of production, Turkey is the leader country in Europe and at second place in the world. On the other hand, in 1987 Turkey's chestnut production was approximately 90.000 tones.

In the following years, the chestnut blight (*Cryphonectria parasitica*) disease epidemic increased resulting in a decrease of nearly to 50.000 tones of chestnut production for Turkey in 2000 (FAOSTAT, 2019).

From 2000 to today, the impact of the chestnut blight is decreasing as Turkey's chestnut production continues to increase; however, chestnut blight still remains a threat to the chestnut production. Chestnut root rot, caused by oomycetes of various *Phytophthora* species, and Asian chestnut gall wasp, caused by *Dryocosmus kuriphilus*, have joined with chestnut blight by reducing nut production across Turkey.

There are multiple management methods against these pest and diseases. However, the most efficient method is to use resistant cultivars.

To obtain potentially resistant cultivars to these pests and diseases, complex hybrids of various chestnut species were imported from USA in 2005. From 2006 to 2014, adaptation studies were conducted and the performance of the genotypes were evaluated (Serdar et al., 2014; Pereira-Lorenzo et al., 2016).

As a result of the adaptation studies, A14, A25 and A100 genotypes were found to be superior for their nut quality and yield. Also, with their low growth vigor A25 and A41 genotypes were found superior as dwarf rootstock candidate. On 25.10.2019, A14 genotype registered as 'Akyüz' cultivar and A100 as 'Macit 55' cultivar by Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry Variety Registration and Seed Certification Center (TTSM) (TTSM, 2019).

Registration process is still going on with A25 genotype. In order to propagate these superior cultivars and genotypes, grafting studies were done.

They were grafted onto European seedling rootstocks, but in the following years various levels of graft incompatibilities were observed (Serdar et al., 2014). To avoid financial losses can be caused by graft incompatibility in the future it is important to determine suitable rootstocks for these genotype and cultivars. Their own seedlings may be better candidate as rootstocks because of the degree of compatibility.

For this aim, seedlings of these genotype and cultivars are tested for their rootstock potential.

The main purpose of this study was to find out the seedling rootstock potential of these hybrid chestnut genotypes.

## 2. Material and Methods

The experiment was conducted between 2013 and 2015 at Ondokuz Mayıs University, Agriculture Faculty, Horticulture Department, Samsun, Turkey (41° 21' 55'' N, 36° 11' 14'' E; 190 m above sea level).

### 2.1 Material

In the study A25 and A41 genotypes; 'Akyüz', 'Macit 55' and 'Marigoule' cultivar were used as generative rootstocks. 'Akyüz', 'Macit 55' cultivars and A25, A41 genotypes are hybrids of 'King Arthur' (*C. mollissima*/*C. seguine*) and 'Lockwood' (*C. crenata*/*C. sativa*/*C. dentata*) cultivars (Macit et al., 2018). 'Marigoule' cultivar is a natural hybrid of *C. sativa* and *C. crenata* (Chapa and Verlhac, 1978).

It was used as control to compare with genotypes and cultivars.

### 2.2 Methods

The study was carried out for three years (2013, 2014 and 2015). In all three years, after harvest chestnut seeds were brought to the laboratory immediately.

For surface sterilization, seeds were washed with 1 % NaOCl for 2 minutes.

After surface sterilization they were dried on blotting paper for 2 days.

For stratification, seeds were counted and then put in plastic cases with wet perlite medium and transferred into a cold room (2-4°C) (Table 1).

To avoid loss in moisture top of the cases were covered with plastic wrap.

Every two weeks moisture level of the perlite was checked by hand and if necessary, water was added. Stratification was ended as the radicle of seeds reached about 2 cm long in 50 % of the seeds (2.5-3 months).

After stratification healthy seed ratio was calculated by counting the unmolded or undecayed (healthy) nuts. Healthy seeds were planted into the 5.5 L pots. For each year the same soil mixture was used (5:1:1, Soil, Perlite, Peat). Soil mixture properties are indicated in Table 2 for each year.

At the end of the vegetation period, seed emerging ratio was calculated by counting the number of seedlings. Planted seed numbers for each genotypes and cultivars were given in Table 3.

Çizelge 1. Çeşit ve genotiplere ait katlamaya alınan tohum sayıları

Table 1. Seed numbers of the cultivars and genotypes placed in to the stratification

Cultivars/ Genotypes	Year		
	2013	2014	2015
Akyüz	420	360	420
A25	255	90	300
A41	255	210	60
Macit 55	520	420	420
Marigoule	520	270	420

Çizelge 2. Yıllara göre kullanılan toprak karışımının özellikleri

Table 2. Soil mixture properties for each year

	2013	2014	2015
Structure	Sandy Loam	Sandy Loam	Sandy Loam
pH 1:1	7.64	7.64	7.66
EC dS/m	0.35	0.35	0.32
CaCO <sub>3</sub> %	2.57	2.57	2.77
Organic Matter %	3.10	3.10	4.03
Total N %	0.13	0.13	0.25
P ppm	31.66	31.66	22.15
K ppm	16.47	16.47	20.67
Na me/100g	1.72	1.72	1.63

Çizelge 3. Çeşit ve genotiplere ait dikilen tohum sayıları

Table 3. Planted seed numbers for each cultivars and genotypes according to the years

Cultivars/ Genotypes	Year		
	2013	2014	2015
Akyüz	375	300	360
A25	210	90	270
A41	210	180	60
Macit 55	375	375	360
Marigoule	375	210	360

Also, seedling diameter was measured 5 cm above soil level with a digital caliper at the end of the vegetation period. 6 mm or thicker seedlings were counted as suitable for grafting (Soylu and Serdar, 2000). Coefficient of variation (CV) of seedling diameter (%) was calculated as Soylu (1986) stated (standard deviation of seedling diameter / mean of seedling diameter). Seedling productivity (%) is an important term for the nurseries. It was calculated as the ratio between seedlings which are thicker than 6 mm at 5 cm above soil level and seeds put into stratification. The study was designed with three repetitions and randomized plot design was used. The total seed or

seedling number was varied according to the genotype and cultivar and the year. Healthy seed ratio, seed emerging ratio, seedling diameter and suitable for grafting seedling ratio were analyzed statistically in SPSS 17.0 package program. Angle ( $\arcsin\sqrt{x}$ ) transformation was applied to values calculated as a percentage in applications (Tosun, 1991). The significance level of the differences between the means was determined by Duncan Multiple Range Test.

To make a general evaluation about the rootstock potentials of these cultivar and genotypes, a comparison was made by using the weighted-rankit method as modified by Ertan (1999) in Table 4.

Çizelge 4. Çeşit ve genotiplerin anaçlık değerlerini belirlemede kullanılan tartılı derecelendirme puan cetveli (Ertan, 1999'dan modifiye edilmiştir)

Table 4. Weighted-rankit method table for evaluation of the rootstock potentials of the variety and genotypes (Modified from Ertan, 1999)

Characters	Relative Scores	Value Ranges
1. Healthy seed ratio (%)	20	≤ 50 %: 1, 51-60 %: 3, 61-70 %: 5, 71-80 %: 7, 81-90 %: 9, ≥ 91 %: 10
2. Seed emerging ratio (%)	20	≤ 50 %: 1, 51-60 %: 3, 61-70 %: 5, 71-80 %: 7, 81-90 %: 9, ≥ 91 %: 10
3. Seedling diameter (mm)	20	≤ 5 mm: 1, 5.1-5.5 mm: 3, 5.6-6.0 mm: 5, 6.1-6.5 mm: 7, 6.6-7.0 mm: 9, ≥ 7.1 mm: 10
4. Coefficient of variation (CV) of seedling diameter	20	≥ 29: 1, 25-28: 3, 21-24: 5, 18-20: 7, 15-17: 9, ≤ 14: 10
5. Suitable for grafting seedling ratio (%)	20	≤ 60 %: 1, 61-68 %: 3, 69-76 %: 5, 77-84 %: 7, 85-92 %: 9, ≥ 93 %: 10
Total	100	

### 3. Results and Discussion

In the study, healthy seed ratio was ranged between 89.0-100.0 % in 2013; 86.5-100.0 % in 2014 and 90.0-100.0 % in 2015. In all three years, the lowest healthy

seed ratio was obtained from 'Marigoule' cultivar. In 2013 the highest health seed ratio was obtained from A25 and A41 genotypes. In 2014 'Akyüz' cultivar and in 2015 A41 genotype gave the best results (Table 5).

Çizelge 5. Healthy seed ratio after stratification (%)

Table 5. Healthy seed ratio after stratification (%)

Cultivars/ Genotypes	Healthy seed ratio (%)		
	2013	2014	2015
Akyüz	97.1 b*	100.0 a	96.9 c
A25	98.9 a	96.8 b	96.5 c
A41	100.0 a	93.8 c	100.0 a
Macit 55	91.7 c	91.1 d	98.1 b
Marigoule	89.0 d	86.5 e	90.0 d
P	≤0.01	≤0.01	≤0.01

\* There is no difference between the means indicated by the same letter in the same column.

Seed emerging ratio was ranged between 79.6-95.4 % in 2013; 80.1-96.8 % in 2014 and 81.1-93.9 % in 2015. In all three years, the lowest seedling emerging ratio was obtained from 'Marigoule' cultivar, probably because of the low healthy seed ratio. This could be related with the shell thickness of the nuts. Shell thickness can affect the penetration of the water into the

nuts. In 'Marigoule' cultivar shell thickness of the seeds can be thinner than others. So, this can lead to increase mold and decay. In 2013 and 2014, the highest seed emerging ratio was obtained from A25 genotype 95.4 and 96.8 % respectively. In 2015 'Akyüz' cultivar gave the best results with 93.9 % (Table 6).

Çizelge 6. Tohum çıkış oranı (%)

Table 6. Seed emerging ratio (%)

Cultivars/ Genotypes	Seed emerging ratio (%)		
	2013	2014	2015
Akyüz	93.1 b*	93.6 b	93.9 a
A25	95.4 a	96.8 a	81.8 d
A41	92.6 b	84.6 c	88.6 c
Macit 55	88.0 c	82.9 d	92.3 b
Marigoule	79.6 d	80.1 e	81.1 e
P	≤0.01	≤0.01	≤0.01

\* There is no difference between the means indicated by the same letter in the same column.



In our study the seed emerging ratio was ranged between 79.6-96.8 %. In a study about chestnut rootstock selection in Marmara region, seed emerging ratio was ranged between 32.5-86.6 % (Soylu et al., 1999). Another study was conducted in Black sea region with the same purpose and the seed emerging ratio was ranged between 51.6-97.3 % (Soylu and Serdar, 2000). Our results are in accordance with these studies.

Seedling diameters were ranged between 6.21-7.76 mm in 2013, 4.35-6.34 mm in 2014 and 6.20-7.89 mm in 2015 (Table 7). In all three years, the difference between the seedling diameters were statistically significant and the thickest diameter was measured from 'Marigoule' cultivar. As predicted, the seedling diameter was thinner in A25 genotype, which was

thought to have weak growth character. After 'Marigoule' the thicker seedlings were obtained from 'Akyüz' cultivar in 2013 and 2014 and from A41 genotype in 2015. In 2014, strong pruning was performed to obtain more scions from A41 genotype. That led us to harvest less nuts compared to other years. This situation affected positively the size of the seeds in 2015. Macit et al. (2018) stated seed weight of A41 genotypes as 8.3 g. However, in 2015 seed weights were measured as 12.3 g. According to some studies, there is a positive relationship between seed size and seedling development (Soylu, 1986; Cicek and Tilki, 2007). Therefore, it can be stated that the thicker diameter of the A41 genotype in 2015 is due to the larger seed size of the seeds planted this year.

Çizelge 7. Çeşit ve genotiplerde ölçülen çap (mm), çöğür çapı üniformitesi (CV) ve aşı yapılabilir çöğür oranı (%) değerleri

Table 7. Seedling diameter (mm), Seedling diameter uniformity (CV) and suitable for grafting seedling ratio (%) of the genotypes and cultivars

Cultivars/ Genotypes	2013			2014			2015		
	Seedling diameter (mm)	Diameter CV (%)	Suitable for grafting seedling ratio (%)	Seedling diameter (mm)	Diameter CV (%)	Suitable for grafting seedling ratio (%)	Seedling diameter (mm)	Diameter CV (%)	Suitable for grafting seedling ratio (%)
Akyüz	6.89 b*	13.8	93.7	5.48 b	12.1	93.9	6.65 c	17.5	95.1
A25	6.21 d	12.7	92.8	4.35 d	15.7	96.6	6.45 c	20.2	95.7
A41	6.75 bc	12.7	93.2	4.81 cd	21.8	97.2	7.28 b	18.1	91.6
Macit 55	6.46 cd	12.8	94.6	5.13 bc	14.8	93.9	6.20 c	15.3	95.1
Marigoule	7.76 a	14.1	94.1	6.34 a	20.4	96.5	7.89 a	16.2	92.9
P	≤0.01		NS	≤0.01		NS	≤0.01		NS

\* There is no difference between the means indicated by the same letter in the same column.

NS: Not significant

The coefficient of variation (CV) of seedling diameter indicates the uniformity. Lower value means the seedling diameter is more uniform. The CV values of the seedling diameter varied from year to year and varied between 12.7-14.1 % in 2013, 12.1-21.8 % in 2014 and 15.3-20.2 % in 2015 (Table 7).

Suitable for grafting seedling ratio was ranged between 92.8-94.6 % in 2013, 93.9-97.2 % in 2014 and 91.6-95.7 % in 2015 (Table 7). There was no statistical difference between the rates of suitable for grafting seedling ratio in all three years.

In our study, the seedling diameter was 4.35-7.89 mm, the CV of the diameter was 12.1-21.8 % and the suitable for grafting seedling ratio was ranged between 91.6-97.2 % according to years. Bilgener and Serdar (1995), found that seedling diameter was ranged between 3.13-7.21 mm according to genotype and stratification medium and year. On the other hand, Ertan (1999) found the seedling diameter between 6.56-10.74 mm, coefficient of variation (CV) of seedling diameter between 4.15-35.75 % and the suitable for grafting seedling ratio between 0.0-24.28 %. Soyulu et al (1999),

in the first year of their study they measured seedling diameter between 4.3-6.5 mm and in the second year between 3.6-6.8 mm and CV of seedling diameter between 18.60-36.65 %. Soyulu and Serdar (2000), measured the diameter of the seedlings between 4.87-7.83 mm and the seedling diameter uniformity (CV) calculated between 12.5-32.1 %. Besides, in the same study, the suitable for grafting seed ratio was varied between 20.6-88.9 %. It is thought that the differences seen in our study may be due to the genetic structure of the genotype, ecology and genotype x ecology interaction.

Soyulu and Serdar (2000) stated that 6 mm and thicker seedlings were counted to determine the suitable for grafting seedling rate. However, Ertan (1999) determined this value as 10 mm and thicker were suitable for grafting. This explains the differences about the suitable for grafting seedling ratio between two studies.

The seedling productivity ratio indicates that how many seedlings were obtained from the seeds which were put into stratification. The highest ratio for

seedling productivity was obtained from A25 genotype in 2013 and 2014 by 88.5 % and 93.6 %, respectively. On the other hand, the lowest ratio was obtained from 'Marigoule' cultivar in 2013 and 2014 by 74.9 % and 77.2 %, respectively. In 2015, the highest ratio was

obtained from 'Akyüz' cultivar by 89.2 % and the lowest ratio from A41 genotype by 71.4 % (Table 8). According to variety/genotypes' all three years average, the highest ratio of seedling productivity was obtained from 'Akyüz' cultivar with 88.0 % and the lowest was from 'Marigoule' cultivar with 76.2 %.

Çizelge 8. Aşı yapılabilir tohum oranı (%)  
Table 8. Seedling productivity ratio (%)

Cultivars/ Genotypes	2013	2014	2015	Mean
Akyüz	87.3	87.9	89.2	88.0
A25	88.5	93.6	78.3	84.6
A41	86.3	82.2	71.4	83.0
Macit 55	81.8	77.9	87.7	80.3
Marigoule	74.9	77.2	75.3	76.2
Mean	82.2	79.7	79.2	

General evaluation was done with all the data obtained from the study by using the weighted-rankit method. In 2013, 'Akyüz' cultivar and A41 genotype had the highest score with 980. These two genotypes were followed by A25 genotype with 940 points (Table

9). In 2014, the highest score was obtained from 'Akyüz' cultivar with 860. This cultivar was followed by 'Macit 55' cultivar with 820 points. In 2015, 'Akyüz' and 'Marigoule' cultivars had the highest score with 960 points.

Table 9. Çeşit ve genotiplerin tartılı derecelendirme puanları  
Table 9. Weighted-rankit scores of the cultivars and genotypes

Year	Cultivars/ Genotypes				
	Akyüz	A25	A41	Macit 55	Marigoule
2013	980	940	980	920	920
2014	860	800	700	820	800
2015	960	860	900	920	960
Mean	933	867	860	887	893

According to the average weighted-rankit scores, 'Akyüz' cultivar had the highest score with 933. 'Akyüz' cultivar was followed by 'Marigoule' cultivar with 893 points. 'Akyüz' (Macit et al., 2018) and 'Marigoule' (Serdar et al., 2011) cultivars are thought to have bigger seeds compared to other genotypes, resulting in a thicker seedling diameter than others.

For rootstock potential, rootstock diameter and suitable for grafting seedling ratio criteria are very important. In Turkey, 'Marigoule's popularity as seedling is getting increase every day. Serdar et al (2011) determined that the seed size of 'Marigoule' is 61 nuts per kilogram. Although this value is approximately the same as 'Akyüz' cultivar. However, in 'Marigoule' cultivar, healthy seed ratio and suitable for grafting seedling ratio were found lower than others.

'Marigoule' which was examined as control cultivar in our research was registered as cultivar and also rootstock by Ondokuz Mayıs University Faculty of Agriculture on 06.04.2010 (TTSM, 2019). Among the hybrid chestnut genotypes used in the study, 'Akyüz' cultivar received a better weighted-rankit score than 'Marigoule' cultivar, while the other genotypes scored close to it.

#### 4. Conclusion

The cultivars and genotypes examined in our study were evaluated in terms of their generative rootstock characteristics and all were found as superior. However, a great variation was observed among the rootstocks over the years. Therefore, studies should be conducted to determine the presence of xenia effect of rootstock candidates on rootstock selection in nut species where generative rootstock use is necessary. Also, graft compatibility studies should be done with these superior genotypes.

#### References

- Bilgener, Ş., Serdar, Ü., 1995. Bazı uygulamaların kestane (*Castanea sativa* Mill.) tohumlarının çimlenme ve çöğür gelişimleri üzerine etkileri. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt 1, 515-519, 3-6 Ekim, Adana.

- Chapa, J., Verlhac, A., 1978. Principales varietes fruitieres de chataigner cultivees en France. INRA, 33s, Centre de Recherches de Bordeaux.
- Cicek, E., Tilki, F., 2007. Seed size effects on germination, survival and seedling growth of *Castanea sativa* Mill. *Journal of Biological Sciences*, 7(2): 438-441. DOI:10.3923/jbs.2007.438.441
- Ertan, E., 1999. Seleksiyon ile belirlenmiş Ege bölgesi kestane (*Castanea sativa* Mill.) tiplerinin anaçlık özelliklerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. Doktora Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 132 s, Aydın.
- FAOSTAT, 2019. Chestnut production statistics in the world. Available at <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (Erişim tarihi: 25 Kasım 2019).
- Macit, I., Serdar, U., Er, E., Akyuz, B., 2018. Some chestnut interspecific hybrids from Turkey. *Acta Horticulturae*, 1220, 67-70. DOI: 10.17660/ActaHortic.2018.1220.10
- Pereira-Lorenzo, S., Costa, R., Anagnostakis, S., Serdar, U., Yamamoto, T., Saito, T., Ramos-Cabrer, M., Ling, Q., Barreneche, T., Robin, C., Botta, R., Contessa, C., Conedera, M., Martin, A., Gomes-Laranjo, J., Villani, F., Carlson, J.E., 2016. Interspecific Hybridization of Chestnut. In: Annaliese S.M. (Eds). *Polyploidy and Hybridization for Crop Improvement*. CRC Press. pp. 377-407.
- Serdar, Ü., Demirsoy, H., Demirsoy, L., 2011. A morphological and phenological comparison of chestnut (*Castanea*) cultivars 'Serdar' and 'Marigoule'. *Australian Journal of Crop Science*, 5(11): 1311-1317.
- Serdar, Ü., Akyüz, B., Fulbright, W.D., 2014. Graft success of hybrids on European chestnut rootstock and development of chestnut blight disease. 2nd Symposium of Turkey Forest Entomology and Pathology, 127-131, 7-9 April, Antalya, Turkey.
- Soylu, A., Serdar, U., 2000. Rootstock selection on chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in the middle of Black Sea region in Turkey. *Acta Horticulturae*, 538, 483-487. DOI: 10.17660/ActaHortic.2000.538.85
- Soylu, A., Eris, A., Özgür, M., Dalkılıç, Z., 1999. Researches on the rootstock potentiality of Chestnut Types (*Castanea sativa* Mill.) grown in Marmara region. *Acta Horticulturae*, 494, 213-222. DOI: 10.17660/ActaHortic.1999.494.32
- Soylu, A., 1986. Bazı önemli kestane çeşitleri arasındaki melezlemelerden elde edilmiş çöğürlerin gelişme kriterleri. *Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Bahçe Dergisi*, 15(1): 22-23.
- Tosun, F. 1991. Tarımda Uygulamalı İstatistik Metotları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No:1, 256 s, Samsun.
- TTSM, 2019. Chestnut production statistics in Turkey. Available at <http://www.tuik.gov.tr/PreTabloArama.do?metod=search&araType=vt> (Erişim tarihi: 25 Kasım 2019).



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.661631

## Sarmalık kıyılmış tütünlerde uygulanan tarımsal işlemler ve kalite özelliklerinin belirlenmesi

● Serhat Kanoglu<sup>a\*</sup>, ● Ahmet Kınay<sup>a</sup>, ● Erdem Karakoç<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Tokat, Turkey

\*Sorumlu yazar/corresponding author: serhat\_kanoglu@hotmail.com

Geliş/Received 19/12/2019 Kabul/Accepted 04/03/2020

### ÖZET

Bu araştırmanın amacı Türkiye’de üretilmekte olan sarmalık kıyılmış tütünlerin kimyasal içeriklerini ve bunların referans sınır değerler içerisindeki yerini belirlemektir. Çalışma sarmalık kıyılmış tütünlerin yoğun olarak üretildiği Doğu ve Güneydoğu Anadolu (Mardin, Diyarbakır, Hatay, Muş, Bitlis, Batman, Adıyaman ve Malatya) bölgelerinde 2016-2017 yıllarında yürütülmüştür. Araştırmada yöreyi temsil edecek şekilde belirlenen 30 noktadan kuru yaprak tütün örnekleri toplanarak kimyasal kompozisyonları tespit edilmiştir. Çalışmada tütün yapraklarında kükürt ve nikotin içeriklerinin referans değerlerin üstünde, kadmiyum ile arseniğin ise referans sınır değerlerin içerisinde olduğu belirlenmiştir. Tütünde kaliteyi olumlu yönde etkileyen glikoz, klorojenik asit ve rutin oranlarının ise kalite tipi tütünlere göre düşük olduğu görülmüştür. Türkiye’deki sarmalık kıyılmış tütün üretiminde oryantal tütün üretiminin aksine seyrek dikim, daha fazla sulama-gübreleme yapıldığı ve yoğun kükürt kullandığı tespit edilmiştir. Tarımsal üretimdeki bu farklılıklar tütünlerin kimyasal kompozisyonunu doğrudan etkilemiştir. Bunun sonucunda da tütünlerde nikotin oranı ve kükürt içeriklerinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Fenolik  
Kükürt  
Kadmiyum  
Nikotin

### Determination of Quality Properties and Applied Agricultural Practice In Roll Your Own Tobacco

### ABSTRACT

The aim of this study is to determine the chemical content of roll-your-own tobacco produced in Turkey and its position within the reference limit values. The study was conducted in the regions of Eastern and Southeastern Anatolia (Mardin, Diyarbakır, Hatay, Mus, Bitlis, Batman, Adıyaman and Malatya) where roll-your-own tobacco is produced intensively in 2017. The chemical compositions is determined by collecting dry tobacco leaf samples from 30 spots in such a way that determined to represent the region. In this study, it is determined that sulfur and nicotine content in tobacco leaves are above reference limit values whereas cadmium and arsenic are within the reference limit values. Glucose, chlorogenic acid and routine rates that affect quality positively in tobacco are determined to be low when compared to quality type tobacco. In the production of roll-your-own tobacco in Turkey, it is determined that sparse planting, more irrigation-fertilization and intensive sulfur are used, contrary to oriental tobacco production. These differences in agricultural production directly affect the chemical composition of tobacco. As a result, it is determined that nicotine rate and sulphur contents are high in tobacco.

Keywords:  
Phenolics  
Sulfur  
Cadmium  
Nicotine

## 1. Giriş

Dünya ve Türkiye’de üretilmekte olan tütünler genellikle sigara yapımında kullanılmaktadır. Türkiye’nin Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde fabrikasyon işlemlerine tabi tutulmadan kıyılıp sarılmak suretiyle tüketilen tütün üretimi de yapılmaktadır. Sigara üretimi belirli bir programa göre üretilip kontrollerden geçirilerek piyasaya sürülmektedir. Ancak sarmalık kıyılmış tütünler piyasada herhangi bir prosedüre ve kontrol işlemine tabi tutulmadan doğrudan satılabilmektedir. Türkiye piyasasında üretilen ve tüketilen sarmalık kıyılmış tütünlerin kimyasal içerikleri ve bunların referans sınır değerler içerisindeki yeri bilinmemektedir.

Sigara dumanının ana bileşenleri, azot, oksijen ve karbonmonoksittir. Yaklaşık 4000 kimyasal maddenin bulunduğu sigaranın önemli toksik bileşenleri nikotin ve kadmiyumdur (Söylemez, 2011). Kadmiyum, vücuttan atılımı oldukça yavaş olan, biyolojik yarılanma ömrünün 10-30 yıl arasında olduğu tahmin edilen bir ağır metaldir. Kadmiyum kadar zararlı olan nikotin tütün bitkisi tarafından üretilen bir alkaloiddir (Ayan, 2008). Tütün içeriğindeki kükürt ile ilgili çalışmalar yapılmış olsa da dünyaca ön görülen bir sınır değeri tam olarak verilmemiştir. Tütün gibi kayısı yetiştiriciliğinde de sarartma amaçlı kükürt kullanılmaktadır. Bu nedenle kükürt içeriği için kıstas olarak Türk Standartları Enstitüsü’nün (TSE) 01.08.1993 tarihinde ve TS/485 sayılı ile yürürlüğe giren kuru kayısı ihracat yönetmeliği örnek alınabilmektedir. Yönetmeliğe göre %0.25 kükürt oranı istenmektedir. Ayrıca kuru kayısı ithalatı yapan ülkeler içerisinde Almanya, İngiltere, Fransa gibi ülkeler 2000 ppm sınır isterken, Avustralya gibi bazı ülkeler 3000 ppm düzeyini kabul etmektedirler (Üren, 2011). Sarmalık kıyılmış tütünler için bu çalışmada 3000 ppm düzeyi belirleyici olarak alınmıştır.

Kuru tütün yaprağının ve sigara dumanının içeriği üzerine bazı araştırmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalara göre; kadmiyum 110 µg (mikrogram), çinko 60 µg, asetik asit 330-810 gg (gigagram), nikotin 1.0-2.5 mg (miligram), fenol 60-140 gg (gigagram) olarak bulunmuştur (Er, 2016). Ayrıca, kanserojen olduğu bilinen 4-Aminobifenil 4.6 µg, arsenik, benzen 12-48 gg, krom, nikel 20-80 µg miktarlarında tespit edilmiştir (Aşut, 1993; Zhu ve ark., 1996; Kayaalp, 1997; Gazioğlu, 1997; Fitzpatrick ve Blair, 2000). Birleşik Krallık ve Kore’de sigara markalarında yapılan incelemelerde bulunan değerler sırasıyla arsenik 0.12-0.23 µg, kadmiyum 0.90-1.02 µg, bakır 7.73-13.0 µg, kurşun 0.74-1.35 µg ve çinko 31.9-38.5 µg değerleri arasında ölçülmüştür (Jung ve ark., 1998). Bulunan bu değerler sınır referans değerlerin altında olduğu görülmüştür. Türkiye’de 1981 yılından itibaren her bir sigaradaki nikotinin 1.3 mg sınırının altında olması gerektiği öngörülmüştür (Oral, 2010). 2008 Tarih ve 27065 sayılı resmi gazetede değişiklik ile zifir 10 mg,

nikotin 1 mg ve karbon monoksit 10 mg değerinin altında olması gerektiği tebliğ edilmiştir. Ayrıca ağır metal referans değerleri her bir sigarada kadmiyum 1.7 µg, kurşun 2.4 µg, arsenik 0.23 µg, bakır 15.6 µg, çinko 49.7 gg olarak ifade edilmektedir (Mussalo-Rauhamaa ve ark., 1986).

Yapılan araştırma sonucunda bölgede yetiştirilen sarmalık kıyılmış tütünlerin kükürt ve nikotin içeriklerinin referans değerlerin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Yörede üretilen tütünlerde kullanılan yoğun gübre ve kükürt kullanımı nikotin ve kükürt değerlerinin yüksek olmasını sağladığı düşünülmektedir. Türkiye’de üretilmekte olan sarmalık kıyılmış tütünlerin, ülkede uygulanmakta olan sözleşmeli üretimin dışında, yetiştiricilik ve devamındaki sürecin kendi haline bırakılması standart değerlerin dışında bir tütün mamulünün piyasada yer aldığını göstermektedir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırma 2016-2017 yıllarında Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde sarmalık kıyılmış tütün üretimi yapılan Muş, Diyarbakır, Batman, Malatya, Adıyaman, Bitlis, Hatay, Mardin illerinde yürütülmüştür.

Çalışmada kümeleme örnekleme yöntemine göre belirtilen 8 ilde  $(n \cdot S^2 \cdot t^2 / (n-1) \cdot d^2 + S^2 \cdot t^2)$  belirlenen 30 noktadan örnekleme yapılmıştır. (n: küme sayısı, S2: standart sapma, t2: T tablo değeri (%5’e göre) ve d2: ort.\*0.1). Bu 30 nokta illerdeki tütün üretim alanı ve üretici sayısına göre belirlenmiştir (Çiçek ve Erkan, 1996). Kuru tütün yaprağı örnekleri bahsi geçen illerden yöreyi temsil edecek şekilde belirtilen noktalardan alınmıştır. Toplanan örnekler ait nikotin oranları, HPLC cihazında 250 x 4.6 mm ve 5.0 mm partikül büyüklüğünde ACE C18 kolon kullanılarak DAD detektörüyle yapılmıştır (Moghbel ve ark., 2015; Kınay, 2018). Fenolik (klorojenik ve rutin) içerikleri yine HPLC cihazında 7.7 x 300 mm, 8 µm C-18 kolon kullanılarak DAD detektörüyle yapılmıştır (Cırak ve ark., 2016; Kınay, 2018). Ağır metal miktarları ise kuru tütün yaprakları agat değirmeninde öğütülmüş, öğütülen örneklerden 0.2 g tartılarak mikrodalga cihazında (Mars Xpress) yaş yakma metoduna göre H2O2-HNO3 asit karışımında yakılmıştır. Daha sonra bu örneklerde ICP-OES (Thermo Icap-7400) cihazında kadmiyum, arsenik ve kükürt elementlerinin okuması yapılmıştır (Kaçar ve İnal, 2008). Elde edilen bulgularda güven sınırları belirlenmiştir (Yurtsever, 1984).

## 3. Bulgular ve Tartışma

Yapılan araştırmada Adıyaman, Batman, Bitlis, Diyarbakır, Hatay, Malatya, Mardin ve Muş illerinden toplanan kuru tütün yaprakları içeriğindeki kükürt miktarları belirlenerek % 95 güven aralığına göre

istatistiki analize tabi tutulmuştur (Çizelge 1). Çalışma ortalaması 4340.46 ppm alt ve üst sınır değerleri sırasıyla 3908.26-4772.67 ppm olarak bulunmuştur. Çalışmada alt ve üst sınır değerleri arasında kalan aralık Türkiye’de sarmalık kıyılmış tütün üretimi yapılmakta olan bölgeyi temsil edebilmektedir. Araştırmada belirlenen kükürt seviyeleri TSE standartları ve daha önceki çalışmalara göre 3000 ppm seviyesine kıyasla çok yüksek ve istenilen değer sınırının üzerinde olduğu sonucu çıkmıştır (Üren, 2011). Sadece 3 noktadaki tütünlerin kükürt içeriklerinin sınır değerler içerisinde olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle çalışmanın yürütüldüğü alanlardaki tütün üretiminde yoğun kükürt kullanımının olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlerin

sağlık açısından üst sınırın üzerinde olduğunu göstermektedir.

Kadmiyum tütün bitkisi içeriğinde bulunan önemli ağır metallere biridir. Çalışmada kadmiyum alt sınır değeri 0.345 ppm, üst sınır değeri 0.548 ppm ve ortalama ise 0.447 ppm olarak bulunmuştur. Çalışmada alt ve üst sınır değerleri arasında kalan 8 köy sınır değerler içerisinde yer almaktadır. Çalışmada elde edilen 0.447 ppm seviyesindeki kadmiyum dünyada referans değeri olarak kabul edilen 1.7 µg (1.700 ppm) değerine kıyasla daha düşük düzeydedir. Ayrıca örneklerin toplandığı noktaların tamamının dünya referans değerinin altında olduğu görülmüştür.

Çizelge 1. Sarmalık kıyılmış tütün örneklerinin kükürt, kadmiyum ve arsenik miktarları

Table 1. Sulfur, cadmium and arsenic content of roll your own tobacco samples

No	Örnek noktaları	Kükürt (ppm)	Kadmiyum (ppm)	Arsenik (ppb)
1	Malatya-Kurucaova	3783.21	0.3134	209.40
2	Malatya-Gedikağzı	5244.64	0.7303	171.37
3	Malatya-Fındık	3802.57	10.344	56.40
4	Malatya-Merkez	3917.12	0.5990	48.67
5	Mardin-Kocalar	2987.87	0.4695	261.32
6	Mardin-Yüceler	3155.98	0.3363	153.13
7	Mardin-Merkez	3348.88	0.3057	199.48
8	Diyarbakır-Kızlar	5070.70	0.3067	212.60
9	Diyarbakır-Çitlibahçe	3406.95	0.2161	314.01
10	Diyarbakır-Çobantepe	5547.83	0.4568	254.40
11	Diyarbakır-Sarıbuğday	3518.87	0.4785	256.33
12	Adıyaman-Recep	4958.28	0.6331	167.62
13	Adıyaman-Pınar	3727.31	0.3265	260.27
14	Adıyaman-Yeşiltepe	4282.07	0.6693	274.86
15	Adıyaman-Merkez	3260.06	0.3379	421.15
16	Muş-Köşk	2985.92	0.5405	830.42
17	Muş-Ağartı	2258.16	0.7010	375.83
18	Muş-Dumulusu	4953.36	0.5618	329.69
19	Muş-Dedeyurt	3396.25	13.621	285.69
20	Batman-Balbaşı	3963.99	0.1201	117.48
21	Batman-Yeniköy	4548.00	0.1200	75.36
22	Batman-Derince	3840.80	0.1200	43.72
23	Batman-Ergünü	4735.36	0.2000	153.68
24	Bitlis-Gölbaşı	5128.92	0.3600	433.52
25	Bitlis-Kuşdili	4809.52	0.3600	135.16
26	Bitlis-Arıdağı	4947.68	0.5600	379.16
27	Bitlis-Söğüt	6913.20	0.3200	240.80
28	Hatay-Yalaza	5169.92	0.4400	10.44
29	Hatay-Görentaş	7605.68	0.1600	376.80
30	Hatay-Çabala	4944.16	0.2800	431.44
Ortalama		4340.46	0.4473	249.04
St. Hata		211.32	0.0490	29.84
Alt Değer		3908.26	0.3458	188.00
Üst Değer		4772.67	0.5488	310.08

p<0,05



Başka bir ağır metal olan arsenik miktarları ortalaması 249.04 ppm olarak bulunmuştur. Analiz sonuçlarına göre alt sınır değerinin 188.00 ppm ve üst sınır değerinin 310.07 ppm olduğu belirlenmiştir. İstatistiki analizler sonucunda belirlenen alt ve üst sınır değerleri arasında kalan değer aralığı, bölgeyi temsil eden değerler olup dünyada referans değeri olarak kabul edilen 2.4 µg (2400 ppb) değerine kıyasla çok düşüktür. Buna göre belirlenen noktalar içinde 10 köy alt ve üst sınır değerlerinin arasında olduğu tespit edilmiştir.

Tütün için 2008 Tarih ve 27065 sayılı resmi gazetede sigaralardaki nikotin oranı 1 mg'ın altında

olması gerektiği yayınlaşmıştır. Araştırmada belirlenen noktalardan toplanan tütün yapraklarının içeriğindeki nikotin oranları ortalaması %1.41 olan çalışmada alt ve üst sınır değerleri sırasıyla 0.97-1.86 olarak bulunmuştur. Belirlenen %1.41 düzeyi sınır değer olan 1 mg seviyesinin üzerindedir. Üst sınır değerinin üzerinde 9 köy bulunurken, alt sınır değerinin altında 16 köy bulunmaktadır. Ayrıca alt sınır değeri altında kalan 16 köy aynı zamanda 1 mg seviyesinin de altında kalmaktadır.

Çizelge 2. Sarmalık kıyılmış tütün örneklerinin nikotin oranı, klorojenik asit ve rutin miktarları

Table 2. Nicotine ratio, chlorogenic acid and rutin content of roll your own tobacco samples

No	Örnek noktaları	Nikotin (%)	Klorojenik asit (ppm)	Rutin (ppm)
1	Malatya-Kurucaova	5.3	97.1	147.58
2	Malatya-Gedikağzı	5.24	271.35	329.26
3	Malatya-Fındık	1.66	374.06	474.7
4	Malatya-Merkez	1.77	251.1	442.98
5	Mardin-Kocalar	3.17	315.7	597.83
6	Mardin-Yüceler	0.82	297.16	532.08
7	Mardin-Merkez	0.85	318.62	484.32
8	Diyarbakır-Kızlar	0.87	372.58	458.46
9	Diyarbakır-Çitlibahçe	0.83	350.38	564.71
10	Diyarbakır-Çobantepe	1.02	536.59	506.93
11	Diyarbakır-Sarıbuğday	0.73	473.35	575.87
12	Adıyaman-Recep	1.54	827.62	596.91
13	Adıyaman-Pınar	1.2	164.8	444.51
14	Adıyaman-Yeşiltepe	1.96	242.63	332.08
15	Adıyaman-Merkez	1.38	190.92	196.03
16	Muş-Köşk	1.1	690.34	806.61
17	Muş-Ağartı	0.8	437.56	545.67
18	Muş-Dumulusu	0.96	350.39	401.22
19	Muş-Dedeyurt	1.42	665.07	925.96
20	Batman-Balbaşı	0.64	233.11	288.77
21	Batman-Yeniköy	0.6	261.8	261.01
22	Batman-Derince	1.15	305.82	412.03
23	Batman-Ergünü	0.91	349.88	281.35
24	Bitlis-Gölbaşı	0.8	450.82	506.04
25	Bitlis-Kuşdili	0.88	627.18	634.23
26	Bitlis-Arıdağı	0.71	319.56	434.74
27	Bitlis-Söğüt	0.95	659.84	835.19
28	Hatay-Yalaza	0.65	76.84	243.91
29	Hatay-Görentaş	0.46	52.89	89.86
30	Hatay-Çabala	2.13	18.61	151.24
Ortalama		1.41	352.79	450.07
St. Hata		0.21	36.16	36.71
Alt Değer		0.97	278.83	374.98
Üst Değer		1.86	426.75	525.16

p<0,05

Adıyaman, Batman, Bitlis, Diyarbakır, Hatay, Malatya, Mardin ve Muş illerinde yürütülen araştırmada belirlenen klorojenik asit ve rutin % 95 güven aralığına göre istatistiki analize tabi tutulmuştur. Klorojenik asit ortalaması 352.79 ppm, alt ve üst sınır değerleri sırasıyla 278.83-426.75 ppm olarak bulunmuştur (Çizelge 2). Yapılan araştırmada alt ve üst sınır değerleri arasında kalan aralık çalışma yaptığımız bölgeyi temsil eder niteliktedir. Buna göre 10 köy alt sınır değerinden daha az ve 9 köy üst değerden daha fazla klorojenik asit içeriğine sahip olurken 11 köy sınır değerler arasında yer almıştır. Rutin için çalışma ortalaması 450.07 ppm, alt ve üst sınır değerleri sırasıyla 374.98-525.16 ppm olarak belirlenmiştir. Fenolik maddeler tütün kalitesine olumlu yönde etki etmektedir (Kurt, 2019).

Çalışma esnasında çiftçilerle yapılan yüz yüze görüşmeler sonucunda, tütün yetiştiriciliğinde çiftçilerin % 100'ünün hayvan gübresi, bunun yanında ek olarak %50'sinin diamonyum fosfat ve üre gibi kimyasal gübrelerden dekara 8-12'şer kg kullandığı belirlenmiştir. Çiftçilerin yetiştiricilikte kullandıkları gübre miktarı oryantal tütün yetiştiriciliği için gerekli olandan (Kınay, 2010) fazladır. Tütün yetiştiriciliği yapan çiftçilerin % 90'ı vejetasyon süresi boyunca 7-8 kez sulama yaparken, %10'u tarlaya dikim sırasında sadece can suyu vermektedir. Çiftçilerin tamamı çiçeklenme döneminde tepe kırma işlemi yapmaktadırlar. Tütünü olgunlaştırmak ve sarartmak için %15'lik kesim dekara 8-10 kg kükürt attığını ifade ederken, yaprağı sarartmak için kullandıkları kükürt

miktarını belirtmekten kaçınmış ve bazı üreticiler ise hiç kullanmadıklarını ifade etmişlerdir.

#### 4. Sonuç

Türkiye'de sarmalık kıyılmış tütün üretimi yapılmakta olan Adıyaman, Batman, Bitlis, Diyarbakır, Hatay, Malatya, Mardin ve Muş illerinde yürütülen bu araştırmada tütün örneklerinde kimyasal kalite değerleri belirlenerek dünyada kabul gören referans değerlerin içerisindeki yeri tespit edilmiştir. Araştırmada incelenen kimyasal özelliklerden nikotin ve kükürt içerikleri referans değerlerin üzerinde, arsenik ve kadmiyum değerleri ise altındadır. Önemli sağlık sorunlarına neden olabilen bu bileşiklerin miktarları çiftçilerin yetiştiricilik esnasında yaptıkları uygulamalar ile doğrudan ilişkilidir. Tütünde kimyasal kaliteyi olumlu yönde etkileyen fenolik bileşiklerden klorojenik asit ve rutin içerikleri oryantal tütünlere göre düşük olmasına rağmen, yetiştiricilik yöntemi benzerlik gösteren burley tütünlerinden daha yüksektir. Türkiye'de üretilmekte ve satılmakta olan sarmalık kıyılmış tütünlerin üretim ve satış sürecindeki denetim yetersizliği, insan sağlığını tehdit etmekte ve ülke ekonomisine zarar vermektedir. Sarmalık kıyılmış tütünlerin bazı kimyasal bileşenlerinin konu edildiği çalışma ile Türkiye'de bu konuda ilk bilgiler raporlanmıştır. Son yıllarda artan tüketimi de göz önünde bulundurulduğunda Türkiye'de sarmalık kıyılmış tütünlerin referans değerleri ivedilikle belirlenmeli, bu tütünler tüm yönleriyle çalışmalara konu edilmelidir.

