

**Uludağ Üniversitesi**  
**ZİRAAT FAKÜLTESİ**

**Uludag University**  
**Faculty of Agriculture**

**ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**  
**ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ**

**The Journal of Agricultural**  
**Faculty of Uludag University**

**Cilt 32**

**Sayı 1**

**Volume**

**Number**

**2018**

# Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi

**Aşağıdaki veri tabanları tarafından taranmaktadır.**

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi - The Journal of Agricultural Faculty of Uludag University is abstracted/indexed by the databases below.



**CAB International**



**FAO AGRIS/CARIS**



**TR Dizin**

**Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Dergi Park kapsamında yer almakta, süreç yönetim ve alt yapı hizmetinden faydalanmaktadır.**

**DergiPark**  
AKADEMİK



# Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi

The Journal of Agricultural Faculty of Uludag University

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

Cilt / Volume: 32

Sayı /Number: 1

Yıl/Year: 2018

**ISSN 1301–3165**

Uludağ Üniversitesi  
Ziraat Fakültesi Adına

**Sahibi / Owner**

Prof. Dr. Uğur BİLGİLİ  
Dekan/Dean

**Baş Editör/Editor in Chief**

Doç. Dr. Hakan ÇELİK

**Alt Yayın Komisyonu - Konu Editörleri / Section Editors**

Doç. Dr. Hakan ÇELİK

Doç. Dr. Tolga TİPİ

Doç. Dr. Asuman CANSEV

Doç. Dr. Hayrettin KUŞÇU

Yrd. Doç. Dr. Ayşegül KUMRAL

Yrd. Doç. Dr. Kadir İLHAN

Yrd. Doç. Dr. Ekin SUCU

Araş. Gör. Dr. Gamze BAYRAM

Araş. Gör. Dr. Elvan ENDER

**Basım Yeri/Press**

Uludağ Üniversitesi Basımevi  
Bursa - 2018

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi yılda iki kez yayınlanan hakemli bir dergidir. Dergide yayınlanan tüm yazıların sorumluluğu yazarlarına aittir. Yayınlanan yazılar, yayıncının izni olmadan çoğaltılamaz. Yazılardan alıntı yapılması durumunda mutlaka referans gösterilmelidir. Dergimize yaptığınız atıflarda “**Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.**” kısaltması kullanılmalıdır.

The Journal of Agriculture Faculty of Uludağ University is a refereed journal biannually published. All rights to article published in this Journal are reserved by Agriculture Faculty of Uludağ University. Permission must be obtained for reproduction in whole or in part in any form.

The title of the journal should be cited as “**Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.**”

**İletişim/Contact**

Tel: 0224 294 14 07

Fax: 0 224 294 14 02

e-posta: [zfdergisi@uludag.edu.tr](mailto:zfdergisi@uludag.edu.tr)

<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

**Danışma Kurulu**  
**(Advisory Board)**

Prof.Dr. Süleyman TABAN	Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara, TÜRKİYE
Prof. Dr. Erdoğan GÜNEŞ	Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Ankara, TÜRKİYE
Prof. Dr. Mevlüt TÜRK	Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, TÜRKİYE
Prof. Dr. Mehmet AYÇİÇEK	Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, BİNGÖL, TÜRKİYE
Prof.Dr. Ece TURHAN	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Eskişehir, TÜRKİYE
Doç.Dr. Gölge SARIKAMIŞ	Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, ANKARA, TÜRKİYE
Doç.Dr. Zeliha GÖKBAYRAK	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale, TÜRKİYE
Doç.Dr. Ahmed A.K. Salama	Universitat Autònoma de Barcelona, Department of Animal and Food Sciences, Ruminant Research Group, SPAIN

# BU SAYIDA HAKEMLİK YAPAN ÖĞRETİM ÜYELERİ

(Scientific Advisory Board)

(Alfabetik Sıraya Göre/Alphabetical Order)

Akçura, Mevlüt	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Akıncı, Cuma	Dicle Üniversitesi
Akkuzu, Erhan	Ege Üniversitesi
Aktürk, Duygu	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Ayçiçek, Mehmet	Bingöl Üniversitesi
Candogan, Burak N.	Uludağ Üniversitesi
Cemal, İbrahim	Adnan Menderes Üniversitesi
Çınar, Aycan	Bursa Teknik Üniversitesi
Çamoğlu, Gökhan	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Çobanoğlu, Sultan	Ankara Üniversitesi
Demiroğlu Topçu, Gülcan	Ege Üniversitesi
Dağ, Birol	Selçuk Üniversitesi
Emeksiz, Faruk	Çukurova Üniversitesi
Gözel, Uğur	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Gündoğdu, K. Sulhi	Uludağ Üniversitesi
Katip, Aslıhan	Uludağ Üniversitesi
Kumral, N. Alper	Uludağ Üniversitesi
Kurt, Orhan	Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Mut, Zeki	Bozok Üniversitesi
Okur, Bülent	Ege Üniversitesi
Özmen, Selçuk	Düzce Üniversitesi
Saltalı, Kadir	Sütçü İmam Üniversitesi
Susurluk, İ. Alper	Uludağ Üniversitesi
Sönmez, Sahriye	Akdeniz Üniversitesi
Taşkın, Turgay	Ege Üniversitesi
Tezcan, Himmet	Uludağ Üniversitesi
Topal, Ali	Selçuk Üniversitesi
Topcuoğlu, Bülent	Akdeniz Üniversitesi
Türk, Mevlüt	Süleyman Demirel Üniversitesi
Ünver, Saime	Ankara Üniversitesi
Yılmaz, Güngör	Gaziosmanpaşa Üniversitesi