#### Teşekkür

Bu çalışma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 2017/52 no ile desteklenmiştir

#### Kaynaklar

- Aşut, Ö., 1993. Hekim ve sigara. Türk Tabipler Birliği Yayınları. Maya Matbaacılık ve Yayıncılık Ltd. Şti. Ankara, 1. Baskı, s: 43-52.
- Ayan, F., 2008. Sigaranın zararları ve sigarayı bırakmanın yararları. İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri Kardiyoloji Gündemi Sempozyumu, 43-52, 7-9 Mart, Antalya.
- Ball, S., Lloyd, L., 2011. Agilent hi-plex columns for carbohydrates, alcohols, and acids. Application Note. Pub., 4: 5990-8264
- Cirak, C., Radusiene, J., Jakstas, V., Ivanauskas, L., Seyis, F., Yayla, F., 2016. Secondary metabolites of seven Hypericum species growing in Turkey, *Pharmaceutical Biology*, 54(10): 2244-2253.
- Çiçek, A., Erkan, O. 1996. Tarım ekonomisinde araştırma ve örnekleme yöntemleri, TOGÜ, Ziraat Fakültesi Yayınları No:12, Ders Notları Serisi No:6, Tokat.
- Er, M., 2016. Sigara dumanındaki zararlı maddeler. <http://yunus.hacettepe.edu.tr/~muer/> (Erişim tarihi: 10 Nisan 2018).
- Fitzpatrick, T.M., Blair, E.A., 2000. Upper airway complications of smoking. *Clin. Chest. Med.*, 21: 147-157.
- Gazioğlu, K., 1997. Akciğer hastalıkları. Nobel Kitabevi. 206 s, İstanbul.
- Jung, M.C., Thornton, I., Jhon, H.T., 1998. Arsenic, cadmium, copper, lead, and zinc concentrations in cigarettes produced in Korea and the United Kingdom. *Environmental Technology*, 19(2): 237-241
- Kacar, B., İnal, A., 2008. Bitki Analizleri, Nobel Yayın Dağıtım, 2. Baskı, 912 s, Ankara.
- Kayaalp, O.S., 1997. Rasyonel tedavi yönünden tıbbi farmakoloji. Hacettepe ÜTF Yayınları, 7. Baskı, 920 s, Ankara.

- Kınay, A., 2010. Effects of different nitrogen rates on yield and quality of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). M. Sc. Thesis. Gaziosmanpaşa University, Graduate School for Applied Sciences, p.52, Tokat.
- Kınay, A., 2018. Effects of cadmium on nicotine, reducing sugars and phenolic contents of basma tobacco variety. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(12A): 9195-9202.
- Kurt, D., 2019. Seçilmiş Üstün Özellikli Basma Tip Tütün (*Nicotiana tabacum* L.) Hatlarının Genotip x Çevre İnteraksiyonları. PhD Thesis. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 213s, Tokat.
- Moghbel, N., Ryu, B., Steadman, K.J., 2015. A reversed-phase HPLC-UV method developed and validated for simultaneous quantification of six alkaloids from *Nicotiana* spp. *Journal of Chromatography B*, 997: 142–145.
- Mussalo-Rauhamaa, H., Salmella, S.S., Leppanen, A., 1986. Cigarettes as a source of some trace and heavy metals and pesticides in man. *Arch. Environ. Health*, 41(1): 49-55
- Oral, H., 2010. Kimyasal katkı maddeleri ve tarım ilaçları kullanılmadan şark tipi tütünler ile doğal sigara üretimi. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2): 149-155
- Söylemez, E., 2011. Sigara kullananlarda kan kadmiyum düzeyi ve lenfosit dna hasarının belirlenmesi. Yüksek Lisans tezi. Ankara Üniv. Sağlık Bil. Enst., 79s, Ankara.
- Üren, E., 2011. Kükürt dioksit genotoksik etkilerinin araştırılması. Yüksek lisans tezi. İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 86s, Malatya.
- Yurtsever, N. 1984. Deneysel ve istatistik metotlar. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No:121 Teknik Yayın No:56, 623 s, Ankara.
- Zhu, B., Sun, Y., Sievers, R.E., Shumon, S.L., Glontz, Z.A., Chotlarjee, K., Pormley, L.W.W., 1996. Wolfe, larginine teceases infact. Size in rots exposed to enviromental tobacco smoke. *Am. Hearts Jour.*, 132: 91-100



## Yarı Humid Ekolojik Koşullar Altında Oluşmuş Bazı Vertisol Alt Grup Toprakların Profillerinde Isı Akışının Belirlenmesi

İmanverdi Ekberli\*, Coşkun Gülser, Orhan Dengiz

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: iman@omu.edu.tr

Geliş/Received 17/02/2020

Kabul/Accepted 31/03/2020

### ÖZET

Toprakta ısı akışının değerlendirilmesi, toprağın sıcaklık rejiminin amenajmanı, toprakta depolanan ısı miktarının belirlenmesi ve toprak sıcaklığının modellenmesi için gereklidir. Bu çalışmada, yarı humid ekolojik koşullar altında oluşmuş bazı Vertisol alt grup toprakların profillerinde ısı akışının belirlenmesi amaçlanmıştır. Vertisol ordosuna ait farklı toprak profilinde (Typic Calciustert, Chromic Hapluster, Typic Hapluster) hesaplanan hacimsel ısı kapasitesi  $2.173 \cdot 10^6 \text{ J m}^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  ile  $2.307 \cdot 10^6 \text{ J m}^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  arasında ve ısı iletkenliği katsayısı ise  $12.412 \text{ watt m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  ile  $21.404 \text{ watt m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  arasında değişmektedir. Toprak horizonlarında hacim ağırlığının ve hacimsel nem içeriğinin çok fazla değişkenlik göstermemesi, hacimsel ısı kapasitesinin dar aralıkta değişimine neden olmaktadır. Isı akışı, Typic Calciustert toprak profilinin Ap, Bss 2C horizonlarında  $43.892 \text{ watt m}^{-2}$ ,  $26.424 \text{ watt m}^{-2}$ ,  $10.284 \text{ watt m}^{-2}$ ; Chromic Hapluster profilinin A, Bss1, Bss2 horizonlarında  $43.910 \text{ watt m}^{-2}$ ,  $22.665 \text{ watt m}^{-2}$ ,  $7.629 \text{ watt m}^{-2}$ ; Typic Hapluster profilinin Ap, Bss1, Bss2 horizonlarında ise sırasıyla  $35.958 \text{ watt m}^{-2}$ ,  $14.770 \text{ watt m}^{-2}$ ,  $7.530 \text{ watt m}^{-2}$  olarak belirlenmiştir. Horizonlardaki ortalama ve maksimum sıcaklık değerlerine ait farkın pozitif olması, ısı akışının profillerde aşağı yönde gerçekleşmesine neden olmaktadır. Toprakların alt horizonlarına doğru ısısal yayılım katsayılarının genelde artmasına rağmen, ısı akışı değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Kil birikiminin artmasına bağlı olarak toplam boşluk miktarının artması, hacimsel ısı kapasitesi ve ısı akışı değerlerinin azalmasına neden olmaktadır.

Anahtar Sözcükler:  
Vertisol topraklar  
Toprak sıcaklığı  
Hacimsel ısı kapasitesi  
Isısal yayılım  
Isı iletkenliği  
Isı Akışı

### Determination of Heat Flow in Profiles of Some Vertisol Subgroup Soils Formed Under Semi-humid Ecological Conditions

#### ABSTRACT

The evaluation of heat flow in soil is necessary for the management of soil temperature regime, determining the amount of heat stored in soil, and modeling soil temperature. In this study, the volumetric heat capacity values calculated for horizons of different soil profiles (Typic Calciustert, Chromic Hapluster, Typic Hapluster) belong to Vertisol order varied between  $2.173 \cdot 10^6 \text{ J m}^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  and  $2.307 \cdot 10^6 \text{ J m}^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , and the thermal conductivity coefficient values varied between  $12.412 \text{ watt m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  and  $21.404 \text{ watt m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ . The volumetric heat capacity changed in a narrow range due to small variation in bulk density and volumetric moisture content values in soil horizons. Heat flow values were determined as  $43.892 \text{ watt m}^{-2}$ ,  $26.424 \text{ watt m}^{-2}$ ,  $10.284 \text{ watt m}^{-2}$  in Ap, Bss 2C horizons of Typical Calciustert profile;  $43.910 \text{ watt m}^{-2}$ ,  $22.665 \text{ watt m}^{-2}$ ,  $7.629 \text{ watt m}^{-2}$  in A, Bss1, Bss2 horizons of Chromic Hapluster profile and  $35.958 \text{ watt m}^{-2}$ ,  $14.770 \text{ watt m}^{-2}$ ,  $7.530 \text{ watt m}^{-2}$  in Ap, Bss1, Bss2 horizons of Typic Hapluster profile, respectively. The positive difference between the average and the maximum temperature values in the horizons causes downward heat flow in the soil profiles. Although the heat diffusivity coefficients increased towards the lower horizons of soils, it was determined that the heat flow values decreased. Increase in the total porosity due to increase in clay accumulation causes to decreases in volumetric heat capacity and heat flow values.

Keywords:  
Vertisol soils  
Soil temperature  
Volumetric heat capacity  
Heat diffusivity  
Heat conductivity  
Heat flow

## 1. Giriş

Homojen ve izotropik olmayan yapıya sahip gözenekli bir ortam olan toprak, çeşitli kompozisyonlardaki katı minerallerden (mineral ve organik), genel olarak hava ve su içeren boşluklardan oluşmaktadır. Bu özelliklere bağlı olarak, toprakta farklı düzeylerde günlük, mevsimsel ve yıllık sıcaklık alanları oluşmakta, ısı akışı ve ısı miktarı gerçekleşmektedir. Topraktaki ısı akışı ve ısı miktarı çeşitli oluşum aşamalarında toprak bileşenlerinin değişimine etki yapan önemli faktörlerdendir. Çeşitli topraklarda ısı akışı ve ısı miktarı farklılık göstermekte, toprak özelliklerine, sıcaklık gradyentine, toprağın temel termo-fiziksel özelliklerine (ısı kapasitesi, ısıl yayılım, ısı iletkenliği vb.) bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Hedayati-Dezfooli ve Leong (2019) tarafından, yüksek sıcaklık koşullarında (10 -90°C) ısı ve nem taşınımının deneysel incelenmesine ait yapılan bir çalışmada, sıcaklık değişiminin ve doyumluk derecesinin, toprağın termo-fiziksel özellikleriyle beraber ısı akışına, dolayısıyla ısı miktarına önemli düzeyde etki yaptığı bildirilmiştir. Çeltik samanı ile malçlanmış ve çıplak topraklarda 2015 ve 2016 yıllarında soya bitkisi yetiştirilmesi koşulunda, HYDRUS-1D modeli kullanılarak toprağın su ve ısı akışının sayısal modellenmesine ait bir çalışmada, farklı derinliklerde (5, 15 ve 25 cm) depolanmış ısı miktarının malçlanmış topraklarda -0.056-0.120 MJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup>; çıplak topraklarda ise -0.071-0.158 MJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> arasında değiştiği saptanmıştır. Genel olarak, çıplak toprakla karşılaştırıldığında malçlanmış toprakta depolanmış ısı miktarının, dolayısıyla ısı akışının düşük olduğu gösterilmiştir (Kader ve ark., 2019). Li ve ark. (2018) tarafından bitki örtüsü altında bulunan toprakta yapılan bir çalışmada, toprakta yüzey ısı akışının  $\approx$  15-95 watt m<sup>-2</sup> olduğu saptanmış; toprak enerji bilançosunun belirlenmesinde yüzey ısı akışının önemli bir faktör olduğu gösterilmiştir. Isı akışının farklı yöntemlerle belirlendiği diğer bir çalışmada (Lu ve ark. 2018) ise, 4 mm toprak katmanında ölçülen ısı akışının maksimum 448.8 watt m<sup>-2</sup> olduğu belirlenmiştir. Bitki örtüsü, güneş ışınlarının toprak yüzeyinde dağılımı, gölgelenme gibi faktörler yüzey ısı akışının geniş aralıkta mekânsal değişimine neden olmaktadır (Kustas ve ark. 2000; Shao ve ark. 2008; Agam ve ark. 2012; Evett ve ark. 2012; Colaizzi ve ark. 2016). Matematiksel modelleme kullanılarak toprakta suyun buharlaşması, su-ısı ilişkisinin belirlenmesi, toprak yüzeyindeki mikro iklimin ve sıcaklığın tahmin edilmesi, toprakta depolanan ısının kullanılması yöntemlerinin belirlenmesi vb. gibi problemlerin araştırılmasında da ısı akışının nicel olarak değerlendirilmesi gereklidir (Heusinkveld, 2004; Ji ve ark., 2009; Zhao ve ark., 2010; Vogel ve ark., 2011; Ekberli ve Gülser, 2015; Gülser ve ark., 2019; Iden ve

ark., 2019; Yao ve ark., 2019; Brys ve ark., 2020; Chang ve ark., 2020). Toprağın ısı akışı ve değişimi toprağın aktif katmanında daha fazla olmaktadır (Stull,1988; Garratti, 1994; Geiger ve ark., 2003). Yüzey ve yüzey altı toprak katmanlarında ısı akışı günlük, aylık, mevsimsel ve yıllık davranış değişimleri ile karakterize edilmekte; net güneş radyasyonu, toprakların ve bitki örtüsünün doğal termal özellikleriyle ilgili olmaktadır. Tarım-çevre koşullarını dikkate alarak, yüzey ve yüzey altı toprak katmanlarında ısı akışına bağlı olarak ısı değişiminin belirlenmesine ve toprakta depolanmış ısı miktarının yenilenebilir bir termal kaynak olarak kullanılmasına ait on yıl boyunca (Ağustos 2007 - Temmuz 2017) yapılan bir çalışmada (Brys, 2020), yüzey, 5 cm ve 10 cm toprak derinliklerindeki sıcaklık değerlerinden kullanılmış; araştırma döneminde çıplak ve çimenli toprakların 0-8 cm katmanında yıllık ortalama pozitif ısı akışı toplamının sırasıyla 331.8 MJ m<sup>-2</sup> (92.2 kW saat m<sup>-2</sup>) ve 179.0 MJ m<sup>-2</sup> (49.7 kW saat m<sup>-2</sup>); negatif ısı akışı toplamının ise 330.3 MJ m<sup>-2</sup> (91.8 kW saat m<sup>-2</sup>) ve 170.6 MJ m<sup>-2</sup> (47.4 kW saat m<sup>-2</sup>) olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda, 5 cm derinlikteki ısı akışının, 8 cm ve 10 cm derinlikteki ısı akışından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Toprak yüzeyindeki ısı akışı, toprak-bitki-atmosfer sisteminin enerji dengesinin de bileşenlerinden birisi olup, deneysel ve teorik yöntemlerle belirlenmektedir (Ochsner ve ark. 2006; Peng ve ark. 2015). Peng ve ark. (2015), ısı akımı yoğunluğunun belirlenmesinde "levha yöntemi" kullanılarak, toprağın 2 cm; 6cm ve 10 cm derinliklerinde ısı akışının sırasıyla  $\approx$ 75-150 watt m<sup>-2</sup>;  $\approx$ 49-130 watt m<sup>-2</sup> ve  $\approx$ 24-70 watt m<sup>-2</sup> aralığında değiştiğini göstermişlerdir. Florentin ve Agam (2017), bir kurak bölge toprağında ısı akışını belirlemek için, yüzey enerji dengesi denklemi ve kolorimetrik yöntem kullanmışlardır. Yüzey ısı akışı uzun sürelerde (>24 saat) toprağın enerji dengesine az, birkaç saat içerisinde ise daha fazla etki yapmaktadır (Agam ve ark., 2004; Sauer ve Horton, 2005).

Farklı toprak tiplerinde optimum verimlilik ortamının oluşturulması ve korunması da toprakların diğer termo-fiziksel parametreleriyle beraber ısı akışının da belirlenmesini gerektirmektedir. Vertisol topraklarda geniş çatlakların oluşumuna, şişme aktivitesinin değişimine, diğer faktörlerle beraber toprak sıcaklığı ve katmanlardaki ısı akışı önemli düzeyde etki yapmaktadır. Vertisol topraklar alüviyal, görsel çökeller üzerinde oluşabilecekleri gibi bazalt, şeyl, kireçtaşı ve volkanik materyaller üzerinde de oluşabilirler. Ayrıca, Vertisollerin, tersiyer bazaltlarının üzerinde oluşabilmektedir (Dinç ve ark., 2001, Yakupoğlu ve ark. 2010; Dengiz ve ark. 2012).

Bu çalışmanın amacı, Samsun'un Çarşamba ilçesine bağlı Sefalı, Bölmepınar ve Yenikişla köylerinin yer aldığı araziler üzerinde oluşmuş bazı Vertisol alt grup topraklarının horizonlarında ölçülen toprak

sıcaklıklarına dayanarak profil boyunca ısı akışının değerlendirilmesidir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı Çarşamba ilçesine yaklaşık 5 km ve Samsun iline ise 44 km mesafede bulunmaktadır. Vertisol toprakların toplam alanı 479.3 ha olup 305500-311000 m D ve 4555500-4558500 K (UTM, m) koordinatları arasında, Yeşilirmak nehrinin ise sol sahilinde yer almaktadır (Şekil 1). Çalışma alanının yıllık ortalama sıcaklık 14.3 °C ve yağış miktarı ise 1045.2 mm olup yağışların büyük kısmı kış ve ilkbahar aylarında düşmektedir. Toprak taksonomisine göre (Soil Survey Staff, 1999) toprak nem kontrol kesitinde 50 cm derinlikte toprak sıcaklığı 5 °C'in üzerinde olduğu dönemin yarısından daha fazlası kadar süre kuru değildir (aridik nem rejiminden farklı). Ayrıca toprak nem kontrol kesiti kış gün dönümünden sonraki (21 Aralık) 5 ay içerisinde ardışık olarak 45 gün veya daha fazla nemli olması ve yaz gün dönümünden (21 Haziran) sonraki 4 ay içerisinde ardışık 45 gün kadar uzun süre kuru kalmaması (Xerik nem rejiminden farklı) nedeniyle toprak nem rejimi ustik olarak saptanmıştır. Araştırma alanının sıcaklık rejimi; yıllık ortalama toprak sıcaklığı 8 °C'den fazla, 15 °C'den az ve 50 cm'deki yıllık ortalama kış ayları ғы arasındaki fark 6 °C'den fazla olduğu için mesic stoprak sıcaklığı ile yıllık ortalama yaz ayları toprak sıcaklık rejimi olarak belirlenmiştir. Çalışma alanında yer alan 3 adet vertisol toprak profilinden alınan toprak örneklerinde bünye, hidrometre yöntemi kullanılarak (Bouyoucous, 1951); tarla kapasitesi, seramik gözenekler üzerine yerleştirilmiş örneklerin suyla doymuş toprak örneği üzerine 1/3 atm basınç uygulamak suretiyle belirlenmiştir (Richards, 1954). Hacim ağırlığı, alınmış bozulmamış toprak örneklerinde (Blake ve Hartge, 1986); elektriksel iletkenlik, saturasyon çamurunda kondaktivi metre aleti kullanılarak belirlenmiştir (Soil Survey Staff, 1992). Organik madde Walkley-Black yönteminin Jackson tarafından modifiye edilmiş şekli ile yapılmıştır (Jackson, 1958). Vertisol toprakların çalışma alanı içerisinde dağılım alanları Şekil 1' de gösterilmiştir. Arazide her profile ait horizonlarda termometre ile toprak sıcaklık ölçümleri yapılmıştır (Sterling ve Jackson, 1986). Ölçülen sıcaklık değerlerinden kullanılarak, toprağın

$\Delta_x = x_i - x_{i+1}$  ( $i = 1, n$ ) katmanındaki ısısal yayılım katsayısının hesaplanmasında

$$a = \frac{\pi}{P} \left( \frac{\Delta_x}{\ln(A_i / A_{i+1})} \right)^2 \quad (1)$$

(burada;  $A_i$  ve  $A_{i+1}$  uygun olarak toprağın  $x_i$  ve  $x_{i+1}$  derinliklerine ait sıcaklık amplitütü;

$P = 86400$  sn - periyot, yani sıcaklık dalgasının bir döngüsünü tamamlaması için gerekli olan zamandır) ifadesinden kullanılmıştır (Trombotto ve Borzotta, 2009; Correia ve ark., 2012; Ekberli ve Gülser, 2014; Arias-Penas ve ark., 2015; Ekberli ve Dengiz, 2016; Dengiz ve Ekberli, 2017; Gülser ve ark., 2018; Gülser ve Ekberli, 2019)

## 3. Bulgular ve Tartışma

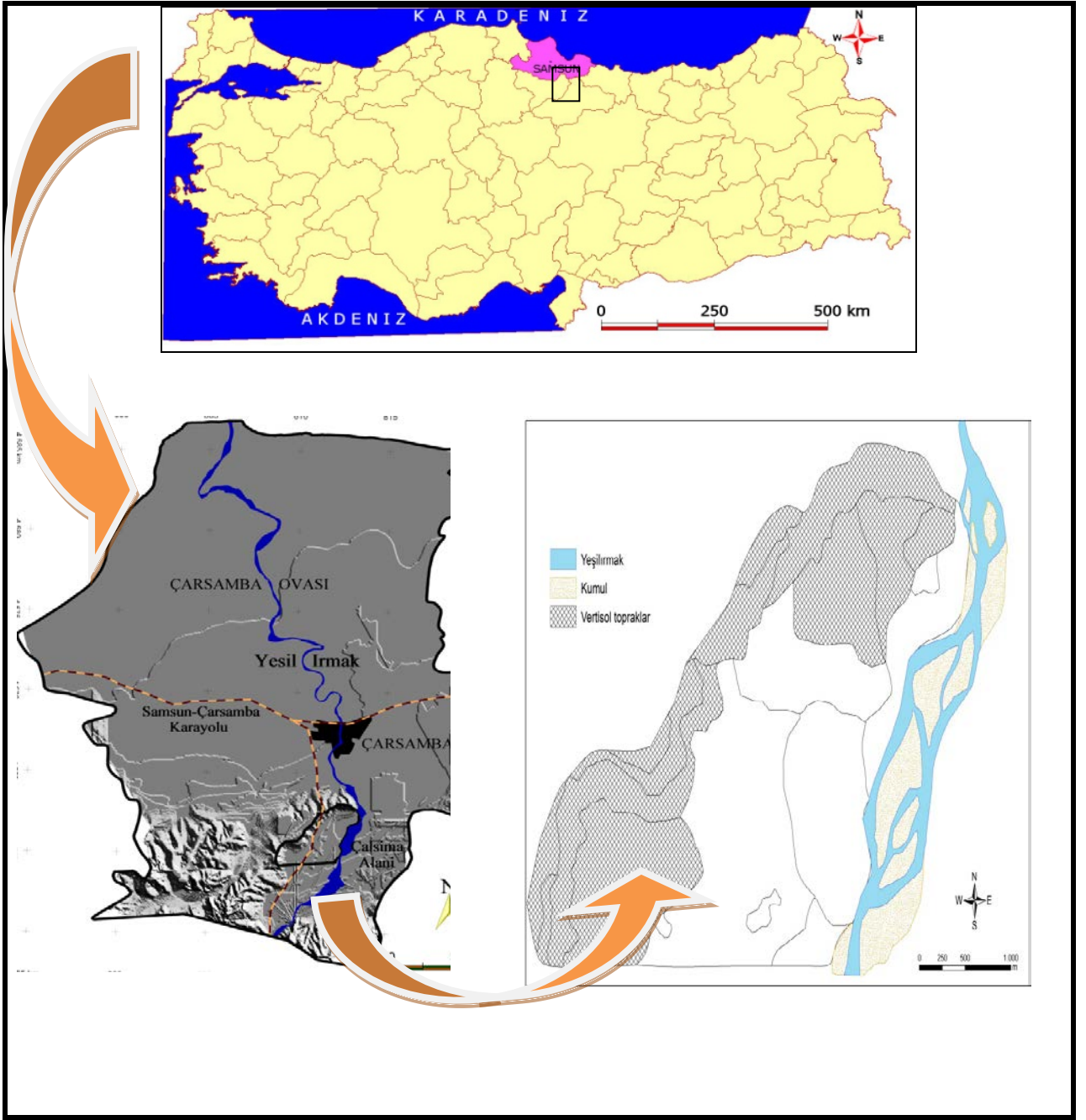
### 3.1 Vertisol toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Araştırma alanı vertisol topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de gösterilmiştir. Çizelge 1'den görüldüğü gibi, vertisol toprakların EC değerleri düşük, genetik horizonları ağır killi bünyeye sahiptir. Kil miktarı en yüksek Chromic Haplustert olarak sınıflandırılan Profil 2' nin yüzey horizonunda belirlenirken, kum miktarı ise en az %8.8 ile Typic Haplustert'in Bss3 horizonunda bulunmaktadır. Toprakların organik maddeleri yüzey topraklarında yüksek seviyelerde yer alırken bu oran derinlik artışı ile azalma göstermektedir. Typic Calciustert ve Chromic Haplustert topraklarda hacim ağırlığı alt horizonlarda bir miktar artış göstermektedir. Bu durum bünyesel değişimden kaynaklanmasının yanı sıra bu alanların tarımsal faaliyetlerde de kullanılmasından kaynaklanabilir. Typic Haplustert topraklar ise özellikle mera olarak kullanılmaktadır. Hacimsel nem içeriği Profil 2' nin 2C hoprizonunda çok düşük ( $0.12 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ) olup, diğer genetik horizonlarında ise 0.29 ile  $0.31 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  arasında değişmektedir.

### 3.2 Vertisol toprakların farklı profillerinde ısı akışının belirlenmesi

Toprak yüzeyinde ve aşağı katmanlarda sıcaklığın değişimi, toprağın temel ısısal özelliklerini ifade eden ısısal yayılım, ısı iletkenliği, özgül ve toprak neminin artması durumunda doğrusal artış gösteren hacimsel ısı kapasitesi, diğer toprak özellikleriyle beraber ısı akışına önemli düzeyde etki yapmaktadır. Vertisol toprak horizonlarındaki ölçülen sıcaklık değerleri ve bu değerlere bağlı olarak (1) ifadesiyle hesaplanan ısısal yayılım katsayıları Çizelge 2'de gösterilmiştir.





Şekil 1. Çalışma alanına ait lokasyon haritası ve Vertisol toprakların dağılımı  
Figure 1. Location map of the study area and Vertisol soils distribution

Çizelge 1. Vertisol toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (Dengiz ve Ekberli, 2017).

Table 1. Some physical and chemical properties of Vertisol soils (Dengiz and Ekberli, 2017).

Horizon	Derinlik (cm)	EC (dS m <sup>-1</sup> )	OM (%)	Bünye			HA (gr cm <sup>-3</sup> )	Θ (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )
				Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)		
Profil 1		<i>Typic Calciustert</i>						
Ap	0-27	0,07	4,87	56,8	22,5	20,6	1,28	0,30
Bss	27-65	0,15	4,58	63,9	17,4	18,7	1,27	0,31
2C	65-110	0,01	2,30	56,0	15,2	28,8	1,33	0,29
2Ck	110+	0,06	1,15	67,3	15,3	17,5	1,23	0,30
Profil 2		<i>Chromic Hapluster</i>						
A	0-33	0,06	5,35	75,9	13,6	10,5	1,22	0,29
Bss1	33-78	0,07	2,89	72,0	17,7	10,2	1,21	0,31
Bss2	78-116	0,06	1,99	57,2	28,5	14,3	1,25	0,29
2C	116+	0,10	1,05	11,6	31,0	57,3	1,56	0,12
Profil 3		<i>Typic Hapluster</i>						
Ap	0-22	0,07	5,38	61,3	20,9	17,7	1,28	0,31
Bss1	22-73	0,08	4,54	68,3	17,6	14,1	1,24	0,30
Bss2	73-107	0,02	2,20	66,8	22,3	10,9	1,21	0,30
Bss3	107+	0,13	1,38	73,3	17,9	8,8	1,19	0,30

EC-elektiriksel iletkenlik; OM-organik madde; HA-hacim ağırlığı, Θ-hacimsel nem içeri

Çizelge 2. Vertisol toprakların sıcaklık (°C) ve ısıl yayılım katsayısı (m<sup>2</sup>sn<sup>-1</sup>) değerleri (Dengiz ve Ekberli, 2017)Table 2. Temperature (°C) and thermal diffusion coefficient (m<sup>2</sup>sec<sup>-1</sup>) values of Vertisol soils (Dengiz and Ekberli, 2017)

Horizon	Derinlik, cm	Sıcaklık (°C)			A <sub>i</sub> /A <sub>i+1</sub>	A
		Minimum	Maksimum	Ortalama		
<i>Typic Calciustert</i>						
	0	16.5	30.0	21.4	8.6	
Ap	0-27	14.3	22.5	18.2	8.6/4.3	5.51·10 <sup>-6</sup>
Bss	27-65	12.5	18.9	16.9	4.3/2.0	8.96·10 <sup>-6</sup>
2C	65-110	11.2	15.7	14.9	2.0/0.8	8.77·10 <sup>-6</sup>
2Ck	110+			13.8		
<i>Chromic Hapluster</i>						
	0	15.6	30.7	21.8	8.9	
A	0-33	13.2	21.1	17.0	8.9/4.1	6.59·10 <sup>-6</sup>
Bss1	33-78	12.5	17.7	16.0	4.1/1.7	9.50·10 <sup>-6</sup>
Bss2	78-116	11.3	15.9	15.2	1.7/0.7	6.67·10 <sup>-6</sup>
2C	116+			14.2		
<i>Typic Hapluster</i>						
	0	20.3	31.1	24.9	6.2	
Ap	0-22	14.6	21.3	17.8	6.2/3.5	5.38·10 <sup>-6</sup>
Bss1	22-73	12.5	18.0	16.8	3.5/1.2	8.25·10 <sup>-6</sup>
Bss2	73-107	11.0	15.6	15.0	1.2/0.6	8.74·10 <sup>-6</sup>
Bss3	107+			14.1		

A<sub>i</sub> ve A<sub>i+1</sub> uygun olarak toprağın X<sub>i</sub> ve X<sub>i+1</sub> derinliklerine ait sıcaklık amplitütü

Kuru toprağın özgül ısı kapasitesi ( $C_{\delta,t}$ ,  $cal\ gr^{-1}\ ^\circ C^{-1}$  veya  $J\ kg^{-1}\ ^\circ C^{-1}$ ) aşağıdaki ifade ile hesaplanmaktadır (Hanks ve Ashcroft 1980; Hilel 2004):

$$C_{\delta,t} = C_{\delta,org} \frac{m_{org}}{m} + C_{\delta,min} \left(1 - \frac{m_{org}}{m}\right) \quad (2)$$

(burada,  $C_{\delta,org}$  ve  $C_{\delta,min}$  - sırasıyla kuru topraktaki organik maddenin ve mineral maddenin özgül ısı kapasitesi ( $cal\ gr^{-1}\ ^\circ C^{-1}$  veya  $J\ kg^{-1}\ ^\circ C^{-1}$ );

$\frac{m_{org}}{m}$  - topraktaki organik madde miktarı ( $gr\ gr^{-1}$  veya %) olmaktadır). Araştırma toprağında  $C_{\delta,org} = 0.46\ cal\ gr^{-1}\ ^\circ C^{-1}$  ;

$$\frac{m_{org}}{m} = 0.0283\ gr\ gr^{-1} ;$$

$C_{\delta,min} = 0.18\ cal\ gr^{-1}\ ^\circ C^{-1}$  olduğunu göz önüne alarak

$$C_{\delta,t} = 0.188\ cal\ gr^{-1}\ ^\circ C^{-1} = 786.800\ J\ kg^{-1}\ ^\circ C^{-1}$$

elde edilir.

Kuru toprağın hacimsel ısı kapasitesi ( $C_{h,t}$ ,  $cal\ cm^{-3}\ ^\circ C^{-1}$  veya  $J\ m^{-3}\ ^\circ C^{-1}$ )

$$C_{h,t} = C_{\delta,t} \rho + C_{h,s} \theta \quad (3)$$

(burada,  $\rho$  - toprağın hacim ağırlığı,  $gr\ cm^{-3}$ ;

$C_{h,s} = 1.00\ cal\ cm^{-3}\ ^\circ C^{-1}$  - suyun hacimsel ısı kapasitesi;  $\theta$  - toprağın hacimsel nem ( $cm^3\ cm^{-3}$ ) içeriği olmaktadır) formülünden kullanılarak belirlenmektedir. (3) ifadesinden görüldüğü gibi, kuru toprağın hacimsel ısı kapasitesiyle hacimsel ısı kapasitesi arasında doğrusal ilişki olmaktadır. Toprağın ısı geçirme özelliğini ve toprakta moleküler düzeyde enerji taşınımını karakterize eden ısı iletkenliği ( $\lambda$ ,  $watt\ m^{-1}\ ^\circ C^{-1}$  veya  $J\ m^{-1}\ sn^{-1}\ ^\circ C^{-1}$ ) ise aşağıdaki ifade ile hesaplanmaktadır:

$$\lambda = a C_{h,t} \quad (4)$$

Toprak yüzeyinde sıcaklığın  $T_0$  ortalama değerinden  $T_y$  değerine ani değişimi durumunda

$$T = T_0 + (T_y - T_0) \operatorname{erfc} \left( \frac{x}{2\sqrt{at}} \right) \quad (5)$$

olmaktadır (Luikov, 1967; Luikov ve Mikhailov 1965; Isachenko ve ark. 1981; Kreith ve Black 1983; Ekberli ve ark. 2015; Gülser ve ark., 2019). (5) ifadesi, ısı iletkenliğinin  $q = -\lambda \frac{dT}{dx}$  (6) olan Fourier (1822)

kuralında yerine konursa, herhangi toprak katmanındaki ( $x = 0$ ) ısı akışı ( $q$ ,  $watt\ m^{-2}$  veya  $J\ m^{-2}\ sn^{-1}$ ) için aşağıdaki ifade elde edilir:

$$q = \frac{\lambda(T_y - T_0)}{\sqrt{\pi at}} \quad (7)$$

(3), (4) ve (7) ifadelerinden kullanılarak toprak katmanları için hesaplanan hacimsel ısı kapasitesi, ısı iletkenliği katsayısı ve ısı akışı değerleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3'de görüldüğü gibi, araştırma topraklarının yüzey horizonlarında ısı akışı daha fazla olup, 35.958-43.892  $watt\ m^{-2}$  arasında değişmektedir.

Alt toprak horizonlarında  $T_y - T_0$  değerine bağlı olarak azalma eğilimi gözükmemekte ve yüzey horizonlardan aşağıya doğru ısı akışı gerçekleşmektedir.

Toprak derinliği, ayrı-ayrı profillerdeki ısı iletkenliği ve ısısal yayılım katsayılarının değişimi, zaman aralığı ısı akışına etki yapan temel faktörlerdir.

(7) ifadesinden de görüldüğü gibi,  $T_y < T_0$  durumunda topraktaki ısı akışı alt horizonlardan yüzeye doğru gerçekleşmektedir.

Isı iletkenliği katsayısı ile toprağın hacimsel ısı kapasitesi arasında doğrusal ilişki olduğundan, hacimsel ısı kapasitesinin değişimi de ısı akışına etki yapmaktadır.

Vertisol ordosuna ait Typic Calcicustert, Chromic Haplustert ve Typic Haplustert toprak profillerinin anamateryale kadar olan solum katmanında ölçülen ısı akışı değerleri toprak derinliğindeki artışa bağlı olarak azalmaktadır.

Isı akışındaki bu azalma profili oluşturan horizonların özelliklerine bağlı olarak değişim göstermektedir. Vertisol ordosundaki toprak profilinde ısı akışı değerlerinin özellikle toprakların tanecik çapı ve hacim ağırlığı değerleriyle ilişkili olduğu belirlenmiştir.

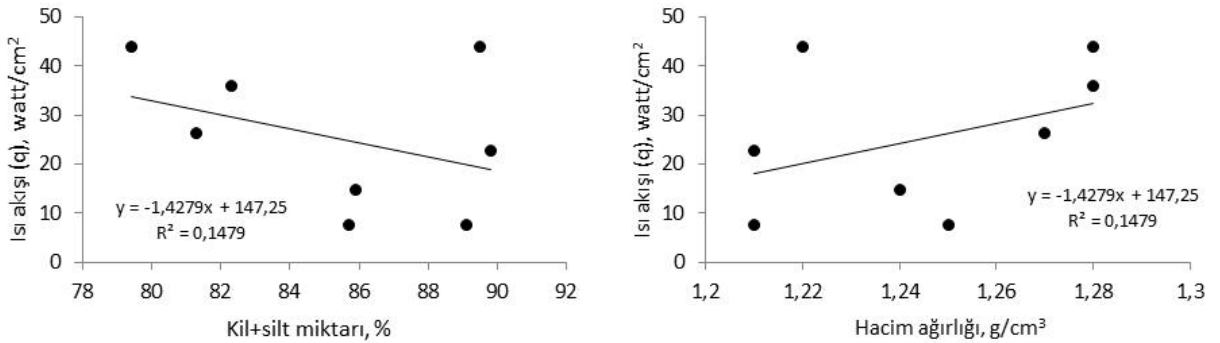
Toprak profillerinin solum katmanındaki (A+B horizonlarında) kil+silt içeriklerindeki artışla ısı akışı azalırken, hacim ağırlığı değerlerinin artışıyla ısı akışı değerleri artmıştır (Şekil 2).

Bu durum toprak profillerinde küçük çaplı taneciklerin (kil+silt) artışına bağlı olarak hacim ağırlığının azalışı ve toplam boşluk miktarının artması sonucu hacimsel ısı kapasitelerinin azalması, dolayısıyla hacimsel ısı kapasitelerinden hesaplanan ısı akış miktarlarının da azalmasıyla açıklanabilir.

Çizelge 3. Vertisol toprakların horizonlarındaki ısı akışı değerleri

Table 3. Heat flow values in the horizons of Vertisol soils

Horizon	Derinlik, cm	$C_{h,t}, J m^{-3} °C^{-1}$	$\lambda, watt m^{-1} °C^{-1}$	$q, watt m^{-2}$
<i>Typic Calcistert</i>				
Ap	0-27	$2.265 \cdot 10^6$	12.480	43.892
Bss	27-65	$2.299 \cdot 10^6$	20.599	26.424
2C	65-110	$2.261 \cdot 10^6$	19.829	10.284
<i>Chromic Haplustert</i>				
A	0-33	$2.173 \cdot 10^6$	14.320	43.910
Bss1	33-78	$2.253 \cdot 10^6$	21.404	22.665
Bss2	78-116	$2.198 \cdot 10^6$	14.661	7.629
<i>Typic Haplustert</i>				
Ap	0-22	$2.307 \cdot 10^6$	12.412	35.958
Bss1	22-73	$2.232 \cdot 10^6$	18.414	14.770
Bss2	73-107	$2.211 \cdot 10^6$	19.324	7.530



Şekil 2. Vertisol ordosuna ait toprakların solum katmanındaki horizonların kil+silt içerikleri ve hacim ağırlığı değerleri ile ısı akışı değerleri arasındaki ilişkiler

Figure 2. Relationships between clay + silt content and volume weight values and heat flow values of horizons in the breath layer of the lands of the Vertisol army

#### 4. Sonuç

Toprakların hacimsel ısı kapasitesi, ısı iletkenliği ve ıssal yayılım katsayıları ısı akışının belirlenmesinde temel faktörlerdir. Toprak horizonlarında sıcaklığın oluşumu, ısı akışının değişimine bağlıdır. Araştırma topraklarının profillerindeki üst horizonlarda ısı akışı değerleri yüksek, alt horizonlarda ise azalma eğilimi göstermektedir. Profilin alt horizonlarında sıcaklık değişiminin dar bir aralıkta gerçekleşmesi ısı akışını da azalmaktadır. Toprağın üst horizonlarındaki (Ap, A) ısı akışının değerlendirilmesi, yüzey ve atmosfer arasındaki ısı akışlarının kontrol edilmesinde yardımcı olabilir. Bitki gelişimi için önemli faktörler olan toprak sıcaklığının profil boyunca sönme derinliğinin ve gecikme zamanının (Ekberli ve Sarılar, 2015) değişimi de, toprak horizonlarında oluşan ısı akışına bağlı olmaktadır.

Şişme büzülme özelliğine sahip 2:1 tipi kil minerallerince zengin Vertisol ordosu toprakların profillerindeki ısı akışı horizonların kil içerikleri ile yakından ilişkili bulunmuştur. Toprak profilinde kil miktarının artışına bağlı olarak toplam boşluk miktarının artması, hacimsel ısı kapasitesinin azalmasına dolayısıyla horizonlar arasındaki ısı akışının da azalmasına neden olmaktadır. Bu durum toprak profilinde ısı değişimine karşı tamponlama kapasitesinin yüksek olmasına ve atmosferdeki anlık sıcaklık değişimlerinden Vertisol ordosundaki toprakların alt katmanlarının daha az etkilenmesine neden olmaktadır. Benzer çalışmalar farklı toprak ordolarının profillerindeki ısı akışlarının karşılaştırılması içinde yürütülebilir.