# İçindekiler / Contents

## ARAŞTIRMA MAKALELERİ (Research Articles)

- Türkiye’de Canlı Hayvanlar ve Hayvansal Ürünlerin Dış Ticaret Yapısının Analizi**  
Analysis of Foreign Trade Structure of Live Animals and Livestock Products in Turkey  
**Güçeldi BASHİMOV** ..... 1
- Nilüfer Çayı ve Farklı Arıtma Tesisleri Atıksularının, Toprak Özellikleri ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi**  
Determining the Effects of Nilufer River and Different Wastewater Treatment Plant's Sewage on Soil Properties and Plant Growing  
**Hasan Fatih AKIN, Barış Bülent AŞIK** ..... 15
- Leonardit Kökenli Organik Materyallerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi**  
Determination of Some Physical and Chemical Properties of Organic Materials Originated From Leonardite  
**Tülin PEKCAN, Bihter ÇOLAK ESETLİLİ, Hatice Sevim TURAN, Erol AYDOĞDU** ..... 31
- Türkiye’deki Zeytinyağı İşletmelerinin 3 Fazlıdan 2 Fazlı Üretime Geçişi Durumunda Pirina Tesislerinin Yeterliliğinin CBS Destekli Analizi**  
Evaluation of Capacities of Pomace Facilities in Turkey by Using GIS in Case of Olive Oil Mills Technology Change from Three to Two-Phase  
**Selda Murat HOCAOĞLU, İrfan BAŞTÜRK, Cihangir AYDÖNER, Betül Hande GÜRSOY HAKSEVENLER**..... 43
- Bursa Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Bazı Tritikale (X *Triticosecale* Witmack) Genotiplerinde Özellikler Arası İlişkiler ve Path Analizi**  
Correlations and Path Analysis in Triticale (X *Triticosecale* Witmack) Genotypes in Bursa Ecological Conditions  
**Esra AYDOĞAN ÇİFCİ, Ramazan DOĞAN**..... 59
- Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Hatlarının Çimlenme Döneminde Tuz Stresine Tepkileri**  
Responses of Some Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Lines to Salt Stress at Germination Stage  
**Büşra İNAN, Orkunalp EMİR, Ramazan DOĞAN, Emine BUDAKLI ÇARPICI**..... 69

**Ekim Öncesi Tohuma Uygulanan Bazı Kimyasalların Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* var. *aestivum* L.) Çeşitlerinin Çimlenme Özellikleri ve Fide Gelişimine Etkileri**

Effects of Pre-Sowing Chemical Seed Treatments on Germination Characteristics and Seedling Growth of Bread Wheat (*Triticum aestivum* var. *aestivum* L.) Varieties

**Şerife TÜFEKÇİ, Duran Ümit YERLİKAYA, Pakize Özlem KURT POLAT, Köksal YAĞDI, ..... 79**

**Tuz Stresinin Bazı Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Çeşitlerinin Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkisi**

Effect of Salt Stress on Germination Parameters of Some Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.) Cultivars

**Hayrettin KUŞÇU, Aylın ÇAYĞARACI, Jean De Dieu NDAYIZEYE..... 89**

**Bazı Ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz) Genotiplerinin Agronomik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma**

A Research on the Determination of Agronomic Properties in Some False Flax (*Camelina sativa* (L.) Crantz

**Arzu KÖSE, Özlem BİLİR, Duran KATAR, Yusuf ARSLAN..... 101**

**Narın Hasat Sonrası Hastalıklarına Sisleme Şeklinde Bazı Dezenfektanların ve Fumispore OPP Uygulamalarının Etkisi**

The Effect of Some Disinfectants and Fumispore OPP Treatments Applied As Fogging Against Postharvest Diseases of Pomegranate

**Kadir İLHAN ..... 113**

**Çanakkale İli Peyzaj Alanlarındaki Sulama Sistemlerinin İncelenmesi: Özgürlük Parkı ve Halk Bahçesi**

Investigation of Irrigation Systems of Landscape Areas in Çanakkale: Özgürlük Parkı and Halk Bahçesi

**Kürşad DEMİREL, Gökhan ÇAMOĞLU, Alper SAĞLIK, Levent GENÇ, Abdullah KELKİT ..... 127**

**Tuz Stresi Koşullarında Polietilen Glikol Ön Uygulamalarının Kamışsı Yumak (*Festuca arundinacea* Schreb.) Tohumlarının Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi**

The Effects of Polyethylene Glycol Primings of Tall Fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) Seeds on Germination Characters of Seeds on Salt Stress Conditions

**Yasin ÖZTÜRK, Nigar TATAR, Emine BUDAKLI ÇARPICI ..... 141**

**DERLEMELER (Reviews)**

**Çiftlik Hayvanları ve Küresel İklim Değişikliği Arasındaki Etkileşim**

Interaction Between Livestock and Global Climate Change

**Mehmet KOYUNCU, Hilal AKGÜN..... 151**



**Bitkilerde Kök-Ur (*Meloidogyne* spp.) ve Kist Nematodları (*Heterodera* ve *Globodera* spp.)'nin Kanser Oluşum Mekanizmaları**

Root Knot (*Meloidogyne* spp.) and Cyst Nematodes (*Heterodera* and *Globodera* spp.) Cancer Generation Mechanisms in Plants

**Fatma Gül GÖZE ÖZDEMİR ..... 165**

**Akarlarda Feromonlar**

Pheromones in Mites

**Rana AKYAZI, Yunus Emre ALTUNÇ ..... 185**





# Türkiye’de Canlı Hayvanlar ve Hayvansal Ürünlerin Dış Ticaret Yapısının Analizi

Güçgeldi BASHİMOV<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Niğde, Türkiye  
\*e-posta: guyc55@gmail.com

Geliş Tarihi: 01.04.2017; Kabul Tarihi: 15.06.2017

**Öz:** Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de canlı hayvanlar ve hayvansal ürünlerin dış ticaret yapısını analiz etmektir. Çalışmada canlı hayvanlar ve hayvansal ürünlerin rekabetçilik düzeyi ve endüstri-içi ticaret yapısı analiz edilmiştir. Çalışma 2001-2015 dönemini kapsamakta olup, çalışmada kullanılan veriler Birleşmiş Milletler COMTRADE veri tabanından derlenmiştir. Analiz aşamasında Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler İndeksi, Açıklanmış Simetrik Karşılaştırmalı Üstünlükler İndeksi, Net Ticaret İndeksi ve Grubel-Lloyd İndeksi kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre Türkiye’nin canlı hayvanlar ve hayvansal ürünlerde rekabet gücünün düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, HS 03 (Su ürünleri) ve HS 05 (Diğer hayvansal menşeli ürünler) ürünlerde endüstri-içi ticaret seviyesinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Dış Ticaret, Rekabet Gücü, Türkiye.

## Analysis of Foreign Trade Structure of Live Animals and Livestock Products in Turkey

**Abstract:** The objective of this study is to analyze the foreign trade structure of the live animals and animal products in Turkey. In study, the competitiveness and intra-industry trade structure of the live animals and animal products were analyzed. The study used United Nations COMTRADE statistical data for the period 2001-2015. In this study were used Revealed Comparative Advantage Index, Revealed Symmetric Comparative Advantage Index, Net Trade Index and Grubel-Lloyd Index. A study found that Turkey has low competitive power in the live animals and animal products. Also, it was found that the level of intra-industry trade is high in the HS 03 and HS 05 products.

**Keywords:** Foreign Trade, Competitiveness, Turkey.

## Giriş

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ekonomik kalkınma ve sanayileşme çabaları içerisinde tarım sektörünün önemi gün geçtikçe artmaktadır. Sanayileşme yolunda büyük mesafe almış gelişmiş ülkelerde dahi tarım hem ekonomik hem de sosyal açıdan büyük önem arz etmektedir. Tarım sektörü içerisinde yer alan hayvancılık sektörünün ise üretim içerisindeki payı oldukça önemli olup, gelişmiş ülkelerin çoğunda hayvancılığın tarımsal üretim değeri içerisindeki payı %50'nin üzerindedir. Bu değer örneğin; Fransa'da %60, İngiltere'de %70 ve Almanya'da %75'e kadar yükselmektedir (Demir ve Sancar, 2012). Hayvancılık sektörü dünya genelinde en az 1.3 milyar kişiyi istihdam etmekte ve gelişmekte olan ülkelerde 600 milyon çiftçi ailesinin geçim kaynağını oluşturmaktadır. Hayvancılık, özellikle kırsal toplumlar için önemli bir risk azaltıcı faaliyet olmakla birlikte aynı zamanda da önemli bir besin kaynağını oluşturmaktadır. Mevcut durumda hayvancılık gelişmekte olan ülkelerde en hızlı büyüyen tarımın alt sektörlerinden birisidir. Gelişmekte olan ülkelerde hayvansal üretimin tarımsal GSYİH içindeki payı %33'dür ve bu oran hızla artmaktadır (Thornton, 2010).

Hayvancılık sektörü sadece ülke ekonomilerine katkı sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda sağlıklı ve dengeli beslenmenin sağlanması bakımından da son derece önemli bir sektördür. İnsan beslenmesinde özellikle hayvansal gıdalar temel stratejik ürünler arasında ilk sıralarda yer almaktadır (Çukur ve Saner, 2005). Dünya nüfusunda görülen hızlı artış, kentleşme ve toplumsal refahın artması ile birlikte hayvansal ürünlere olan talep her geçen gün artmaktadır. Günümüzde sağlıklı ve dengeli beslenme için hayvansal gıdalar hayati bir öneme sahiptir (Bashimov, 2013).

Hayvancılık bugün, gelişmiş ülkelerde bir endüstri haline gelmiş, ekonominin ayrılmaz bir parçası olmuştur. Bu durum, tarımın ve dolayısıyla hayvancılığın ulusal düzeyde geliştirilmesi gereken bir sektör olduğunu ortaya koymaktadır. Hayvancılık sektörü Türk tarımının önemli bir alt kolunu oluşturmaktadır. Türkiye sahip olduğu doğa ve iklim koşulları, tarımsal yapısı ile hayvan yetiştiriciliği için elverişli bir ülke konumundadır. Türkiye'de hayvancılık sektörünün tarımsal üretim değerindeki payı %25'dir (Semerci ve Çelik, 2016). Hayvancılık sektörünün Türkiye ekonomisi için ne denli önemli olduğu, yıllar itibarıyla hayvansal ürünlerin toplam tarımsal ihracattan aldığı paya bakıldığında da kolaylıkla görülmektedir. TÜİK verilerine göre, 2001 yılında hayvansal ürünlerin tarımsal ihracattaki payı %4,5 iken, bu oran ilerleyen yıllarda daha da artış göstermiş ve 2014 yılında yaklaşık %12 olarak gerçekleşmiştir. Bu verilere göre hayvansal ürünlerin ülke ihracatı için çok önemli olduğu ortadadır.

Bu çalışmanın ana amacı Türkiye'de canlı hayvanlar ve hayvansal ürünlerin dış ticaret yapısını analiz etmektir. Bu amaçla öncelikle canlı hayvanlar ve hayvansal ürünlerin rekabet gücü ve ardından da endüstri-içi ticaret yapısı incelenmiştir. Rekabet gücünün belirlenmesinde Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler, Açıklanmış Simetrik Karşılaştırmalı Üstünlükler ve Ticaret Dengesi indeksi kullanılmıştır. Endüstri-içi ticaretin ölçümünde ise Grubel-Lloyd indeksi kullanılmıştır. Çalışmada 2001-2015 dönemi analiz edilmiş olup, HS 2 haneli sınıflandırma düzeyi kullanılmıştır.