#### 5. Kaynaklar

- Agam, N., Berliner, P.R., Zangvil, A., Ben-Dor, E., 2004. Soil water evaporation during the dry season in an arid zone. *Journal of Geophysical Research*, 109 (D16103).
- Agam, N., Kustas, W.P., Evett, S.R., Colaizzi, P.D., Cosh, M., McKee, L.G., 2012. Soil heat flux variability influenced by row direction in irrigated cotton. *Advances Water in Resources*, 50: 20–30.
- Arias-Penas, D., Castro-Garcia, M.P., Rey-Ronco, M.A., Alonso-Sanchez, T., 2015. Determining the thermal diffusivity of the ground based on subsoil temperatures. Preliminary results of an experimental geothermal borehole study Q-THERMIE-UNIOVI. *Geothermics*, 54: 35–42.
- Blake, G.R., Hartge, K.H., 1986. Bulk Density and Particle Density. In: *Methods of Soil Analysis, Part I, Physical and Mineralogical Methods*. Pp: 363-381. ASA and SSSA Agronomy Monograph no 9(2nd ed), Madison.
- Bouyoucos, G.J., 1951. A Recalibration of Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soils. *Agronomy Journal*. 43: 9.
- Brys, K., Brys, T., Sayegh, M.A., Ojrzynska, H., 2020. Characteristics of heat fluxes in subsurface shallow depth soil layer as a renewable thermal source for ground coupled heat pump. *Renewable Energy*, 146: 1846-1866.
- Chang, M., Liao, W., Wang, X., Zhang, Q., Chen, W., Wu, Z., Hu, Z., 2020. An optimal ensemble of the Noah-MP land surface model for simulating surface heat fluxes over a typical subtropical forest in South China. *Agricultural and Forest Meteorology*, 281: 107815.
- Colaizzi, P.D., Evett, S.R., Agam, N., Schwartz, R.C., Kustas, W.P., 2016. Soil heat flux calculation for sunlit and shaded surfaces under rowcrops: 1. Model development and sensitivity analysis. *Agricultural and Forest Meteorology*, 216: 115–128.
- Correia, A., Vieira, G., Ramos, M., 2012. Thermal conductivity and thermal diffusivity of cores from a 26 meter deep borehole drilled in Livingston Island, Maritime Antarctic. *Geomorphology*, 155(156): 7–11.
- Dengiz, O., Sağlam, M., Sarioğlu, F.E., Saygın, F., Atasoy, Ç., 2012. Morphological and Physico-Chemical Characteristics and Classification of Vertisol Developed on Deltaic Plain. *Open Journal of Soil Science*, 2; 20-27.
- Dengiz, O., Ekberli İ., 2017. Bazı vertisol alt grup topraklarının fizikokimyasal ve ıssal özelliklerinin incelenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6(1): 45-52.
- Diñç, U., Şenol, S., Kapur, S., Cangir, C., Atalay, İ., 2001. Türkiye Toprakları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 51. Ders Kitapları Yayın No: A-12. Adana.
- Diñç, U., Şenol, S., Sarı, M., Yesilsoy, Ş., Kaya, Z., Özbek, H., Sayın, M., Çolak, A.k., Yeğingil, I., 1986. Harran Ovası Toprakları. Güneydoğu Anadolu Projesi, Tarımsal Kalkınma Simpozyumu, Ankara.
- Ekberli, İ., Dengiz, O., 2016. Bazı inceptisol ve entisol alt grup topraklarının fizikokimyasal özellikleriyle ıssal yayılım katsayısı arasındaki regresyon ilişkilerinin belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 5(2): 1-10.
- Ekberli, İ., Gülser, C., 2014. Estimation of soil temperature by heat conductivity equation. *Vestnik Bashkir State Agrarian University (Вестник Башкирского Государственного Аграрного Университета)*, 2 (30):12-15.
- Ekberli, İ., Gülser, C., 2015. İki boyutlu ısı iletkenliği denkleminin bağlı olarak toprak sıcaklığının matematiksel modellenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(3): 287-291.
- Ekberli, İ., Gülser, C., Mamedov A., 2015. Toprakta bir boyutlu ısı iletkenlik denkleminin incelenmesinde benzerlik teorisinin uygulanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(2): 69-79.
- Ekberli, İ., Sarılar, Y., 2015. Toprak sıcaklığının profil boyunca sönme derinliğinin ve gecikme zamanının belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52 (2):219-225.

- Evett SR, Agam N, Kustas WP, Colaizzi PD, Schwartz RC (2012). Soil profile method for soil thermal diffusivity, conductivity, and heat flux: comparison to soil heat flux plates. *Advances Water in Resources*, 50: 41–54.
- Florentin, A., Agam, N., 2017. Estimating non-rainfall-water-inputs-derived latent heat flux with turbulence-based methods. *Agricultural and Forest Meteorology*, 247: 533–540.
- Fourier, J.B.J., 1822. *Théorie analytique de la chaleur* (The Analytical Theory of Heat). Paris, 676 p.
- Garratti, J.R., 1994. *The Atmospheric Boundary Layer*. Cambridge University Press, 314 p.
- Geiger, R., Aron, R.H., Todhunter, P., 2003. *The Climate Near the Ground* (6-th Edit). Rowman & Littlefield Publishers, Oxford, 584 p.
- Gülser, C., Ekberli, İ., 2019. Toprak sıcaklığının tahmininde ısı taşınım denklemi ve pedotransfer fonksiyonunun karşılaştırılması. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 7(2): 158-166.
- Gülser, C., Ekberli, İ., Mamedov, A., 2019. Toprak sıcaklığının yüzey ısı akışına bağlı olarak değişimi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(1): 1-9.
- Gülser, C., Ekberli, İ., Mamedov, A., Özdemir, N., 2018. Faz değişimine bağlı olarak ısı iletkenliği denkleminin incelenmesi ve toprak neminin ısısal yayınma etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33(3): 261-269.
- Hanks, R.J., Ashcroft, G.J., 1980. *Applied soil physics. Soil water and temperature applications*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 125-144.
- Hedayati-Dezfooli, M., Leong, W.H., 2019. An experimental study of coupled heat and moisture transfer in soils at high temperature conditions for a medium coarse soil. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 137: 372-389.
- Heusinkveld, B.G., Jacobs, A.F.G., Holtslag, A.A.M., Berkowicz, S.M., 2004. Surface energy balance closure in an arid region: role of soil heat flux. *Agricultural and Forest Meteorology*, 122: 21-37.
- Hilel D (2004). *Introduction to environmental soil physics*. Elsevier Academic Press, USA, pp. 215-233.
- Iden, S.C., Blocher, J.R., Diamantopoulos, E.D., Peters, A., Durner, W., 2019. Numerical test of the laboratory evaporation method using coupled water, vapor and heat flow modelling. *Journal of Hydrology*, 570: 574-583.
- İsachenko, V.P., Osipova, V.A., Sukomel, A.S., 1981. *Heat transfer* (in Russian). Energoizdat Press, Moscow, 417 p.
- Jackson, M.L., 1958. *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ, 498 p.
- Ji, X.B., Kang, E.S., Zhao, W.Z., Zhang, Z.H., Jin, B.W., 2009. Simulation of heat and water transfer in a surface irrigated, cropped sandy soil. *Agricultural Water Management*, 96: 1010-1020.
- Kader, M.A., Nakamura, K., Senge, M., Mojid, M.A., Kawashima, S., 2019. Numerical simulation of water- and heat-flow regimes of mulched soil in rain-fed soybean field in central Japan. *Soil & Tillage Research*, 191:142-155.
- Kreith, F., Black, W.Z., 1983. *Basic Heat Transfer* (in Russian). Press Mir, Moscow, 512 p.
- Kustas, W.P., Prueger, J.H., Hatfield, J.L., Ramalingam, K., Hipps, L.E., 2000. Variability in soil heat flux from a mesquite dune site. *Agricultural and Forest Meteorology*, 103: 249–264.
- Li, Y., Kustas, W.P., Huang, C., Kool, D., Haghghi, E., 2018. Evaluation of soil resistance formulations for estimates of sensible heat flux in a desert vineyard. *Agricultural and Forest Meteorology*, 260–261: 255–261.
- Luikov, A.V., 1967. *Theory of thermal conductivity* (in Russian). Vysshaya Shkola Press, Moscow, 599 p.
- Luikov AV, Mikhailov YuA (1965). *Theory of energy and mass transfer*. Pergamon Press, Oxford, England, 392 p.
- Lu, S., Wang, H., Meng, P., Zhang, J., Zhang X., 2018. Determination of soil ground heat flux through heat pulse and plate methods: Effects of subsurface latent heat on surface energy balance closure. *Agricultural and Forest Meteorology*, 260–261: 176–182.
- Ochsner T.E., Sauer, T.J., Horton, R., 2006. Field tests of the soil heat flux plate method and some alternatives. *Agronomy Journal*, 98 (4): 1005–1014.
- Peng, X., Heitman, J., Horton, R., Ren, T. 2015. Field evaluation and improvement of the plate method for measuring soil heat flux density. *Agricultural and Forest Meteorology*, 214-215: 341–349.
- Richards, L.A. (Editor), 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils*. United States Department of Agriculture. Agriculture Handbook No. 60, 159 p.
- Sauer, T.J., Horton, R., 2005. Soil heat flux. In: Hatfield, J.L., Baker, J.M. (Eds.), *Micrometeorology in Agricultural Systems*. Agronomy Monograph No. 47. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 131–154.
- Shao, C., Chen, J., Li, L., Xu, W., Chen, S., Gwen, T., Xu, J., Zhang, W., 2008. Spatial variability in soil heat flux at three Inner Mongolia steppe ecosystems. *Agricultural and Forest Meteorology*, 148: 1433–1443.
- Soil Survey Staff., 1992. *Procedures for collecting soil samples and methods of analysis for soil survey*. Soil Surv. Invest. Rep. I. U.S. Gov. Print. Office, Washington D.C. USA.
- Sterling, A.T., Jackson, R.D., 1986. Temperature. In: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. Agronomy Monograph No: 9, ASA, SSSA, Madison WI.
- Stull, R.B., 1988. *An Introduction to Boundary Layer Meteorology*. Kluwer Academic Publishers, 666 p.

- Trombotto, D., Borzotta, E., 2009. Indicators of present global warming through changes in active layer-thickness, estimation of thermal diffusivity and geomorphological observations in the Morenas Coloradas rockglacier, Central Andes of Mendoza, Argentina. *Cold Regions Science and Technology*, 55: 321–330.
- Vogel, T., Dohnal, M., Votrubova, J., 2011. Modeling heat fluxes in macroporous soil under sparse young forest of temperate humid climate. *Journal of Hydrology*, 402: 367-376.
- Yao, Y., Zhang, Y., Liu, Q., Liu, S., Jia, K., Zhang, X., Xu, Z., Xu, T., Chen, J., Fisher, J.B., 2019. Evaluation of a satellite-derived model parameterized by three soil moisture constraints to estimate terrestrial latent heat flux in the Heihe River basin of Northwest China. *Science of the Total Environment*, 695: 133787.
- Yakupoğlu, T., Sarioğlu, F.E., Dengiz, O., 2010. Morphology, Physico-Chemical Characteristics and Classification of Two Vertisols in Bafra and Çarşamba Delta Plains. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 25 (S-1): 67-73.
- Zhao, Y., Peth, S., Horn, R., Krummelbein, J., Ketzer, B., Gao, Y., Doerner, J., Bernhofer, C., Peng, X., 2010. Modeling grazing effects on coupled water and heat fluxes in Inner Mongolia grassland. *Soil & Tillage Research*, 109: 75-86.





**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.697458

## Biyokömür ve solarizasyon uygulamalarının bazı toprak fiziksel özellikler üzerine etkileri

● Pelin Alaboz<sup>a\*</sup>, ● Hasan Öz<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Doğu kampüsü, Isparta, Türkiye

<sup>b</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Doğu kampüsü, Isparta, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: pelinalaboz@isparta.edu.tr

Geliş/Received 03/03/2020

Kabul/Accepted 26/03/2020

### ÖZET

Son yıllarda oldukça dikkat çeken biyokömür'ün toprak düzenleyici olarak etkinliği yaygın bir şekilde araştırılmaktadır. Bu çalışmada sera koşullarında biyokömür uygulamalarının [0(B0), 0.15(B1 ton da<sup>-1</sup>)] farklı solarizasyon örtü materyalleri [polietilen (PE), balonlu polietilen (BPE)] ile birlikte bazı toprak fiziksel özellikler üzerine etkisi araştırılmıştır. Biyokömür uygulamaları ile toprakların penetrasyon direnci 1 MPa'dan 0.89 MPa seviyelerine kadar düşmüştür. Uygulamaların hacim ağırlığı üzerine etkileri penetrasyon direnci ile benzerlik göstermiş fakat istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Uygulamalardaki değişimlere bağlı olarak toprakların agregasyon oranı % 78.48-87.06 arasında belirlenmiştir. BPE örtü materyali ve B1 uygulamaları ile en yüksek agregasyon oranı elde edilmiştir. Biyokömür uygulamalarıyla yarayışlı su içeriği yaklaşık % 1 seviyesinde istatistiksel olarak önemli (P<0.01) artış göstermiştir. Çalışma sonucunda agregasyon oranı üzerine BPE örtü materyali etkili olarak bulunmuştur. Ayrıca biyokömür uygulamaları ile penetrasyon direncinde azalış, yarayışlı su içeriğinde artışlar belirlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:**  
Solarizasyon  
Biyokömür  
Penetrasyon direnci  
Agregasyon  
Yarayışlı su içeriği

### Effects of Biochar and Solarization Applications on Some Soil Physical Properties

### ABSTRACT

The effectiveness of biochar, which has attracted attention in recent years, is widely researched as a soil conditioner. In this study, the effects of biochar applications [0 (B0), 0.15 (B1) tons da<sup>-1</sup>] on different soil physical properties together with different solarization cover materials [polyethylene (PE), bubble polyethylene (BPE)] were investigated in greenhouse conditions. Soil penetration resistance has decreased from 1 MPa to 0.89 MPa levels with Biochar applications. The effects of applications on bulk density were similar to penetration resistance but were not found statistically significant. The aggregation rate of the soils was determined between 78.48-87.06 % depending on the changes in the applications. The highest aggregation rate was obtained from BPE covering material and B1 applications. The available water content showed that there was a statistically significant (P <0.05) increase in the level of about 1% with biochar applications. As a result of the study, BPE cover material was found effective on the aggregation rate. In addition, penetration resistance decreased, While, available water content increased with biochar application.

**Keywords:**  
Solarization  
Biochar  
Penetration resistance  
Aggregation  
Available water content

## 1. Giriş

Bitki gelişme ortamı olan toprağın sahip olduğu verimlilik kabiliyeti yalnızca besin elementi içeriğiyle değil fiziksel özellikleriyle de yakından ilgilidir. Bitkisel üretimde optimum verim için gerekli olan kimyasal şartların yanında, olumsuz fiziksel özellikler, verim ve verim öğelerini negatif yönde etkilemektedir. Toprak fiziksel koşullarında giderek artan zayıflamalar toprakta degradasyona neden olarak arazi kullanımı ve ürün yönetimini etkilemektedir (Chan ve ark., 2003). Toprakta fiziksel koşulların iyileştirilmesinde organik ya da mineral toprak düzenleyicilerin kullanılması yaygın bir uygulamadır. Son yıllarda, organik materyallerin yüksek sıcaklıklarda (300-1000°C) pirolizi sonucunda elde edilen biyokömür'ün toprak fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesinde düzenleyici olarak kullanılması birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir (Busscher ve ark., 2010; Mankasingh ve ark. 2011; Karhu ve ark., 2011 Novak ve ark., 2012; Alaboz ve Işıldar, 2018). Toprakta karbon (C) kaynağı olarak düşünülen biyokömür'ün gözenekliliği yüksek seviyelerdedir (Verheijen ve ark., 2010).

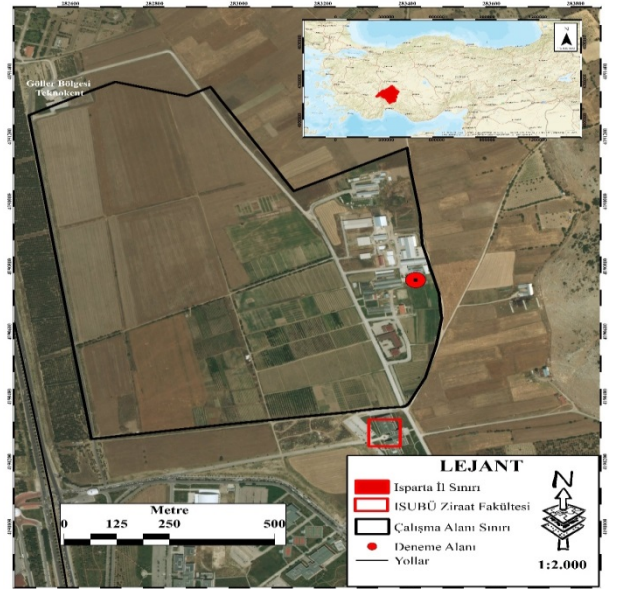
Toprağa uygulanan materyallerin parçalanma ayrışmalarında toprak sıcaklığı oldukça önemli bir faktördür (Dündar, 1987). Toprak solarizasyonu, güneş enerjisi yardımıyla şeffaf bir örtüyle kaplanmış nemli toprağın ısıtılması ve toprak kökenli zararlıların yok edilmesi amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Bu uygulamalarda, farklı örtü materyallerinin kullanılmasıyla toprak sıcaklığında önemli değişimler görülmektedir (Doğan, 1995; Raj ve Bhardwaj, 2000; Patel ve ark., 2005, Öz ve ark., 2017). Solarizasyon uygulamalarının besin element içerikleri (Koçar ve ark., 2006; Sofi ve ark., 2014) ve agregasyon üzerine etkileri olumludur (Reddy, 2011). Solarizasyon toprak sıcaklığını değiştirmekte olup (Öz, 2018) bu değişim bazı toprak fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri etkilemektedir. Toprak sıcaklığının kök gelişimi üzerinde önemli etkisi dolaylı olarak toprakta agregasyon üzerinde de olumlu etki göstermektedir (Çepel, 1988). Solarizasyonla ilgili yapılan çalışmalarda genellikle toprağın kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine etkiler incelenmiştir (Mauromicale ve ark., 2005; Scopa ve Dumontet, 2007; Seman Varner ve ark., 2008; Öz ve ark., 2016; Gupta ve ark., 2017).

Degradasyona uğramış topraklarda fiziksel koşulların iyileştirilmesi toprak verimliliği ve besin elementlerinin alınabilirliği yönünden oldukça önemlidir. Bu sorunun çözülmesinde yeni bir yaklaşım olan biyokömür'ün kullanılabilirliği günümüzde araştırma aşamasındadır. Bu çalışmanın temel amacı, biyokömür ve solarizasyon uygulamalarının bazı toprak fiziksel özellikleri (hacim ağırlığı, penetrasyon direnci, agregasyon oranı, yarayışlı su içeriği) üzerine etkisinin araştırılmasıdır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Çalışma alanı ve toprak özellikleri

Bu çalışma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde bulunan (37° 50' N; 30° 32' E ) 6 m genişliğinde, 15 m uzunluğunda 90 m<sup>2</sup> taban alanına sahip, yay çatılı, çelik konstrüksiyonlu serada yürütülmüştür (Şekil 1). Çiftlik toprakları genellikle hafif eğimli, aluviyal yelpaze üzerinde yüksek tepe ve sırtlarla çevrili bir çukurluk üzerinde yer almaktadır (Akgül ve Başayığit, 2005). Toprak nem rejimi xeric, toprak sıcaklık rejimi ise mesic'dir (Akgül ve ark., 2002).



Şekil 1. Çalışma alanı

Figure 1. Study area

Sera içerisinde bulunan topraklar ince bünye grubunda ( %46 kil, % 35 silt, % 19 kum) killi tekstür sınıfındadır. Doran ve Jones (1996)'a göre tuzsuz sınıfında olan toprakların, Kacar, (2009); Hazelton ve Murphy, (2016)'ye göre organik madde içerikleri düşük (% 1.76), pH'sı hafif alkalidir. Toprakların tarla kapasitesi % 27 (g g<sup>-1</sup>) solma noktası ise % 15 (g g<sup>-1</sup>)'dir.

### 2.2. Denemenin kurulması ve yürütülmesi

Solarizasyon uygulaması gerçekleştirilecek parseller, 2x2 m boyutlarında tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre planlanmıştır. Deneme, 4 adet uygulama parselinden oluşmuştur. Uygulamada 2 farklı polietilen örtü malzemesi ve biyokömür (B) uygulaması test edilmiştir. Birinci örtü malzemesi; polietilen (PE) üreticiler tarafından sıklıkla

kullanılan solarizasyon örtü malzemesi 0.03 mm kalınlığında, ikinci örtü malzemesi ise ambalaj uygulamalarında kullanılan içi hava dolu baloncığa sahip malzemedir (BPE). Baloncuk çapı 30 mm ve baloncuk yüksekliği 12.5 mm'dir. Deneme, PE, BPE, PE+Biochar, BPE+Biochar uygulamalarından oluşmuştur.

Uygulamada kullanılan Biyokömür kavak talaşından, 400 °C piroliz sıcaklığında 5 saat sürede üretilmiştir. Elde edilen biyokömür 2 mm'lik elekten elenerek kaba parçalar uzaklaştırılmıştır. Denemede biyokömür, el yardımıyla 0.15 ton dekar<sup>-1</sup> (B1) olacak şekilde parsel yüzeyini ince bir örtü biçiminde serilmiştir. Bir aylık solarizasyon uygulamasından sonra örtü malzemeleri kaldırılmıştır. Standart yetiştiricilik yapılması durumunda biyokömür ve solarizasyonun topraktaki etkilerinin incelenmesi adına Marul bitkisi yetiştirilmiştir. Bitkiler parsellere dikilmeden önce, biyokömür 0-15 cm derinlikte parsellere karıştırılmış, marul bitkisi için önerilen 110 kg ha<sup>-1</sup> N, 100 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O taban gübrelemesi damla sulamayla uygulanmıştır. Fideleri 30x20 cm aralıklarla (12 bitki m<sup>-2</sup>) dikilerek, yaklaşık 3 ay sonra hasat edilmiştir.

## 2.2. Yöntem

Toprak örneklerinin pH ve EC'leri 1:2.5 toprak - su süspansiyonunda, Eşdeğer % CaCO<sub>3</sub> içerikleri volumetrik kalsimetre yöntemiyle, organik madde içerikleri ise değiştirilmiş Walkley-Black yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır (Soil Survey Staff, 1992; Burt, 2014). Toprakların bünye sınıfı (% kum, silt, kil) Bouyoucos hidrometre yöntemiyle (Bouyoucos, 1954), Hacim ağırlığı (HA), 100 cm<sup>3</sup> hacmine sahip silindirler yardımıyla bozulmamış toprak örneklerinde belirlenmiştir (Blake ve Hartge, 1986). Penetrasyon direnç (PD) ölçümleri penetrologger (Eijkelkamp) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Penetrologger, 80 cm toprak derinliğine kadar her bir cm için 0-10 MPa arasında ölçüm yapabilen özelliğe sahiptir. Ölçümlerde kullanılan cone, 60° (NEN 5140, 1996) ve 1 cm<sup>2</sup> taban alanı koni şeklinde uç kullanılmıştır. Toprak örneklerinin nem içerikleri, 105 °C'de etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutularak gravimetrik olarak hesaplanmıştır (Burt, 2014). Toprakların 0.33 ve 15 bar tansiyonlarda tutulan nem içerikleri bozulmuş örneklerde seramik tablalı pF seti (U.S.A, Soil Moisture Equipment Corp.) yardımıyla belirlenmiştir (Demiralay, 1993). Yarayırlı su içerikleri (YSİ) 0.33 ve 15 bar nem içeriklerinin farklarından hesaplanmıştır. Agregasyon yüzdesi toplam silt+kil ve bağlanmamış silt + kil belirlemeleri yardımıyla hesaplanmıştır (US Salinity Laboratory Staff., 1954). Penetrasyon direnci, nem içeriğine bağlı olarak önemli bir değişim sergilemektedir. Toprak örneklerinin nem içeriklerindeki farklılıklar penetrasyon direncinin değerlendirilmesinde yanıtıcı etki göstermektedir. Bu

yüzden penetrasyon direnci okumalarında toprakların nem içeriklerinin sabit olması beklenilmekte ancak arazi şartlarında bunun gerçekleşmesi oldukça zordur. Standart bir nem içeriğine bağlı penetrasyon direnci değişimini belirleyebilmek için Alaboz (2019) tarafından ağır bünyeli topraklar için belirtilen denklem kullanılmıştır (Eşitlik 1). Standart nem dönüşümlerinde toprağın tarla kapasitesi seviyesi dikkate alınmıştır.

$$PR = PRx e^{[(x-0.27)/0.126]} \quad (1)$$

PR: Düzeltilmiş penetrasyon direnci (MPa)

PRx: Arazide ölçülen penetrasyon direnci (MPa),

X: Arazide ölçüm yapılan toprağın nem içeriği (kg kg<sup>-1</sup>) / (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>)

0.27: standardizasyon için seçilen TK'daki nem içeriği (0.27 kg kg<sup>-1</sup>) / (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>)

Verilerin varyans analizi (ANOVA), çoklu karşılaştırma testlerinden TUKEY seçilerek Minitap paket programı yardımıyla değerlendirilmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1 Hacim ağırlığı ve penetrasyon direnci

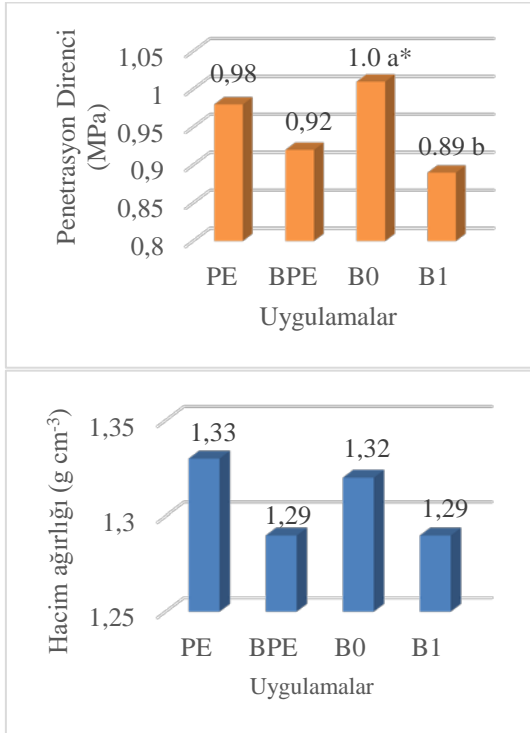
Solarizasyon ve biyokömür uygulamalarının toprak hacim ağırlığı ve penetrasyon direncine etkilerini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 1'de belirtilmiştir. Toprakların PD değerleri 0.89-1.08MPa, HA ise 1.27-1.33 g cm<sup>-3</sup> arasında değişim göstermiştir. Biyokömür uygulamalarındaki değişim PD üzerinde istatistik olarak önemli seviyede belirlenmiş, (P<0.05) ana etkilerden solarizasyon ve biyokömür x solarizasyon interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Hacim ağırlığı üzerine uygulamaların, hem ana etkileri hem de interaksyonlarında önemli seviyelerde bir değişim gözlenmemiştir.

Çizelge 1. Biyokömür ve solarizasyon uygulamalarının hacim ağırlığı ve penetrasyon direnci üzerine etkisi  
Table 1. The effect of biochar and solarization applications on bulk density and penetration resistance

Biyokömür	Solarizasyon	PD (MPa)	HA (g cm <sup>-3</sup> )
B0	PE	1.08	1.33
	BPE	0.93	1.32
B1	PE	0.90	1.32
	BPE	0.89	1.27
Varyasyon Kaynağı		P	P
Solarizasyon		0.213	0.452
Biyokömür		0.045	0.518
Solarizasyon*Biyokömür		0.144	0.621
Varyasyon Kaynağı		F	F
Solarizasyon		1.83	0.63
Biyokömür		5.62	0.46
Solarizasyon*Biyokömür		2.63	0.26

B0:kontrol B1:0.15ton/da biyokömür, PE:polietilen, BPE: balonlu polietilen, PD:penetrasyon direnci, HA:Hacim ağırlığı

Biyokömür ve solarizasyon materyalinin ana etkileri Şekil 2’de gösterilmiştir. Solarizasyon materyalinin toprak penetrasyon direnci ve hacim ağırlığı üzerinde istatistiksel önemli bir etkisi belirlenemez iken 0.15 ton dekar<sup>-1</sup> (B1) biyokömür uygulamaları ile özellikle penetrasyon direncinde yaklaşık % 11’lik bir azalma görülmüştür. Penetrasyon direncindeki bu azalma HA üzerinde de etkili olmuş (Şekil 2) fakat istatistiksel olarak önemli bir değişim belirlenememiştir. Sıkışmayla birlikte penetrasyon direncinin artması, buna bağlı olarak hacim ağırlığındaki artışlar birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Şeker ve Işıldar, 2000; Aksakal ve Öztaş, 2010; Junior ve ark., 2014; Silva ve ark., 2016). Biyokömür uygulamalarıyla toprak penetrasyon direnci azalmaktadır (Negiş ve ark., 2019). Biyokömür’ün gözenekliliğinin yüksek olması topraktaki gözenekliliğin artışına neden olmaktadır. Toprak gözenekliliğinde meydana gelen azalış, PD’de artışlara yol açtığı (Şeker ve Işıldar, 2000) gibi gözeneklilikteki artış hem PD’de hem de HA’da azalışlara neden olmaktadır. Ayrıca topraklara organik materyal uygulamaları hacim ağırlığı ve penetrasyon direncini azaltmaktadır (Celik ve ark., 2010; Müjdeci ve ark., 2017).



B0:kontrol B1:0.15ton/da biyokömür, PE:polietilen, BPE: balonlu polietilen, \*Küçük harfler biyokömür uygulamalarının etkileri

Şekil 2. Uygulamaların hacim ağırlığı ve penetrasyon direnci üzerine etkileri

Figure 2. Effects of applications on bulk density and penetration resistance

### 3.2 Agregasyon oranı ve yararılı su kapasitesi

Biyokömür ve solarizasyon uygulamalarının agregasyon oranı ve yararılı su içeriği üzerindeki değişimleri Çizelge 2’de belirtilmiştir. Agregasyon oranı üzerine uygulamaların ana etkileri istatistik olarak önemli seviyede ( $P<0.05$ ) değişim gösterirken interaksiyonları önemsiz bulunmuştur. Yararılı su içeriğinde ise sadece biyokömür uygulamalarının etkisi önemli seviyede ( $P<0.05$ ) değişim göstermiştir. Toprakların agregasyon oranı % 78.48-87.06, yararılı su içeriği % 12.05-12.90 aralıklarında değişim gösterirken uygulamaların ana etkileri Şekil 3’de belirtilmiştir.

Çizelge 2. Biyokömür ve solarizasyon uygulamalarının agregasyon oranı ve yararılı su üzerine etkisi  
Table 2. The effect of biochar and solarization applications on aggregation rate and useful water

Biyokömür	Solarizasyon	Agregasyon oranı (%)	Yararılı su içeriği (%)
B0	PE	78.48	12.05
	BPE	82.67	12.09
B1	PE	80.85	12.60
	BPE	87.06	12.90
Varyasyon Kaynağı		P	P
Solarizasyon		0.004	0.091
Biyokömür		0.022	0.001
Solarizasyon*Biyokömür		0.371	0.165
Varyasyon Kaynağı		F	F
Solarizasyon		25.69	4.93
Biyokömür		10.85	78.87
Solarizasyon*Biyokömür		0.97	2.88

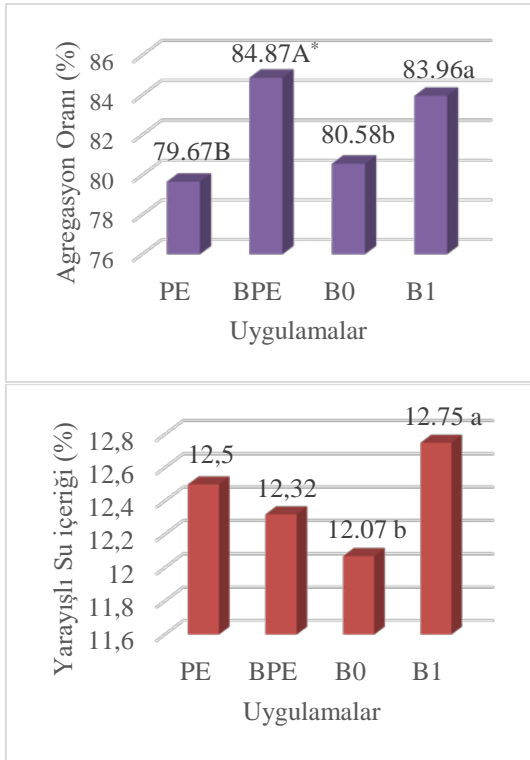
B0:kontrol B1:0.15ton/da biyokömür, PE:polietilen, BPE: balonlu polietilen

Solarizasyon uygulamalarında en yüksek agregasyon oranı BPE’de (% 84.87) belirlenmiştir. BPE uygulamasıyla agregasyonda yaklaşık % 5 artış görülmektedir. BPE, PE uygulamalarına göre toprak sıcaklığını daha fazla arttırmaktadır. Baloncuklu PE malzemesinin içerisinde bulunan hava sayesinde, güneş ışınlarıyla ısınan topraktan havaya ısı geçişi azalarak tek kat PE örtü malzemesine göre daha fazla ısı korunumu sağlanmaktadır (Öz ve ark., 2017; Öz, 2018). Toprak sıcaklığının artması mikrobiyal aktiviteyi artırarak parçalanma ve ayrışma hızını arttırmaktadır (Ekberli ve Dengiz, 2016). Parçalanma sonucu ortaya çıkan hümmik maddeler, moleküller arasında flokülasyona neden olarak agregasyonu arttırmaktadır (Yılmaz ve Alagöz, 2000). Ayrıca mikroorganizmaların metabolik ürünleri olan organik salgıların yapıştırıcı etkileri de agregasyon üzerinde etkilidir (Sağlam ve ark., 1993). Dolayısıyla BPE’de sıcaklığın daha fazla artması agregatlaşma üzerinde pozitif etki göstermiştir. Biyokömür uygulamasıyla ise agregasyonda % 3 seviyelerinde artış belirlenmiştir. Farklı kaynaktan elde edilen biyokömür uygulamalarının agregasyon üzerinde artışa yol açtığı



geçmiş araştırmalarda da rapor edilmiştir (Liu ve ark., 2012; Sun and Lu, 2014; Alaboz ve Işıldar, 2018). Benzer şekilde biyokömür uygulaması sonucu organik madde içeriği ve agregasyonda artışlar olduğu bilinmektedir (Abdulwahhab ve Şeker, 2019).

Farklı solarizasyon materyali uygulamalarının YSİ üzerine etkisi önemli bir değişim (% 12.5, 12.32) göstermemiştir (Şekil 3). Biyokömür uygulamaları ise yarayışlı su içeriğinde yaklaşık %1'lik bir artış sağlamıştır.



B0:kontrol B1:0.15ton/da biyokömür, PE:polietilen, BPE: balonlu polietilen , \* büyük harfler solarizasyon materyalinin etkisi, küçük harfler biyokömür uygulamalarının etkileri

Şekil 3. Uygulamaların agregasyon oranı ve yarayışlı su içeriği üzerine etkileri

Figure 3. Effects of applications on aggregation rate and available water content

Biyokömür uygulama miktarının yüksek olması ile su tutma kapasitesinin daha fazla artacağı düşünülmekte, ancak doğrusal bir orantı kurulamamaktadır. Nitekim geçmiş araştırmalarda uygulamalar genellikle daha yüksek seviyelerdedir (Dovnie ve ark., 2009; Devereux ve ark., 2012; Alaboz ve Işıldar, 2018). Ancak biyokömür'ün özgül ağırlığının çok düşük olması ve elde edilebilirliğinin zahmetli olması nedeniyle bu çalışmada daha düşük seviyelerde biyokömür uygulanmasının denemesi benzer YSİ artışlarının elde edilememesinin bir sebebidir. Toprakta su, gözeneklerde tutulmakta olup özgül yüzey arttıkça toprakların su tutma potansiyelleri artmaktadır. Özgül yüzeyi yüksek olan biyokömür (Dovnie ve ark., 2009;

Lehmann ve Joseph, 2015), porozite, su içeriği (Dovnie ve ark., 2009) ortalama gözenek çapı (Devereux ve ark., 2012) gibi özellikler üzerinde etkilidir. Dolayısıyla tutulabilir su miktarı artmaktadır. Alaboz ve ark. (2017), % 2 biyokömür uygulamaları ile YSİ'nin yaklaşık % 4 seviyelerinde artış gösterdiği bildirilmiştir.

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada; farklı solarizasyon örtü materyallerinin biyokömür uygulamalarıyla birlikte bazı toprak fiziksel özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Solarizasyon materyallerinin etkisi sadece agregasyon oranında etkili olup agregasyonun artışı BPE örtü materyali ile daha yüksek bulunmuştur. Solarizasyonda kullanılan materyallerin; toprakların katı, sıvı, gaz formları ile ilgili fiziksel özellikler (HA, PD) üzerine etkisi belirlenememiş, ancak kimyasal ve biyolojik süreçlerden de etkilenen toprak özellikleri (agregasyon, YSİ) üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Biyokömür uygulamaları ile hacim ağırlığı ve penetrasyon direncinde azalışlar belirlenirken agregasyonda % 5 ve YSİ'de ise % 1'lik önemli seviyede artışlar gözlenmiştir. Biyokömür, farklı organik materyallerden elde edilmektedir. Dolayısıyla farklı özellikler göstermekte olup fiziksel parametreler üzerinde de etkileri değişim göstermektedir. Bu çalışmada biyokömür uygulamasıyla su tutma ve agregasyonda artışlar belirlenmiştir. Fakat optimum verim için hangi seviyede biyokömür uygulanması gerekliliğinin bilinmesi oldukça önemlidir. Ayrıca hem zararlılarla mücadele hem de biyokömür'ün etkinliğinin artırılması adına farklı solarizasyon örtü materyallerinin ileride kurgulanacak farklı araştırmalar ile incelenmesi tarafımızca önerilmektedir.

#### Kaynaklar

- Abdulwahhab, Q.R., Şeker, C., 2019. Effect of biochar applications on soil aggregation status. International Soil Congress 2019, 17-19 June Ankara, Turkey.
- Akgül, M., Başayığit, L., Uçar, Y., 2002. Atabey ovası topraklarının genel özellikleri ve sınıflandırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(1): 1-13.
- Akgül, M., Başayığit, L., 2005. Süleyman Demirel üniversitesi çiftlik arazisinin detaylı toprak etüdü ve haritalanması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(3): 1-10.
- Aksakal, E.L., Öztaş, T., 2010. Changes in distribution patterns of soil penetration resistance within a silage-corn field following the use of heavy harvesting equipments. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 34: 173-179. doi.org/10.3906/tar-0906-189.
- Alaboz, P., Coskan, A., Işıldar, A.A., 2017. Effects of saw-dust biochar on some soil moisture constants.

- Fresenius Environmental Bulletin, 26(6): 4033-4038.
- Alaboz, P., Işıldar, A. A., 2018. Elma ve gül posası biyokömürlerinin kumlu toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 6(2): 67-72.
- Alaboz, P., 2019. Bazı toprak nem sabitelerinin penetrasyon direnci ölçümleriyle belirlenebilmesi için tahmin modellerinin geliştirilmesi. Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 142s, Isparta.
- Blake, G.R., Hartge, K.H., 1986. Bulk density. p. 363–382. In A. Klute (ed.) *Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods*. 2nded. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Bouyoucos, G.J., 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. *Agron. J.*, 54: 464-465.
- Burt. R. (Ed.), 2014. *Soil survey field and laboratory methods manual*. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. National Soil Survey Center. Natural Resources Conservation Service. Kellogg Soil Survey Laboratory.
- Busscher, W.J., Novak, J.M., Evans, D.E., Watts, D.W., Niandou, M.A.S., Ahmedna, M., 2010. Influence of pecan biochar on physical properties of a porfolk loamy sand. *Soil Science*, 175: 10-14. doi.org/0.1097/SS.ObO13e3 18 1 cb7f46.
- Celik, I., Gunal, H., Budak, M., Akpınar, C., 2010. Effects of longterm organic and mineral fertilizers on bulk density and penetration resistance in semi-arid Mediterranean soil conditions, *Geoderma*, 160: 236–243. doi.org/10.1016/j.geoderma.2010.09.028.
- Chan, K.Y., Heenan, D.P., So, H.B., 2003. Sequestration of carbon and changes in soil quality under conservation tillage on lighttextured soils in Australia: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 43: 325-334. doi.org/10.1071/EA02077.
- Çepel, N., 1988. *Toprak ilmi ders kitabı; orman topraklarının karakteristikleri, toprakların oluşumu, özellikleri ve ekolojik bakımdan değerlendirilmesi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3416, 276s, İstanbul.
- Demiralay, İ., 1993. *Toprak fiziksel analizleri*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 143s, Erzurum.
- Deveraux, R.C., Sturrock, C.J., Mooney, S.J., 2012. The effects of biochar on soil physical properties and winter wheat growth. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh* 103: 13–18. doi.org/10.1017/S17 5569 1012000011.
- Doğan, M.N., 1995. Yerfıstığında gövde çürüklüğü hastalığına karşı solarizasyon etkinliğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 56s, Adana.
- Doran, J.W., Jones, A.J., 1996. *Methods for assessing soil quality*. Soil Science Society of America Special Publication 49. SSSA. Madison. WI.
- Downie, A., Crosky, A., Munroe, P., 2009. Physical properties of biochar. In Lehmann J, Joseph S. (Eds.) *Biochar for Environmental Management*. Science and Technology, 1332s, Earthscan. London.
- Dündar, M., 1987. Toprak organik maddesi ve ekolojik yönden önemi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 37(1): 99-108.
- Ekberli, İ., Dengiz, O., 2016. Bazı inceptisol ve entisol alt grup topraklarının fiziko-kimyasal özellikleriyle ısısal yayılım katsayısı arasındaki regresyon ilişkilerin belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 5(2): 1-10. doi.org/ 10.21657/topraksu.268957.
- Gupta, S., Singh, R. P., Rautela, P., 2017. Effect of soil solarization on physio chemical properties of soil under protected cultivation. *Int. J. Chem. Stud*, 5: 2039-2042.
- Hazelton, P., Murphy, B (Eds.), 2016. *Interpreting soil test results: What do all the numbers mean?*. CSIRO publishing.
- Junior, D.D.V., Biachini, A., Valadão, F.C.A., Rosa, R.P., 2014. Penetration resistance according to penetration rate, cone base size and different soil conditions. *Bragantia*, 73(2): 171-177. doi.org/10.1590/brag.2014.013.
- Kacar, B., 2009. *Toprak Analizleri*. Nobel Yayın evi, 468s, Ankara.
- Karhu, K., Mattila, T., Bergstrom, I., Regina, K., 2011. Biochar addition to agri-cultural soil increased ch4 uptake and water holding capacity results from a short-term pilot field study. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 140: 309-313. doi.org/10.1016/j.agee.2010.12.005.
- Koçar, G., Okur, B., Şafak, S., 2006. Toprak solarizasyonunda kullanılan değişik örtü malzemelerinin toprak sıcaklığı ile bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine olan etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(2): 109-120.
- Lehmann, J., Joseph, S.(Eds.), 2015. *Biochar for environmental management: Science, Technology and Implementation*. 22s, Routledge.
- Liu, X.H., Han, F.P., Zhang, X.C., 2012. Effect of biochar on soil aggregates in the loess plateau: results from incubation experiments. *International Journal of Agriculture and Biology* 14(6): 975- 979.
- Mankasingh, U., Choi, P.C., Ragnarsdottir, V., 2011. Biochar application in a tropical, agricultural region: a plot scale study in Tamil Nadu, India. *Applied Geochemistry*, 26: 218-221. doi.org/10.1016/j.apge ochem.2011.03.108.
- Mauromicale, G., Marchese, M., Restuccia, A., Sapienza, O., Restuccia, G., Longo, A.M.G., 2005. Root nodulation and nitrogen accumulation and partitioning in legume crops as affected by soil

- solarization. *Plant and soil*, 271(1-2): 275-284. doi.org/10.1007/s11104-004-2772-0.
- Mujdeci, M., Isildar, A.A., Uygur, V., Alaboz, P., Unlu, H., Senol, H., 2017. Cooperative effects of field traffic and organic matter treatments on some compaction-related soil properties. *Solid Earth*, 8(1): 189-198. doi.org/10.5194/se-8-189-2017.
- Negiş, H., Şeker, C., Gümüş, I., Manirakiza, N., Mücevher, O., 2019. Effects of biochar and compost applications on penetration resistance and physical quality of a sandy clay loam soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(1): doi.org/38-44. 10.1080/00103624.2019.1695819.
- Novak, J.M., Busscher, W.J., Watts, D.W., Amonette, J.E., Ippolito, J.A., Lima, I.M., Gaskin, J., Das, K.C., Steiner, C., Ahmedna, M., 2012. Biochars impact on soil moisture storage in an ultisol and two aridisols. *Soil Science*, 177: 310-320. doi.org/10.1097/SS.0b013e31824e5593.
- Öz, H., Coşkan, A., Atılgan, A., 2016. Effect of different plastic cover materials and biofumigation to soil organic matter decomposition in greenhouse solarization. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LIX, 2016: 127-130.
- Öz, H., Coşkan, A., Atılgan, A., 2017. Determination of effects of various plastic covers and biofumigation on soil temperature and soil nitrogen form in greenhouse solarization -new solarization cover material- *Journal of Polymers and The Environment*, Springer, 25(2): 370-377.
- Öz, H., 2018. A new approach to soil solarization: addition of biochar to the effect of soil temperature and quality and yield parameters of lettuce (*Lactuca Sativa L. Duna*). *Scientia Horticulturae*, 228: 153-161. doi.org/10.1016/j.scienta.2017.10.021.
- Patel, R. H., Shroff, J., Dutta, S., Meisheri, T. G., 2005. Weed dynamics as influenced by soil solarization—A review. *Agricultural Reviews*, 26(4): 295-300.
- Raj, H., Bhardwaj, M.L., 2000. Soil solarization for controlling soil-borne pathogens in vegetable crops. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 70 (5): 305-307.
- Reddy, P.P., 2011. *Biofumigation and Solarization for Management of Soil-Borne Plant Pathogens*. Scientific Publishers.
- Sağlam, T., Cangir, M., Bahtiyar, C., Tok, M., 1993. *Toprak Bilimi*, Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü. Tekirdağ.
- Scopa, A., Dumontet, S., 2007. Soil solarization: effects on soil microbiological parameters. *Journal of plant nutrition*, 30(4): 537-547. doi.org/10.1080/01904160701209212.
- Seman-Varner, R., McSorley, R., Gallaher, R.N., 2008. Soil nutrient and plant responses to solarization in an agroecosystem utilizing an organic nutrient source. *Renewable agriculture and food systems*, 23(2): 149-154. doi.org/10.1017/S1742170507002001.
- Silva, W.M.D., Bianchini, A., Cunha, C.A.D., 2016. Modeling and correction of soil penetration resistance for variations in soil moisture and soil bulk density. *Engenharia Agrícola*, 36(3): 449-459. doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n3p449-459/2016.
- Sofi, T. A., Tewari, A. K., Razdan, V. K., Koul, V.K., 2014. Long term effect of soil solarization on soil properties and cauliflower vigor. *Phytoparasitica*, 42(1): 1-11. doi.10.1007/s12600-013-0331-z.
- Soil Survey Laboratory Staff, 1992. *Soil survey laboratory methods manual*, Soil Survey Investigations Report No.42. USDA-SCS, National Soil Survey Center, Lincoln, NE .
- 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. doi.org/10.1002/jpln.201200639.
- Şeker, C., Işıldar, A.A., 2000. Tarla trafiğinin toprak profilindeki gözenekliliğe ve sıkışmaya etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24: 71-77.
- U.S Salinity Laboratory Staff., 1954. *Diagnosis and Improvement of Salina and Alkali Soils*. Agricultural Handbook, 60, U.S.D.A.
- 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.
- Yılmaz, E., Alagöz, Z., 2000. Farklı kökenli organik materyallerin toprakta agregat oluşumu ve stabilitesi üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2): 223-229.