## Literatür Araştırması

Hayvansal ürünlerin rekabet gücünü ölçen, ulusal ve uluslararası düzeyde çok sayıda araştırma yapılmıştır. Söz konusu çalışmalarda rekabet gücü göstergesi olarak başta Balassa ve Vollrath'ın Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler indeksleri olmak üzere birçok yaklaşımlar esas alınmıştır. Bu bölümde söz konusu çalışmalardan bazıları hakkında özet bilgiler sunulmaktadır.

Bojnec, (2003) Merkezi ve Doğu Avrupa ülkelerinin hayvansal ürünler ticaretindeki rekabet gücünü analiz etmiştir. Analiz aşamasında Yurtiçi Kaynak Maliyeti (DRC), Grubel-Lloyd'un endüstri-içi ticaret indeksi (IIT) ve Balassa'nın Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler (AKÜ) indeksi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda söz konusu ülkelerin sığır eti ve süt ihracatında düşük bir rekabet gücüne sahipken, koyun ve domuz eti ticaretinde daha güçlü bir rekabet gücüne sahip oldukları belirlenmiştir.

Klasra ve Fidan, (2004) Türkiye ve komşu ülkelerin hayvansal ürünler ihracatındaki rekabet gücünü analiz etmişlerdir. Çalışmada, Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler indeksi kullanılmıştır. Türkiye'nin küresel hayvansal ürünler ticaretindeki payının marjinal seviyede olduğu belirlenirken, Ukrayna ve Romanya'nın hayvansal ürünler ihracatında güçlü bir rekabet gücüne sahip olduğu tespit edilmiştir.

Şahinli, (2012) Türkiye ile AB ülkelerinin canlı hayvancılık sektörünün rekabet gücü analiz edilmiştir. Çalışmada, canlı hayvan başlığı altında yer alan gruplara ilişkin Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler indeksi (AKÜ) hesaplanmıştır. Buna göre Türkiye'nin AB pazarında canlı hayvancılık sektöründe rekabet gücüne sahip olmadığı belirlenmiştir.

Bojnec ve Fertö, (2014) Araştırmada, Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler indeksi kullanılarak 2000-2011 dönemi için AB üyesi ülkelerinin süt ve süt ürünleri ihracatında rekabet gücü analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda Belçika, Danimarka, Hollanda, Fransa, İrlanda'nın süt sektöründe güçlü bir rekabet gücüne sahip olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte birliğe daha sonra katılan Baltık ülkeleri ile Polonya'nın da süt sektöründe önemli ölçüde rekabet gücüne sahip oldukları belirlenmiştir.

Kandanuri, (2014) Hindistan'ın et ihracatında seçilmiş ülkeler karşısındaki rekabet gücünü analiz etmiştir. Araştırmada, Açıklanmış Simetrik Karşılaştırmalı Üstünlükler indeksi kullanılmıştır. Buna göre Hindistan dondurulmuş sığır eti ihracatında rekabet gücüne sahiptir. Ancak rakip ülkelerin özellikle ABD'nin küresel et piyasadaki konumunu giderek güçlendirdiği ve gelecekte Hindistan için önemli bir rakip bir ülke olacağı öngörülmektedir.

Ohlan, (2014) Hindistan süt sektörünün ihracat performansı Markov zinciri ve Yurtiçi Kaynak Maliyet (DRC) katsayısı kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda Hindistan'ın dünya süt piyasasında önemli bir paya sahip olduğu belirlenmiş ve rekabet gücünün artırılması için süt ürünlerinde kalitenin iyileştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Özer ve ark. (2014) AB ülkeleri ile birlikte AB'ye aday ülkelerin süt ve süt ürünleri ihracatındaki rekabet gücünü analiz etmişlerdir. Çalışmada Balassa tarafından geliştirilen ve Vollrath tarafından yeniden tanımlanan AKÜ indeksi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda ele alınan ülkelerin süt ürünleri ihracatında rekabet gücüne sahip olduğu belirlenmiştir.

Bashimov, (2016) 2001-2014 dönemi için Beyaz Rusya'nın canlı hayvanlar ve hayvansal ürünler ticaretindeki rekabet gücünü analiz etmiştir. Araştırmada Balassa'nın AKÜ indeksi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda Beyaz Rusya'nın et ve süt ürünleri, yumurta ve bal ihracatında rekabet gücüne sahipken, canlı hayvanlar ve diğer hayvansal menşeli ürünler ihracatında rekabet gücüne sahip olmadığı belirlenmiştir.

Bashimov ve Aydın, (2016) 2001-2014 dönemi için Rusya'nın su ürünleri sektöründeki rekabetçilik düzeyi analiz edilmiştir. Rekabet gücünün analizinde Balassa ve Lafay tarafından geliştirilen indeksler kullanılmıştır. Sonuç olarak, Rusya'nın su ürünleri sektöründeki rekabet gücünün düşük olduğu tespit edilmiştir. Ancak, ele alınan dönemde su ürünleri sektörünün rekabet gücünde umut verici gelişmeler olduğu saptanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Araştırmada Uyumlaştırılmış (Armonize) Mal Tanım ve Kod Sistemi (HS Code) kullanılmıştır. HS sınıflandırmasında yer alan canlı hayvan ve hayvansal ürünler sırasıyla Canlı hayvanlar (HS 01), Etler ve yenilen sakatat (HS 02), Su ürünleri (HS 03), Süt ürünleri, yumurta ve bal (HS 04) ve Diğer hayvansal menşeli ürünler (kıl, kemik, boynuz, fildişi, mercan, bağırsak vb. - HS 05). Araştırmada kullanılan veriler ikincil veriler olup, söz konusu veriler Birleşmiş Milletler COMTRADE veri tabanından derlenmiştir. Araştırma 2001-2015 dönemini kapsamaktadır.

Çalışmada canlı hayvanlar ve hayvansal ürünlerin rekabet gücünün belirlenmesinde Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler, Açıklanmış Simetrik Karşılaştırmalı Üstünlükler ve Ticaret Dengesi indeksi kullanılmıştır. Endüstri-içi ticaretin ölçümünde ise Grubel-Lloyd indeksi kullanılmıştır. Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler (AKÜ) indeksi ilk kez Liesner (1958) tarafından ortaya atılmış, daha sonra ise Bela Balassa (1965) tarafından yeniden tanımlanarak geliştirilmiş, bu nedenle Balassa indeksi olarak da adlandırılmaktadır. Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler kavramı, belli bir malın ihracatında, bir ülkenin gösterdiği performansın, bu malın “dünya” ihracatındaki performansı ile karşılaştırılmasına dayanır. Eğer ülkenin performansı, “dünya”nın performansından daha iyi ise, o ülkenin söz konusu malda karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olduğu sonucuna varılır (Erlat ve Erlat, 2004). Günümüzde Balassa'nın AKÜ indeksi bir ülkenin güçlü ve zayıf ihracatçı sektörlerini belirlemeye yönelik birçok çalışmada kullanılmaktadır (Fertö ve Bojnec, 2007). Balassa'nın AKÜ indeksi şu şekilde formüle edilmektedir:

$$AKÜ_{ij} = \left( \frac{X_{ij}}{X_{it}} \right) / \left( \frac{X_{wj}}{X_{wt}} \right) \quad (1)$$

Eşitlik 1'de,  $AKÜ_{ij}$ , 'i' ülkesinin 'j' sektörü için açıklanmış karşılaştırmalı üstünlükler indeksini,  $X_{ij}$  'i' ülkesinin 'j' sektörünün ihracatını,  $X_{it}$  'i' ülkesinin toplam ihracatını,  $X_{wj}$  'j' sektörü dünya ihracatını ve  $X_{wt}$  toplam dünya ihracatını göstermektedir. AKÜ indeksi 0 ile  $+\infty$  arasında bir değer almaktadır. Eğer indeks değeri birden büyükse o ülkenin ilgili sektörde karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olduğu söylenir. Başka bir deyişle, o endüstrinin ülkenin toplam ihracatı içindeki payı, dünya ticaretindeki payından daha büyüktür. Eğer indeks değeri birden az ise ülkenin ilgili sektörde karşılaştırmalı dezavantaja sahip olduğu söylenir (Ervani, 2013; Mushanyuri ve Mzumara, 2013).

Canlı hayvanlar ve hayvansal ürünlerin rekabet gücünün ölçümünde kullanılan ikinci ölçüt Açıklanmış Simetrik Karşılaştırmalı Üstünlükler (ASKÜ) indeksidir. Bu indeks aşağıdaki şekilde formüle edilmektedir:

$$ASKÜ_{ij} = (AKÜ_{ij} - 1)/(AKÜ_{ij} + 1) \quad (2)$$

ASKÜ indeksi -1 ile +1 arasında bir değer almaktadır. Eğer indeks değeri pozitif ise ülke o üründe karşılaştırmalı üstünlüğe sahiptir. Eğer indeks değeri negatif ise ülke o ürünün ticaretinde karşılaştırmalı dezavantaja sahiptir (Dalum ve ark., 1998; Laursen, 1998).

Rekabet gücünün ölçümünde kullanılan bir diğer ölçüt de Ticaret Dengesi İndeksidir (TBI). Lafay (1992) tarafından geliştirilen bu indeks bir ülkenin ilgili üründe net ihracatçı veya net ithalatçı olup olmadığını belirlemek için kullanılmaktadır (Widodo, 2008; Ishchukova ve Smutka, 2013). İndeks şu şekilde formüle edilmektedir:

$$TBI_{ij} = (X_{ij} - M_{ij})/(X_{ij} + M_{ij}) \quad (3)$$

Eşitlik 3'de 'i' ülkeyi, 'j' ürünü, 'X' ihracatı, 'M' ithalatı göstermektedir. TBI indeksi -1 ile +1 arasında bir değer almaktadır. Eğer indeks değeri +1 ise ülkenin net ihracatçı konumunda olduğu söylenir. Buna karşın eğer indeks değeri -1 ise ülkenin net ithalatçı konumunda olduğu söylenir. Eğer indeks değeri 0 ise ülkenin ihracat ve ithalat değerlerinin birbirine eşit olduğu söylenir (Ma, 2013; Topçu ve Sarıgül, 2015).

Açıklanmış Simetrik Karşılaştırmalı Üstünlükler İndeksi ve Ticaret Dengesi İndeksi kullanılarak üretim haritası oluşturulmaktadır. Üretim haritası A, B, C, D olarak dört gruptan oluşmaktadır. Bu gruplar Çizelge 1'deki gibi açıklanabilir (Widodo, 2008):

**Çizelge 1.** Üretim Haritası

Açıklanmış Simetrik Karşılaştırmalı Üstünlükler İndeksi (RSCA)	RSCA>0	<b>Grup B:</b> Karşılaştırmalı Üstünlük-Net İthalatçı (RSCA>0 ve TBI<0)	<b>Grup A:</b> Karşılaştırmalı Üstünlük-Net İhracatçı (RSCA>0 ve TBI>0)
	RSCA<0	<b>Grup D:</b> Karşılaştırmalı Dezavantaj-Net İthalatçı (RSCA<0 ve TBI<0)	<b>Grup C:</b> Karşılaştırmalı Dezavantaj-Net İhracatçı (RSCA<0 ve TBI>0)
		TBI<0	TBI>0
Ticaret Dengesi İndeksi (TBI)			