**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.701109

## Mera topraklarında nem dağılımının konumsal ve zamansal değişiminin profil boyutunda izlenmesi

Oğuz Başkan<sup>a\*</sup>

*Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Siirt, Türkiye*

\*Sorumlu yazar/corresponding author: [ogbaskan@yahoo.com](mailto:ogbaskan@yahoo.com)

Geliş/Received 09/03/2020

Kabul/Accepted 26/03/2020

### ÖZET

Toprak nemi hidrolojik döngü içerisinde oransal olarak çok az olmasına rağmen tarımsal üretim ve hidrolojik süreçler için anahtar öneme sahiptir. Özellikle toprak profili derinliğinde toprak neminin zamansal değişiminin izlenmesi özellikle su kısıtı gözlenen kurak ve yarı kurak alanlar için çok daha önemlidir. Proje su toplama havzalarında arazi kullanım ve profil derinliğinin nem kapsamına etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla araştırma Ankara Yenimahalle Güvenç Havzasında, mera arazisinde horizon derinlikleri dikkate alınarak profil nem örnekleme yapılmıştır. Jeostatistik yöntemle nem dağılım haritaları oluşturulmuştur. Araştırma sonuçları profilde nem dağılımının konumsal ve zamansal olarak değiştiğini göstermiştir. Toprak bünyesi profil derinliğiyle birlikte nem dağılımını etkileyen ön önemli faktör olarak bulunmuştur. Toprak şartlarının kuruya doğru geçişi sırasında başlangıçta topoğrafya, nem kontrol eden etmen olurken daha sonra meteorolojik şartlar etkili parametreler olarak belirlenmiştir. Bünye içerisinde kil kapsamı azaldıkça atmosferik şartların etkisi artmıştır. Sonuçlar toprak neminin konumsal ve zamansal davranışı nedeniyle tek bir ölçümle tanımlanmasının doğru olmadığını, belirsizliği azaltmak için ıslak ve kurak dönemleri içeren sürekli gözlemlerin yapılması gerektiğini göstermiştir.

Anahtar Sözcükler:

Jeostatistik

Mera

Profil derinliği

Toprak nemi

Yarı kurak alan

### Monitoring spatial and temporal variation of moisture distribution in pasture soils at profile depth

### ABSTRACT

Although soil moisture is proportionally small in the hydrological cycle, it is key factor for agricultural production and hydrological processes. In particular, monitoring the temporal change of soil moisture in soil profile depth is much more important especially for arid and semi-arid areas where water constraints are observed. The project was carried out in order to determine the effect of land use and profile depth on moisture content in watersheds. For this purpose, profile moisture sampling was carried out in Ankara Yenimahalle Güvenç Basin, taking into consideration of the horizon depth in pasture land. Soil moisture distribution maps were created by geostatistical method. Research results have shown that the distribution of moisture in the profile changes spatially and temporally. Soil texture has been found as a preliminary factor affecting moisture retention along with profile depth. During the movement of soil conditions to dry, topography was the first factor controlling humidity, while later meteorological conditions were determined as effective parameters. As the clay content decreased within the soil texture, the effect of atmospheric conditions increased. The results showed that it is not correct to define soil moisture with a single measurement due to its spatial and temporal behavior, therefore continuous observations including wet and dry periods should be made to reduce uncertainty.

Keywords:

Geostatistic

Pasture

Profile depth

Soil moisture

Semi arid area

© OMU ANAJAS 2020

## 1. Giriş

Toprak özelliklerinde olduğu gibi hidrolojide de birçok değişken konumsal ve zamansal özellik gösterir. Toprak neminin yıl boyunca gösterdiği konumsal değişimin doğru ölçülmesi, özellikle tarım alanlarında ürün veriminin yanısıra, kimyasal gübrelerin ve pestisitlerin doğru miktarda ve zamanında kullanımı, yeraltı su kaynaklarının korunması, sulama planlaması, su kaynaklarının korunması gibi birçok faktörü doğrudan etkilemektedir.

Dinamik yapısı nedeniyle toprak nem kapsamı; meteorolojik şartlar, toprak bünyesi, profil derinliği, topoğrafya, arazi kullanımı, bitki örtüsü gibi birçok faktör tarafından kontrol edilir. Toprak nem dağılımının ekosistem içerisindeki önemi düşünüldüğünde yalnızca bir ölçüm değerinin konumsal yapıyı doğru yansıtması mümkün gözükmemektedir. Bu nedenle çeşitli ıslanma ve kuruma dönemlerinde birbirini izleyen ölçümlerin profil boyunca yapılması konumsal yapının zaman içerisinde ne oranda korunduğu veya değiştiğinin belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır. Gerçekte işlemeli tarıma uygun olmayan mera alanları özel karakteristikleri nedeniyle izlenmesi ve korunması gereken önemli karasal ekosistemlerdir. Özellikle yarı kurak alanların çoğunlukta olduğu ülke topraklarında mera alanlarında uygun yönetim sistemlerinin işletilebilmesi önemlidir.

Büyük ölçeklerde uydu teknolojileri kullanılarak uzaktan algılama yolu ile toprak neminin izlenmesi kullanılan yöntemlerden biridir. Ancak uydu teknolojisi ile toprak neminin yalnızca toprak yüzeyinde izlenebilmesi, profil ölçeğinde detayların izlenmesinde ve değerlendirilmesinde yetersiz kalmaktadır (De Troch ve ark., 1996; De Lannoy ve ark., 2006). Uydu verileriyle birlikte, toprak neminin izlenmesinde algılayıcı (sensör) teknolojilerinin kullanıldığı (Fares ve ark., 2013; Robinson ve ark., 2008), toprak özelliklerinin yardımıyla nem tahmininin yapıldığı (Zhu ve ark., 2012) çalışmalar ile toprak nem dağılım haritaları oluşturulmakla birlikte bu haritalar yer gözlem istasyonlarının sayısına ve toprak özelliklerinin dinamik davranışlarına bağlı olarak değişik oranlarda belirsizlikler içermektedir. Toprak nem kapsamının profil boyutunda izlenmesi çalışmaları hala istenilen düzeye ulaşmamıştır.

Toprak su kapsamının konumsal yapısının havzalarda belirlenmesi için ölçüm noktaları arasında tahmin değerleri üreten kestirimlerin (interpolasyon) yapılması gerekmektedir. Konumsal tahmin yöntemlerine ihtiyaç duyulan bu alanda jeostatistiksel yöntemler sıklıkla kullanılmaktadır. Yüzey toprağı (Famiglietti ve ark., 1998; Grayson ve Western, 1998; Cosh ve ark., 2006), profil boyutu (Wang ve ark., 2001; De Lannoy ve ark., 2006; Junior ve ark., 2006; Başkan ve ark., 2013) ve farklı topoğrafya şartlarında (Endale, 2005; Brocca ve ark., 2007) toprak nem kapsamının konumsal ve

zamansal değişimiyle ilgili jeostatistik yöntemler kullanılarak farklı şartlarda çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Bu çalışma ile doğal mera olarak kullanılan araştırma alanında toprak nem kapsamının profil derinliğinde gösterdiği konumsal ve zamansal değişimin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Araştırma yeri

Araştırmanın yürütüldüğü Güvenç Havzası Ankara-Yenimahalle-Güvenç Köyünde Kayaönü Deresi üzerinde yapılan Güvenç Göletinin su toplama havzasıdır. Havza Ankara-İstanbul karayolunun 35. km'sinden 6.5 km doğuda, gölet ise köyün 2.5 km kuzeydoğusunda yer almaktadır. Havza yağış alanı 16.125 km<sup>2</sup>'dir. Deniz seviyesine göre yükseltisi 1053 metre olan havza çıkış yerinin enlemi 40° 08' 00'' kuzey, boylamı 32° 45' 15'' doğudur.

#### 2.1.1 Toprak özellikleri ve arazi kullanımı

Araştırma havzasında yapılan detaylı toprak etüt çalışması sonucunda 8 farklı toprak serisi tanımlanmıştır (Soil Survey Staff, 1999). Bu serilerin 4 tanesi Entisol, 3 tanesi Inceptisol ve 1 tanesi ise Vertisol ordosuna dahil edilmiştir (Dengiz ve Başkan, 2005). Bu ordolar içerisinde %59.9 ile Entisoller en fazla alan kaplarken bunu sırasıyla %34.2 ile Inceptisol ve %1.7 ile Vertisol izlemektedir. Araştırmanın yürütüldüğü Acısu serisi toprakları Inceptisol ordosu içerisinde yer almaktadır. Derin profilli seri, eğimli arazi topoğrafyasındadır. Aşınım düzlüğünde oluşan Kervanpınar serisi havzanın en derin profilli topraklarıdır. Entisol ordosuna dahil edilen %12–20 eğimli şiddetli erozyonlu Tabyabayır serisi toprakları ise havzanın profil derinliği en az olan topraklarıdır.

Havza alanının %37.2 iyi mera, %6.3' ü zayıf mera, %49.7'si kuru tarım, %2.5'i orman, %2.6'sı fundalık-bahçe olarak kullanılmaktadır. Havza alanının %1.7' si ise terk edilmiş araziler oluşturmaktadır (Tekeli ve ark., 2004).

#### 2.1.2 İklim özellikleri

Araştırma havzasının uzun yıllık (1984–2010) ortalama yıllık yağış, ortalama sıcaklık, nispi nem ve buharlaşma miktarı sırasıyla 474.4 mm, 11.4 °C, %64 ve 1232 mm olarak ölçülmüştür. Yağışların mevsimsel dağılımı %22.8' i ilkbahar, %30.1'i kış, %23.3' ü sonbahar, %13.9' u yaz aylarında olmuştur. Ortalama olarak en çok yağış alan ay Nisan (59.3mm) en az yağış alan ay ise Ağustos (12.4 mm) ayı olmuştur.

## 2.2 Toprak analizleri ve örnekleme

Detaylı toprak etüt çalışması sonucunda belirlenen ve doğal mera alanı olarak kullanılan Acısu serisi (0-85 cm, Inceptisol ordosu) topraklarından horizon derinlikleri dikkate alınarak toprak nem örnekleme yılı boyunca yağış gözlenen dönemlerde 5x10 m aralıklarla profil boyunca yapılmış (Şekil 1) ve her ölçümde horizon derinlikleri dikkate alınarak her horizondan 100'er adet toprak örneği alınmıştır. Toprak buharlaşma kayıplarını engellemek için alınan nem örnekleri arazide tartılarak laboratuvara getirilmiştir. Araştırma alanında ayrıca her noktadan horizon derinliklerinde toprak örnekleri alınarak gravimetrik nem kapsamı belirlenmiştir. Toprak nem kapsamı kuru hacim ağırlığı değerleriyle çarpılarak hacimsel nem değerleri, derinlikle çarpılarak ise horizonda ve profildeki mm su kapsamı (Gardner, 1986), bünye (Bouyoucos 1951), kuru hacim ağırlığı (Blake ve Hartge 1986), organik karbon kapsamı (Jackson 1958) belirlenmiştir. Bitki su tüketimi Thornthwaite (1948) yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır.

### 2.2.1 Jeostatistik analiz

Toprak örneklerinin analizi sonunda elde edilen veriler jeostatistik yöntem ile değerlendirilerek deneysel yarıvariogramlar oluşturulup toprak nem değerlerinin konumsal bağımlılık dereceleri belirlenmiştir. Jeostatistiğin temelini oluşturan yarıvariogram modelle örnek çiftleri arasındaki konumsal yapıyı tanımlanmış, elde edilen model parametreleri bir sonraki aşama olan kestirim (interpolasyon) işleminde kullanılarak blok kriging yöntemi ile toprak neminin gözlem süresince araştırma alanı içerisindeki dağılım haritaları oluşturulmuştur (GS+ 9). Oluşturulan yarıvariogram modellerinin kaliteleri çapraz doğrulama sonucunda elde edilen ortalama mutlak hata (MAE) ve hata kareler ortalaması (MSE) değerleri ile kontrol edilmiştir (Eşitlik 1, 2).

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| X_{göz} - X_{tah} \right| \quad (1)$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[ X_{göz} - X_{tah} \right]^2 \quad (2)$$

eşitliklerde  $X_{göz}$  gözlenen (gerçek) değerleri,  $X_{tah}$  ise çapraz doğrulama sonunda tahmin edilen değerleri göstermektedir.

### 2.2.2 Tanımlayıcı istatistikler

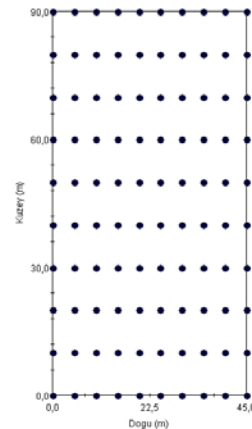
Toprak özelliklerinin ve nem ölçümlerinin ortalama, minimum, maksimum, standart sapma, değişim katsayısı gibi tanımlayıcı istatistikleri belirlenerek dağılımları kontrol edilmiştir. Örneklerin ve nem ölçümlerinin normal dağılıma uygunlukları Kolmogorov-Smirnov

testi ile kontrol edilmiştir (SPSS, V21).

## 3. Bulgular ve Tartışma

Toprak özelliklerini belirlemek amacıyla her noktadan horizon derinlikleri dikkate alınarak yapılan örnekleme sonucu Çizelge 1'de verilmiştir. Her iki horizonu da kil bünyeli olan çalışma alanında topoğrafya etkisiyle bazı örnekleme noktalarında toprak özellikleri ayrımlı davranışlar göstermiştir. Engibeli topoğrafya nedeniyle eğimin azaldığı birikme gözlenen bu alanlarda diğer örnekleme noktalarına oranla yaklaşık %20 daha fazla kil kapsamı belirlenmiştir. Kurak ve yarı kurak iklim şartlarının etkili olduğu araştırma alanında zayıf bitki örtüsü organik madde kapsamının düşük olmasına neden olmuştur. Diğer taraftan topoğrafyaya bağlı olarak birikme alanlarında nem kapsamının yüksek olması bitki gelişimini artırmış, bu noktadaki kısmen yüksek organik madde değerleri değişim katsayısı değerlerini etkilemiştir. Yüzey horizonunda organik madde değeri %36 ile en yüksek değişim katsayısı değeri göstermiştir. Her iki horizonda da organik madde kapsamı dışında değişim katsayıları düşük değerler almıştır. Toprak özelliklerinin çarpıklık katsayıları arasında horizonlar için belirgin bir farklılık oluşmamış dağılım benzer bulunmuştur. Her iki horizonda da kil ve organik madde kapsamı negatif, diğer toprak özellikleri pozitif çarpıklık göstermiştir. Yapılan normalite testi sonucunda Bw horizonunda hacim ağırlığı kapsamı dışında tüm toprak özellikleri normal dağılım göstermiştir.

Araştırma alanında Mayıs, Haziran, Eylül ve Ekim aylarında nem ölçümleri yapılmış ve sırası ile profilde toplam 211.93 mm, 101.61 mm, 121.48 mm ve 130.49 mm nem hesaplanmıştır. Bu dönemde aylık toplam yağışlar Mayıs ayında 61.1 mm, Haziran ayında 12.0 mm, Eylül ayında 16.2 ve Ekim ayında 29.3 mm olmuştur. Thornthwait (E) yöntemi ile hesaplanan aylık ortalama buharlaşma 18.0 mm ile en fazla Haziran ayında olmuştur.



Şekil 1. Toprak nemi örnekleme noktaları  
Figure 1. Soil moisture sampling points

Çizelge 1. A (0-40 cm) ve Bw (40-85 cm) horizonları toprak tanımlayıcı istatistikleri

Table 1. Descriptive statistics of soil horizons at A (0-40 cm) and Bw (40-85 cm)

Horizon	Özellik	Ortalama	Std. sapma	Min.	Mak.	Çarpıklık	Değişim katsayısı	K-S test
A 0-40cm	Kil, %	43	5.05	31	55	-0.689	0.12	0.270
	Silt, %	18	2.34	15	25	0.399	0.13	0.154
	Kum, %	26	4.42	18	28	0.249	0.17	0.453
	OM, %	1.43	0.51	0.66	2.08	-0.502	0.36	0.637
	HA, g cm <sup>-3</sup>	1.31	0.05	1.15	1.39	2.104	0.04	0.295
Bw 40-85cm	Kil, %	44	7.83	35	58	-0.409	0.18	0.127
	Silt, %	17	2.91	13	27	0.215	0.17	0.154
	Kum, %	21	5.03	16	24	0.128	0.24	0.453
	OM, %	0.85	0.21	0.25	1.34	-0.412	0.25	0.882
	HA, g cm <sup>-3</sup>	1.38	0.07	1.20	1.42	2.604	0.05	0.001

OM: organik madde; HA: kuru hacim ağırlığı; K-S: Kolmogorov-Smirnov normalite testi ( $p < 0.05$ )

Mayıs ayında ölçülen nem değeri diğer aylarla kıyaslandığında profilde en yüksek ortalama nem değeri belirlenmiştir (Çizelge 2). Seri topraklarının tüm profilde kil kapsamının yüksek olması toprak su hareketini büyük oranda kontrol eden faktör olmuştur. Yağışın yetersiz, buharlaşmanın yüksek olduğu Haziran ve Eylül aylarında profil boyunca çatlaklar oluşmuş, buharlaşma ve bitki su tüketimi nedeniyle nem kapsamı heterojen bir dağılım göstermiş her iki horizonunda da yüksek değişim katsayısının oluşmasına neden olmuştur. Hillel (1998) bildirdiği gibi kurak şartlarda toprak bünyesi nedeniyle kararsız nem dağılım şartları oluşmuştur. Bu dönemde A horizonu Bw horizonuyla karşılaştırıldığında meteorolojik faktörlerden daha çok etkilenmiştir. Ölçüm tarihlerinden önce alınan yağışların etkisi yüksek kil kapsamı nedeniyle profil boyutunda gözlenememiştir. Yüksek kil kapsamı yağışlarla alınan suyun hızla profilde aşağıya ve yukarıya hareketini engellemiş, bu davranış haziran ayında daha belirgin olmuştur. Kurak ve ıslak dönemler için profilde belirgin bir çarpıklık eğilimi oluşmamış toprağın nemli olduğu dönemde her iki horizonunda da negatif bir çarpıklık oluşurken, kurak dönemlerde pozitif bir eğilim gözlenmiştir.

Benzer bir çalışmada Brocca ve ark. (2007) toprak nem kapsamının ıslak şartlarda negatif, kurak şartlarda pozitif dağılım gösterdiğini bildirmiştir. Bu dönemin başlangıcında topoğrafya nem dağılımını kontrol eden faktör olmuştur. Araştırma alanının kuzeyinde ve batısındaki eğimin azaldığı çukur alanlar nem birikiminin kısmen daha yüksek gözlendiği ve haritalandırıldığı alanlar olmuştur. Kurak dönemde buharlaşma kayıplarının artışıyla birlikte profilde nem dağılımı meteorolojik faktörler tarafından kontrol edilmiştir. Toprak profilinde kurumayla birlikte oluşan çatlaklar, bitki su kullanımı ve kapillar hareket toprak nem dağılımını etkileyerek Bw horizonundan A horizonuna doğru hareketine neden olmuştur. Elde edilen sonuçlar Williams ve ark. (2003), De Lannoy ve ark. (2006) yapmış oldukları çalışmalarla benzer bulunmuştur. Araştırmacılar kuru şartlarda toprak suyunun profil boyunca hareketi ve toprak nem kapsamı dağılımı bitki örtüsü karakteristikleri, toprak özellikleri ve mikro-rölyef gibi lokal etmenlerin kontrolüyle son derece heterojen bir yapı oluşturduğunu, ıslak şartlarda ise nem dağılımının daha homojen olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 2. Acısu serisi horizonları nem değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri

Table 2. Descriptive statistics of Acısu series horizons moisture values

Örnekleme tarihi	Ortalama	Std. sapma	Minimum	Maksimum	Çarpıklık	Değişim katsayısı	K-S test
A 0-40cm							
02.05	19.98	3.74	12.72	27.35	-0.01	0.19	0.762
10.06	10.17	3.35	1.72	17.50	-0.22	0.33	0.956
19.09	11.17	3.74	4.51	13.76	0.21	0.25	0.653
27.10	12.08	1.83	8.03	16.81	0.43	0.15	0.446
Bw 40-85cm							
02.05	18.75	3.81	10.51	26.95	-0.14	0.20	0.862
10.06	9.13	2.96	3.78	17.67	0.76	0.32	0.288
19.09	10.47	2.85	6.03	16.12	0.44	0.27	0.189
27.10	12.33	2.53	6.58	17.04	0.40	0.21	0.161

K-S: Kolmogorov Smirnov normalite testi ( $p < 0.05$ )

Jeoistatistik yöntem kullanılarak her bir örnekleme zamanı için konumsal ve zamansal yapının tanımlanması amacıyla horizon derinliklerinde yarivariogram modelleri oluşturulmuştur (Şekil 2). Yarivariogram modellerinin oluşturulmasında yönlere göre olası bağımlılık (anizotropi), test edilmiş modeller yönden bağımsız oluşturulmuştur. Ölçüm tarihleri için oluşturulan modellerde konumsal bağımlılık mesafesi kurak dönemle karşılaştırıldığında çok büyük farklılıklar göstermiştir. Dağılımın homojen olduğu ıslak dönemde konumsal bağımlılık her iki horizontda da 100 m'nin üzerinde olurken, profilin kuru olduğu haziran ayında konumsal bağımlılık her iki horizontda sırasıyla 8.90 ve 8.34 m olarak bulunmuştur (Çizelge 3). Islak dönemle karşılaştırıldığında benzer durum Eylül ayı için de gözlenmiştir.

Kurak dönem (Haziran) için geçerli bir model oluşturulmasına rağmen konumsal bağımlılık mesafesinin bu denli kısa olması nem dağılımdaki heterojen yapının bir göstergesidir. Brocca ve ark (2007) yaptıkları çalışmada toprak nem kapsamının konumsal yapısının ıslak şartlarda daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Küçük havzalarda toprak nem kapsamının konumsal yapısının 20 – 300 m arasında değiştiği bildirilmektedir (Mohanty ve ark., 2000). Yarivariogram modelleri çapraz değerlendirme analizi ile test edilmiş, modeller için oluşturulan ortalama mutlak hata ve hata kareler ortalaması değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. Haziran ayında profilde her iki horizontda diğer ölçüm verilerine oranla yüksek hata değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 3. Acısu serisi horizon nem değerlerinin yarivariogram modelleri ve çapraz doğrulama analiz sonuçları  
Table 3. Semivariogram models of Acısu series horizon moisture values and cross validation analysis results

Örnekleme tarihi	Model	C <sub>0</sub>	C <sub>0</sub> +C	A	C/C <sub>0</sub> +C	MAE	MSE
<b>A 0-40cm</b>							
02.05	Üssel	5.71	22.97	178.40	0.777	2.303	7.959
10.06	Üssel	0.01	7.16	8.90	0.957	4.011	12.067
19.09	Üssel	1.97	5.87	120.50	0.598	0.785	0.846
27.10	Üssel	1.30	5.89	137.10	0.780	1.226	2.452
<b>Bw 40-85cm</b>							
02.05	Üssel	9.42	19.82	165.12	0.525	1.080	1.920
10.06	Küresel	0.01	7.96	8.34	0.787	2.131	6.618
19.09	Üssel	1.97	4.90	133.71	0.523	0.841	0.917
27.10	Üssel	3.48	12.06	221.40	0.711	1.193	2.354

C<sub>0</sub>: kontrolsüz etki varyansı; C<sub>0</sub>+C: tepe varyansı; C/C<sub>0</sub>+C: yapısal varyans oranı; A: etki aralığı (m); MAE: ortalama mutlak hata; MSE: hata kareler ortalaması

Blok kriging yöntemi ile oluşturulan nem dağılım haritalarında toprak nem değeri her iki horizontda da konumsal ve zamansal olarak değişim göstermiştir (Şekil 3).

Birçok araştırmacının (Williams ve ark., 2003; De Lannoy ve ark., 2006) elde ettiği bulgulara benzer şekilde toprak nem kapsamı bünye, bitki örtüsü, topoğrafya, meteorolojik şartlar gibi birçok faktör tarafından kontrol edilmektedir.

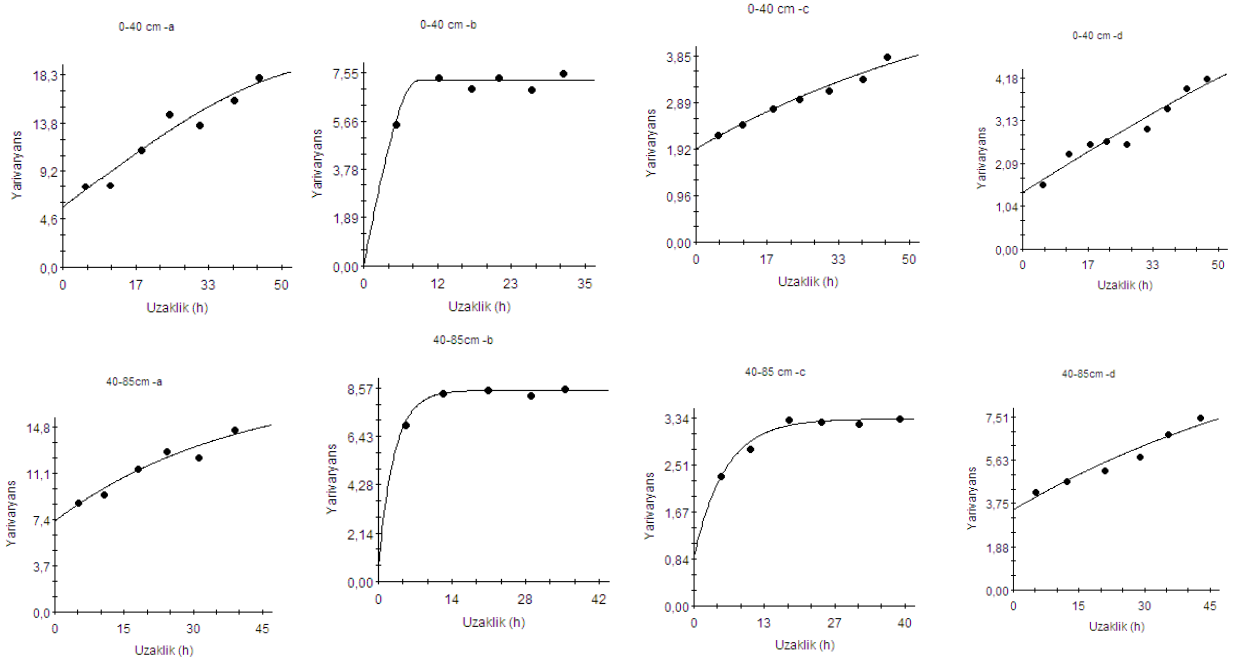
Toprak yüzey şartlarının atmosfer ile doğrudan ilişkisi nedeniyle A horizontunda toprak nem değerleri düzensiz bir dağılım göstermiştir (0-40 cm-b). Profildeki yüksek kil kapsamı nem ölçümü yapılan haziran, eylül ve ekim aylarında düşen yağışların (sırasıyla 12 mm, 44.1 mm ve 28 mm) profil boyunca hareketini engellemiş, buharlaşma kayıpları, kapillar hareket Bw horizontunda haziran ve eylül ayları için heterojen bir dağılım oluşmasına neden olmuştur (40-85

cm b ve c). Bu dönemde topoğrafya nem dağılımını kontrol eden parametre olurken profilde yeterli nem olduğu durumlarda konumsal yapı daha homojen bir dağılım göstermiş, bu durum dağılım haritalarına da yansımıştır (0-40 cm a, c ve d).

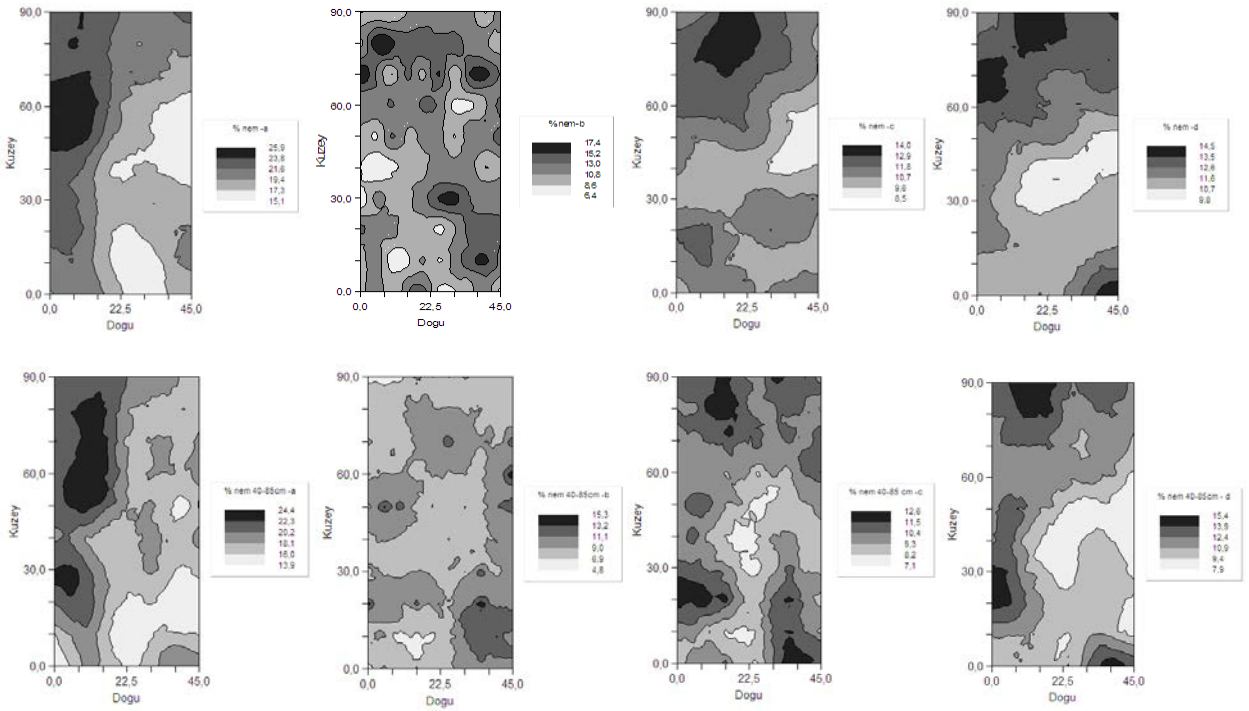
Eğimli topoğrafya üzerinde bulunan araştırma alanında toprak bünyesi bu dönem için nem dağılımını kontrol eden parametre olmuştur.

Haziran ayında kurak dönemle birlikte artan buharlaşma ve profilde gözlenen çatlaklar nem dağılımını heterojen hale getirmiştir (Şekil 3b).

Haziran ayında her iki horizontda diğer aylarla karşılaştırıldığında yüksek MAE ve MSE değerleri göstermiştir. Yüzey horizonu hata değerleri meteorolojik faktörler nedeniyle Bw horizontundan daha yüksek bulunmuştur. Küçük MAE ve MSE değerleri toprak nem değerinin ölçüm tarihleri için doğru tahmin edildiğini göstermektedir.



Şekil 2. Acisu serisi horizon nem değerleri için oluşturulan yarıvariogram modelleri  
Figure 2. Soil moisture semivariogram models of Acisu series horizons



Şekil 3. Acisu serisi horizon nem değerleri için oluşturulan dağılım haritaları  
Figure 3. Soil moisture distribution maps of Acisu series horizons

#### 4. Sonuç

Araştırma süresince yapılan ölçümler toprak nem kapsamının konumsal ve zamansal olarak, toprak bünyesi, bitki örtüsü, meteorolojik şartlar ve topoğrafya gibi birçok faktöre bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Toprak nem dağılımını etkileyen birincil faktör toprak bünyesi olarak belirlenmiştir. Islak dönemlerde toprak nem kapsamı homojen bir dağılım gösterirken, meteorolojik faktörlerin etkisiyle kurak dönemlerde nem dağılımı heterojen olmuştur. Yağışların fazla olduğu dönemlerde eğim boyunca yatay akışın gözlenmesi her iki horizontda da olası gözükmektedir. Kurak şartlara doğru topoğrafyanın etkisi daha belirgin hale gelmektedir. Kurak şartların gözlemlendiği ve buharlaşmanın yüksek olduğu dönemlerde nem dağılımı topoğrafik ve meteorolojik faktörler tarafından kontrol edilmiştir. Bu dönemler için oluşturulan yarıvariogram modelleri küçük konumsal bağımlılık mesafeleri göstermişlerdir.

Bu sonuç, hem tarımsal hem de hidrolojik çalışmalar için son derece önemli olan ve birçok parametrenin etkilediği toprak nem kapsamının dinamik davranışı nedeniyle konumsal yapısının tek bir ölçümle açıklanmasının mümkün olmadığını göstermiştir. Söz konusu çalışmalar için altlık oluşturmak, planlama ve uygulama çalışmalarında doğru sonuçları elde edebilmek için kuru ve ıslak toprak şartlarını içine alan ölçümlerin tüm nem çalışmalarını için mutlaka yapılması gerekmektedir.

### Teşekkür

Bu proje Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenmiştir.

### Kaynaklar

Baskan, O., Kosker, Y., Erpul, G., 2013. Spatial and temporal variation of moisture content in the soil profiles of two different agricultural fields of semi-arid region. *Environmental Monitoring and Assessment*. 185(12):10441-10458

Blake, G.R., Hartge, K.H., 1986. Bulk Density and Particle Density. In : *Methods of Soil Analysis, Part I, Physical and Mineralogical Methods*. Pp: 363-381. ASA and SSSA Agronomy Monograph no 9(2<sup>nd</sup> ed), Madison.

Bouyoucos, G.J., 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43: 435-438.

Brocca, L., Morbidelli, R., Melone, F., Moramarco, T., 2007. Soil moisture spatial variability in experimental areas of central Italy, *J. Hydrol.* 333: 356-373.

Cosh, M.H., Jackson, T.J., Starks, P., Heathman, G.C., 2006. Temporal stability of surface soil moisture in the Little Washita River Watershed and its applications in satellite soil moisture product validation. *Journal of Hydrology* 323: 168-177.

De Troch, F.P., Troch, P.A., Su, Z., Lin, D.S., 1996. Application of remote sensing for hydrological modelling. In: Abbott, M.B., Refsgaard, J.C. (Eds.), *Distributed Hydrological Modelling*. Kluwer Academic Press, pp. 165-192.

De Lannoy, G.J.M., Verhoest, N.E.C., Houser, P.R., Gish, T.J., Meirvenne, M.V., 2006. Spatial and temporal characteristics of soil moisture in an intensively monitored agricultural field (OPE<sup>3</sup>). *J Hydrol.* 331: 719-730.

Dengiz, O., Başkan, O. 2005. Ankara Güvenç Havzası Topraklarının Temel Özellikleri ve Sınıflandırılması. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 19 (37): 27-36.

Endale, D.M., Fisher, D.S., Schomberg, H.H., 2005. Soil water regime in space and time in a small Georgia Piedmont catchment under pasture. *SSSAJ*. 70: 1-13.

Famiglietti, J.S., Rudnicki, J.W., Rodell, M., 1998. Variability in surface soil moisture content along a hillslope transect: Rattlesnake Hill, Texas. *J Hydrol.* 210: 259-281.

Fares, A., Temimi, M., Morgan, K., Kelleners, T.J., 2013. In-situ and remote soil moisture sensing technologies for vadose zone hydrology. *Vadose Zone J.* 12 (2).

Gamma Design Software., 2014. *GS+ Geostatistics for the Environmental Sciences*. Version 9. Plainwell, Michigan. USA.

Gardner, W.H., 1986. Water content. In Klute, A., ed., "Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods", Monograph No. 9, Am. Soc. Argon. Madison, WI.

Grayson, R.B., Western, A.W., 1998. Towards areal estimation of soil water content from point measurements: time and space stability of mean response. *J. Hydrol.* 207: 68-82.

Hillel, D., 1998. *Environmental soil physics*. San Diego, USA: Academic. 765 p.

Junior, V.V., Carvalho, M.P., Dafonte, J., Freddi, O.S., Vazques, E.V., Ingaramo, O.E., 2006. Spatial variability of soil water content and mechanical resistance of Brazilian ferralsol. *Soil Till. Res.*, 85: 166-177.

Jackson, M.L., 1958. *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.

Mohanty, B. P., Skaggs, T. H., Famiglietti, J. S., 2000. Analysis and mapping of field-scale soil moisture variability using high resolution ground based data during the Southern Great Plains 1997 (SGP97) hydrology experiment. *Water Resources Research*, 36: 1023-1032.

Robinson, D.A. et al., 2008. Advancing process-based watershed hydrological research using near-surface geophysics: a vision for, and review of, electrical and magnetic geophysical methods. *Hydrol. Process.* 22 (18): 3604-3635.

Soil Survey Staff. 1999. *Soil Taxonomy. A Basic of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey*. USDA Handbook No: 436, Washington D.C.



- SPSS. 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Tekeli, İ.Y., ve Babayiğit, G., 2004. Ankara Yenimahalle Güvenç Havzası yağış ve akım karakteristikleri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, TAGEM Ankara Araştırma Enstitüsü yayınları.
- Thornthwaite, C.W., 1948. An approach to a rational classification of climate. *Geographical Review* 38: 55-94.
- Wang, J., Fu, Bojie., Qui, Y., Chen, L., Wang, Z., 2001. Geostatistical analysis of soil moisture variability on Da Nangou catchment of the loess plateau, China. *Environmental Geology*. 41: 113-120.
- Williams, A.G., Ternan, J.L., Fitzjhon, C., De Alba, S., and Perez-Gonzales, A., 2003. Soil moisture variability and land use in a seasonally arid environment. *Hydrological Processes*, 17:225-235.
- Zhu, Q. et al., 2012. Monitoring and prediction of soil moisture spatial-temporal variations from a hydroopedological perspective: a review. *Soil Res.* 50 (8): 625–637.



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.673290

## Organik atık uygulamalarının asit, nötr ve alkali toprakların üreaz enzim aktiviteleri üzerine etkisi

Ömrüm Tebessüm Kop Durmuş<sup>a\*</sup>, Nutullah Özdemir<sup>a</sup>, Murat Durmuş<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: tebessum.kopdurmus@omu.edu.tr

Geliş/Received 10/01/2020

Kabul/Accepted 21/04/2020

### ÖZET

Bu çalışma organik atıkların farklı pH değerlerindeki topraklara uygulanması sonucunda topraktaki üreaz enzim aktivitesindeki değişimleri ve üreaz enzim aktivitesi ile toprağın bazı özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla yapılmıştır. Deneme serada kontrollü koşullarda saksıda ve üç farklı pH (asit, nötr, alkali) değerine sahip toprakta üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Organik düzenleyici olarak kullanılan tütün işleme atığı (TA), çeltik kavuzu kompostu (ÇEK) ve çöp kompostu (ÇK); %0.0, %2.5, %5.0 ve %7.5 şeklinde 4 doz olarak uygulanmıştır. Bir aylık inkübasyon döneminden sonra hazırlanan saksılarda bitki yetiştirilmiştir. Deneme sonrasında saksılardan alınan toprak örneklerinde üreaz enzim aktivitesi belirlenmiş ve asit pH'ya sahip toprakta en yüksek enzim aktivitesi %5.0 TA uygulaması sonrasında, nötr pH'ya sahip toprakta %7.5 ÇK uygulaması sonrasında, alkali pH'ya sahip toprakta ise %7.5 TA uygulaması sonrasında belirlenmiştir. Ayrıca deneme sonrasında topraktaki üreaz enzim aktivitesi ile toprağın pH, EC, organik madde ve kireç içerikleri ile istatistiksel açıdan önemli ilişkiler belirlenmiştir.

### Anahtar Sözcükler:

Toprak  
Üreaz Enzimi  
Organik Madde  
Toprak pH'sı

### Effect of Organic Waste Applications on Soil Urease Enzyme Activities of Acid, Neutral and Alkaline Soils

### ABSTRACT

This study was carried out to determine the changes in soil urease enzyme activity and the relationship between its and some properties of soil as a result of application of organic wastes to soils having different pH. The experiment was conducted as a pot experiment under controlled conditions in a greenhouse and 3 repeats with soils having 3 different pH (acid, neutral, alkaline) values. As organic materials; tobacco processing waste (TW), rice husk compost (RHC) and municipal solid waste (MW) were used in four different rates (0.0, 2.5, 5.0 and 7.5%). After a one-month incubation period, the plant was grown in the prepared pots. At the end of the experiment, urease enzyme activity was determined in soil samples taken from pots and the highest enzyme activity was determined in acid soil with 5.0% TW application, in neutral soil with 7.5% MW application and in alkaline soil with 7.5%TW application. Moreover, statistically significant relationships were found between soil urease enzyme activity and soil pH, EC, soil organic matter, and lime content.