Canlı hayvanlar ve hayvansal ürünlerin endüstri-içi ticaret düzeyinin ölçümünde Grubel-Lloyd indeksi kullanılmıştır. Grubel-Lloyd indeksi, bir sektörün veya ülkenin endüstri-içi ticaret düzeyini ve aynı zamanda uzmanlaşma düzeyinin belirlenmesinde kullanılan popüler bir yaklaşımdır (Hazners ve Jirgena, 2013). Bilimsel çalışmalarda sıkça kullanılan Grubel-Lloyd (GL) indeksi aşağıdaki şekilde formüle edilmektedir (Erlat ve Erlat, 2004):

$$GL_{ij} = \frac{(X_{ij}+M_{ij})-[X_{ij}-M_{ij}]}{(X_{ij}+M_{ij})} \quad (4)$$

Burada (Eşitlik 4),  $GL_{ij}$  'i' ülkesinin 'j' sektörü için endüstri-içi ticaret düzeyini,  $X_{ij}$  ve  $M_{ij}$  sırasıyla 'i' ülkesinin 'j' sektörünün ihracatını ve ithalatını ifade etmektedir. GL indeksi 0 ile 1 arasında bir değer almaktadır. İndeks değerinin 1'e yaklaşması endüstri-içi ticarete işaret ederken, 0'a yaklaşması ise endüstriler-arası ticarete işaret etmektedir. Yani indeks değeri 0,50 ile 1 arasında ise endüstri-içi ticaret, 0 ile 0,50 arasında ise endüstriler-arası ticaret söz konusu olmaktadır (Leitão ve Faustino, 2008; Yılmaz, 2014).

## Bulgular ve Tartışma

### Rekabet Gücünün Ölçümü

Canlı hayvanlar ve hayvansal ürünlere yönelik hesaplanan açıklanmış karşılaştırmalı üstünlükler indeks değerleri Çizelge 2'de sunulmaktadır. Ele alınan ürünlere ait AKÜ indeks değerlerinin 1'den küçük olduğu dolayısıyla Türkiye'nin ele alınan ürünlerde rekabet gücünün düşük olduğu görülmektedir. HS 01 (Canlı hayvanlar), HS 02 (Etler ve yenilen sakatat), HS 03 (Su ürünleri) ve HS 04 (Süt ürünleri, yumurta ve bal) ürün gruplarına ait AKÜ değerleri incelenen yılların tamamında 1'in altında değer almıştır. HS 05 ürün grubunda ise 2006 yılına kadar karşılaştırmalı avantaj durumu yerini bu yıldan sonra karşılaştırmalı dezavantaja bırakmıştır. Yani, Türkiye HS 05 (Diğer hayvansal menşeli ürünler) ürün grubunda sahip olduğu rekabet gücünü 2006 yılından itibaren kaybetmiştir.

**Çizelge 2.** Rekabet Gücünün Ölçümü: AKÜ İndeks Değerleri

Yıllar	HS 01	HS 02	HS 03	HS 04	HS 05
2001	0,96	0,08	0,25	0,27	1,64
2002	0,57	0,06	0,40	0,37	1,89
2003	0,13	0,06	0,41	0,35	1,93
2004	0,09	0,06	0,49	0,23	1,45
2005	0,06	0,08	0,50	0,25	1,12
2006	0,08	0,06	0,52	0,30	0,88
2007	0,06	0,08	0,52	0,35	0,75
2008	0,09	0,11	0,64	0,40	0,67
2009	0,17	0,21	0,54	0,52	0,57
2010	0,05	0,28	0,51	0,57	0,63
2011	0,04	0,45	0,55	0,77	0,69
2012	0,04	0,55	0,52	0,80	0,72
2013	0,07	0,62	0,62	0,88	0,76
2014	0,13	0,60	0,67	0,90	0,83
2015	0,18	0,44	0,72	0,80	0,69

Kaynak: COMTRADE verileri kullanılarak yazar tarafından hesaplanmıştır



Çizelge 3’de açıklanmış simetrik karşılaştırmalı üstünlükler indeks değerleri yer almaktadır. Analiz sonuçlarından da görüldüğü gibi Türkiye’nin canlı hayvanlar ve hayvansal ürünlerinde ASKÜ değeri negatiftir. Diğer bir ifade ile Türkiye’nin canlı hayvanlar ve hayvansal ürünlerinde rekabet gücü düşüktür. HS 01 (Canlı hayvanlar), HS 02 (Etler ve yenilen sakatat), HS 03 (Su ürünleri) ve HS 04 (Süt ürünleri, yumurta ve bal) ürün gruplarına ait ASKÜ değerleri incelenen yılların tamamında negatif değer almıştır. HS 05 ürün grubunda ise 2006 yılına kadar karşılaştırmalı avantaj durumu yerini bu yıldan sonra karşılaştırmalı dezavantaja bırakmıştır.

**Çizelge 3.** Rekabet Gücünün Ölçümü: ASKÜ İndeks Değerleri

Yıllar	HS 01	HS 02	HS 03	HS 04	HS 05
2001	-0,02	-0,85	-0,60	-0,57	0,24
2002	-0,27	-0,89	-0,43	-0,46	0,31
2003	-0,77	-0,88	-0,41	-0,48	0,32
2004	-0,83	-0,89	-0,34	-0,63	0,18
2005	-0,89	-0,85	-0,33	-0,60	0,06
2006	-0,85	-0,89	-0,32	-0,54	-0,06
2007	-0,89	-0,86	-0,32	-0,48	-0,14
2008	-0,84	-0,80	-0,22	-0,43	-0,19
2009	-0,71	-0,65	-0,29	-0,32	-0,27
2010	-0,90	-0,56	-0,33	-0,27	-0,23
2011	-0,92	-0,38	-0,29	-0,13	-0,18
2012	-0,92	-0,29	-0,31	-0,11	-0,16
2013	-0,87	-0,24	-0,23	-0,06	-0,13
2014	-0,77	-0,25	-0,20	-0,05	-0,09
2015	-0,70	-0,39	-0,16	-0,11	-0,19

Kaynak: COMTRADE verileri kullanılarak yazar tarafından hesaplanmıştır

Çizelge 4’de Ticaret Dengesi İndeksine göre canlı hayvanlar ve hayvansal ürünlere ait rekabet gücü değerleri yer almaktadır. Çizelge 4 incelendiğinde Türkiye’nin HS 01 (Canlı hayvanlar) ürün grubunda net ithalatçı olduğu görülmektedir. HS 03 (Su ürünleri) ve HS 04 (Süt ürünleri, yumurta ve bal) ürün gruplarında Türkiye net ihracatçıdır. HS 02 (Etler ve yenilen sakatat) ve HS 05 (Diğer hayvansal menşeli ürünler) ürün gruplarında ise 2010 ve 2011 yılları hariç diğer bütün yıllarda net ihracatçı ülke konumundadır.

**Çizelge 4.** Rekabet Gücünün Ölçümü: TBI Değerleri

Yıllar	HS 01	HS 02	HS 03	HS 04	HS 05
2001	0,31	0,96	0,65	0,31	0,27
2002	0,33	0,99	0,68	0,23	0,17
2003	-0,18	0,98	0,59	0,20	0,19
2004	-0,14	0,98	0,54	-0,02	0,20
2005	-0,46	0,98	0,50	0,03	0,13
2006	-0,29	0,99	0,47	0,13	0,09
2007	-0,54	1,00	0,48	0,21	0,03
2008	-0,52	0,98	0,52	0,30	0,18
2009	-0,16	0,98	0,50	0,36	0,04
2010	-0,96	-0,09	0,40	0,41	-0,06
2011	-0,99	-0,14	0,39	0,64	-0,10
2012	-0,98	0,69	0,40	0,65	0,06
2013	-0,93	0,92	0,47	0,61	0,14
2014	-0,68	0,98	0,53	0,58	0,11
2015	-0,81	0,61	0,45	0,57	0,03

Kaynak: COMTRADE verileri kullanılarak yazar tarafından hesaplanmıştır

Çizelge 5’de Türkiye’nin canlı hayvanlar ve hayvansal ürünlerde üretim haritası gösterilmektedir. Buna göre, Türkiye’nin HS 01 (Canlı hayvanlar) ürün grubunda karşılaştırmalı dezavantaj-net ithalatçı konumda olduğu görülmektedir. HS 02 (Etler ve yenilen sakatat), HS 03 (Su ürünleri) ve HS 04 (Süt ürünleri, yumurta ve bal) ürün gruplarında karşılaştırmalı dezavantaj-net ihracatçı konumdadır. HS 05 (Diğer hayvansal menşeli ürünler) ürün grubunda ise karşılaştırmalı üstünlük-net ihracatçı konum yerini karşılaştırmalı dezavantaj-net ihracatçı konuma bırakmıştır.

**Çizelge 5.** Canlı hayvanlar ve hayvansal ürünlerin üretim haritası

Yıllar	HS 01	HS 02	HS 03	HS 04	HS 05
2001	C	C	C	C	A
2002	C	C	C	C	A
2003	D	C	C	C	A
2004	D	C	C	D	A
2005	D	C	C	C	A
2006	D	C	C	C	C
2007	D	C	C	C	C
2008	D	C	C	C	C
2009	D	C	C	C	C
2010	D	D	C	C	D
2011	D	D	C	C	D
2012	D	C	C	C	C
2013	D	C	C	C	C
2014	D	C	C	C	C
2015	D	C	C	C	C

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Not: **Grup A:** Karşılaştırmalı Üstünlük-Net İhracatçı, **Grup B:** Karşılaştırmalı Üstünlük-Net İthalatçı, **Grup C:** Karşılaştırmalı Dezavantaj-Net İhracatçı, **Grup D:** Karşılaştırmalı Dezavantaj-Net İthalatçı.

## Endüstri-İçi Ticaretin Ölçümü

Çizelge 6’da canlı hayvanlar ve hayvansal ürünlerin endüstri-İçi ticaret rakamları gösterilmektedir. Grubel-Lloyd indeksinin 0,50’den yüksek bir değer alması endüstri-İçi ticaretin varlığını ifade etmektedir. Buna göre Türkiye’nin canlı hayvanlar ve hayvansal ürünlerde endüstri-İçi ticaret seviyesinin yüksek olduğu ürünler arasında HS 03 (Su ürünleri) ve HS 05 (Diğer hayvansal menşeli ürünler) bulunmaktadır. Bir başka ifadeye göre bu ürünlerin ihracatı ve ithalatı eş zamanlı olarak gerçekleşmektedir. HS 01 (Canlı hayvanlar) ürün grubunda 2007 yılına kadar endüstri-İçi ticaret seviyesinin yüksek olduğu, ancak bu yıldan itibaren endüstri-İçi ticaret seviyesinin azaldığı görülmektedir. Son dönemlerde canlı hayvan ithalatının ihracattan daha hızlı bir artış gösterdiği görülmektedir. Kaliteli ve yeterli miktarda damızlık hayvan yetiştiriciliğinin çok zahmetli ve çok yatırım gerektiren bir faaliyet olmasından ötürü damızlık hayvan yetiştiriciliği özel sektör tarafından rağbet görmemektedir. Dolayısıyla, damızlık hayvan ihtiyacı ithalatta karşılanmaya çalışılmaktadır. Benzer şekilde, HS 04 (Süt ürünleri, yumurta ve bal) ürün grubunda 2011 yılına kadar endüstri-İçi ticaret seviyesinin yüksek olduğu, ancak bu yıldan sonra endüstri-İçi ticaret seviyesinin azaldığı görülmektedir. HS 02 (Etler ve yenilen sakatat) ürün grubunda ise 2010 ve 2011 yılları hariç endüstri-İçi ticaret seviyesinin düşük olduğu diğer bir ifade ile ticaretin endüstriler arası ticaret şeklinde gerçekleştiği görülmektedir. Canlı hayvanlarda olduğu gibi et ve süt ürünlerinde de ithalatın ihracattan çok hızlı bir artış gösterdiği görülmektedir. Nitekim, son üç yıllık dönemde et ihracatı %27 oranında azalırken, et ithalatı ise %322 oranında artmıştır.