### Keywords:

Soil  
Urease Enzyme  
Organic Matter  
Soil pH

## 1. Giriş

Doğal kaynakların ve üretkenliğin sürdürülebilirliği konusundaki endişelerin artması, toprak kaynaklarını koruyan ve geliştiren yönetim stratejilerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Konu, toprağın kritik bir bileşeni olan topraktaki organik madde miktarının korunması ile doğrudan ilgilidir. Korunma ve değişim zaman dilimi içerisindeki kültivasyon, bitki münavebesi, atık yönetimi ve gübreleme uygulamaları ile ilişkilidir (Campbell ve ark., 1992). Organik madde, ayrışma ürünleri ile besin elementleri sağlamanın yanında biyolojik çeşitliliği ve aktiviteyi, toprak strüktürünü, havalanmayı, toprak su içeriğini, toprak sıcaklığını, bitki gelişimini, toprak oluşumunu ve erozyona karşı direnci olumlu yönde etkilemektedir (Ferras ve ark., 2006). Yeşil aksamalı sebze bitkileri, ideal bir büyüme ve bu büyümenin sonucunda optimum verim için yeterli ve daimi bir azot (N) kaynağına ihtiyaç duyarlar (Chang ve ark., 2007). Günümüzde geleneksel tarım sistemlerinde kimyasal gübre kullanımı oldukça yaygındır. Bu kimyasal gübreler içerisinde azotlu gübreler hem dünyada hem de ülkemizde en çok kullanılan aynı zamanda bitkisel üretimde özel bir yeri bulunan gübrelerdir. (Şahin 2016). 2013 yılında dünya genelinde kullanılan azotlu gübreler toplam NPK gübrelerinin yaklaşık olarak yarısını kapsamaktadır (FAO, 2016). Türkiye’de azotlu gübre kullanımında üre gübresi amonyum nitrat gübresinden sonra ikinci sırada gelmekte ve üreticiler genellikle tarla bitkileri yetiştiriciliğinde üst gübreleme olarak üreyi tercih etmektedirler (Çolakoğlu ve ark., 2004; Eraslan ve ark., 2010). Üre toprakta bitkiler tarafından direkt olarak alınabilir yapıda olmadığı için ürenin bitki tarafından alınabilmesi için hidrolize olması gerekmektedir. Ürenin kendi başına hidrolize olması çok uzun zaman almaktadır, işte burada üreaz enzimi devreye girmekte ve önemi anlaşılmaktadır. Üreaz enzimi, ürenin hidrolizini normal reaksiyonlara göre 1014 kat daha hızlı katalize etmektedir. Üreaz yapısında nikel bulundurmakta (Sırko ve Brodzik 2000) ve üreyi hidrolize ederek amonyak ve karbondioksitin açığa çıkmasını sağlamaktadır (Tanaka ve ark., 2004).

Herhangi bir değişiklik olmadan reaksiyonları katalize eden enzimlerin aktiviteleri organik madde içerikleri ile yakından ilişkili olup topraktaki besin döngüsünün ayrılmaz bir parçasını oluştururlar. Enzimler toprak ekolojik sisteminin ve çevresel değişikliklerin hassas göstergeleridir (Marinari ve ark., 2006; Bhavya ve ark., 2017). Mikroorganizmalar tarımda kullanılan organik materyallerin ayrışma ve sentezinde önemli rol oynamakta ve etkinlikleri yönünden toprak özellikleri, tarımsal pratikler ve çevresel koşullardan önemli ölçüde etkilenmektedirler (Carney ve Matson, 2005; Özdemir ve ark., 2018). Aslında, toplam karbon konsantrasyonu mikrobiyal biyokütle ve enzim aktiviteleri üzerinde toprak yönetimi

uygulamalarına oranla daha etkilidir (Bergstrom ve ark., 1998; Aon ve Colaneri, 2001).

Baran ve ark., (1995), tütün işleme atığı, üzüm cibresi ve atık mantar kompostunu, Sawicka ve ark., (2004), tütün işleme atığı ve atık çamurunu, Kurt (2016), biyokömür ve vermikompostu, Doğan ve ark., (2018), zeytin karasuyu, ısıl işlem görmüş solucan gübresi ve çiftlik gübresini, toprağa ilave ederek toprağın biyolojik özellikleri ve enzim aktivitesinde meydana gelen değişimleri incelemişler ve uygulamaların toprakların biyolojik özellikleri üzerine olumlu etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir. Toprak kalitesinin bir bileşeni olan mikroorganizmalar (Hackl ve ark., 2004) toprak organik maddesini ayrıştırarak besin döngüsüne yaptığı etki ile verimlilikte önemli bir rol oynarlar (Kızılkaya ve Hepşen, 2004). Kompleks toprak sisteminde toprak muhafaza ve verimliliğine ilişkin hususların değerlendirilmesinde biyolojik unsurların dikkate alınması önem taşımaktadır. Liu ve ark. (2002), mısır-pirinç rotasyon sistemini esas alarak yürüttükleri bir araştırmada farklı ekosistemlerde bulunan topraklarda enzim aktivitesi ile bazı toprak kalite parametrelerinde meydana gelen değişimleri irdelemişlerdir. Organik gübreler ile azot (N)’un kompoze edilerek yürütüldüğü çalışmada tarım toprağının kalite indeksinin mısır ürünü ile önemli derecede ilişkili olduğu ( $p<0,05$ ), tarım toprağının kalitesinin değerlendirilmesinde indikatör olarak toprak enzim aktivitelerinin kullanılmasının uygun olduğu belirlenmiştir.

Zimmermann ve Frey (2002), asidik karakterli toprakta solunum ve mikrobiyal aktivite üzerine ağaç külünün etkisini belirlemek üzere mikrobiyal biyomas karbonu, bazal solunum, toprak solunumu ve enzim aktiviteleri gibi çeşitli mikrobiyal değerleri esas alarak yürüttükleri çalışma sonucunda ağaç külü eklentili topraktaki mikrobiyal aktivitenin arttığını, bu artışın da toprağa eklenen besin miktarı, pH’daki artış ve ağaç külü ilavesinden sonraki ilk günde toplam karbon ve azot içeriklerinin düşmesi şeklinde ilerleyen organik madde mineralizasyonunun artışı ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Türkmen ve ark., (2013) ise mera ıslah çalışmalarının toprakta bazı biyolojik özellikler üzerine etkilerini belirlemek üzere yürüttükleri çalışmada mera ıslah uygulamalarının organik C, C:N oranı, mikroorganizma sayısı, katalaz ve üreaz enzim aktivitelerinde istatistiksel olarak önemli ( $P<0.01$ ) farklılıklar oluşturduğunu saptamışlardır.

Antil ve ark., (2006), farklı organik materyal, substrat konsantrasyonu ve toprak neminin üreaz enzim aktivitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonunda organik materyal uygulamalarının toprakta üreaz enzim aktivitesini artırdığını belirtmişlerdir.

Chang ve ark., (2007), yapmış oldukları çalışmada toprağa 4 farklı kompost uygulayarak topraktaki enzim aktivitesindeki değişimleri araştırmışlardır ve kompost uygulamasının toprakta üreaz enzim aktivitesini artırdığını ayrıca toprak organik maddesi ile üreaz enzim

aktivitesi arasında doğrusal bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

Doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımına yönelik planlama, yönetim ve girdi uygulamalarına bağlı bozulma ve farklılıkların belirlenmesinde enzimatik faaliyetlerdeki değişim oldukça önemlidir (Aon ve ark., 2001). Makro besin elementlerinden olan azot tarımsal üretimde en çok ihtiyaç duyulan besin elementi olup noksanlığında ise ürün ve kalite eksikliği meydana gelmektedir (Mengel, 1991). Azotlu gübreler içerisinde en çok azot ihtiva eden ürenin (% 46 N) doğrudan toprağa uygulandığında bitki tarafından alınabilmesi topraktaki üreaz enziminin aktivitesine bağlıdır. Üreaz enzimi canlı hücreler tarafından sentezlenen bir enzim olmasından dolayı üre gübresinin uygulandığı toprağın mikroorganizma aktivitesinin yüksek olması beklenmektedir. Bu nedenle tarımsal üretimde üre gübresinin kullanımında organik madde ilavesinin göz ardı edilmemesi gerektiği düşünülmektedir. Ülkemiz topraklarının organik madde içeriğinin düşük seviyede olmasından dolayı üre uygulamalarında kullanılan gübre tam olarak etkili olmayabilir. Bu durum hem ekonomik açıdan hem de çevre sağlığı açısından tehdit oluşturabilmektedir. Tüm enzimler gibi üreaz enzimi de toprakta aktivite gösterebilmesi için optimum bir pH aralığına ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle bu çalışma üreaz enzim aktivitesi üzerine; toprak pH'sı ve topraklara uygulanan farklı organik materyallerin etkilerini belirlemek üzere yürütülmüştür.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Sera Denemesi

Sera denemesinde üç farklı pH değerine sahip toprak örnekleri kullanılmıştır. Nötr, asit ve alkalın reaksiyonlu topraklar Samsun ilinin Bafra ilçesine bağlı Tepecik ve Çetinkaya köyleri ile Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampüs alanında bulunan Ziraat Fakültesi deneme topraklarının yüzey (0-20 cm) katmanından alınmıştır. Organik materyal olarak ise tütün işleme atığı (TA), çeltik kavuzu kompostu (ÇEK) ve çöp kompostu (ÇK) kullanılmıştır. TA Balıca Sigara Fabrikasından, ÇEK OMÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünden ve ÇK ise İstanbul Büyükşehir Belediyesi Kemerburgaz Kompost ve Geri Kazanım Tesisinden temin edilmiştir.

Sera denemesi güz döneminde OMÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü araştırma ve deneme seralarında kontrollü koşullarda ve 25 °C sıcaklık şartlarında 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Toprak örnekleri 4 mm'lik elekten geçirildikten sonra her bir plastik saksıya fırın kuru ağırlık esasına göre 4.5 kg toprak konulmuştur. Plastik saksılara organik düzenleyiciler %0.0, %2.5, %5.0 ve %7.5 olacak şekilde 4 doz olarak uygulanmış ve saksıdaki topraklar tarla kapasitesine gelinceye kadar su ilave edilmiştir. Hazırlanan saksılar 4 hafta süre ile inkübasyona

bırakılmışlardır. İnkübasyon periyodunda topraklar 2 günde bir tartılarak kaybolan su topraklara ilave edilmiştir. İnkübasyon periyodunun sonunda her saksıya 1 adet marul fidesi (*Lactuca sativa var. Crispa*) dikilerek deneme yürütülmüş ve inkübasyon periyodu da dahil olmak üzere toplam 159 gün sürmüştür. Deneme süresince saksılara sulamanın dışında herhangi bir kültürel uygulama yapılmamıştır.

### 2.2 Toprak Analizleri

Üreaz enzim aktivitesinin belirlenmesi amacıyla deneme sonunda saksılardan taze toprak örnekleri (rizosfer bölgesi dışından) alınarak 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve ağzı kilitli poşetlere konularak analiz için buzdolabında muhafaza edilmiştir. Üreaz enzim analizi dışında kalan diğer analizler için yine saksılardan toprak örnekleri (rizosfer bölgesi dışından) alınmış, gölgede kurutularak 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve analize hazır hale getirilmiştir. Elde edilen tüm sonuçlar fırın kuru toprak üzerinden değerlendirilmiştir. Denemede kullanılan toprak örneklerinin tekstür analizi Bouyoucas Hidrometre yöntemine göre, organik madde içeriği Walkley-Black yöntemine göre, pH değerleri 1:1 toprak-süspansiyonunda cam elektrotlu pH metre ile, toplam azot Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Rowell, 1996). Toprak örneklerinin üreaz aktivitesi Hoffmann ve Teicher (1961) tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiştir. Bu amaçla; toprak örnekleri üzerine sitrat tampon (pH=6.7) ve substrat üre çözeltisi ilave edilmiş, 1 saat süre ile 37 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda açığa çıkan amonyum, sodyum fenalat çözeltisi ile renklendirilerek 578 nm'de spektrofotometrede belirlenmiş, elde edilen sonuçlar mg N 100g<sup>-1</sup> kuru toprak 1 saat<sup>-1</sup> 37 °C cinsinden ifade edilmiştir. Organik atık ve kompostların toplam N kapsamı Kjeldahl yöntemi ile, organik karbon kuru yakma yöntemi ile, C:N oranı ise karbon ve azot sonuçlarından hesaplama ile belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Çalışmada elde edilen bulgulara ait varyans analizleri ve Duncan testleri SPSS paket programında yapılmış, sonuçlar Düzgüneş (1987) tarafından bildirildiği şekilde değerlendirilmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1 Denemede kullanılan topraklar ve organik materyallerin özellikleri

Sera denemesinde kullanılan Tepecik yöresinden alınan toprak örneğinin asit reaksiyonlu, killi tın bünyeli, Çetinkaya yöresine ait toprak örneğinin alkalın reaksiyonlu tın bünyeli ve Kampüs alanı toprağının ise nötr reaksiyonlu kumlu kil bünyeli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Deneme topraklarının bazı özellikleri

Table 1. Some properties of experiment soils

Toprak Adı	O.M. (%)	pH	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)
Tepecik	2.40	5.60	26.54	34.06	39.40
Kampüs	1.13	7.00	34.15	25.63	40.22
Çetinkaya	1.31	8.33	45.64	39.41	14.95
Tepecik	2.40	5.60	26.54	34.06	39.40

Tütün işleme atığı kuru ağırlık esasına göre %38.40 organik C (%66.21 OM) ve %1.97 N ihtiva etmekte olup C:N oranı 19.49 dur. Çeltik kavuzu kompostu kuru ağırlık esasına göre %9.91 organik C (%19.82 OM) ve

%0.88 N ihtiva etmekte olup C:N oranı 11.26 dir. Çöp kompostu kuru ağırlık esasına göre %17.86 organik C (%35.71 OM) ve %1.55 N ihtiva etmekte olup C:N oranı 11.52 dir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Organik materyallerin bazı özellikleri

Table 2. Some properties of organic materials

Organik Materyal	O.C. (%)	Toplam N (%)	C:N
Tütün İşleme Atığı	38.40	1.97	19.49
Çeltik Kavuzu Kompostu	9.91	0.88	11.26
Çöp kompostu	17.86	1.55	11.52

### 3.2 Üreaz enzim aktivitesi

Asit, nötr ve alkalın reaksiyona sahip toprak örneklerine 4 farklı dozda tütün işleme atığı, çöp ve çeltik kavuzu kompostu ilave edilerek yetiştirilen marul bitkisinin hasadından sonra belirlenen üreaz enzim aktivitesi değerlerindeki değişim Şekil 1., 2., 3.' de ve bu değerlere ilişkin varyans analiz sonuçları ise Çizelge 3.'de verilmiştir. Bazı toprak özellikleri ile üreaz aktivitesi arasındaki ilişkiler ise Çizelge 4.' de sunulmuştur. Bu verilerin irdelenmesinden de anlaşılacağı üzere üreaz enzim aktivitesi toprak tipi, uygulanan organik materyal ve organik materyalin dozlarına bağlı olarak değişkenlik göstermiştir (Çizelge 3, Şekil 1., 2., ve 3.). Üreaz, toprakta mikroorganizmalar tarafından sentezlenen ekstraselüler bir enzimdir ve azot

dönüşümünde görev almaktadır. Bu enzim toprakta ürenin hidrolizini gerçekleştirmekte ve aktivite sonunda karbondioksit ile amonyak açığa çıkmaktadır (Bremner ve Mulvaney 1978). Üreaz enzimi büyük ölçüde toprak mikroorganizmaları tarafından sentezlenmekte; ancak aktivite göstermesi için sentezlendiği mikroorganizmaya ihtiyaç duymamaktadır (Bandick ve Dick, 1999; Karaca ve ark., 2002). Üreaz enzimi özellikle organik azotlu bileşikler içerisinde önemli bir paya sahip olan ürenin veya kimyasal yollarla topraklara ilave edilen üre gübresindeki üre azotunun hidrolizini sağlamakta ve toprak verimliliğine önemli katkılar sağlamaktadır (Dick ve Tabatabai, 1992).

Çizelge 3. Varyans analiz sonuçları

Table 3. Variance analysis results

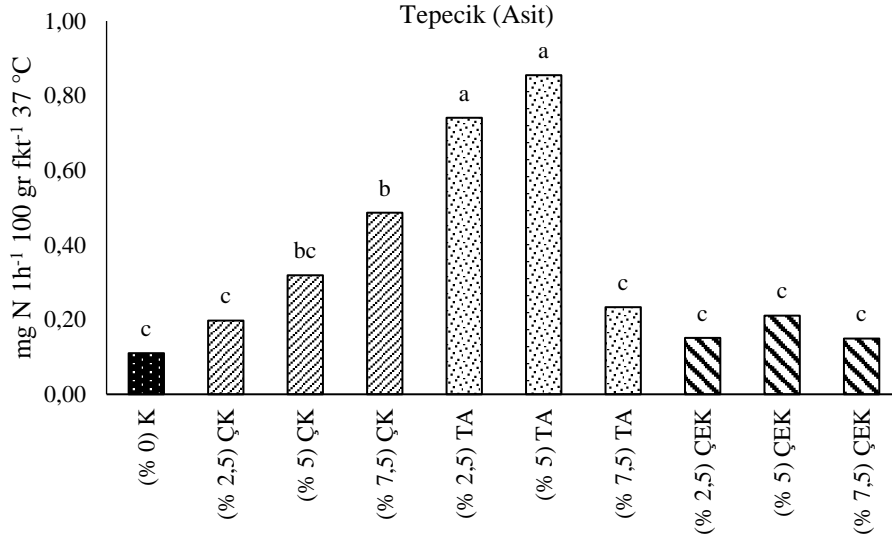
Kaynaklar	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önemlilik Düzeyi
Toprak	0.161	2	0.081	11.465	0.000
Atık	0.99	2	0.495	70.325	0.000
Doz	0.464	3	0.155	21.988	0.000
Toprak * Atık	0.137	4	0.034	4.868	0.002
Toprak * Doz	0.518	6	0.086	12.272	0.000
Atık * Doz	0.47	6	0.078	11.125	0.000
Toprak * Atık * Doz	0.814	12	0.068	9.639	0.000
Hata	0.507	72	0.007		
Toplam	11.996	108			

Çalışma sonunda elde edilen verilere göre, asit pH değerine sahip Tepecik toprağında üreaz enzim aktivitesi 0.11-0.85 mg N 100 gr<sup>-1</sup> fkt 1 h<sup>-1</sup> 37 °C arasında değişkenlik göstermektedir (Şekil 1). Asit reaksiyonlu

toprağa uygulanan tütün atığı, çöp kompostu ve çeltik kavuzu kompostu toprakta üreaz enzim aktivitesini artırmıştır. Düzenleyiciler arasında topraktaki üreaz enzim aktivitesinin yükselmesine en fazla tütün atığının

etki ettiği görülmektedir. Asit reaksiyonlu Tepecik toprağına yapılan tüm uygulamalar değerlendirildiğinde ise en yüksek üreaz enzim aktivitesi %5.0 TA ve %2.5 TA uygulaması sonrasında belirlenmiş ve bu iki uygulama istatistiksel açıdan benzer bulunmuştur. ÇEK uygulamasının hiçbir dozunun bu toprakta üreaz enzim aktivitesi üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca %7.5 TA ve %2.5 ÇK uygulaması da benzer şekilde herhangi bir etki göstermemiştir. Arcaç ve ark., (1997) yaptıkları bir çalışmada toprağına farklı oranda ince ve kaba çay atığı, kaba çay atığı ile %1.0

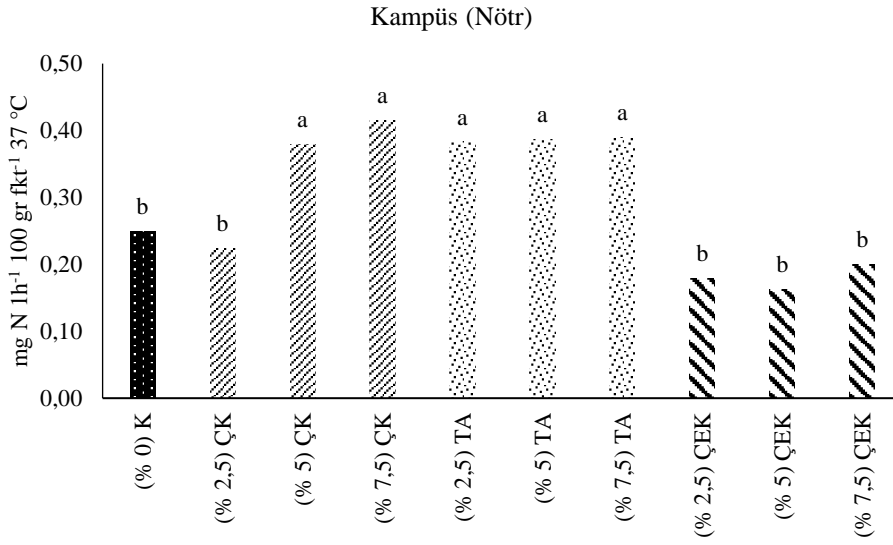
oranında hayvan gübresinin karıştırılması ile kompost ve katkı maddeleri ile karıştırılarak elde edilen zenginleştirilmiş kompostu uygulayarak farklı inkübasyon sürelerinde topraktaki enzim aktivitelerinin değişimini araştırmışlardır. Çalışma sonunda, uygulama yapılmış topraklardaki üreaz enzim aktivitesindeki artışın kontrol toprağındaki üreaz enzim aktivitesine göre istatistiksel açıdan önemli olduğu ve çay atığı uygulanan toprakta üreaz enzim aktivitesinin 1. 2. ve 3. haftalarda yüksek çıktığı, 4. haftada azaldığı belirtilmiştir.



Şekil 1. Organik atık ve kompost uygulamalarının asit toprakta üreaz enzim aktivitesine etkisi  
Figure 1. Effect of organic waste and compost applications on urease enzyme activity in acid soil

pH değeri 7.0 olan kampüs toprağına yapılan uygulamalar sonrasında topraktaki üreaz enzim aktivitesi 0.16-0.42 mg N 100 gr<sup>-1</sup> fkt 1 h<sup>-1</sup> 37 °C arasında değişkenlik göstermektedir (Şekil 2). Çeltik kavuzu kompostunun her üç dozu ve çöp kompostunun %2.5 dozu toprağına uygulandığında topraktaki üreaz enzim aktivitesinin kontrol toprağına göre azaldığı belirlenmiştir, ancak bu fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Bunun haricinde yapılan diğer uygulamaların toprakta üreaz enzim aktivitesini arttığı belirlenmiş ancak bu artışlar arasında istatistiksel açıdan herhangi bir fark bulunmamıştır.

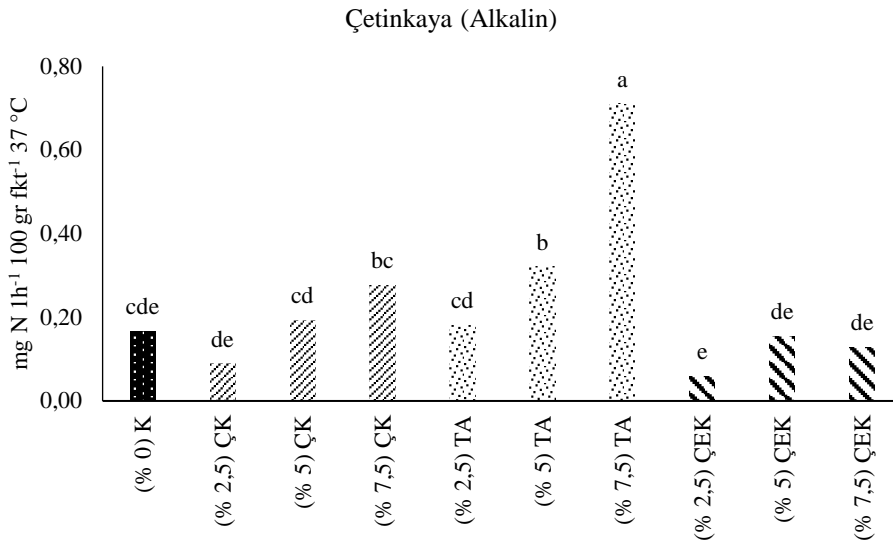
Nötr reaksiyonlu toprakta TA ve ÇK, ÇEK'e kıyasla daha iyi sonuç göstermiş ve TA ile ÇK arasında istatistiksel açıdan herhangi bir fark bulunamamıştır. Antil ve ark., (2006) substrat konsantrasyonunun, toprak neminin, organik madde türlerinin ve seviyelerinin, değişken Pb içeren toprakların üreaz enzim aktivitesi üzerindeki etkisini ölçmek için yaptıkları çalışmada, organik madde (kanatlı hayvan gübresi, çiftlik gübresi, atık çamur vb.) ilavesinin topraklarda üreaz enzim aktivitesini arttırdığını bildirmişlerdir.



Şekil 2. Organik atık ve kompost uygulamalarının nötr toprakta üreaz enzim aktivitesine etkisi  
Figure 2. Effect of organic waste and compost applications on urease enzyme activity in neutral soil

Alkalin reaksiyonlu toprakta üreaz enzim aktivitesinin 0.06-0.71 mg N 100 gr<sup>-1</sup> fkt 1 h<sup>-1</sup> 37 °C arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu toprakta en yüksek üreaz enzim aktivitesi değeri TA uygulamaları sonrası belirlenmiştir. Yapılan uygulamalar içerisinde kontrol toprağına kıyasla ÇK %2.5 ve ÇEK' in tüm doz uygulamalarında daha düşük üreaz enzim aktivitesi belirlenmiştir. Diğer uygulamalar sonrasında ise üreaz enzim aktivitesinin arttığı belirlenmiştir. En yüksek üreaz enzim aktivitesi değeri ise TA %7.5 uygulaması

sonrasında belirlenmiştir. Zhang ve ark., (2016), farklı organik materyal uyguladıkları tuzlu sahil topraklarında, organik materyallerin toprak üreaz enzim aktivitesi ve topraktaki mevcut azot (N) üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonunda organik madde ilavesi ile toprakta üreaz enzim aktivitesinin belirgin bir şekilde arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca benzer şekilde Wang ve ark., (2012), topraklara uygulanan organik gübrenin toprakta üreaz enzim aktivitesini yüksek derecede arttırdığını bildirmişlerdir.



Şekil 3. Organik atık ve kompost uygulamalarının alkalin toprakta üreaz enzim aktivitesine etkisi  
Figure 3. Effect of organic waste and compost applications on urease enzyme activity in alkaline soil



### 3.3 Korelasyon sonuçları

Elde edilen bulgulara göre toprakta üreaz enzim aktivitesi ile bazı toprak özellikleri arasında yakın ilişkiler belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan 3 toprakta da üreaz enzim aktivitesi ile toprakların elektriksel iletkenliği ve organik madde kapsamı arasında istatistiksel açıdan pozitif yönde önemli ilişkiler tespit edilmiştir. Benzer şekilde çoğu araştırmacı da toprakta organik madde ile üreaz enzim aktivitesi arasında pozitif ilişkiler olduğunu bildirmişlerdir (Gu ve ark., 2014; Zhao ve ark., 2014; Zhang ve ark., 2016). Çalışma sonunda Çetinkaya toprağının pH değeri ile üreaz enzim aktivitesi arasında negatif yönde önemli ilişki belirlenmişken diğer toprakların pH değerleri ile üreaz enzim aktiviteleri arasında herhangi bir ilişki belirlenmemiştir. Bazı araştırmacılar da pH değeri ile üreaz enzim aktivitesi arasındaki ilişkinin değişim gösterebileceğini bildirmişlerdir (Pancholy ve Rice, 1973). Ayrıca üreaz enzim aktivitesi için optimum pH aralığı bazı araştırmacılar tarafından 6.5-7.0 arasında olduğu belirtilirken, bazı araştırmacılar tarafından ise 8.8-9.0 arasında olduğu belirtilmektedir (May ve Douglas, 1976;

Pettit ve ark., 1976; Kızılkaya ve ark., 1998). Yüksek pH değerindeki toprakta üreaz enzim aktivitesinin  $\text{CaCO}_3$  ile herhangi bir ilişkisinin olmadığı, nötr ve düşük pH'lı toprakta ise üreaz enzim aktivitesinin  $\text{CaCO}_3$  ile yakından ilişkili olduğu görülmektedir. Bulduğumuz sonucu destekler nitelikte Gasser (1964) ürenin hidrolizinin alkalın ve kireçli topraklarda daha yavaş olduğunu belirtmiştir. Liu ve ark., (2008) Çin'in Kuzeydoğusunda bulunan tarım arazilerinde mikrobiyal biyokütle ve enzim aktivitelerini araştırdıkları çalışmada üreaz, asit fosfotaz, ve dehidrogenaz aktivitelerinin toprak pH'sı ve elektriksel kondaktivite ile ilişkili olduğunu, üreaz aktivitesinin en yüksek değerlerine pH'nın 6.5-7.0 civarında olduğu topraklarda eriştiği tespit edilmiştir. Durmuş ve Kızılkaya (2016), benzer doğrultuda yürüttükleri araştırmada enzim aktivitesinin toprak reaksiyonundan etkilendiğini saptamışlardır. Organik ve geleneksel gübre uygulamalarının üreaz aktivitesi üzerindeki etkilerini irdeleyen Malero ve ark., (2006) ise organik gübreleme yapılan parsellerde daha yüksek bir üreaz aktivitesinin bulunduğunu, enzim aktivitelerinin birbiri ile ilişkili olduğunu ve yaz başı dönemlerde en yüksek seviyeye eriştiğini vurgulamışlardır.

Çizelge 4. Toprakların üreaz enzim aktivitesi ile bazı özellikleri arasındaki ilişkiler  
Table 4. Relations between urease enzyme activity and some properties of soils

Toprak	pH	EC	O.M.	% $\text{CaCO}_3$
Tepecik	0,213	0,662**	0,363*	0,570**
Kampüs	0,111	0,609**	0,611**	0,615**
Çetinkaya	-,751**	,864**	,834**	-,077

(\*\*< 0.01, \*<0.05)

## 4. Sonuç

Toprağa uygulanan organik materyaller toprak organik maddesinin kaynağını oluşturmaktadırlar ayrıca toprağın fiziksel yapısında meydana getirdikleri iyileşmelerden dolayı toprak düzenleyicisi olarak ta kullanılabilirlerdir. Toprağa ilave olan organik madde toprak içerisindeki mikroorganizma faaliyetlerini doğrudan ve dolaylı olarak etkilemektedir. Organik madde mikroorganizmalara karbon kaynağı olmasının yanı sıra toprakta iyi bir hava-su dengesi, strüktür oluşumu, agregatlaşmaya katkısı vb. etkileriyle toprak biyolojisine etki etmektedir. Bu sebeple topraktaki döngüler de bu durumdan olumlu etkilenmektedir. Yapılan bu çalışma sonunda organik madde girdisinin toprakta üreaz enzim aktivitesini artırdığı ve bu artışın organik maddenin uygulandığı toprağın pH değerine göre değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Üreaz enzim aktivitesi üzerine toprağın pH değerinin yanı sıra toprağa uygulanan organik materyalin çeşidi ve hangi dozda uygulandığının da önemli olduğu anlaşılmıştır. Organik materyaller içerisinde en fazla etki bütün işleme atığı uygulamasında olmuştur ve bu durum bütün işleme

atığının içerdiği yüksek azottan kaynaklı olabilir. Çeltik kavuzu kompostu organik materyaller içerisinde en dar C:N oranına sahip organik materyal olmasına karşın üreaz enzim aktivitesi üzerine en az etkinin de bu uygulama sonrasında olduğu belirlenmiştir. Bu durumun çeltik kavuzu kompostunun düşük azot içeriğinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, toprak canlı ve dinamik bir varlıktır. Güvenilir ve sağlıklı besin maddeleri için toprağın üretkenliğini ve canlılığını devam ettirmesi gerekmede ve bunun için ise toprak organik maddesinin yönetimi büyük önem taşımaktadır. Topraklara organik madde ilavesi toprak canlılığı için temel bir unsurdur. Ancak organik madde yönetiminde toprağın kimyasal özellikleri, uygulanacak materyalin kimyasal yapısı ve uygulama dozu dikkat edilmesi gereken en önemli etkenlerin başında gelmektedir.

## Kaynaklar

- Antil, R. S., Mahata, M. K., Narwal, R. P. 2006. Effect of substrate concentration, soil moisture, and organic materials on urease activity of soil contaminated with lead, Archives of Agronomy and Soil Science, 52(1): 61-68.
- Aona, M.A., Cabello, M.N., Sarena, D.E., Colaneri, A.C., Franco, M.G., Burgos, J.L., Cortassa, S. 2001. I. Spatio-

- temporal patterns of soil microbial and enzymatic activities in an agricultural soil. *Applied Soil Ecology* 18: 239-254.
- Arcak, S., Küçük, A.C., Haktanır, K., Çaycı, G. 1997. Çay atıklarının toprakta enzim aktivitesi ve nitrifikasyon üzerine etkileri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* 3(1): 261-266.
- Bandick, A.K., Dick, R.P. 1999. Field management effects on soil enzyme activities. *Soil Biology and Biochemistry*, 31: 1471-1479.
- Baran, A., Çaycı, G., İnal, A. 1995. Farklı tarımsal atıkların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(2-3):169-172.
- Bhavya, V.P., Anil Kumar, S., Shivanna, M., Shivakumar, K.M., Ashok A. 2017. Effect of organic matter on soil enzyme activity, organic carbon and microbial activity under different land use systems. *International Journal of Chemical Studies* 5(5): 301-305.
- Bremner, J.M., Mulvaney, R.L. 1978. Urease activity in soils. In: Burns, R.G. (Ed.), *Soil Enzymes*. Academic Press, New York, pp. 149-196.
- Campbell, C.A., Biederbeck, V.O., Zentner, R.P., Brandt, S.A., Schnitzer, M. 1992. Effect of crop rotations and rotation phase on characteristics of soil organic matter in a Dark Brown Chernozemic soil. *Canadian Journal of Soil Science*, 72(4): 403-416
- Carney, K.M., Matson, P.A. 2005. Plant communities, soil microorganisms, and soil carbon cycling: Does altering the world belowground matter to ecosystem functioning? *Ecosystems*. 8 (8):928-940.
- Chang E., Chung R., Tsai Y. 2007. Effect of different application rates of organic fertilizer on soil enzyme activity and microbial population, *Soil Science and Plant Nutrition*, 53(2): 132-140.
- Çolakoglu, H. 2004. Organo-mineral gübreler ve gübre kullanımı üzerine yeni yaklaşımlar. 3. Ulusal Gübre Kongresi, 11-13 Ekim 2004 Tokat.
- Dick, W.A., Tabatabai, M.A. 1992. Potential uses of soil enzymes. In: Meeting, F.B. (Ed.), *Soil Microbial Ecology: Applications in Agricultural and Environmental Management*. Marcel Dekker, New York, pp. 95-127.
- Doğan, K., Sarıoğlu, A., Şakar, E., Karanlık, S. 2018. Zeytin karasuyu, ısıtılmış solucan gübresi ve çiftlik gübresi uygulamalarının toprak mikrobiyal aktivite değişimlerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı:151-159.
- Durmuş, M., Kızılkaya, R. 2016. Kombü çayı (Kombucha) ve kombü çayı üretim artışı karışık mikroorganizma kültürünün buğday bitkisinin verimi ile toprakların dehidrogenaz ve katalaz aktivitesi üzerine etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4(2): 76-82.
- Düzgüneş, O. K. 1987. Araştırma ve deneme metodları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, 381, Ankara.
- Eraslan, F., İnal, A., Güneş, A., Erdal, İ., Coşkan, A. 2010. Türkiye'de kimyasal gübre üretim ve tüketim durumu, sorunlar, çözüm önerileri ve yenilikler, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010, Ankara.
- FAO, 2016. Fertilizer requirements in 2015 and 2030, pp. 25, Roma.
- Ferreras, L., Gomez, E., Toresani, S., Firpo, I., Rotondo, R. 2006. Effect of organic amendments on some physical, chemical and biological properties in a horticultural soil. *Bioresource Technology* 97; 635-640.
- Gasser, J.K.R. 1964. Urea as a fertilizer. *Soils Fert.* 27:175-180.
- Gu, S., Wang, R., Geng, Z., Wang, J., Zhou, L., Wei, Z. 2014. "Effects of bio-organic fertilizer on enzyme activity and humus composition in saline soil." *Journal of Soil and Water Conservation* 28: 147-151.
- Hackl, E., Zechmeister-Boltenstern, S., Bodrossy, L., Sessitsch, A. 2004. Comparison of diversities and compositions of bacterial populations inhabiting natural forest soils. *Appl Environ Microbiol.* 70(9): 5057-5065.
- Hoffmann, Gg., Teicher, K. 1961. Ein Kolorimetrisches Verfahren zur Bestimmung der Urease Aktivität in Böden. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 91(140): 55-63.
- Kacar, B., İnal, A. 2008. Bitki analizleri, Nobel Yayın No:1241, Fen Bilimleri:63.
- Karaca, A., Naseby, D.C., Lynch, J.M., 2002. Effect of cadmium contamination with sewage sludge and phosphate fertilizer amendments on soil enzyme activities, microbial structure and available cadmium. *Biology and Fertility of Soils*, 35: 428-434.
- Kızılkaya, R., Arcak, S., Horuz, A., Karaca, A. 1998. Çeltik tarımı yapılan toprakların enzim aktiviteleri üzerine toprak özelliklerinin etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 4(3): 797-804.
- Kızılkaya, R., Hepşen, S. 2004. Effect of biosolid amendment on enzyme activities in earthworm (*Lumbricus terrestris*) casts. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 167(2): 202-208.
- Kurt, S. 2016. Biyokömür ve vermikompostun mısır bitkisinin (zea mays l.) kök bölgesindeki enzim aktiviteleri üzerine etkisi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bölümü ve Bitki Besleme ABD, Yüksek Lisans Tezi, 45s.
- Liu, K.L., Lai, C.M., Helen, W. 2002. Soil enzyme activities as indicators agricultural soil quality. Symposium no: 32, s: 1386, Thailand.
- Liu, X. M., Li, Q., Liang, W. J., Jiang, Y. 2008. Distribution of Soil Enzyme Activities and Microbial Biomass Along a Latitudinal Gradient in Farmlands of Songliao Plain. *Northeast China* 18(4): 431-440.
- Marinari, S., Mancinelli, R., Campiglia E., Grego, S. 2006. Chemical and biological indicators of soil quality in organic and conventional farming systems in Central Italy. *Ecological Indicators* 6:701-711.
- May, P.B., Douglas, L.A. 1976. Assay for soil urease activity. *Plant Soil* 45: 301-305.
- Mengel, K. 1991. Available nitrogen in soils and its determination by the Nmin-method and by electroultrafiltration (EUF), *Fert. Res.* 28, 251-262.
- Özdemir, N., Gülser, C., Kızılkaya, R., Kop Durmuş, Ö.T., Ekberli, İ. Effects of organic conditioner applications on dehydrogenase activity in soils having different pH levels. *Ziraat Fakültesi Dergisi, Atatürk Üniversitesi*, 49(1): 21-27.
- Pancholy, S., Rice, E. 1973. Soil enzymes in relation to old field succession : amylasei cellulase, intervase, dehydrogenase and urease. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 37: 47-50.
- Pettit, N.M., Smith, A.R.J., Fredman, R.B., Burns R.G. 1976. Soil urease: activity, stability and kinetic properties. *Soil Biol. Biochem.* 8: 479-484.
- Sawicka, A., Czekala, J., Wolna.A. 2004. Dynamics of the development of microorganisms in soils fertilised with sewage sludge and tobacco dust. *Department of Agricultural Microbiology, ul. Wolynska* 35: 60-637 Poznan, Poland.
- Sirko, A., Brodzik, R. 2000. Review: plant ureases: roles and regulation, *Acta Biochimica Polonica*, 47, 1189-1195.

- Şahin G. 2016. Türkiye'de gübre kullanım durumu ve gübreleme konusunda yaşanan problemler, Tarım Ekonomisi Dergisi, 22(1): 19-32.
- Tanaka, T., Kawase, M., Tanı, S. 2004,  $\alpha$ -Hydroxyketones as inhibitors of urease, Bioorganic & Medicinal Chemistry, 12, 501-505.
- Türkmen, C., Müftüoğlu, N., Kavdır, K. 2013. Değişik yöntemlerle ıslah edilen meralarda bazı toprak kalite özelliklerinin değişimi. Journal of Agricultural Sciences. 19:4.
- Wang, Y., Lian, X.-J., Zhang, Y., Li, M., He, H., Wang, Z.-X. 2012 "Study on water-salt movement of coastal saline soil in tianjin." Tianjin Agricultural Sciences 18: 95-97.
- Zhang, T., Zhang, J., Wang, T., Tian, X., Ge, H., Ma, Y., Wang, K. 2016 Effects of organic matter on *Leymus-chinensis* germination, growth, and urease activity and available nitrogen in coastal saline soil, Toxicological & Environmental Chemistry, 98(5-6): 623-629.
- Zhao, J., Meng, Q., Zhou, L., Sun, Y., Ma, X. 2014. "Effect on soil enzyme activity and nutrient content in meadow alkali soil at long-term application of organic manure." Soil and Fertilizer in China 2: 23-26.
- Zimmermann, S., Frey, B. 2002. Soil respiration and microbial properties in an acidic forest soil: effects of wood ash. Soil Biology and Biochemistry, 34: 1727-1737.



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.689016

## Alcohol consumption among university students: The case of Ondokuz Mayıs University

Osman Kılıç<sup>a\*</sup>, Cuma Akbay<sup>b</sup>, Uğur Başer<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Samsun, Turkey

<sup>b</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Kahramanmaraş, Turkey

<sup>a</sup> Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Samsun, Turkey

\*Sorumlu yazar/corresponding author: okilic@omu.edu.tr

Geliş/Received 13/02/2020

Kabul/Accepted 17/04/2020

### ABSTRACT

The consumption of alcohol has become more common worldwide, including among university students, due to easy access, liberal environment for drinking, low level of parental control, social equality and peer group pressure. This study analyses the factors affecting alcohol consumption by university students in Turkey. The purpose of the research was to understand how the students habituated to consuming alcohol, especially by evaluating social activities, cultural and social norms in drinking patterns. The research data were collected from 384 students who answered questionnaires at Ondokuz Mayıs University in Samsun Province, Turkey. The Chi-square test was used to analyze the data. The study showed that socio-demographic factors, namely age, gender, marital status, idols' using alcohol, household size, household income, accommodation, parental drinking status, residential area and smoking, were statistically significant factors for alcohol consumption and therefore played an important role in alcohol consumption by students. This study showed that public and non-governmental organizations should organize programs to educate students about harmful drinking, and also future decisions about student's alcohol consumption can be renewed by the laws.

### Keywords:

Alcohol consumption  
Social-demographic factors  
University students  
Turkey

## Üniversite öğrencilerinde alkol tüketimi: Ondokuz Mayıs Üniversitesi örneği

### ÖZET

Alkol tüketimi; sosyal eşitlik ve akran grubu etkisi, yetersiz aile kontrolü ve çevre şartları nedeniyle üniversite öğrencileri de dâhil olmak üzere dünya çapında yaygın hale gelmiştir. Bu çalışmada, Türkiye'de üniversite öğrencilerinde alkol tüketimini etkileyen faktörler analiz edilmiştir. Araştırmanın amacı, öğrencilerin özellikle sosyal aktiviteleri, kültürel normları ve tüketim yapısındaki sosyal normlarını değerlendirerek alkol tüketmeye nasıl alıştıklarını analiz etmektir. Araştırma verileri, Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesinden 384 öğrenciyle yapılan anketlerden elde edilmiştir. Verilerin analizinde Ki-kare testi kullanılmıştır. Araştırmada; öğrencilerin yaşı, cinsiyeti, medeni durumu, idolün alkol kullanımı, hanehalkı büyüklüğü, hanehalkı geliri, öğrencinin barınma yeri, ailelerin ikamet ettikleri yer, ebeveynlerin alkol tüketim durumu ve öğrencilerin sigara kullanım alışkanlıkları gibi sosyo-demografik faktörlerin alkol tüketiminde istatistiksel olarak önemli olduğu ve bu nedenle öğrencilerin alkol tüketiminde büyük rol oynadıkları tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları, öğrencileri zararlı olan alkol kullanımı konusunda eğitmek için, kamu ve sivil toplum kuruluşları tarafından programların yapılması, ayrıca öğrencilerin alkol tüketimiyle ilgili gelecekteki kararlarının yasalar tarafından kontrol altına alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

### Anahtar Sözcükler:

Alkol tüketimi  
Sosyo-demografik faktörler  
Üniversite öğrencileri  
Türkiye

© OMU ANAJAS 2020

## 1. Introduction

The consumption of alcohol is common worldwide, including among university students. The consumption of alcoholic beverages such as Turkish raki, beer and wine is an important part of Turkey's food culture and celebration of special events such as New Year, Valentine's Day, student graduation and wedding parties by students. However, drinking to excess is not only harmful to health, but also creates problems and social issues such as violence, child neglect and abuse, and absenteeism in the workplace (Ramstedt, 2002; Tse, 2011; WHO, 2011). Almost 4% of all deaths worldwide are attributed to alcohol consumption, being higher than deaths from violence, tuberculosis or acquired immune deficiency syndrome (AIDS) (WHO, 2011). In many studies, heavier alcohol consumption and alcohol abuse were observed among male university students (Pedrosa et al., 2011; Abayomi et al., 2013).

Risky alcohol consumption among young people, particularly students, is becoming a key public health priority because of its important consequences for health and education among those aged 15-29. The use of alcohol among young people accounts for more than 10% of the overall burden of disease and injury (WHO, 2004; Lorant et al. 2013; Johnston et al., 2015). The consumption of alcohol is a lot commoner among students than the public, particularly among college and university students. The number of drinkers of alcoholic beverages is increasing, not only in Turkey but worldwide day by day, due to easy access, liberal environment, low level of parental control, social conformity and peer pressure (Wu & Meng, 2014). Students who live apart from their families, with roommates, living alone or in a shared house with other students, are more likely to use alcohol (Burns et al., 2016). The three general types of motives for drinking quoted by college students are for social purposes or camaraderie, emotional escape or relief or tension reduction (Bear, 2002), and mood enhancement (Cronin, 1997). The most common reasons given for alcohol use were for social purposes and partying or celebration; male students were more likely to consume alcohol for relaxation, excitement and social reasons, while female students tended to drink for celebratory purposes and its taste (Griffiths et al., 2006). The prevalence of alcohol use was 40,6% among Nigerian university students (Abayomi et al., 2013). Similarly, across students enrolled at four universities in Slovakia, 41% of students drank alcohol at least once a week (Sebena et al., 2011). In England, 65% of female and 76% of male students reported heavy episodic drinking. This number for both male and female students in New Zealand was 81% (El Ansari et al., 2013), with male students more likely to use alcohol (Pedrosa et al., 2011; Trkulja et al., 2003).

The consumption of alcohol has negative effects on students and causes a lot of problems such as psychosocial, economical, educational, antisocial activity, car accident and suicide. In order to reduce these problems, in 2013, the Turkish government passed laws limiting retail licenses between 10 pm and 6 am, and banning student dormitories, health institutions, sports clubs, educational institutions and gas stations to sell alcohol. In Turkey, the sale and consumption of alcoholic beverages is restricted to persons 18 and over. A new law introduced in January 2011 banned the sale of alcohol at various events to persons under 24 years of age, rather than 18, as was previously legislated. However, the ban was lifted by the courts in May 2011 (Surrett, 2013; Revolvu, 2017).

The consumption of alcohol is prohibited in Islam (Martin, 2014). At only 1.5 liters/year, Turkey has the lowest per capita alcohol consumption rate in Europe, with 83% of the population not consuming alcohol. Furthermore, the current Turkish government is trying to reduce the consumption of alcohol among young persons.

It is not only Turkey that is seeking to reduce the consumption of alcohol by the young generation; in 1984, the United States Congress encouraged each state to enact a minimum legal age of 21 years for the purchase of alcohol (Toomey et al., 1996). On the other hand, most European countries have a minimum purchase age of 18, while a few (such as Italy and Malta) have a purchase age of 16 (Ellul, 2008). In recent years there has been a movement towards raising the minimum age to 18 years to bring them into line with other countries. In 2002, cities such as Madrid, Valencia and the autonomous region of Catalonia raised the minimum age for the purchase of alcohol to 18 years. In 2004, Denmark raised its off-premises purchase age from 15 to 16 years. In 2009, France raised its minimum purchase age from 16 to 18 years. In 2009, the government of Malta passed a new law raising the drinking and purchase age from 16 to 17 years (Consumer Rights Guide, 2017).

This study analyzed the factors affecting alcohol consumption by students at Ondokuz Mayıs University in Samsun, Turkey. The purpose of this research was to understand how the students become accustomed to consuming alcohol; we especially evaluate social activities, culture and social norms in drinking patterns.

## 2. Material and Methods

The sample size of the study was estimated as 384 by using the ungrouped one-stage random likelihood sampling method, as presented by Cochran (2007). Data were collected from students who answered questionnaires at Ondokuz Mayıs University in Samsun Province, Turkey in 2018. Descriptive statistics and the Chi-squared test of independence were used to determine whether significant associations existed

between alcohol consumption and the demographic characteristics of the students.

### 3. Results and Discussion

According to survey results, the students' average age was 21 years. The majority of participants (54.2%) were female. Of the students, 17.2%, 27.6%, 25.5% and 29.7% were in first, second, third and fourth year in university, respectively. The average household size of students was 4.6 persons. Regarding the place of the family residence, 60.2%, 31.5% and 8.3% of students' families lived in the city, district and village, respectively. Moreover, the average monthly household income was \$3604.9.

A majority of students (62.5%) lived at their family house or apartment and 37.5% lived in a dormitory with 3-4 roommates. The number of students living in a house or apartment was higher than in a dormitory, a situation that is probably due to the more liberal environment e.g., easy access to bars and places where alcohol can be purchased, less strict rules, and access to night activities, including involvement in traditional student folkloric activities.

The survey also revealed that 54.9% of students were smokers and that they were more likely to drink alcohol. The percentage of non-drinking students (52.6%) was higher than drinking students (47.4%). Turkish society is based on strong family relationships, family values, respect for family and community norms that shape behavior and these factors are likely to influence the decision as to whether to consume alcohol or not. In contrast to the students, only 19.8% of students' fathers and only 4.7% of their mothers use alcohol, which suggests that other factors also influence personal decisions regarding alcohol consumption (Table 1).

Table 1. The consumption of alcohol and cigarettes by students

	Frequency	Percentage (%)
Student using alcohol		
Yes	182	47.4
No	202	52.6
Father using alcohol		
Yes	76	19.8
No	308	80.2
Mother using alcohol		
Yes	18	4.7
No	366	95.3
Smoking tobacco		
Yes	211	54.9
No	173	45.1
Idol's using alcohol		
Yes	92	44.9
No	113	55.1

In Table 2, a Chi-square test of independence was used to examine the difference between the socio-demographic characteristics of respondents and alcohol consumption. On average, the students had their first drink at the age of 16, and as their average age increased, the percentage of drinking alcohol also increased. The current study showed that 63.2% of the older students and 40.9% of younger students drink alcohol ( $P<0.01$ ). Of the male students, 71.2% drink alcohol, as opposed to 30.7% of female students ( $P<0.01$ ). These results reflect the restrictive norms that apply to the consumption of alcohol by women in Turkish culture. In Brazil, the USA and across several European countries, male students also consumed alcohol at a higher frequency than females and alcohol abuse was observed in male university students (Pedrosa et al., 2011; Trkulja et al., 2003; Stock et al., 2014). As well as the age of students, as students spent each additional year at the university, the percentage of drinking alcohol increased, possibly because each year students made new friends and had social activities, small gatherings and parties, but the Chi-Square test result was not statistically significant ( $P>0.05$ ). Separately, students living in smaller households were more likely to consume alcohol than those in larger households ( $P<0.01$ ). Results also revealed that the students whose parents were divorced were more likely to consume alcohol than students whose parents were not divorced ( $P<0.05$ ).

It has been reported that the children of parents who consume alcohol are more likely to drink alcohol than the children of non-drinking parents (Grant & Dawson, 1997). In the present study, the proportion of students who consume alcohol whose parents also drink alcohol was higher than the proportion of students who drink but whose parents do not drink alcohol; 81.6% of students whose fathers drink alcohol also drink alcohol. Results showed that there was a positive and statistically significant association between the father's use of alcohol and the student's use of alcohol ( $P<0.01$ ). A similar result was found between the student's use of alcohol and the mother's alcohol use ( $P<0.01$ ).

In addition, students who smoke were more likely to use alcohol than non-smokers ( $P<0.01$ ). This result is quite similar to Turkish studies by Bilgic et al (2009) and Akbay and Kafas (2017). The residential area of the family was also a significant factor in the consumption of alcohol; the students living in the city were more likely to consume alcohol than those whose families live in districts and villages, probably due to a more liberal lifestyle and easy access to alcohol. Furthermore, household income impacted on the consumption of alcohol and it was statistically significant ( $P<0.05$ ). Students from households with higher incomes were more likely to consume alcohol than students from households with lower income. Table 2 shows that the percentage of drinking students living in a house or apartment was higher than for

dormitory students, presumably due to the less strict environment allowing easy access to alcohol from various outlets and social environments that encourage drinking. On the other hand, all of the students were not allowed to drink alcohol in the dormitory. The results showed that more students living in student houses consume alcohol than students living in dormitories ( $P<0.01$ ).

Whether or not the student has an idol who drinks

alcohol also affects alcohol consumption. França et al. (2010) reported that 56% of French students overestimated the prevalence of heavy episodic drinking behavior in their peers. Moreover, among European university students, 72% of male and 51% of female students consumed alcoholic drinks with their peers (Stock et al., 2014). According to this research, students whose idols used alcohol were more likely to consume alcohol; 88.9% of students whose idols drink alcohol also consume alcohol more properly ( $P<0.01$ ).

Table 2. The factors affecting alcohol consumption of students

	Not consuming alcohol (%)	Consuming alcohol (%)	Chi-Square	P-Value
Age				
<20	59.14	40.86		
20-21	49.37	50.63	11.332	0.003
≥22	36.84	63.16		
Gender				
Male	28.85	71.15		
Female	69.32	30.68	62.632	0.000
Class				
First year	54.55	45.45		
Second year	51.89	48.11		
Third year	45.92	54.08	4.5666	0.206
Forth year	40.35	59.65		
Household size				
≤4	34.12	65.88		
5	54.37	45.63	41.761	0.000
≥6	77.14	22.86		
Marital status				
Married	47.94	52.06		
Divorced	22.73	77.27	5.282	0.017
Idols' using alcohol				
Yes	19.57	80.43		
No	64.60	35.40	41.668	0.000
Father using alcohol				
Yes	18.42	81.58		
No	54.55	45.45	31.906	0.000
Mother using alcohol				
Yes	11.11	88.89		
No	49.18	50.82	9.973	0.001
Smoking tobacco				
Yes	27.96	72.04		
No	71.10	28.90	70.945	0.000
Area of family residence				
City	41.13	58.87		
District	56.20	43.80	9.245	0.010
Village	59.38	40.63		
Household income				
Lower Income	56.59	43.41		
Middle Income	46.34	53.66	7.818	0.020
Higher Income	39.39	60.61		
Accommodation				
House/apartment	37.08	62.92		
Dormitory	64.58	35.42	27.299	0.000
Work status				
Not Working	48.99	51.01	3.443	
Working	33.33	66.67		0.064



#### 4. Conclusions

The findings of this study showed that socio-demographic factors, such as age, gender, marital status, idols' using alcohol, number of household members, parental status, parental drinking status, family area of residence, smoking, household income and accommodation type were statistically significant factors and therefore played an important role on alcohol consumption among the students at a Turkish university.

The students who lived apart from their families, with roommates, living alone or sharing a house with other students, were more likely to drink alcohol than students who lived with their family or in dormitories. The students stated that the most common reasons why they consumed alcohol were for social activities and party celebrations, the relief of anxiety, relaxation from the stress of family or daily life problems, and because their parents drink.

The excessive consumption of alcohol has negative effects on students by causing economic, educational, environmental health problems, antisocial behaviour, and increased risk of injury, self-harm and suicide. In Turkey, there are no laws and regulations related to the purchase alcohol, except for age, but its consumption is controlled by society for fear of health problems, religious and economic reasons, social and family pressure, fear of addiction and tradition. Thus, the government should consider taking a more important role in efforts to reduce the consumption of alcohol among students, especially male and underage students. Moreover, this research provides information about students' use of alcohol that can be included in the making of future decisions about alcohol laws. Also, public and non-governmental organizations should organize programs to educate students about harmful drinking, rather than only the suppression of drinking.

#### References

Abayomi, O., Onifade, P.O., Adelufosi, A.O., Akinhanmi, A.O., 2013. Psychosocial correlates of hazardous alcohol use among undergraduates in Southwestern Nigeria, *General Hospital Psychiatry*, 35(3): 320-324.

Akbay, C., Kafas, A., 2017. Kahramanmaraş İl Merkezinde tüketicilerin sigara ve Maraş otu kullanımını etkileyen faktörlerin analizi, *KSU J. Nat. Sci.*, 20(3): 276-282.

Bilgic, A., Florkowski, W.J., Akbay, C., 2009. Demand for cigarettes in Turkey: an application of count data models, *Empirical Economics*, 39 (3): 733-765.

Burns, S., Jancey, J., Crawford, G., Hallett, J., Portsmouth, L., Longo, J., 2016. A cross-sectional evaluation of an alcohol intervention targeting young university students, *BMC Public Health*, 16: 610.

Bear, J.S., 2002. Student factors: understanding individual variation in collage drinking, *Journal of Studies on Alcohol, Supplement*, 14: 40-53.

Cochran, W.G., 2007. *Sampling techniques*. John Wiley&Sons.

Consumer Rights Guide., 2017. What is the Legal Drinking Age in European Countries? <https://consumerrights.guide>.

Cronin, C., 1997. Reasons for drinking versus outcome expectancies in the prediction of college student drinking, *Substance Use & Misuse*, 32 (10): 1287-1311.

El Ansari, W., Sebena, R., Stock, C., 2013. Socio-demographic correlates of six indicators of alcohol consumption: survey findings of students across seven universities in England, Wales and Northern Ireland, *Archives of Public Health*, 71(1): 29.

Ellul, D.A.B., 2008. Risk perception, awareness and prevention measures to reduce underage drinking and the illegal purchase of alcohol in Malta. Universal-Publishers, *Dissertation.com*. United Kingdom.

França, L.R., Dautzenberg, B., Reynaud, M., 2010. Heavy episodic drinking and alcohol consumption in French Colleges: the role of perceived social norms, *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 34 (1):164-174.

Grant, B.F., Dawson, D.A., 1997. Age at onset of alcohol use and its association with DSM-IV alcohol abuse and dependence: Results from the National Longitudinal Alcohol Epidemiologic Survey, *Journal of Substance Abuse*. 9:103-110.

Griffiths, S., Lau, J.T.F., Chow, J. K.W., Lee, S.S., Kan, P.Y.M.Y., Lee, S., 2006. Alcohol use among entrants to a Hong Kong University, *Alcohol and Alcoholism*, 41 (5): 560-565.

Johnston, L.D., O'Malley, P.M., Miech, R.A., Bachman, J.G., Schulenberg, J.E., 2015. Monitoring the future national survey results on drug use, 1975-2014. Overview, key findings on adolescent drug use, Ann Arbor: Institute for Social Research, The University of Michigan.

Lorant, V., Nicaise, P., Soto, V.E., d'Hoore, W., 2013. Alcohol drinking among college students: college responsibility for personal troubles. *BMC Public Health*, 13: 615.

Martin, S.C. 2014. *The SAGE Encyclopedia of Alcohol: Social, Cultural, and Historical Perspectives*. SAGE Publication.

Pedrosa, A.A.D.S., Camacho, L.A.B., Passos, S.R.L., Oliveira, R.D.V.C.D., 2011. Alcohol consumption by university students, *Cadernos de Saúde Pública*, 27 (8): 1611-1621.

Ramstedt, M., 2002. Alcohol consumption and the experience of adverse consequences a comparison of six European countries, *Contemporary Drug Problems*, 29: 549-575.


- Revolvy., 2017. Alcohol Laws of Turkey. <https://www.revolvy.com/main/index.php>.
- Sebena, R., Orosova, O., Mikolajczyk, R. T., Van Dijk, J. P., 2011. Selected sociodemographic factors and related differences in patterns of alcohol use among university students in Slovakia, *BMC Public Health*. 11 (1):849.
- Stock, C., Mcalaney, J., Pischke, C., Vriesacker, B., Guido, V. H., Akvardar, Y., Orosova, O., Kalina, O., Guillen-Grima, F., Bewick, B. M., 2014. Student estimations of peer alcohol consumption: Links between the Social Norms Approach and the Health Promoting University concept, *Scandinavian Journal of Public Health*, 42 (15): 52-59.
- Surrett, J., 2013. Alcohol legislation and taxes in Turkey, USDA Foreign Agricultural Service. Gain Report Number: TR5049.
- Toomey, T. L., Rosenfeld, C., Wagenaar, A.C., 1996. The minimum legal drinking age: history, effectiveness, and ongoing debate, *Alcohol Health and Research World*. 20 (4):213-218.
- Trkulja, V., Zivcec, Z., Cuk, M., Lacković, Z., 2003. Use of psychoactive substances among Zagreb University medical students: follow-up study, *Croatian Medical Journal*, 44(1):50-58.
- Tse, E.C., 2011. A comparative analysis of alcohol consumption pattern among global university students, International CHRIE Conference, University of Massachusetts.
- WHO, 2004. Global status report: Alcohol policy, World Health Organization, Department of Mental Health and Substance Abuse Geneva.
- WHO, 2011. Global status report on alcohol and health, World Health Organization: Geneva, Switzerland.
- Wu, X., Meng, T., 2014. Peer effects on alcohol drinking among adolescents in U.S., Selected paper prepared for presentation at the 2014 AAEE/EAAE/CAES Joint Symposium: Social Networks, Social Media and the Economics of Food Montreal, Canada, 29-30 May 2014.



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.712434

**Describe the long-term development of *Ophrys apifera* Huds. salep orchids in natural flora**

 **Dursun Kurt**

*Ondokuz Mayıs University, Bafra Vocational School, Department of Plant and Animal Production, Samsun, Turkey*

\*Sorumlu yazar/corresponding author: [dursun.kurt@omu.edu.tr](mailto:dursun.kurt@omu.edu.tr)

Geliş/Received 01/04/2020      Kabul/Accepted 28/04/2020

**ABSTRACT**

Salep orchids are annual plants. Planted salep tuber produces a slightly larger tuber than itself and completes its life. Microscopic seeds without endosperm do not germinate under normal conditions. Therefore, they cannot be reproduced and are protected species. There is no data on the growth and development of salep orchids in natural flora over the years. *Ophrys apifera* Huds. species was selected as plant material in this research. The germinated sprouts of this species have been identified and observed. Plants observed in their natural habitats for five years, morphological characteristics were measured at the end of each vegetation year. According to the obtained data, germinated seed completed its life as a tiny two-leaf plant capable of producing 0.19 grams of tuber in the first year. In the following years, each tuber has completed its life by producing larger tubers. At the end of five years, the plants reached an average length of 43.1 cm and 4.01 g of salep tubers were formed.

**Keywords:**  
Annual development  
Flower  
Growing speed  
Orchids  
Tuber

***Ophrys apifera* Huds. Salep Orkidelerinin Doğal Florada Uzun Süreli Gelişiminin Tanımlanması**

**ÖZET**

Salep orkideleri tek yıllık bitkilerdir. Dikilen her bir salep yumrusu, kendisinden biraz daha büyük bir yumru üretir ve ömrünü tamamlar. Endospermsiz mikroskobik tohumlar normal koşullar altında çimlenemez. Bu nedenle çoğaltılamazlar ve korunan türlerdir. Doğal florada salep orkidelerinin yıllar içinde büyümesi ve gelişmesi hakkında veri yoktur. Bu çalışmada *Ophrys apifera* Huds. türü bitki materyali olarak seçilmiştir. Bu türün çimlenmiş filizleri tanımlanmış ve gözlemlenmiştir. Beş yıl boyunca doğal yaşam alanlarında gözlemlenen bitkilerin, her vejetasyon yılı sonunda morfolojik özellikler ölçülmüştür. Elde edilen verilere göre, çimlenmiş tohum ilk yılda 0.19 gram yumru üretebilen iki küçük yapraklı bir bitki olarak ömrünü tamamlamıştır. Sonraki yıllarda, her yumru daha büyük yumru/lar üretirek devam etmiş, beş yılın sonunda bitkiler ortalama 43.1 cm uzunluğa ulaşmış ve 4.01 g salep yumrusu oluşturmuştur.

**Anahtar Sözcükler:**  
Büyüme hızı  
Çiçek  
Orkideler  
Yıllık gelişim  
Yumru

## 1. Introduction

The Orchidaceae genus is the second largest genus in the world. With newly found and hybrid species, their numbers are increasing day by day (Arditti and Ghani, 2000). Within the genus, species that are grouped as terrestrial orchids and produce tubers under the ground are known as salep orchids. Tubers of salep orchids have been used as medicinal plants for centuries (Kasperek and Grim, 1999). Today, it is mostly consumed in ice cream making and as hot drink in Turkey (Sezik, 2002; Hossain, 2011; Gorbani et al., 2014).

Orchids produce thousands of seeds in the form of oval. The common feature of all orchids is that they all have very small dust-like microscopic seeds. The most important feature that distinguishes orchids from other seed plants is the absence of endosperm in their seeds. It has the smallest known seeds in the plant kingdom (Mitchell, 1989). In addition, embryos consist of relatively few cells (40-50). Another noteworthy issue in the seed structure is that the parts that will form the plant parts such as root, stem and shoot after germination are not shaped. This condition is called morphological dormancy. In short, primitive embryo and endosperm are missing seeds (Baskin and Baskin, 1998; Cig et al., 2018).

The salep orchids can produce at least 8-10 seed capsules and tens of thousands of seeds in these capsules. However, seeds as small as dust particles and lacking endosperm cannot survive by themselves and it is impossible for them to sprouting and germinates. In germination stage, seeds cannot grow without support from a different living organism (Sezik et al., 2007; Bektas et al., 2013).

Due to its primitive and microscopic seeds, many seeds sprinkled by orchids have little chance of germination (Utami et al., 2017). Germination of seeds is very slow development and takes many years. It is known that germinated seedling completed the vegetation process with one or two small leaves in the first year.

In the following years, the growth of plants continues and they acquire the ability to form flowers. In this process, the plants continue to massively grow up to a certain stage. The process from seed germination to flowering maturity is called maturity period. Because only plants that can reach generative maturity can produce flowers and produce seeds. How long this time will take depends on the genetic characteristics of the species (Sezik, 2002; Sezik et al., 2007).

Seed germination in in-vitro medium and plant development from protocorms have been achieved worldwide, but the developmental processes of the obtained seedlings have not been followed in the following years (Sezik, 2002; Caliskan et al., 2019).

Tissue culture with in vitro studies are mostly limited to species-based germination studies. Here, some researchers who make observations in natural environments can be included. For example, Tutar et al. (2013) stated that germinating seeds from seed production in salep orchids can reach flowering size after 3-4 years. In a study, germinated seeds of leaves and tubers have occurred after many years reported. According to Sezik (2002), the average shortest period is 2-4 years. However, there is no source as to which type of salep orchid has completed its adulthood and in how many years it has developed.

Among the orchids, the genus *Ophrys* has a high variety with more than one hundred species (Duvey et al., 2008). One of the most common species of the genus *Ophrys* is *Ophrys apifera* Huds. and is called Bee orchid because of its flower shape. The Bee Orchid, *Ophrys apifera* Huds. belongs to the group apifera which is a Mediterranean species. This species extends to Central Asia, Europe, North Africa and the Caucasus (Delforge, 2006; Addam et al., 2015; Szatmari, 2016). This species is among the common species, especially coastal areas, especially in Turkey (Caliskan et al., 2018).

In this study, it was determined that the sprouts of *Ophrys apifera* Huds. species orchid, which were determined to germinate and exit in their natural environment. The obtained sprouts were followed in their natural environment. The growth and development status of the plants, which were followed for 5 years, were revealed. However, no source has been found about the growth and development of the species for many years.

## 2. Material and Methods

The study material was *Ophrys apifera* Huds. species orchid. It is one of the most common species seen in the province of Samsun where the survey was conducted. During the field trips conducted in November-December 2014, new sprouts were observed in the areas where the species were found to be grown from seed around the adult plants.

These sprouts, which are the test material, were separated from the adult plants and collected together with their own soil in their natural environment and put under protection to complete the first vegetation year (Figure 2a, 2b and 2c).

Salep orchids form a very small tuber with a few small leaves in the first year of germination. This tiny tuber completes the growing process in the next vegetation by producing a new tuber larger than itself. This process continues until the new tuber reaches a certain size. The old tuber roots and disappears at the end of vegetation. In other words, orchids are annual plants. Each year there is a larger plant and tuber development than the previous generation.

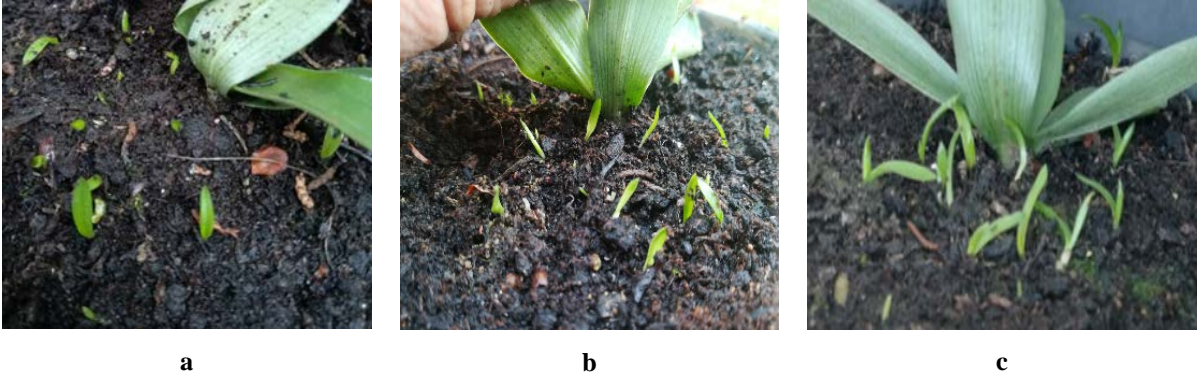


Figure 1. Sprouts growing from spilled seeds around adult plants.

Şekil 1. Yetişkin bitkilerin etrafına dökülmüş tohumlardan büyüyen filizler

Although germination of salep orchid seeds has been achieved in vitro, there is no literature on the developmental status of these seeds over the years.

In this study, five-year growth performance of germinated seeds was demonstrated. For this purpose, the plants were grown in their natural environment for five years and some morphological features were tested at the end of each year. In order to summarize the annual development status of the plants, the following

observations were taken in ten samples at the end of each vegetation year.

Plant height (cm), number of leaves (per plant), leaf length (cm), leaf width (cm), total biomass (g), the wet weight of all biomass), number of flower (per plant), tuber width (cm), tuber length (cm), fresh yield of tuber (g), number of root (per plant) were determined and evaluated as experimental parameters at the end of growing period.

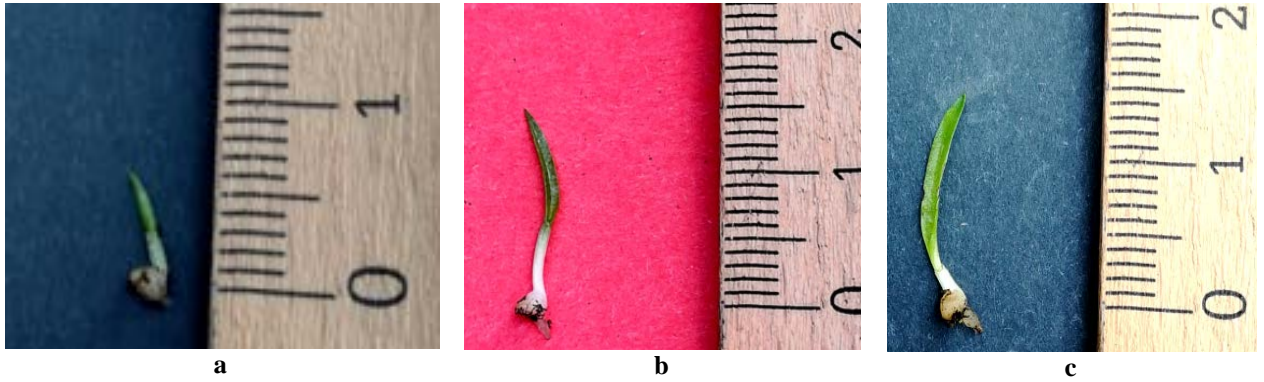


Figure 2. Germinated sprouts.

Şekil 2. Gelişmeye başlamış filizler.

### 3. Results and Discussion

As with all orchids, they have to be fed with the help of another living organism during the germination stage of their first stage of life. They are fungi from the mycorrhiza group that help germinate the orchard seeds and provide the necessary nutrients (Bonnardeux et al., 2007; Jacobson, 2008; Bektas et al., 2013; Rasmussen et al., 2015; Herrera et al., 2017). When examined in Figure 2a, it is seen that the germinated and the first leaves of the orchids do not have roots. This proves that the seed is fed by the fungi. Salep orchids are annual plants. However, each new generation produces more biomass and a larger tuber than its parent.

As with other tuberous orchid species, seeds of *Ophrys apifera* Huds. complete the first year as small plants when they germinate. After the first year, the new generation reaches greater mass values than the

previous generation. Asymbiotic germination of seeds was performed in in vitro studies, but no data were revealed about the growth status of the shoots that were produced for years. In this study carried out in order to eliminate the lack of information, plants that germinated in their natural environment were used. In this study, annual growth status of plants which were followed for five years in their natural environment were recorded and development performance was determined.

In this study conducted for five years; important morphological features were determined at the end of each vegetation year. The obtained morphological features are shown in Table 1 and Figure 3. The morphological characteristic of the samples are examined graphically and the results are shown in Figure 4. When the examined all data of morphological characteristics (plant height, number of leaves, leaf length, leaf width, total biomass, number of flower,

tuber width, tuber length, and fresh yield of tuber) have got second-degree polynomial curves. But, number of roots has got linear curve.  $R^2$  values changed between 0.89-0.99. The minimum  $R^2$  belongs to plant height and the maximum  $R^2$  belongs to fresh yield of tuber.

### 3.1. First year

Plants germinated around September and seen on the soil surface during the November-December period started to turn yellow on 25 May 2015. Morphological measurements were taken in order to summarize the developmental performances during this period. In the first year, which can be called as germination year, all

the individuals that were included in the study, *Ophrys apifera* Huds. species, formed two tiny leaves and one root. The first leaf is slightly larger than the next leaf. The average leaf length was 3.9 cm and the average leaf width was 0.7 cm the first year of the fresh weight of tuber produced only 0.19 grams (Figure 3a). In their study on the 4-year development period of *Dactylorhiza romana* (sebast.) soo. which is in the group of tuberous orchids, Caliskan and Kurt (2019) found that this species had 1 leaf in the first year, 0.8 cm and 5.8 cm of leaf width and height respectively, and tuber width-length was 0.5 cm respectively. cm and 1.5 cm, tuber wet weight was reported to be 0.25 g.



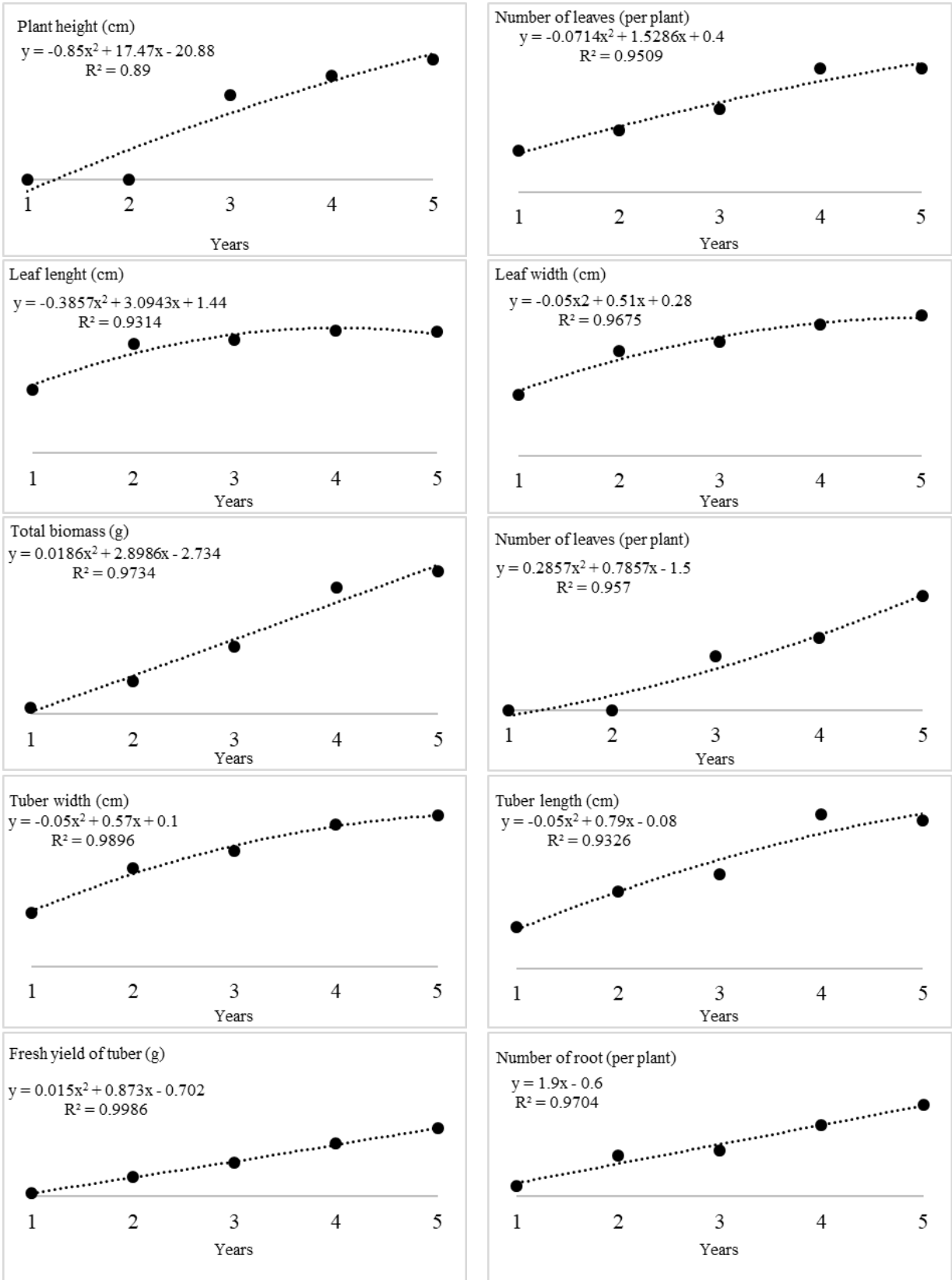
Figure 3. a: First year development status, b: Second year development status, c: Third year development status, d: Fourth year development status, e: Fifth year development status

Şekil 3. a: Birinci yıl gelişim durumu, b: İkinci yıl gelişim durumu, c: Üçüncü yıl gelişim durumu, d: Dördüncü yıl gelişim durumu, e: Beşinci yıl gelişim durumu

Table 1. Morphological characteristics obtained at the end of each vegetation year

Çizelge 1. Her vejetasyon yılı sonunda elde edilen morfolojik özellikler

Morphological Features	Years				
	1 <sup>st</sup> year	2 <sup>nd</sup> year	3 <sup>rd</sup> year	4 <sup>th</sup> year	5 <sup>th</sup> year
Plant height (cm)	-	-	30.3	37.5	43.1
Number of leaves (per plant)	2	3	4	6	6
Leaf length (cm)	3.9	6.7	6.9	7.5	7.4
Leaf width (cm)	0.7	1.2	1.3	1.5	1.6
Total biomass (g)	0.51	2.68	5.54	10.4	11.7
Number of flower (per plant)	-	-	4-5	5-7	9-10
Tuber width (cm)	0.6	1.1	1.3	1.6	1.7
Tuber length (cm)	0.7	1.3	1.6	2.6	2.5
Fresh yield of tuber (g)	0.19	1.12	1.98	3.11	4.01
Number of root (per plant)	1	4	4-5	7	9

Figure 4. Mathematical change of morphological characteristics and R<sup>2</sup> values.Şekil 4. Morfolojik karakterlerin matematiksel değişimi ve R<sup>2</sup> değerleri



After morphological measurements, obtained tubers were stored in a cool, dry warehouse and in paper bags in the summer period in order to protect them from natural pests. As is known, the orchid tubers spend the summer season as dormant (Tutar et al., 2012). These tubers, which were developed by seed germination and obtained in the first growing season, were planted in their natural environment on September 1, 2015.

### 3.2. Second year

The tubers obtained in the first year were planted in their natural environment and taken under protection in September. The plants that developed under natural conditions continued their vitality and development in the environment where they were located for about nine months. When the edges of the leaves began to turn yellow, it was understood that they completed their development and they were dismantled on May 25, 2016 for morphological measurements. Plants developed under natural conditions have continued their vitality and development in the environment where they are located for about nine months. When the edges of the leaves began to turn yellow, it was understood that they completed their development and they were dismantled on May 25, 2016 for morphological measurements. In the second year vegetation period, the plants produced 3 leaves and 4 roots on average. At the end of the vegetation, the average weight of the tubers in the second year was 1.86 g (Figure 3b). Plant height values were not taken in the first two years. Because, in these years, there are no above-ground parts except the leaves, there has been no flower development. Caliskan and Kurt (2019), for similar reasons, did not take plant length measurements in the *Dactylorhiza romana* (sebast.) soo. species for the first two years. However, they reported that tuber weight increased to 0.99 grams at the end of the second year.

### 3.3. Third year

Tubers stored for 3 months during the summer were planted on September 5, 2016 to determine the third vegetation year performances. At the end of the third year, 4-5 flowers were observed for the first time. As it is known, the time to reach flowering is called maturity process and in *Ophrys apifera* Huds. species the maturity process is determined as 3 years in their natural environment. To date, there is no record of the flowering time of salep orchids. In this study, the first flowering of *Ophrys apifera* Huds. species was determined to take place in the 3rd year. In the third year, the average plant length was 30.3 cm, the average leaf length was 6.9 cm and the leaf width was 1.3 cm. The fresh tuber weight was 1.98 g and there were 4-5 pcs root in plants (Figure 3c). In the third year of the *Dactylorhiza romana* (sebast.) soo. species, 6-leaf, 16.3 cm plant length, tuber width-length 1.8 cm and 1.9 cm

2.30 g tuber weight reached respectively (Caliskan and Kurt, 2019).

### 3.4. Fourth year

Tubers were harvested in the third year and they were planted on September 7, 2017 for the fourth vegetation period controls. At the end of nine months of vegetation, the plants were harvested on 29 May 2018 from their environment. According to the measurements, morphological values of plants continued to increase. The plant height was 37.5 cm, leaf length was 7.5 cm, and biomass weight was 10.4 g per plant. The weight of the new tubers reached to 3.11 grams. The plant we observed produced 7-8 flowers in the observed plants (Figure 3d). Similarly, in the study using *Dactylorhiza romana* (sebast.) soo. species, plant height was 24.5 cm, leaf width was between 0.7 - 1.3 cm, leaf width and leaf length was between 6.9 - 9.1 cm, leaf size was 8 leaves, tuber width was 2 cm, tuber length was 2.4 cm, and tubers weighing 3.11 g were developed (Caliskan and Kurt, 2019).

### 3.5. Fifth year

In the fifth year of the study, the mass increase in plants continued. The average plant height was 43.1 cm, the number of flowers per plant was 9-10 pieces and the weight of the biomass per plant was 11.7 g and 4.01 grams of biomass was the new tuber weight (Figure 3e).

## 4. Conclusion

Considering that a single orchid produces hundreds of thousands of seeds, it is understood that the survival of the orchid seeds is very low. Seeds that have the chance to germinate in nature complete their development as a tiny plant in the first year. In this study, it is understood that the plants that follow the development of *Ophrys apifera* Huds. species for 5 years can form flowers in the third year and the number of flowers increases due to the mass increase in the following years. The findings obtained are the first data presented for the species. It is also noteworthy that the size of the tuber increases with each passing year. As long as their genetic capacity allows, this condition continues until the tubers reach a certain size in orchid orchids. The main tuber completes its life by producing a slightly larger new tuber. Determining the genetic capacity of the species in terms of size can take decades. In this study, it is understood that when the tubers developed in the first year (0.19 g) were planted, they formed approximately 6 times larger tubers and reached 1.12 g tuber weight. When these tubers were planted for the third year of vegetation, they produced 1.76 times their own weight. In the fourth year of the trial, the tubers gave new tubers with a weight of 1.57 times

more than their own. The fourth year tuber formed 1.32 times its own weight. As can be seen, there is a rapid increase in proportional tuber size in the first years and a slowdown in the rate of increase in the following years. This continues as far as the genetic capacity of the species allows. However, the number of years of genetic capacity reached in terms of tuber weight is unknown in salep orchids. As can be understood from the morphological features, each tuber planted can produce a slightly larger tuber than itself. In the first years of development, the growth rate is proportionally higher and gradually slows down. This study summarizes the five-year development status. Observations will continue in the following years and the second five-year development will be revealed.

## References

- Addam, K., Kebbe, I. D., Takkoush, J., Hout, K., Bou Hamdan, M., 2015. A new variety from Lebanon *Ophrys apifera* var. *Liberica* (Orchidaceae). *Journal of Botanical Research*, 6(1): 39–46.
- Arditti, J., Ghani, A.K., 2000. Numerical and physical properties of orchid seeds and their biological implications. *New Phytologist*, 145(3): 367–421.
- Baskin, C.C., Baskin, J.M., 1998. *Seeds, Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, San Diego.
- Bektas, E., Cuce, M., Sokmen, A., 2013. In vitro germination, protocorm formation, and plantlet development of *Orchis coriophora* (Orchidaceae), a naturally growing orchid species in Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 37: 336–342. <https://doi.org/10.3906/bot-1205-28>.
- Bonnardeux, Y., Brundrett, M., Batty, A., Dixon, K., Koch, J., Sivasithamparam, K., 2007. Diversity of mycorrhizal fungi of terrestrial orchids: compatibility webs, brief encounters, lasting relationships and alien invasions. *Mycol. Res.* 111: 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.mycres.2006.11.006>.
- Caliskan, O., Kurt, D., Korkmaz, H., 2018. Studies on Samsun sahlep orchid varieties. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 6(6): 171–174.
- Caliskan, O., Kurt, D., 2019. Description of development period of *Dactylorhiza romana* (Sebast.) Soo. during four consecutive years. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 34(2): 195–200. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.491130>.
- Caliskan, O., Kurt, D., Cirak, C., 2019. Development of new sustainable sahlep production methods using *Ophrys sphegodes* subsp. *mammosa* (Desf.) Soo ex E. Nelson. *Journal of Agricultural Science and Technology* 21(6): 1547–1555. <http://journals.modares.ac.ir/article-23-19310-en.html>.
- Cig, A., Demirer Durak, E., Isler, S., 2018. In vitro symbiotic germination potentials of some *Anacamptis*, *Dactylorhiza*, *Orchis* and *Ophrys* terrestrial orchid species. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16(4): 5141–5155. [https://doi.org/10.15666/aer/1604\\_51415155](https://doi.org/10.15666/aer/1604_51415155).
- Delforge, P., 2006. *Orchids of Europe, North Africa and the Middle East*. Timber Press, Portland.
- Duvey, D.S., Bateman, R.M., Fay, M.F., Hawkins, J.A., 2008. Friends or relatives? Phylogenetics and species delimitation in the controversial European orchid genus *Ophrys*. *Annals of Botany*, 101(3): 385–402. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm299>.
- Gorbani, A., Gravendeel, B., Zarre, S., Boer, H., 2014. Illegal wild collection and international trade of CITES listed terrestrial orchid tubers in Iran. *Traffic Bulletin*, 26(2): 53–58.
- Herrera, H., Valadares, R., Contreras, D., Bashan, Y., 2017. Mycorrhizal compatibility and symbiotic seed germination of orchids from the Coastal Range and Andes in south central Chile. *Mycorrhiza*, 27(3): 175–188. <https://doi.org/10.1007/s00572-016-0733-0>.
- Hossain, M.M., 2011. Therapeutic orchids: traditional uses and recent advances - an overview. *Fitoterapia*, 82: 102–140. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2010.09.007>
- Jacobson, G., 2008. Morphogenesis of wild orchid *Dactylorhiza fuchsii* in tissue culture. *Acta Universitatis Latviensis Biology*, 745: 17–23.
- Kasparéek, M., Grim, U. 1999. European trade in Turkish salep with special reference to Germany. *Economic Botany*, 53(4): 396–406.
- Mitchell, R.B., 1989. Growing hardy orchids from seeds at Kew. *The Plantsman*, 2: 152–169.
- Rasmussen, H.N., Dixon, K.W., Jarsakova, J., Tesitelova, T., 2015. Germination and seedling establishment in orchids: a complex of requirements. *Annals of Botany* 116: 391–402. <https://doi.org/10.1093/aob/mcv087>.
- Sezik, E., 2002. Turkish orchids and salep. *Acta Pharmaceutica Turcica*, 44: 151–157.
- Sezik, E., Isler, S., Guler, N., Orhan, C., Aybeke, M., Deniz, I.G., Ustun, O. 2007. Destruction of orchids and orchids. TBAG-Ç.SEK/23 (103T008) Project Final Report. Accessed: 12 March 20. [https://trdizin.gov.tr/publication/show/pdf/project/TnpFN\\_U5qWT0=](https://trdizin.gov.tr/publication/show/pdf/project/TnpFN_U5qWT0=).
- Szatmari, P.M., 2016. *Ophrys apifera* (Orchidaceae) in Transylvania Flora, Romania. *Acta Horti Botanici Bucurestiensis*, 43: 31–40. <https://doi.org/10.1515/ahbb-2016-0003>.
- Tutar, M., Parlak, S., Sari, A.O., Cicek, F., 2013. Seed production in salep orchids. In: XI Ecology and Environment Congress; Samsun, Turkey: 241–249.
- Tutar, M., Cicek, F., Sari, A.O., Bilgic, A., Yıldız, O., 2012. Cultivation of Salep orchids under field conditions. In: Turkey II. Orchids and Sahlep Congress Proceedings; Izmir, Turkey: 301–315.
- Utami, E.S.W., Hariyanto, S., Manuhara, Y.S.W., 2017. In vitro propagation of the endangered medicinal orchid, *Dendrobium lasianthera* J.J.Sm through mature seed culture. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(5): 406–410. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2017.01.011>.



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.673790

## Development of a new automatic water intake measurement and recording system to monitor individual water drinking behaviors of cattle

Murat Ertuğrul<sup>a</sup>, Kenan Zengin<sup>b</sup>, Sefa Tarhan<sup>c\*</sup>

<sup>a</sup>Tokat Gaziosmanpaşa University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Tokat, Turkey,

<sup>b</sup>Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Computer Engineering, Tokat, Turkey,

<sup>c</sup>Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Mechatronic Engineering, Tokat, Turkey

\*Sorumlu yazar/corresponding author: sefa.tarhan@gop.edu.tr

Geliş/Received 12/01/2020

Kabul/Accepted 28/04/2020

### ABSTRACT

Water is the most vital nutrient directly affecting the production performance and comfort of cattle. Sufficient amount of clean water must be provided in order to obtain the optimum yields in milk and meat production. Measuring individual water intakes of cattle on a farm is not commonly practiced because it requires huge amount of human work. Determining daily water drinking behaviors of cattle can give information about their welfare, health and inadequate farm practices. The aim of this study was to develop a new automatic water intake measurement and recording system giving an opportunity to monitor individual water drinking behaviors of cattle. The developed system consists of three main units: mechanical unit, electronic unit and data storage/processing unit. The mechanical unit holds different components together and provides durability with its installation to the ground. The electronic unit collects the RFID tag number and the amount of water intakes for cattle during a day and sends wirelessly them to the data storage/processing unit during each drinking event. Data storage and processing unit saves the data to its database and makes necessary calculations. A field test with dairy cows was done to determine the performance of the developed system. The cows had 80.55 to 164.41 liters of daily free water intakes, 581 to 2870 seconds of daily water intake durations and 13 to 40 of daily drinking events.

### Keywords:

Precision livestock farming  
Animal monitoring  
Internet of things  
Data acquisition

Sığırların bireysel su içme davranışlarının izlenmesi için yeni bir otomatik su alımı ölçüm ve kayıt sisteminin geliştirilmesi

### ÖZET

Su, sığırların üretim performansını ve konforunu doğrudan etkileyen, yaşamsal öneme sahip bir besindir. Süt ve et üretiminde optimum verimi elde etmek için yeterli miktarda temiz suyun temin edilmesi gerekmektedir. Çok yüksek miktarlarda insan emeği gerektirdiği için çiftliklerde sığırların bireysel su alımının ölçümü yapılmamaktadır. Sığırların günlük su içme davranışlarının belirlenmesi, sığırların refahı, sağlığı ve uygun olmayan çiftlik uygulamaları hakkında bilgi verebilir. Bu çalışmanın amacı, sığırların bireysel su içme davranışlarını izleme imkanı verecek yeni bir otomatik su alımı ölçüm ve kayıt sisteminin geliştirilmesi olmuştur. Geliştirilen sistem; mekanik ünite, elektronik ünite ve veri toplama/işleme ünitesi olmak üzere üç ana üniteden oluşmaktadır. Mekanik ünite farklı parçaları birlikte tutmakta ve yere montajıyla dayanım sağlamaktadır. Elektronik ünite, her bir su içme olayı için su içen hayvanın RFID küpe numarasını ve içtiği su miktarını toplamakta ve kablosuz olarak veri depolama/işleme ünitesine göndermektedir. Veri depolama/işleme sistemi gelen verileri veri tabanında saklamakta ve gerekli hesaplamaları yapmaktadır. Geliştirilen sistemin performansını belirlemek için süt ineklerinin kullanıldığı saha denemesi yapılmıştır. Her bir ineğin 80.55 ile 164.41 litre aralığında günlük su alımı, 581 ile 2870 saniye aralığında günlük su içme süresi ve günlük su içme sayısı 13 ile 40 aralığında olmuştur.

### Anahtar Sözcükler:

Hassas hayvansal üretim  
Hayvan izleme  
Nesnelerin interneti  
Veri toplama

© OMU ANAJAS 2020

## 1. Introduction

Increasing availability and decreasing cost of electronic components on market present opportunities for the collection and evaluation of various data related to animals and their surroundings to make timely and precise decisions about livestock production (Banhazi et al., 2012; Halachmi and Guarino, 2016). Precision Livestock Farming (PFL) is a term used to state the applications of information technologies for all stages of animal husbandry. Collecting electronically various data related to daily activities, surroundings and physiology of each animal with various measurement systems is the first step of PFL.

Water is a vital nutrient for cows since their body weight is 56 to 81 % water (Murphy, 1992) and their raw milk is 87.3 to 88.1 % water (Wijesinha-Bettoni and Burlingame, 2013). Sufficient amounts of clean water must be provided to dairy animals to retain the maximum yield in milk production since there is a significant correlation between the amount of water intake and milk yield for dairy cattle (Murphy et al., 1983). Insufficient water supply imposes adverse effects on animal performance and welfare (Meyer et al., 2004). Determining the daily drinking behaviors of each cow on a farm can provide unique information to maintain its production efficiency and to proactively identify its possible health and comfort problems. Daily water intakes of cows are occasionally measured by determining the change of water volume or weight in a trough (Meyer et al., 2004; Morris et al., 2010). There is a need for an automatic system which can operate all day long to monitor the drinking activities of cows without any human interruption. The objective of this study was to develop a new automatic water intake measurement and recording system to monitor the daily water drinking behaviors of cows in terms of daily amount of water intake, daily drinking duration and number of daily drinking events.

## 2. Material and Methods

### 2.1. The automatic water intake measurement and recording system

The automatic water intake measurement and recording system is expected to perform the following duties:

- It reads the RFID number of the cow coming to drink water,
- It records the beginning and ending time of each drinking event,
- It measures the amount of water drunk by a cow at each drinking event,
- It sends wirelessly the data to the data storage/processing unit,
- It calculates the daily total amount of water drunk by each cow,

- It calculates the daily total duration of water drinking for each cow,
- It counts the daily total number of active drinking events for each cow,
- It stores raw/processed data and presents them via internet.

It consists of three main units: mechanical unit, electronic unit and data storage/processing unit.

#### 2.1.1 Mechanical unit

The mechanical unit holds different components together and provides durability with its installation to the ground. It consists of side barriers which permits only one cow to drink water at a time, a bowl drinker with muzzle paddle, plumbing fixtures, a storage box in which the electronic unit and a battery are kept under locked and a RF antenna pole with a power supply cabinet (Figure 1).

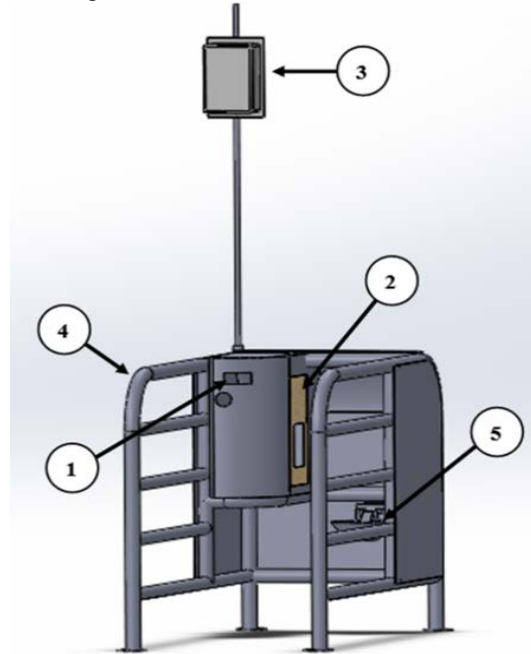


Figure 1. Mechanical unit (1. storage box, 2. RFID reader, 3. RF transmitter pole and power supply cabinet, 4. side barriers, 5. bowl drinker with muzzle paddle).

Şekil 1. Mekanik ünite (1. Depo kutusu, 2. RFID okuyucu, 3. RF verici direği ve güç kaynağı kabini, 4. yan bariyerler, 5. dilli suluk).

#### 2.1.2 Electronic unit

The electronic unit collects the RFID tag number and the amount of water intake for each cow during a day and sends wirelessly them to the data storage/processing unit during each drinking event. The electronic unit consists of a microcontroller-based electronic circuit card, a RFID reader, a water flow





data computer unit in the milking parlor building along with the total pulse counts. After sending the data, the program turns to beginning and the initial variables are set to zero and timers are disabled and the microcontroller starts listening the flow sensor again. As long as the microcontroller receives pulses, it sends the current RFID tag number and pulse count in every five seconds to the data processing unit. For this purpose, timer1 is set to five seconds interval to trigger an interrupt on overflow.

### 2.1.3 Data storage and processing unit

Data storage and processing unit consists of a pc and a rf receiver connected to it. The task of this unit is to save the data wirelessly sent by the electronic units to its database and makes necessary calculations.

### 2.2 Calibration

The system was calibrated by passing two, four, six, eight and ten liters of water through flow sensors (Figure 5).

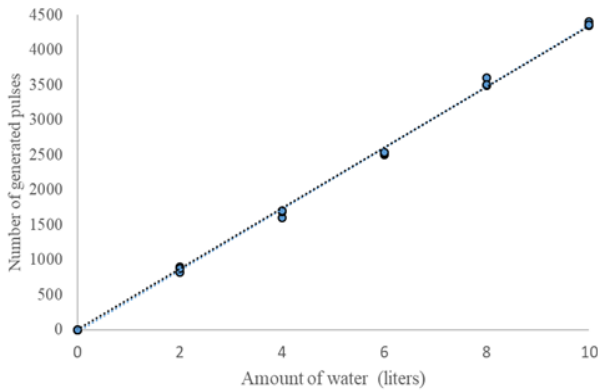


Figure 5. Calibration curve of water flow sensors.

Şekil 5. Akış ölçerlerin kalibrasyon eğrisi

The flow sensors generate averagely 428 pulses per liter of water passed through them ( $R^2=0.9980$ ). One pulse is equal to 0.00234 liter of water. The number of pulses counted and sent by the microcontroller-based electronic circuit card for each drinking event of cows is converted to the volumetric amount of water drunk by multiplying it by 0.0234.

### 2.3. Data processing

The amount of water for all drinking events of a cow during a day is summed up to find the daily water intake for that cow. In addition, the time of the first pulse and the time of the last pulse received by the data storage and processing unit for each drinking event are recorded and used to calculate the duration of that drinking event. When there is a time interval more than 10 s between

the times of last two pulses received, the drinking events of these pulses are considered as separate drinking events. The durations of all water drinking events of a cow during a day are summed up to find the daily drinking duration of that cow. All separate water drinking events of a cow during a day are counted to find the number of daily water drinking events of that cow. All these calculations are done by an application developed with C#.NET programming language.

### 2.4. Field test

The precision automatic water intake measurement and recording system consisting of three mechanical units, three electronic units and one data storage/processing unit was manufactured and installed on a dairy farm (Figure 6). One data storage/processing unit were able to communicate with more than one electronic units on the same time.



Figure 6. Overview of field test

Şekil 6. Saha denemesinin genel görüntüsü

Water drinking behaviors of three Holstein-Friesian cows were automatically followed during four consecutive days. The cows were milked three times a day (morning, afternoon and night). They were fed with the mixture of corn silage, alfalfa hay and concentrate feed after every milking and had ad libitum access to water.

## 3. Results and Discussion

The data about the water drinking behaviors of cows are shown in Table 1. The daily water intakes of three cows range from 80.55 to 164.41 liters per day. It was reported that the daily water intakes of cow had ranged from 23.9 to 130.4 per day (Axegård, 2017). The large variations among the daily water intakes of cows on a farm occur since they have different body weight/size, milk yield even though they are cared with the same farm practices. Dry matter intakes of cows are correlated with their body weights and milk yields (Anonymous, 2001). The daily water intakes of cows are correlated with dry matter intakes and milk yield. As

a result, the cows having larger body size and higher milk yields consume more feed and water (Meyer et al., 2004). The data about the lactations and milk yields of three cows are shown in Table 2. The milk yields range from 21.1 to 37.43 liters per day. The third cow has higher milk yields than the other two cows since

because of its much bigger body weight/size than the others based on visual observation. The milk yields are mainly affected by the lactation length and the live body weight/size of cows (Berry et al., 2007; Vijayakumar et al., 2017).

Table 1. Drinking behavior measures belonging to three cows  
*Çizelge 1. Üç ineğe ait su içme davranışı ölçütleri*

Cow Number	Day Number	Daily Water Intake (liters)	Daily Water Intake Duration (seconds)	Number of Daily Drinking Events
1	1	88.49	581	14
	2	98.55	636	13
	3	80.55	601	20
	4	89.34	618	18
2	1	86.81	845	19
	2	91.15	873	22
	3	81.21	915	26
	4	86.64	978	25
3	1	139.67	1262	27
	2	164.41	2870	40
	3	142.21	1331	24
	4	150.87	1354	22

Table 2. Lactation and milking data belonging to three cows  
*Çizelge 2. Üç ineğe ait laktasyon ve süt verisi*

Cow Number	Day Number	Number of Lactation	Lactation Day	Daily Milk Production (Liters)
1	1	3	296	22.57
	2	3	297	21.99
	3	3	298	22.3
	4	3	299	21.1
2	1	1	88	25.41
	2	1	89	23.06
	3	1	90	24.68
	4	1	91	22.80
3	1	2	146	37.43
	2	2	147	29.26
	3	2	148	35.14
	4	2	149	35.46

The daily water drinking durations of range from 581 to 2870 seconds and their number of daily drinking events range from 13 to 40. In one study, the numbers of drinking events are reported to be 10 to 60 and the daily water drinking durations of cows are reported to be 7.4 to 69 minutes (Axegård, 2017). The daily water drinking durations found in this study stay within the range reported in the literature (Axegård, 2017). The drinking behavior of the same cow shows some variations day to day. The reasons of these variations

can be random variations associated with feed consumptions and milk yields or uncontrolled delays or advances in milking times. Most cows drink water immediately after each milking. 75% of cows in one study (Cardot et al, 2008) and 90% of cows in another study visited a drinker within 2 hour of post milking (Wieclaw et al., 1973). The cows drink water and feed in a sequential manner. Cows are reported to have  $7.3 \pm 2.8$  visits to a drinker (drinking bouts) per day (Cardot et al, 2008). The number of daily visits to a

drinker are effected by feeding method (grazing pasture vs. feeding a total mixed ration) (Jago et al., 2005) and lactation stage of cows (Huzzey et al., 2005). The average number of daily visits to a drinker increase from  $6.6 \pm 0.4$  in the pre-calving period to  $9.5 \pm 0.4$  in the post-calving period (Huzzey et al., 2005). In the current study, the number of active drinking event were counted. A cow may drink water more than once at each drinker visit as seen in this study. The drinking behaviors of are affected by various factors including their physiological conditions, climatic conditions and social ranks. The low ranked cows spend less time at the drinker and their number of drinking events are relatively less than the high ranked cows (Axegård, 2017).

#### 4. Conclusions

A new precision automatic water intake measurement and recording system were developed and successfully tested on a dairy farm. It provided information related to daily amount of water intake, daily drinking duration and number of daily drinking events of each cow on a farm. This information can be used to monitor any unfavorable change in cows' health and comforts. Early detection of these unfavorable changes reduces treatment costs and production losses by starting medical treatments for sick cows earlier. This system can be used by researcher and farmers to observe drinker behaviors of their cows under different conditions and treatment.

#### Acknowledgments

The authors acknowledge the financial support provided by TÜBİTAK (The Scientific and Technological Research Council of Turkey) (Research project number: 116O332) for this research. This article was generated from Murat ERTUĞRUL's PhD Dissertation.

#### References

Anonymous, 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. National Research Council, National Academy Press, Washington, DC.

Axegård, C., 2017. Individual drinking water intake of dairy cows in an AMS barn. Retrieved from <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-6462> (Access date: November 15, 2019)

Banhazi, T.M., Lehr, H., Black, J.L., Crabtree, H., Schofield, P., Tscharke, M., Berckmans, D., 2012. Precision livestock farming: an international review of scientific and commercial aspects. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 5(3): 1-9.

Berry, D.P., Buckley, F., Dillon, P., 2007. Body condition score and live-weight effects on milk

production in Irish Holstein-Friesian dairy cows. *Animal*, 1(9):1351-1359.  
DOI: 10.1017/S1751731107000419

Cardot, V., Le Roux, Y., Jurjanz, S., 2008. Drinking behavior of lactating dairy cows and *prediction* of their water intake. *Journal of Dairy Science*, 91:2257-2264. DOI: 10.3168/jds.2007-0204

Halachmi, I., Guarino, M., 2016. Precision livestock farming: a 'per animal' approach using advanced monitoring technologies. *Animal*, 10(9): 1482-1483. DOI: 10.1017/S1751731116001142

Huzzey, J.M, Von Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M., 2005. Changes in feeding, drinking, and standing behavior of dairy cows during the transition period. *Journal of Dairy Science*, 88: 2454-2461. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72923-4

Jago, J. G., Roche, J. R., Kolver, E.S., Woolford, M.W., 2005. The drinking behaviour of dairy cows in late lactation. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 65:209-214.

Meyer, U., Everinghoff, M., Gädeken, D., Flachowsky, G., 2004. Investigations on the water intake of lactating dairy cows. *Livestock Production Science*, 90: 117 – 121.  
DOI: 10.1016/j.livprodsci.2004.03.005

Morris, C.A., Hickey, S.M., Thom, E.R., Waugh, C.D., 2010. Daily water intake by individual dairy cows on a pasture diet during mid lactation. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 70:257-260.

Murphy, M. R., 1992. Water metabolism of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 75(1): 326-333.  
DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(92)77768-6

Murphy, M.R., Davis, C.L., McCoy, G.C., 1983. Factors affecting water consumption by Holstein cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 66:35-38. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(83)81750-0

Vijayakumar, M., Park, J.H., Ki, K.S., Lim, D. H., Kim, S.B., Park, S.M., Kim, T.I., 2017. The effect of lactation number, stage, length, and milking frequency on milk yield in Korean Holstein dairy cows using automatic milking system. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30(8): 1093-1098. DOI: 10.5713/ajas.16.0882

Wieclaw, B., Czajkowski, Z., Tupaj, C. and Voelkel, J., 1973. An influence of drinking on milking capacity and certain blood properties of cows. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Szczecinie*, 41:63-71.

Wijesinha-Bettoni, R, Burlingame, B., 2013. Milk and dairy product composition. In: *Milk and Dairy Product in Human Nutrition*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (Rome), pp41-51.





## Tuzlu toprakların hidrokimyasal parametrelerinin laboratuvar koşullarında belirlenmesi

Seyit Ali Dursun<sup>a\*</sup>, Fariz Mikailsoy<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Aksaray Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Aksaray, Türkiye

<sup>b</sup>Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Iğdır, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: saddursun@aksaray.edu.tr

Geliş/Received 12/02/2020

Kabul/Accepted 30/04/2020

### ÖZET

Bu çalışma, yıllık yağışın az, aşırı buharlaşmanın ve taban suyunun yüzeje yakın olması nedeniyle oluşan tuzluluğun, bitkinin gelişmesine, verime ve toprağın çoraklaşmasına olumsuz etkisinin yıkamayla ortadan kaldırılması amacıyla yapılmıştır. Tuzlu toprakların ıslahı, maliyetli ve zaman gerektiren bir süreçtir. Çözünebilir tuzların yıkanması amacıyla kullanılan matematiksel yöntemler, toprakların ıslahında su-tuz rejiminin modellenmesinde doğrudan ve ters problemlerin çözümü için yaygın olarak kullanılmaktadır. Tuz taşınım modelinin uygulanabilirliği, modelin süreçlerini tanımlayan hidrodinamiklerin diferansiyel eşitliklerinin deneysel parametrelerinin doğruluğuna bağlıdır. Laboratuvar koşullarında yapılan çalışmada 20 cm çapında kolonlar kullanılarak toprakta tuz taşınımının hidrokimyasal göstergileri olan; konvektif difüzyon ve dispersiyon (yayılma) parametreleri, toprak gözeneklerindeki su akış hızı belirlenmiştir. Yıkama döneminde  $Cl^-$  ve  $SO_4^{2-}$  iyonları için hidrokimyasal dispersiyon parametresi ( $\lambda$ ), değerleri sırasıyla  $9.26 \cdot 10^{-2}$  m ve  $9.60 \cdot 10^{-2}$  m; konvektif difüzyon parametresi (D) ise  $4.51 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup> gün<sup>-1</sup> ve  $4.67 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup> gün<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Hidrodinamik  
parametre  
Tuzlu toprak  
Yıkama suyu normu  
Yıkama

### Determination of hydrochemical parameters in laboratory conditions of saline soils

### ABSTRACT

This study, less annual rainfall, saltiness due to excessive evaporation and groundwater being close to the surface, negative effects on plant growth, the yield and aridification of soil was carried out to eliminate the leaching. Reclamation of saline soils is a costly and time-consuming process. Mathematical methods used for leaching soluble salts are widely used for the solution of direct and inverse problems in the modelling of the water-salt regime in the reclamation of soils. The applicability of the salt transport model depends on the accuracy of the experimental parameters of the differential equations of hydrodynamics that define the processes of the model. In the study carried out under laboratory conditions, hydrochemical indicators of salt transport in soil using 20 cm diameter columns; convective diffusion and dispersion (diffusion) parameters, water flow rate in soil pores were determined. During the leaching period, the hydrochemical dispersion parameter ( $\lambda$ ), for  $Cl^-$  and  $SO_4^{2-}$  ions values  $9.26 \cdot 10^{-2}$  m and  $9.60 \cdot 10^{-2}$  m; the convective diffusion parameter (D) were determined as  $4.51 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup> day<sup>-1</sup> and  $4.67 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup> day<sup>-1</sup>, respectively.

Keywords:  
Hydrodynamic  
parameter  
Leaching water norm  
Leaching  
Saline soils

## 1. Giriş

Tarımsal üretimin sürdürülebilir olması, üretimin ana kaynağı olan toprağın korunmasına ve suyun rasyonel kullanılmasına bağlıdır. Özellikle yıllık yağışın az, buharlaşmanın yüksek ve taban suyunun yüzeye yakın olduğu durumlarda toprakta tuzluluk meydana gelmektedir. Bu durum tarımsal üretim dengesinin bozulmasına, toprağın çoraklaşmasına, verimliliğin ve sürdürülebilir tarım alanlarının azalmasına neden olmaktadır. Dünya genelinde 12.781 milyon hektar tarım arazisi tuzdan etkilenmiş ve üretimde sınırlanmalar meydana geldiği bildirilmektedir. Ülkemiz topraklarında ise yüzölçümün %2'sini çorak araziler oluşturmaktadır (FAO, 2008; Sönmez, 2011).

Yıkama, tuzlu toprakların ıslahında en önemli yöntemlerden biridir. Tuzlu toprakların yıkanmasında önemli hacimde tatlı su kullanılmaktadır. Dünya'da tatlı su kaynaklarının giderek azalması nedeniyle, toprak ıslahında kullanılan yıkama suyu miktarının ve uygulama süresinin belirlenmesi, tuzlu toprakların ıslahının önemli aşamalarından biridir. Yıkama suyu miktarının ve uygulama süresinin belirlenmesinde karşılaşılan sorunların giderilmesinde farklı yöntemler uygulanmaktadır. Bu yöntemlerden biri olan matematiksel metotlar, günümüzde bu sorunların çözülmesinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Toprakta tuz taşınım denkleminin çözümünün yıkama suyu miktarının ve uygulama süresinin hesaplanmasında kullanılmasının güvenilirliği, hidrokimyasal parametrelerin deneysel olarak belirlenmesinin doğruluğuna önemli düzeyde bağlı olmaktadır. Araştırmacılar (Mikaylov, 1981; 2007; Vaksman ve ark., 1981; Aydarov, 1985; Mikayilov ve Azizov, 1985; Verigin ve ark., 1986; Aydarov ve ark., 1988; Ekberli ve ark., 2001; Shein ve ark., 2001; Dursun, 2017;) tarafından yıkama suyu miktarının ve uygulama süresinin belirlenmesi için tuz taşınım modelinin uygulanmasına ait yapılan çalışmalarda, hidrokimyasal parametrelerin detaylı olarak değerlendirilmesinin çok önemli olduğu vurgulanmıştır.

Bu çalışmada, tuzlu toprakların yıkanmasında tuz taşınım modeli esas alınarak, laboratuvar koşullarında metal kolonlar kullanılarak hidrokimyasal parametrelerin deneysel olarak belirlenmesi ve elde edilen sonuçların ıslah edilecek tuzlu toprakların yıkanmasında kullanılmasıyla zaman, maliyet ve su tasarrufu sağlanması amaçlanmıştır.

### 1.1. Toprakta çözülmüş tuzların hareketinin matematiksel ifadesi

Toprak gözeneklerinde çözülmüş tuzların yıkama suyu ile ıslahının incelenmesi amacıyla kullanılan (Verigin, 1953; Pachepsky, 1990; Shein, 2005; Mikayilov, 2007) kısmi türevli diferansiyel denklem aşağıdaki biçimde yazılabilir.

$$\frac{\partial}{\partial t}(\theta C + \rho b_1 + b_2) = \theta D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - \theta v \frac{\partial C}{\partial x} - \theta \mu C, \quad (1)$$

$$b_1 = kC, \quad \frac{\partial b_2}{\partial t} = -\gamma(C_s - C)$$

Burada;  $C(x, t)$ - toprağın  $x$  derinliğinde  $t$  zamanda çözülmüş tuzların konsantrasyonu ( $\text{me L}^{-1}$ );  $b_1(x, t)$ - toprağın  $x$  derinliğinde  $t$  zamanda emilmiş tuzların konsantrasyonu ( $\text{me L}^{-1}$ );  $b_2(x, t)$ - toprağın  $x$  derinliğinde  $t$  zamanda kristallerde veya katı fazdaki tuzların konsantrasyonu ( $\text{me L}^{-1}$ );  $C_s$ -toprak çözeltisindeki çözünebilir tuzun maksimum konsantrasyonu ( $\text{me L}^{-1}$ );  $\rho$ -toprak hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ );  $D$ -konvektif difüzyon parametresi, ( $\text{m}^2 \text{gün}^{-1}$ );  $v$ -toprak suyu akışının ortalama hızı ( $\text{m gün}^{-1}$ );  $\theta$ - yıkanması gereken toprak derinliğinde porozite (%);  $\gamma = \gamma_1 + \gamma_2$ - toprağın tuzluluk türüne, içerdiği tuzlara ve toprağın fizikokimyasal özelliklerine bağlı olan sabitler;  $k$ -lineer Freundlich adsorpsiyon izoterminin doğrusal eşitliğinin ampirik sabiti;  $\mu$ -toprak çözeltisinde birinci dereceli kinetik model biçiminde olabilecek ayrışma hızı sabiti ( $\text{gün}^{-1}$ ).

(1) nolu denklemler, sistemin bir tane çözümünün belirlenmesi başlangıç ve sınır koşullarının yapılması gerekmektedir. Tuzlu toprakların yıkanması sürecini en uygun ifade eden başlangıç ve sınır koşulları aşağıdaki gibi ifade olunmaktadır:

$$t = 0: \quad C(x, t) = S_0 \quad (2)$$

$$x = 0: \quad D \frac{\partial C}{\partial x} = v[C(0, t) - S_w] \quad (3)$$

$$x = L: \quad D \frac{\partial C}{\partial x} = 0 \quad (4)$$

Burada;  $S_0$ -toprak profilinin  $[0, L]$  katmanındaki çözülmüş tuzların konsantrasyonu, ( $\text{me L}^{-1}$ );  $S_w$ -yıkama suyunun konsantrasyonu ( $\text{me L}^{-1}$ );  $L$ - yıkanması gereken toprak katmanı ( $\text{m}$ ).

Çok sayıda yapılan laboratuvar ve tarla denemeleri sonuçları, konvektif difüzyon parametresi ve toprak gözeneklerindeki çözülmüş tuzların hareket hızı  $v(t)$  arasındaki bağıntının aşağıdaki biçimde olduğu saptanmıştır (Collins, 1961; Bear, 1972; Verigin, 1979, 1986):

$$D = D_m + \lambda|v(t)| \quad (5)$$

Ayrıca, toprak tuzlarının yıkanması sırasında konvektif difüzyon parametresi ( $D$ ) değerinin, moleküler difüzyon katsayısı ( $D_m$ ) değerine göre daha büyük olduğu belirlenmiştir (Aydarov, 1985).

Burada;  $\lambda$ - hidrokimyasal dispersiyon (yayılma) veya hidrodinamik dispersiyon parametresi olarak adlanır ( $\text{m}$ ) ve genelde toprağın tekstürüne, içerdiği tuzların (iyonların) tipine ve yıkama suyunun gözeneklerdeki

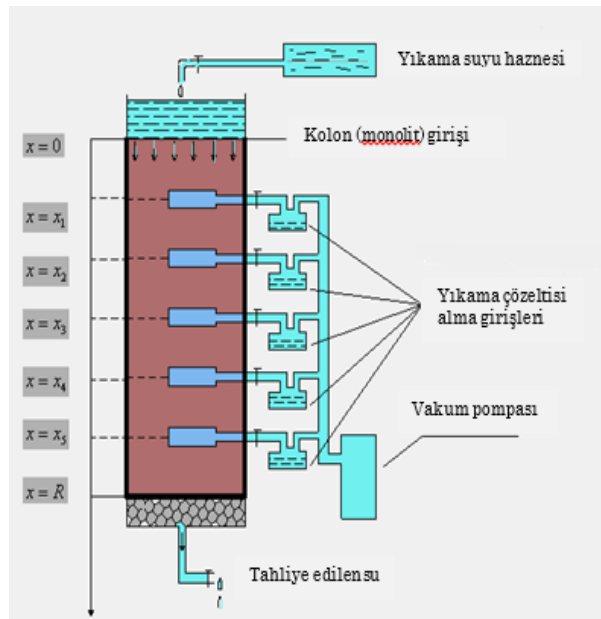


Çizelge 2. Toprakların kolonda tuz yıkama öncesi anyon ve katyon değerleri  
Table 2. Anion and cation values of soils before salt leaching in the column

Toprak derinliği (cm)	Suda çözünebilir iyonlar									
	Anyonlar (me L <sup>-1</sup> ) S <sub>0</sub>					Katyonlar (me L <sup>-1</sup> ) S <sub>0</sub>				
	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	Σ	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Σ
0-10	94.31	26.70	6.50	2.30	129.81	101.74	0.60	28.62	0.15	131.10
10-20	89.60	32.45	4.00	0	126.05	99.50	0.92	22.19	0.84	123.45
20-30	129.32	34.15	3.47	0	166.94	132.17	0.54	28.82	5.63	167.16
Ortalama	104.41	31.10	4.66	0.77	140.93	111.14	0.68	26.54	2.21	140.57

Laboratuvarda tuz yıkaması için kullanılan kolon, 60 cm yüksekliğinde 20 cm genişliğinde kare şekilli, 2 mm'lik saçtan, sızdırmaz ve antipas boyası ile boyanmış metalden yapılmıştır. Ayrıca kolondan gerekli ölçümlerin yapılması için alınacak süzük

örneği için vakum pompası kullanılmıştır. Vakum pompası plastik hortumlarla kolondaki katmanlara bağlanmıştır. Yıkama kolonu şeması Şekil 2'de, kolon yıkama suyu özellikleri ise Çizelge 3'te verilmiştir.



Şekil 2. Laboratuvar ortamında tuzlu toprak yıkama kolonu şeması  
Figure 2. Saline soil leaching column scheme in the laboratory

Çizelge 3. Yıkama suyu içeriği  
Table 3. Leaching water content

Suda çözünebilir iyonlar										
Anyonlar (me L <sup>-1</sup> )					Katyonlar (me L <sup>-1</sup> )					Toplam
Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	Σ <sub>A</sub>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Σ <sub>K</sub>	Σ <sub>A+K</sub>
4.32	2.54	0.74	0.00	7.60	1.25	0.41	4.48	1.58	7.72	15.32

Tuz yıkama kolonuna araziden 30 cm derinlikten alınan bozulmamış toprak örneği konulmuştur. Laboratuvarda kolon yıkamaya geçmeden önce topraktaki çözünebilir tuzların toprak profili içerisinde çözünmeye başlaması, üniform bir şekilde

dağılması ve yıkama suyunun verilmesiyle birlikte bütün toprak katmanında daha iyi yıkama sağlanması amacıyla toprağa doygunluk suyu verilmiştir. Doygunluk suyu miktarı; toprağın hacmi (m<sup>3</sup>) ve porozite'nin (%) çarpımı ile hesaplanmıştır.

Hesaplanan doygunluk suyu miktarı kolona üstten yavaş yavaş verilerek suyun infiltre olması sağlanmıştır. Doygunluk suyunun alttaki süzük alma yerinden damlaların görülmesiyle birlikte yıkama suyu kolona üstten eşit miktarda olacak şekilde verilmeye başlanmıştır. Profil katmanlarından alınan süzük örneklerinden, toprakta tuz oluşumunun da rol oynayan  $Cl^-$  ve  $SO_4^{2-}$  iyonlarının IC okuması yapılmıştır.

### 2.1. Tuz taşınım modeli parametresinin belirlenmesi

Toprak gözeneklerinde çözülmüş tuzların yıkama suyu ile ıslahının incelenmesi için, (1) kısmi türevli diferansiyel denkleminin analitik veya sayısal yöntemlerle çözümünün bulunması gerekir. Bunun için denklemin başlangıç ve sınır koşullarının belirlenmesi gerekmektedir. Toprakların yıkama sürecinde, kararsız rejim ortamında tuz taşınım sürecini tanımlayan, konvektif-difüzyon denkleminin ortalama - integral çözümü aşağıda gibi ifade olunmaktadır (Verigin ve ark.,1986):

$$\frac{S_\tau - S_w}{S_0 - S_w} = \varphi_2(\tau, \eta) = \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} x \left[ \frac{\sin^2(2h_n)}{2(h_n^2 + \eta^2 + \eta)} \right] \exp[2\eta - (h_n^2 + \eta^2)Fo] \quad (6)$$

Burada;

$$\tau = \frac{N_{ys}}{\theta \cdot L}, \quad \eta = \frac{L}{4\lambda}, \quad r = \sqrt{\frac{\eta}{\tau}}, \quad Fo = \frac{\tau}{\eta} \quad (7)$$

$$S(L, t) = L^{-1} \int_0^L C(x, t) dx, \quad N_{ys} = \frac{N}{Q}, \quad v = \frac{N_{ys}}{\theta \cdot t}, \quad \Xi = \frac{S_\tau - S_w}{S_0 - S_w} \quad (8)$$

$S_0$ ,  $S_\tau$ -yıkamadan önce ve sonra toprak gözeneklerindeki çözülmüş tuzların ortalama konsantrasyonu (me  $L^{-1}$ ),  $S_w$ -yıkama suyunun konsantrasyonu (me  $L^{-1}$ ),  $Q$ -yıkama kolonuna verilen su yüzey alanı ( $m^2$ ),  $L$ -kolon yıkama yüksekliği (m),  $\theta$ -porozite (gözeneklik) (%),  $t$ -yıkama süresi (gün),  $N$ -yıkama için verilen su ( $m^3$ ),  $N_{ys}$ -yıkama suyu normu (m) (Mikayilov, 2007).

$\varphi_2(\eta, \tau)$  fonksiyonlarının  $\eta$  ve  $\tau$  parametrelerinin tipik değerleri önceden hesaplanmıştır (Mikailov ve ark., 1985). Bu değerleri kullanılarak toprak gözeneklerinde tuz taşınım miktarını tahmin etmekle birlikte, ayrıca hidrokimyasal parametrenin de değerinin hesaplanması mümkündür.

Yıkama zamanı (5) ifadesi aşağıdaki biçimde ifade olunmaktadır:

Aşağıdaki eşitlik:

$$D = \lambda v \quad (9)$$

Burada;  $D$ -konvektif difüzyon parametresi [ $m^2 \text{ gün}^{-1}$ ],  $\lambda$ - dispersiyon (yayılma) parametresi (m),  $v$ -gözeneklerdeki su hızı [ $m \text{ gün}^{-1}$ ].  $\eta$  ve  $\tau$  parametrelerine bağlı olarak hesaplanan  $\lambda$  değerine göre  $D$  değeri hesaplanır. Hidrokimyasal parametrelerin geçerliliğinin belirlenmesi için yapılan sayısal işlemler Fortran VI paket programında yapılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Kolonda toprak yıkama sonucu tuz  $Cl^-$  ve  $SO_4^{2-}$  iyonlarının değerleri Çizelge 4 ve 5'te verilmiştir.

Çizelge 4. Kolon tuz yıkama değerleri  
Table 4. Colon salt leaching values

Kolon	Q ( $m^2$ )	L (m)	$\theta$ (%)	t (gün)	N ( $m^3$ )	$N_{ys}$ (m)	v ( $10^{-2} m \text{ gün}^{-1}$ )
	0.04	0.30	0.5233	1.2083	0.0123	0.3075	4.6830

Çizelge 5. Kolon tuz yıkama sonucu kolay çözünebilir anyonların değer girdileri  
Table 5. Value inputs of easily soluble anions as a result of column salt leaching

Kolon	Anyonlar	$S_w$	$S_0$	$S_t$	$\tau$	$\Xi$
		me $l^{-1}$			$\frac{N_{ys}}{\theta \cdot L}$	$\frac{S_\tau - S_w}{S_0 - S_w}$
	$Cl^-$	4.3210	104.4107	9.6557	1.9587	0.0533
	$SO_4^{2-}$	2.5430	31.0983	4.1143	1.9587	0.0550

Cl<sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>=</sup> iyonları için elde edilen  $\lambda$  ve  $D$  parametreleri hesaplanarak Çizelge 6'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; hidrokimyasal dispersiyon parametresi ( $\lambda$ ), Cl<sup>-</sup> iyonu için  $9.26 \cdot 10^{-2}$  m; SO<sub>4</sub><sup>=</sup> iyonu için ise  $9.60 \cdot 10^{-2}$  m olarak hesaplanmıştır.

Konvektif difüzyon parametresi ( $D$ ) değerleri ise Cl<sup>-</sup> iyonu için  $4.51 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup> gün<sup>-1</sup>; SO<sub>4</sub><sup>=</sup> iyonu için ise  $4.67 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup> gün<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

Çizelge 6. Kolon yıkamada  $\lambda$  ve  $D$  değerleri  
Table 6.  $\lambda$  and  $D$  values in column leaching

	Anyonlar	Parametre değerleri
Hidrokinamik dispersiyon parametresi ( $\lambda$ ), (10 <sup>-2</sup> m)	Cl <sup>-</sup>	9.260
	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	9.600
Konvektif difüzyon parametresi ( $D$ ), (10 <sup>-3</sup> m <sup>2</sup> gün <sup>-1</sup> )	Cl <sup>-</sup>	4.505
	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	4.672

Kolon yıkamada hesaplanmış parametre değerleri Çizelge 7'de, okuma sayısı değerleri ise Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 7. Kolon yıkamada hesaplanmış  $\lambda$  ve  $D$  parametre değerleri  
Table 7. Calculated  $\lambda$  and  $D$  parameter values in column leaching

	Porozite	Yıkama suyu normu	Yıkama süresi	Yıkama suyu konsantrasyonu	Toprağın 0-30 cm katmanında mevcut ortalama Anyon konsantrasyonu		
					Yıkamadan önceki	Yıkamadan sonraki	
	$\theta$	$N_{ys}$	T	$S_w$	$S_0$	$S_t$	
Anyonlar	%	m	gün		me L <sup>-1</sup>		
Kolon	Cl <sup>-</sup>	0.5233	0.3075	1.20833	4.3210	104.4107	9.6557
	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	0.5233	0.3075	1.20833	2.5430	31.0983	4.1143

Çizelge 7. Devamı  
Table 7. Continue

	[7]-[9]Nolu denklemin çözümünün Parametresi	Boyutsuz ortalama konsantrasyon	Dispersiyon parametresi	Difüzyon parametresi	
					$\tau = \frac{N_{ys}}{\theta \cdot L}$
Anyonlar		m	m <sup>2</sup> ·gün <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> ·gün <sup>-1</sup>	
Kolon	Cl <sup>-</sup>	1.9587	0.0533	9.2600	4.5050
	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	1.9587	0.0550	9.6000	4.6720

Çizelge 8. Okuma sayısı değerleri  
Table 8. Readings values

No	$\theta$	$N_{ys}$	t	L	v	$\tau$	$\eta$	$\Theta Pr$
8099	0.523	0.307	1.21	0.30	0.048	1.959	0.809	0.053
7809	0.523	0.307	1.21	0.30	0.048	1.959	0.780	0.055

Çizelge 8. Devamı  
Table 8. Continue

No	$\Theta Ek$	Z2	$\lambda$	D	$S_0$	$S_t$
8099	0.053	0.0001	0.092	0.0045	104.41	9.655
7809	0.055	0.000095	0.096	0.0046	31.09	4.114

#### 4. Sonuç

Tuz taşınım probleminin çözümünün pratikte kullanılabilirliği ve güvenilirliği önemli ölçüde modelin parametrelerinin hassas bir şekilde belirlenmesine bağlıdır. Tuz taşınım modelinin hidrokimyasal parametrelerinin tespit yöntemleri çoğu zaman “ters problemin” (modelin parametrelerinin belirlenmesi) çözümü esasında gerçekleştirilir. Elde edilen klor ve sülfat değerlerin birbirine yakın çıkması arazi şartlarının yıkama da önemli bir etken olacağı öngörülmektedir.

Laboratuvar koşullarında kolon için hesaplanmış  $\lambda$ , D ve v parametreleri optimize edilerek, toprak-su-tuz rejiminin tahmininin yapılmasına ve bu tahminlerin büyük ölçekli tuzlu arazilerin yıkanmasında ve ıslahında kullanılabilir. Bu da su kaynaklarının daha verimli kullanılmasına ve ıslah maliyetiyle birlikte zaman tasarrufuna da önemli katkı sağlayacaktır. Ayrıca, hidrokimyasal parametrelerin belirlenmesi, yıkanan arazilerin su-tuz dengesinin düzenlenmesinde de gerekli olmaktadır.

#### Kaynaklar

- Aydarov, I.P., 1985. Regulation of water salt and nutrient regime of irrigated soils. Moscow, Press Agropromizdat, 304 p. ( in Russian).
- Aydarov, I.P., Korol'kov A.I., Khachatur'yan V.K., 1988. Calculation of water-salt regime of soils. Pochvovedenie, 5: 62-69.
- Bear, J., 1972. Dynamics of fluid in porous media. Elsevier Science, New York, 764 p.

- Collins, R.E., 1961. Flow of fluids through porous materials. New York, Reinhold Publishing Corp, 270 p.
- DSİ Genel Müdürlüğü, 4. Bölge Müdürlüğü, 2014. Aksaray Üniversitesi Kampüs Alanı Planlama Arazi Sınıflandırma ve Drenaj Raporu. Konya, Türkiye, 1601, 14s.
- Dursun, S.A., 2017. Tuzlu-sodyumlu-borlu toprakların ıslahı ve matematiksel modellenmesi. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 49-55s, Konya.
- Ekberli, İ., Gülser, C., Bayraklı, F., 2001. Sulanan toprakta hidrokimyasal dispersiyon parametresinin tayini. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16 (1): 21-26.
- FAO, 2008. <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush>, Land and plant nutrition management service, (erişim tarihi: 2008).
- Mikayilov, F.D., 1981. Method of lines in the solution of one-dimensional equation for salt diffusion in the soil in the absence of evaporation and water movement. Izv. Akad. Nauk Azerb. SSR, Ser. Biol. Nauk, 3: 117-120.
- Mikayilov, F.D., Azizov, K.Z., 1985. Determination of the hydrochemical parameter of salt transfer during the leaching of water-saturated saline soils. Pochvovedenie, 5: 84-90.
- Mikayilov, F.D., 2007. Determination of salt-transport model parameters for leaching of saturated superficially salted soils. Eurasian Soil Science, 40 (5): 544-554.
- Pachepsky, Y.A., 1990. Mathematical models of physico-chemical processes in soils. Nauka, Moscow, Russian.
- Shein, E.V., Arkhangel'skaya, T.A., Goncharov, V.M., et al., 2001. Field and laboratory methods of studying the physical properties and regimes of soils. Mosk. Gos. Univ., Moscow, (in Russian).

- Shein, E.V., 2005. Course of Soil Physics. Mosk. Gos. Univ., Moscow, Russian.
- Sönmez, B., 2011. Çorak toprakların ıslahı ve yönetimi. Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim, 134: 52-56.
- Vaksman, E.G., Mironenko, E.V. and Pachepsky, Y.A., 1981. Method of determining salt-transfer parameter under leaching. Gidrotehnika i Melioratsiya, 11: 83–84.
- Verigin, N.N., 1953. Some Chemical Hydrodynamics Problems of Interest for Land Reclamation and Hydraulic Engineering. Izv. Akad. Nauk, SSSR, 7: 1369–1382.
- Verigin, N.N., 1979. Toprakların ve Taban Sularının Tuz Rejiminin Tahminin Metotları. (Rusça), Moskova, 336p.
- Verigin, N.N., Azizov, K.Z. and Mikayilov, F.D., 1986. Effect of boundary conditions in the simulation of salt transfer in soils under leaching. Pochvovedenie, 6: 67–73.





**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.745891

## Influence of Zn seed priming and coating on germination and seedling growth in wheat

Mohaned Mohammed Ali Mohammed\*, Erkut Pekşen

Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, University of Ondokuz Mayıs, 55270, Samsun, Turkey

\*Sorumlu yazar/corresponding author: mohanedali6224@gmail

Geliş/Received 31/05/2020

Kabul/Accepted 03/06/2020

### ABSTRACT

In this study, the effect of seeds priming (2.5 and 5 mM) and coating (1.5, 2.5 and 5 g Zn/kg seeds) on early growth stages of two wheat varieties showing difference for their seed Zn contents (Imam with average 29 mg/kg Zn and Altındane 25.5 mg/kg Zn) on germination and seedling growth parameters were determined under controlled-growth chamber conditions 20-25°C and 70% RH. In each treatment, 25 seeds were placed into Petri dishes to determine seed germination and sown into pots containing 700 g alluvial soil with low Zn content to monitor seedling growth for 21 days using three replications. The results revealed that seed priming with Zn, particularly high dose (5 mM) had relatively positive impact on seed germination, mean germination time and seedling growth parameters when compared with low Zn dose (2.5 mM) and hydropriming in both two wheat varieties. Seed coating with Zn, particularly with low Zn concentration (1.5 g Zn/kg seeds) and in Altındane with less Zn content, has shown good respond and improved seed germination parameters in comparison with untreated seeds for both wheat varieties. In conclusion, Zn seed priming and coating had more evident effects on germination and seedling growth parameters in variety with low Zn content compared with high one. The lowest concentration of seed coated with Zn of 1.5 g Zn/kg seeds had positive impact on wheat seedlings growth as well as it has low cost and safe to prevent of environment pollution.

**Keywords:**  
Wheat  
Germination  
Zn seed priming  
Zn seed coating  
Seedling growth

**Ekim öncesi tohumlara Zn ile ön uygulama ve tohum kaplamanın buğdayda çimlenme ve fide gelişimine etkileri**

### ÖZET

Bu çalışmada, Zn ile tohum ön uygulamaları (2.5 ve 5 mM) ve tohum kaplamanın (1.5, 2.5 ve 5 g Zn/kg tohum), çinko içerikleri bakımından farklılıklar gösteren Imam (29 mg/kg Zn) ve Altındane (25.5 mg/kg Zn) buğday çeşitlerinde erken büyüme dönemlerinde, tohumların çimlenmesi ve fide büyüme parametreleri üzerine etkileri 20-25°C sıcaklık ve %70 oransal neme sahip kontrollü büyüme odası koşullarında belirlenmiştir. Her uygulamada, tohum çimlenmesini belirlemek için petri kaplarına ve 21 gün boyunca fide büyümesini izlemek için düşük Zn içeriğine sahip 700 g alüvyonlu toprak içeren saksılara üç tekrarlamalı olarak 25'er tohum ekilmiştir. Sonuçlar, düşük dozda (2.5 mM) Zn ile tohum ön uygulama ve destile su ile tohum ön uygulama işlemleriyle karşılaştırıldığında, Zn ile özellikle yüksek dozda (5 mM) tohum ön uygulama işleminin tohumların çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi ve fide büyümesi parametreleri üzerinde her iki buğday çeşidinde de olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Zn ile tohum kaplaması, özellikle düşük Zn konsantrasyonlu tohum kaplaması (1.5 g Zn/kg tohumlar) ve daha az Zn içeriğine sahip Altındane çeşidinde olmak üzere, her iki buğday çeşidinde de muamele edilmemiş tohumlara oranla daha iyi tepki vermiş ve çimlenme parametrelerinde artış göstermiştir. Sonuç olarak, tohumların ekim öncesi Zn ile ön uygulamaya ve kaplamaya tabi tutulması, düşük Zn içeriğine sahip çeşitte yüksek olana kıyasla çimlenme ve fide büyüme parametreleri üzerinde daha belirgin etkiye sahip olmuştur. En düşük oranda çinko ile tohum kaplama (1.5 g Zn/kg tohum) buğday fidelerinin gelişimi üzerine olumlu etkileri yanı sıra düşük maliyetli ve çevre kirliliğini önleme bakımından güvenli olmuştur.

**Anahtar kelimeler:**  
Buğday  
Çimlenme  
Zn ön uygulama  
Zn tohum kaplama  
Fide gelişimi

## 1. Introduction

Zn deficiency is common micronutrient deficiency occurrence both in crops and human being. Zn reserved in seed must be in adequate rate to sustain crop growth. Furthermore, high Zn content in grain has also positive effects on seed germination and seedling vigor (Welch, 1999; Cakmak, 2008). During the growth phase of crop, supply of Zn during the seed germination either comes from seed reserves or from soil. Therefore, sufficient grain reserves of Zn are essential for seed germination particularly in soils that are deficient in Zn (Rengel and Graham, 1995). Thus, this limitation of grain Zn content can be overcoming through variety of interventions and strategies (Stein, 2010), these include both agronomic and genetic biofortification of cereal crops.

Agronomic biofortification can be achieved by increasing soil Phyto availability or by application of Zn fertilizers (White and Broadley, 2011). Among Zn fertilization methods which deliver Zn to plant are seed priming and coating which are an economical and effective alternative to foliar and soil application (Farooq et al., 2012). Moreover, seed priming and coating are cost-effective as very small amount of Zn are sufficient to induce improvement in germination seeds (Singh and Usha, 2003). Seed priming known as soaking seeds in water or nutrient solution under determined time and conditions and drying back to their original weight have been shown to mitigate crop establishment and increase plant yield. Zn seed priming have proven obviously their effectiveness for improving seed germination and seedling growth in wheat (Harris et al., 2008; Rehman et al., 2015; Reis et al., 2018), rice (Prom-u-thai et al., 2012), maize (Ajouri et al., 2004; Muhammad et al., 2015) and soybean (Goiba et al., 2018). Furthermore, grain yield and stress tolerance have been significantly improved via Zn primed seeds in various crops under different growth conditions (Yilmaz et al., 1997; Slaton et al., 2001; Ajouri et al., 2004; Harris et al., 2007; Imran et al., 2013; Bradáčová et al., 2016).

Seed coating is another cost-effective and efficient of seed treatment method for delivery mineral nutrients by adhering them to the seed surfaces using a sticky substance to increase seed performance (Freeborn et al., 2001). The term of seed coating is used to denote the application of a useful material(s) to the seed without changing its general size and shape (Taylor and Harman, 1990). Macro- and micronutrients have been applied to seed in seed coating and revealed positive effects to improve early plant growth (Scott and Archie, 1978; Scott et al., 1987). However, seed coating has effectively improved production of many crops like barley (Zeļonka et al., 2005) and rice (Tavares et al., 2012). In wheat seed coating with Zn, seed germination, seedling growth and tissue Zn content increases in comparison with uncoated seeds (Rehman and Farooq, 2016). There is limited information to the quantity of Zn

fertilizers that can be applied effectively to seeds without injury to the germination seeds. Therefore, the main aim of this work was to study the effect of different Zn concentrations applied through seed priming and coating on seed germination and seedling growth of two wheat varieties different in their Zn content under controlled growth condition.

## 2. Materials and Methods

### 2.1 Source of Wheat Varieties

Two wheat varieties, Imam and Altındane, were used in the experiments. Imam variety, which has average grain Zn concentration of 29 mg/kg and where commonly cultivated in deficit-stressed water areas in the north part of Sudan, was obtained from Agricultural Research Corporation (ARC), Wad Madani, Sudan. Turkish variety Altındane, which has average grain Zn concentration of 25.5 mg/kg and commonly grown in Samsun province, was supplied from Black Sea Agricultural Research Institute.

### 2.2 Strategies of Zn Application

The treatments of this experiment are shown in Table 1.

Table 1. Treatments in the germination and seedling growth experiments conducted under controlled conditions

*Çizelge 1. Kontrollü koşullar altında yürütülen çimlenme ve fide gelişimi denemelerindeki uygulamalar*

Treatments	Zn concentrations
Control (untreated seeds)	0
Hydropriming (HP)	0
Seed priming	2.5 mM
Seed priming	5 mM
Seed coated with Arabic Gam (5%)	0
Seed coating	1.5 g/kg seed
Seed coating	2.5 g/kg seed
Seed coating	5 g/kg seed

#### 2.2.1 Seed priming

Seeds were soaked in distilled water for hydropriming and in 2.5 and 5 mM aerated solution of Zn for 12 h at 25°C, in the dark for Zn priming. Aeration of the solutions was provided with a simple aquarium pump (Figure 1a). After priming duration ended, the primed seeds were washed thoroughly with distilled water and allowed to dry back to their original moisture content of 12% at room temperature.

### 2.2.2 Seed coating

Initially, seeds of wheat varieties were weighted before coated with zinc sulphate ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ). Then,  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  finely grinded ( $150 \mu m$ ) and Zn solutions were prepared at rates of 1.5, 2.5 and 5 g Zn/kg seeds. Finely grinded of zinc sulphate mixed with Arabic Gam (AG) solution (5%, w.v) (Figure 1b) for 5 min to improve retention of Zn applied to seeds. Subsequently,

seeds were soaked in resulted slurry (solution Arabic Gam + Zn) and incorporated sufficiently for 5 min and kept drying for the constant weight. The weight of applied coating material was determined by difference between the weight of dry coated seeds (Figure 1c) and weight of the raw seeds. Due to the adhesive substance incorporated with the coating was generally less than 5% of the weight micronutrient (Zn), therefore, weight of AG was negligible and it was discharged.



Figure 1. Priming process (a), Arabic Gam (adhesive substance) (b) and coated seeds (c)  
 Şekil 1. Priming işlemi (a), Arap zamkı (yapışkan madde) (b) ve kaplanmış tohumlar (c)

### 2.3 Germination and Seedling Emergence Conditions

This experiment was established to study the effect of Zn seed coating and priming on seed germination parameters at early growth stage under growth controlled-condition temperature at 20-25°C and 70% RH. The treatments of this experiment have been showed in Table 1. 25 seeds of each treatment were sown in pot containing 700 g alluvial soil with low Zn content for 21 days using three replications. Before sowing and depending to soil analysis, basal fertilizer was applied; phosphorus 75 mg/kg soil, nitrogen 100 mg/kg soil and potassium 25 mg/kg soil as  $P_2O_5$ , urea and  $K_2SO_4$ , respectively. After sowing, the pots were irrigated by 70% of water holding capacity until 7<sup>th</sup> day of seedling growth. The germination was monitored and the number of seedlings was determined daily based on standard germination test (ISTA, 2015). The seeds were considered as normal seedling when the radicle presented about 2 mm.

### 2.4 Seed Germination Test

In each treatment, 25 seeds were placed into Petri Dishes to determine seed germination rate (GP) and mean germination time (MGT) using three replications. The germinated seeds for each Petri dish were counted daily for 7 days. Then, the germination percentage was calculated at the 7<sup>th</sup> day. The germination percentage (GP) and mean germination time (MGT) were

calculated according to the following equation (Zhang et al., 2007).

Germination percentage (GP) =  $100 \times (\text{No. of germinated seeds} / \text{No. of total seeds})$

Mean germination time (MGT) =  $\frac{\sum (G_t \times T_t)}{\sum G_t}$

Where  $G_t$  is the number of germinated seeds on day  $t$ ,  $T_t$  is time corresponding to  $G_t$  in days. Seedling vigor index after 7 days was calculated according to formula (Salah et al., 2015).

### 2.5 Measurement of Seedling Growth Parameters

As in the germination test, 25 seeds were sown into pots containing 700 g alluvial soil with low Zn content to monitor seedling growth for 21 days using three replications. At the end of the 21<sup>st</sup> days, five seedlings from each pot were selected, rooted and washed with distilled water and their roots and shoots fresh weight and dry mater were determined after oven-drying for 48 hours at 70°C.

### 2.6 Experimental Design and Data Analysis

The experimental design used in this study was a completely randomized design with 48 treatments including 8 levels of Zn and two wheat varieties with three replications. Data analysis was performed with JMP software program and significant differences among mean values were assessed using Fisher's least

significant differences (LSD) test at 0.01 probability level.

### 3. Results

The germination percentage (GP) and mean germination time (MGT) were significantly influenced by Zn treatments of seed priming and coating. Among

Zn application methods, seed coating with 1.5 g Zn recorded the highest GP and lowest MGT among other Zn treatments in Imam variety (Table 2). Generally, seed coating and priming with Zn revealed remarkable increase in germination percentage and improved seedling growth in all Zn concentrations in comparison with untreated seed and hydropriming respectively and for both varieties (Figure 2).

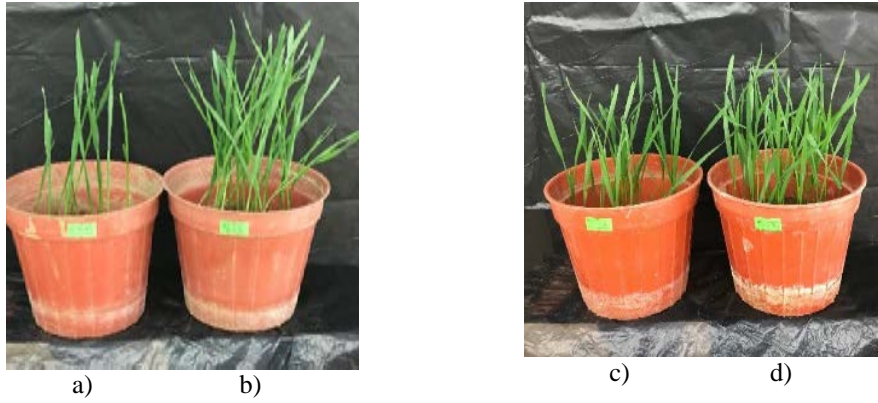


Figure 2. Effects of priming and coating of wheat seeds with Zn on seedling growth. Seedlings from untreated seeds (a) and coating with 1.5 g Zn (b), hydropriming (c) and priming with 5 mM Zn (d)

Şekil 2. Buğday tohumlarının Zn ile priming uygulaması ve kaplanması fide büyümesi üzerine etkileri. Uygulama yapılmayan tohumlardan (a), 1.5 g Zn ile kaplanan tohumlardan (b), hidropriming işleminden (c) ve 5 mM Zn ile kaplanan tohumlardan (d) elde edilen fideler

Table 2. Effects of Zn treatments on germination percentage (GP) and mean germination time (MGT) in wheat

Çizelge 2. Buğdayda çimlenme yüzdesi (GP) ve ortalama çimlenme süresi (MGT) üzerine Zn uygulamalarının etkileri

Zn treatments	GP (%)		Mean	MGT (days)		Mean
	Imam	Altındane		Imam	Altındane	
Control	77.7 e	78.6 e	78.1 e	5.5 a	6.2 a	5.7 a
Hydropriming	78.0 e	92.0 a	85.0 d	4.4 c	4.3 e	4.4 d
Seed priming (2.5 mM)	78.0 e	93.0 a	85.5 cd	4.4 c	4.8 cd	4.6 c
Seed priming (5 mM)	85.4 cd	90.7 ab	88.0 bc	4.5 bc	4.3 e	4.5 cd
Seed coating with Arabic Gum	80.4 e	79.7 e	80.0 e	4.7 b	5.0 bc	4.9 d
Seed coating (1.5 g Zn/kg seed)	92.0 a	91.4 ab	91.5 a	3.6 e	4.6 de	4.1 e
Seed coating (2.5 g Zn/kg seed)	88.0 bc	89.7 ab	88.8 b	3.9 d	5.0 bc	4.5 cd
Seed coating (5 g Zn/kg seed)	89.0 ab	84.4 d	87.0 bcd	3.8 de	5.2 b	4.5 cd
Mean	83.5 b	87.4 a		4.4 b	4.9 a	
CV%	2.5			3.2		
LSD	3.6			0.25		
P value	Zn	**		**		
	V	**		**		
	Zn×V	**		**		

Means followed by different letters are statistically different. \*\*: significant at P<0.01

Seed coated with 1.5, 2.5 and 5 g Zn/kg seed in comparison with untreated seeds (control) enhanced seed germination with 18, 13 and 14% in Imam variety and with 16, 14 and 7% in the Altındane variety, respectively. While in comparison with hydropriming,

seed priming particularly with 5 mM had better germination for both varieties, especially for Imam variety which improved germination percentage with 10%. Moreover, Altındane variety hasn't show any significant difference between seed priming with Zn and



hydropriming. In both varieties seeds which treated with Zn priming and coating, lower mean MGT were determined in comparison with untreated seed and hydropriming. Furthermore, seed coating in all Zn concentration with 1.5, 2.5 and 5 g achieved important differences and less MGT by 3.6, 3.9 and 3.8 days were noted, respectively when compared with untreated seeds 5.5 days in Imam variety. The lowest dose of seed coating (1.5 g) took less time (4.6 days) to complete its MGT and the higher doses than 1.5 g Zn/kg caused more MGT in comparison with seed coating with

Arabic Gam (5 days) in Altundane variety. However, in case of seed priming, hydroprimed seeds (HP) have showed relatively decreasing in MGT and were less than those primed with Zn in both wheat varieties (Table 2). Moreover, fresh roots and shoots were significantly affected by Zn application, variety and their interaction (Table 3). Compared with HP and untreated seeds, seed priming and coating significantly improved seedling root shoot length, fresh and dry weight for both wheat varieties (Figure 3).

Table 3. Effects of Zn treatments on fresh weight of roots and shoots in wheat

Çizelge 3. Buğdayda kök ve sürgün taze ağırlığı üzerine Zn uygulamalarının etkileri

Zn treatments	Fresh roots weight (mg)		Mean	Fresh shoots weight (mg)		Mean
	Imam	Altundane		Imam	Altundane	
Control	80.0 g	110.0 f	95.3 e	120.0 f	156.6 c	139.0 e
Hydropriming	90.0 g	121.0 cde	105.0 d	124.0f	178.6 b	151.0 d
Seed priming (2.5 mM)	113.6 ef	128.0 bc	120.0 bc	146.0 d	177.0 b	161.8 c
Seed priming (5 mM)	116.0 cdef	133.0 b	125.0 ab	178.0 b	176.3 b	177.0 b
Seed coating with Arabic Gam	109.0 f	120.0 cdef	115.0 c	136.0 e	162.0 c	150.0 d
Seed coating (1.5 g Zn/kg seed)	114.6 def	146.0 a	130.6 a	180.0 ab	190.0 a	185.0 a
Seed coating (2.5 g Zn/kg seed)	121.0 cde	126.6 bc	124.0 ab	172.0 b	179.0 b	176.0 b
Seed coating (5 g Zn/kg seed)	112.4 ef	126.0 bcd	119.0 bc	172.0 b	172.0 b	172.6 b
Mean	107.3 b	126.5 a		154.0 b	174.0 a	
CV%	6			3.5		
LSD	11.8			9.7		
P value	Zn	**		**		
	V	**		**		
	Zn×V	**		**		

Means followed by different letters are statistically different. \*\*: significant at P<0.01

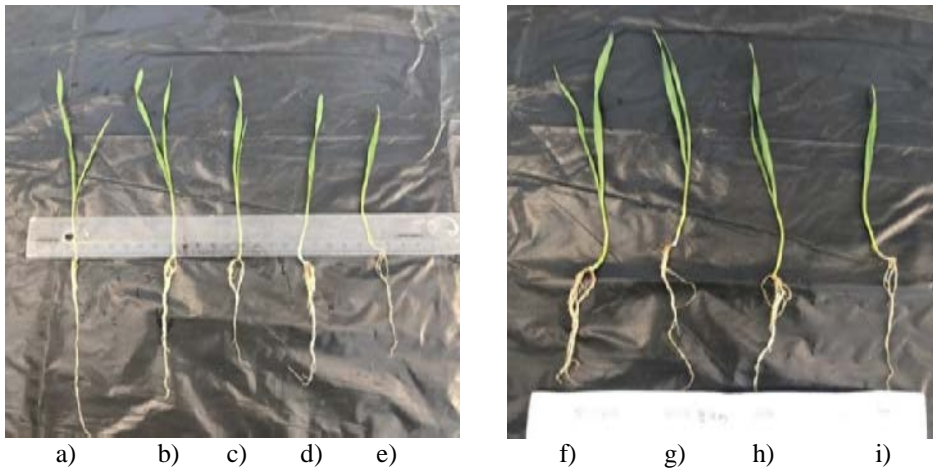


Figure 3. Effects of priming and coating of wheat seeds with Zn on shoots and roots length. Seedlings from seed coating with 5, 2.5 and 1.5 g Zn (a, b and c), hydropriming (d and h), untreated seeds (e and i), seed priming with 5 and 2.5 mM Zn (f and g)

Şekil 3. Buğday tohumlarının Zn ile priming uygulaması ve kaplanması sürgün ve kök uzunluğu üzerine etkileri. 5, 2.5 and 1.5 g Zn ile kaplanan tohumlardan (a, b ve c), hidropriming işleminden (d ve h), uygulama yapılmayan tohumlardan (e ve i), 5 ve 2.5 mM Zn ile kaplanan tohumlardan (f ve g) elde edilen fideler

In Imam variety, seed coating with 1.5, 2.5 and 5 g Zn had positive effect on all growth seedling parameters and enhanced root fresh 44, 51 and 40%, shoot fresh 50, 43 and 43% (Table 3), root length 23.34 and 28%, shoot

length 26.5, 13 and 20% (Table 4), root dry weight 43, 40 and 54% and shoot dry weight 38, 26 and 23%, respectively when compared with untreated seeds (Table 2). On the other hand, Altındane variety had shown significant results in Zn seed coated in all concentration, particularly low dose of 1.5 g Zn where

improved and increased roots and shoots fresh weight, root and shoot length and roots and shoots dry weight by 33 and 21, 31 and 26%, and 22 and 25%, respectively in compared with untreated seeds (Table 3, 4 and 5, respectively).

Table 4. Effects of Zn treatments on length of roots and shoots in wheat  
Çizelge 4. Buğdayda kök ve sürgün uzunluğu üzerine Zn uygulamalarının etkileri

Zn treatments	Root length (cm)		Mean	Shoot length (cm)		Mean
	Imam	Altındane		Imam	Altındane	
Control	8.6 e	8.6 e	8.6 b	15.0 de	15.0 de	15.0 d
Hydropriming	11.0 abc	11.0 ab	11.0 a	14.0 e	17.7 ab	16.0 cd
Seed priming (2.5 mM)	11.0 abc	11.0 abc	11.0 a	18.0 ab	17.0 bc	17.5 b
Seed priming (5 mM)	9.6 de	12.3 a	11.0 a	17.0 bc	17.3 bc	17.1 b
Seed coating with Arabic Gam	10.0 cde	10.3 bcd	10.3 a	17.3 bc	16.0 cd	16.6 bc
Seed coating (1.5 g Zn/kg seed)	10.6 bcd	11.3 abc	11.0 a	19.0 a	19.0 a	19.0 a
Seed coating (2.5 g Zn/kg seed)	11.6 ab	10.0 bc	10.8 a	17.0 bc	16.0 cd	16.5 bc
Seed coating (5 g Zn/kg seed)	11.0 abc	10.3 bcd	10.6 a	18.0 ab	15.3 de	16.6 bc
Mean	10.5	10.6		16.9	16.5	
CV%	8.6			5.5		
LSD	1.5			1.5		
P value	Zn	ns			**	
	V	**			ns	
	ZnxV	*			**	

Means followed by different letters are statistically different. \*: significant at P<0.05, \*\*: significant at P<0.01, ns: non-significant

Table 5. Effects of Zn treatments on dry weight of roots and shoots in wheat  
Çizelge 5. Buğdayda kök ve sürgün kuru ağırlığı üzerine Zn uygulamalarının etkileri

Zn treatments	Root dry weight (mg)		Mean	Shoot dry weight (mg)		Mean
	Imam	Altındane		Imam	Altındane	
Control	7.3 f	10.3 e	8.6 b	14.0 g	16.4 f	15.2 e
Hydropriming	10.3 e	11.0 cde	10.6 c	13.3 g	18.6 bcd	16.0 de
Seed priming (2.5 mM)	11 cde	120. abc	11.5 b	17.0 ef	17.0 ef	17.0 cd
Seed priming (5 mM)	13.2 a	11.6 bcd	12.3 a	19.0 bc	18.7 bcd	18.8 b
Seed coating with Arabic Gam	10.6 b	10.6 de	10.6 c	14.3 g	16.4 f	15.3 e
Seed coating (1.5 g Zn/kg seed)	10.4 e	12.6 ab	11.5 b	19.3 ab	20.6 a	20.0 a
Seed coating (2.5 g Zn/kg seed)	10.2 e	10.6 de	10.5 c	17.6 cdef	17.7 cdef	17.6 c
Seed coating (5 g Zn/kg seed)	11.3 cde	12.0 abc	11.6 b	17.3 def	18.0 bcde	17.6 c
Mean	16.5 b	18.0 a		16.9	16.5	
CV%	6.4			5.2		
LSD	1.1			1.5		
P value	Zn	**			**	
	V	**			**	
	ZnxV	**			**	

Means followed by different letters are statistically different. \*\*: significant at P<0.01

Furthermore, in comparison with HP with 5 and 2.5 Mm had displayed significant influence through enhanced the weight of root fresh (29 and 23%), shoot fresh (19 and 14 %) shoot length (21 and 28 %) and shoot dry matter (42 and 27 %) in Imam variety. Among seed treatments, seed coating by 1.5 g Zn/kg seed using  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  gave the highest seedling fresh root and shoot weight, root and shoot length (Table 3, 4 and 5). Altindane was the superior than Imam variety for fresh root and shoot weight (Table 3), dry root and shoot weight (Table 5), while they weren't statistically different for root and shoot length (Table 4). Across varieties, Altindane have shown higher weight for root and shoot fresh by 126.5 and 174 mg than that of Imam variety (107.3 and 154 mg, respectively) (Table 3).

#### 4. Discussion

Zn concentration of seed is essential and remarkable element for seed germination and during the early establishment phase, particularly when seeds sown in Zn deficient soil. Many previous studies had displayed the value of Zn sufficient seeds for seed vigor based on seed germination and seedling height (Welch, 1999; Cakmak, 2008).

The results of this study showed that seed priming with Zn high dose (5 mM) had relatively positive impact on seed germination and seedling growth parameters when compared with low Zn dose (2.5 mM) and hydropriming of two wheat varieties. Similarly, seed primed with 5 or 10 mM  $ZnSO_4$  generally mitigate the germination of barley seeds (Ajouri et al., 2004). On the other hand, seed priming with Zn up to 5 mM significantly enhanced seed growth, germination rate and dry weight of rice (Todeschini et al., 2011; Cambrollé et al., 2012; Prom-u-thai et al., 2012). Furthermore, several authors have described positive response to seed priming with Zn in seed germinating (Johnson et al., 2005; Mohsin et al., 2014; Reis et al., 2018).

Seed priming with  $ZnSO_4$  was very cost-effective in wheat and have widely applied and adopted by farmers for various crops like wheat. However, many results have shown that use seeds with adequate Zn concentration could increment grain Zn content, germination rate and increase yield in wheat (Yilmaz et al, 1997; Reis et al, 2018), maize (Ajouri et al., 2004; Harris et al., 2007) and chickpea (Johnson et al., 2005; Hidoto et al., 2017). And the data from this study confirmed that the seed priming with Zn is an effective way to increase germination rate particularly with high Zn concentration (5 mM) in variety with low Zn content. Seedling from seed primed with water are known as hydropriming and to take less time to emergence and grow vigorously than those from non-primed seeds (Ajouri et al, 2004; Arif, 2005; Rashid et al., 2002).

The data in Table 3 follow this pattern, but seed primed with 2.5 Mm in Imam variety and 5 Mm in Altindane variety have taken the same time to complete MGT in comparison with HP. In present research work, Zn seed priming advanced all seedling growth parameters and has shown significant results particularly in Imam variety. On the other hand, seeds of Altindane variety have observed less responds Zn priming that might be return to that enough grain Zn content of this variety in comparison with low or medium Zn seed content or due to genetic variation.

However, the results of this research also showed that seed coating with Zn has observed good respond and revealed important results for all seed germination parameters in comparison with untreated seeds for both wheat varieties particularly variety with less Zn content (Altindane variety). This result clearly indicates to that seed coating with Zn could have more effective influence when applied to variety with low Zn content rather than those have sufficient Zn content. As indicated above, coated seed with 1.5 g Zn/kg seed had shown a slightly improvement in seed germination when compared to other concentrations and untreated seeds. Rehman and Farooq (2016) pointed out seed coated with Zn improves the seedling weight due to better root and shoot growth. Similarly, Zn coated seed make the nutrient available during the early establishment phase of seed germination and that led to faster the seedling growth (Taylor and Harman, 1990). Moreover, seed coated with the highest dose of Zn 5 g/kg seed had a deleterious effect on seed emergence and seedling growth for both varieties, especially in Altindane variety. Nevertheless, previous studies have noticed the same results reported by Dirginčiūtė-Volodkienė and Pečiulytė (2011) and Rehman and Farooq (2016), where that accumulation Zn at high concentration may induce Zn toxicity, which may affect plant growth.

#### 5. Conclusions

Seed priming in Zn containing solution and seed coating with Zn are simple and practical way to enhance seed Zn prior to sowing and contribute to better seedling growth. Moreover, seed with high Zn content can ameliorate seed germination, seedling vigor, sustain crop growth and stress tolerance particularly in Zn deficient soil. There was large difference between wheat varieties in term of the response to Zn priming and coating, the effectiveness was more pronounced in variety accumulated low Zn content than that have high. Seed priming with Zn was an effective way to increase germination rate and improve seedling growth, particularly with high Zn concentration (5 mM) in comparison with low rate and hydropriming. Moreover, Zn coated seed with more than 1.5 g Zn/kg seed had negative affect on seedling growth as high doses had depressed the germination and seedling growth.

Therefore, the lowest dose of Zn coating at the rate of 1.5 g Zn/kg seed is considered as completely economic and safely the for ecosystem.

## References

- Ajouri, A., Asgedom, H., Becker, M. 2004. Seed priming enhances germination and seedling growth of barley under conditions of P and Zn deficiency. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 167(5): 630-636.
- Arif, M., Ali, S., Shah, A., Javed, N., Rashid, A. 2005. Seed priming maize for improving emergence and seedling growth. *Sarhad J Agric.*, 21:239-243.
- Bradáčová, K., Weber, N.F., Morad-Talab, N., Asim, M., Imran, M., Weinmann, M., Neumann, G. 2016. Micronutrients (Zn/Mn), seaweed extracts, and plant growth-promoting bacteria as cold-stress protectants in maize. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 3(1): 19.
- Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: agronomic or genetic biofortification? *Plant and Soil*, 302(1-2): 1-17.
- Cambrollé, J., Mancilla-Leytón, J., Muñoz-Vallés, S., Luque, T., Figueroa, M. 2012. Zinc tolerance and accumulation in the salt-marsh shrub *Halimione portulacoides*. *Chemosphere*, 86(9): 867-874.
- Dirginčiutė-Volodkienė, V., Pečiulytė, D. 2011. Increased soil heavy metal concentrations affect the structure of soil fungus community. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 76(1): 27-33.
- Farooq, M., Wahid, A., Siddique, K.H. 2012. Micronutrient application through seed treatments: A review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12(1): 125-142.
- Freeborn, J.R., Holshouser, D.L., Alley, M.M., Powell, N.L., Orcutt, D.M. 2001. Soybean yield response to reproductive stage soil-applied nitrogen and foliar-applied boron. *Agronomy Journal*, 93(6): 1200-1209.
- Goiba, P.K., Durgude, A., Pharande, A., Kadlag, A., Chauhan, M., Nimbalkar, C. 2018. Effect of seed priming with iron and zinc on yield contributing parameters as well as the nutrient uptake of the soybean (*Glycine max*) in calcareous soil. *IJCS*, 6(2): 758-760.
- Harris, D., Rashid, A., Miraj, G., Arif, M. Shah, H. 2007. 'On-farm' seed priming with zinc sulphate solution-A cost-effective way to increase the maize yields of resource-poor farmers. *Field Crops Research*, 102(2): 119-127.
- Harris, D., Rashid, A., Miraj, G., Arif, M. Yunas, M. 2008. 'On-farm' seed priming with zinc in chickpea and wheat in Pakistan. *Plant and Soil*, 306(1-2): 3-10.
- Hidoto, L., Worku, W., Mohammed, H., Bunyamin, T. 2017. Effects of zinc application strategy on zinc content and productivity of chickpea grown under zinc deficient soils. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 17(1): 112-126.
- ISTA. 2015. International rules for seed testing Basserdorf, Switzerland: International Seed Testing Association.
- Imran, M., Mahmood, A., Römheld, V., Neumann, G. 2013. Nutrient seed priming improves seedling development of maize exposed to low root zone temperatures during early growth. *European Journal of Agronomy*, 49: 141-148.
- Johnson, S., Lauren, J., Welch, R., Duxbury, J. 2005. A comparison of the effects of micronutrient seed priming and soil fertilization on the mineral nutrition of chickpea (*Cicer arietinum*), lentil (*Lens culinaris*), rice (*Oryza sativa*) and wheat (*Triticum aestivum*) in Nepal. *Experimental Agriculture*, 41(4): 427-448.
- Mohsin, A., Ahmad, A., Farooq, M., Ullah, S. 2014. Influence of zinc application through seed treatment and foliar spray on growth, productivity and grain quality of hybrid maize. *J. Anim. Plant Sci*, 24(5): 1494-1503.
- Muhammad, I., Kolla, M., Volker, R., Günter, N. 2015. Impact of nutrient seed priming on germination, seedling development, nutritional status and grain yield of maize. *Journal of Plant Nutrition*, 38(12): 1803-1821.
- Prom-u-thai, C., Rerkasem, B., Yazici, A., Cakmak, I. 2012. Zinc priming promotes seed germination and seedling vigor of rice. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 175(3): 482-488.
- Rashid, A., Harris, D., Hollington, P., Khattak, R. 2002. *Prospects for saline agriculture*. Springer, 423-431.
- Rehman, A. Farooq, M. 2016. Zinc seed coating improves the growth, grain yield and grain biofortification of bread wheat. *Acta Physiologiae Plantarum*, 38(10): 238.
- Rehman, A., Farooq, M., Ahmad, R. Basra, S. 2015. Seed priming with zinc improves the germination and early seedling growth of wheat. *Seed Science and Technology*, 43(2): 262-268.
- Reis, S., Pavia, I., Carvalho, A., Moutinho-Pereira, J., Correia, C. Lima-Brito, J. 2018. Seed priming with iron and zinc in bread wheat: effects in germination, mitosis and grain yield. *Protoplasma*, 255(4): 1179-1194.
- Rengel, Z., Graham, R.D. 1995. Importance of seed Zn content for wheat growth on Zn-deficient soil. *Plant and Soil*, 173(2): 259-266.
- Salah, S.M., Yajing, G., Dongdong, C., Jie, L., Aamir, N., Qijuan, H., . . . Jin, H. 2015. Seed priming with polyethylene glycol regulating the physiological and molecular mechanism in rice (*Oryza sativa* L.) under nano-ZnO stress. *Scientific Reports*, 5: 14278.
- Scott, D., Archie, W. 1978. Sulphur, phosphate, and molybdenum coating of legume seed. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 21(4): 643-649.
- Scott, J., Jessop, R., Steer, R., McLachlan, G. 1987. Effect of nutrient seed coating on the emergence of wheat and oats. *Fertilizer Research*, 14(3): 205-217.
- Singh, B., Usha, K. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. *Plant Growth Regulation*, 39(2): 137-141.
- Slaton, N.A., Wilson, C.E., Ntamatungiro, S., Norman, R.J., Boothe, D.L. 2001. Evaluation of zinc seed treatments for rice. *Agronomy Journal*, 93(1): 152-157.
- Stein, A.J. 2010. Global impacts of human mineral malnutrition. *Plant and Soil*, 335(1-2): 133-154.
- Tavares, L.C., Rufino, CdA., Dörr, C.S., Barros, A.C.S.A., Peske, S.T. 2012. Performance of lowland rice seeds coated with dolomitic limestone and aluminum silicate. *Revista Brasileira de Sementes*, 34(2): 202-211.
- Taylor, A., Harman, G. 1990. Concepts and technologies of selected seed treatments. *Annual Review of Phytopathology*, 28(1): 321-339.
- Todeschini, V., Lingua, G., D'agostino, G., Carniato, F., Roccotiello, E., Berta, G. 2011. Effects of high zinc concentration on poplar leaves: a morphological and biochemical study. *Environmental and Experimental Botany*, 71(1): 50-56.
- Welch, R.M. 1999. Importance of seed mineral nutrient reserves in crop growth. *Mineral Nutrition of Crops*. Food Product Press. New York: 205-206.



- White, P.J., Broadley, M.R. 2011. Physiological limits to zinc biofortification of edible crops. *Frontiers in Plant Science*, 2: 80.
- Yılmaz, A., Ekiz, H., Torun, B., Gultekin, I., Karanlık, S., Bağcı, S., Cakmak, I. 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars grown on zinc deficient calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition*, 20(4-5): 461-471.
- Zeļonka L., Stramkale, V., Vikmane, M. 2005. Effect and after-effect of barley seed coating with phosphorus on germination, photosynthetic pigments and grain yield. *Acta Universitatis Latviensis*, 691: 111-119.
- Zhang, S., Hu, J., Zhang, Y., Xie, X., Knapp, A. 2007. Seed priming with brassinolide improves lucerne (*Medicago sativa* L.) seed germination and seedling growth in relation to physiological changes under salinity stress. *Australian Journal of Agricultural Research*, 58(8): 811-815.