**Çizelge 6.** Endüstri-İç Ticaretin Ölçümü: Grubel-Lloyd İndeks Değerleri

Yıllar	HS 01	HS 02	HS 03	HS 04	HS 05
2001	0,69	0,04	0,35	0,69	0,73
2002	0,67	0,01	0,32	0,77	0,83
2003	0,82	0,02	0,41	0,80	0,81
2004	0,86	0,02	0,46	0,98	0,80
2005	0,54	0,02	0,50	0,97	0,87
2006	0,71	0,01	0,53	0,87	0,91
2007	0,46	0,00	0,52	0,79	0,97
2008	0,48	0,02	0,48	0,70	0,82
2009	0,84	0,02	0,50	0,64	0,96
2010	0,04	0,91	0,60	0,59	0,94
2011	0,01	0,86	0,61	0,36	0,90
2012	0,02	0,31	0,60	0,35	0,94
2013	0,07	0,08	0,53	0,39	0,86
2014	0,32	0,02	0,47	0,42	0,89
2015	0,19	0,39	0,55	0,43	0,97

Kaynak: COMTRADE verileri kullanılarak yazar tarafından hesaplanmıştır

Araştırma bulguları genel olarak değerlendirildiğinde Türkiye'nin canlı hayvan ve hayvansal ürünler ihracatında rekabet gücünün zayıf olduğu görülmektedir. Son yıllarda hayvansal ürünlerin ihracatında olumlu gelişmeler yaşanmasına rağmen hayvancılık sektörünün rekabet gücünü olumsuz etkileyen birçok yapısal sorunlar halen varlığını sürdürmektedir. Hiç şüphesiz hayvancılık sektörünün en önemli sorunları arasında işletme ölçeklerinin çok küçük olması gelmektedir. İşletme ölçeklerinin küçük olması üretim maliyetlerinin yükselmesine neden olmakta, bu da ürün fiyatlarına yansımaktadır. Dolayısıyla pazarlama faaliyetleri de zorlaşmaktadır. Oysa, üretimde belli ölçeği yakalamış işletmeler faaliyetlerini daha ucuza gerçekleştirebilecek ve birim başına maliyetini minimum düzeye çekebilecektir. Bu bakımdan hayvancılık işletmelerinin ekonomik ölçeğe ulaştırılması için sektöre yönelik yatırımlar teşvik edilmelidir. Bu bağlamda devlet ve özel sektör işbirliğini artıracak politikaların uygulanması gerekmektedir.

Sektörün önemli sorunlarından biri de hammadde fiyatlarının yüksekliğidir. Hayvansal ürünlerin ticaretinde hammadde fiyatları rekabetçiliğin en önemli unsurudur. Hammadde fiyatlarındaki hızlı artışlar üretim maliyetlerini artırmakta, bu da hayvansal ürün fiyatlarının tırmanışa geçmesine neden olmaktadır. Hayvansal ürünlerde görülen fiyat artışları talebi daraltmakta ve işletmelerin rekabet gücünü zayıflatmaktadır.

Çetin rekabetin yaşandığı günümüzde kaliteli mal üretimi işletmelerin en güncel sorunları arasında yer almaktadır. Çünkü kaliteli üretim piyasa ekonomisinde var olmanın bir gereğidir. Bu nedenle tüm işletmelerde olduğu gibi tarım işletmelerinde de kalite çok önemli bir kavramı oluşturmaktadır. Ancak, sektörde faaliyet gösteren küçük ölçekli

işletmelerin ürün kalitesine yeterince önem vermemelerinden dolayı küresel pazarlarda rekabet avantajı elde edilememektedir.

Sektörde faaliyet gösteren işletmelerin rekabet güçlerini arttırabilmek için nitelikli işgücüne ihtiyaç duyulmaktadır. Tarım işletmelerinde istihdam edilen işgücünün büyük bir kısmı aile bireylerinden oluşmaktadır. Dolayısıyla bu tür işletmelerde nitelikli işgücü istihdamı çok düşüktür. Bu durum hayvancılık sektörünün uluslararası pazarda rekabet gücünü olumsuz yönde etkilemektedir.

Sektörün önemli sorunlarından biri de hayvan sağlığı ile ilgili sorundur. Özellikle salgın hastalık türleri ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. Hayvan sağlığı ile ilgili sorunları ve bunların olumsuz etkilerini en aza indirebilmek için, hayvan hareketlerinin denetim altına alınması, aşı ve biyolojik maddelerin üretimi, denetimi ve kullanımına özen gösterilmesi ve hayvan hastalıkları ile mücadelenin devlet politikası haline getirilmesi gerekmektedir (Saçlı, 2007).

Hayvancılık sektöründe AR-GE çalışmalarının yetersiz olması da diğer bir önemli sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum sektörde gelişmiş teknoloji uygulamayan küçük aile işletmelerinin sayıca fazlalığından kaynaklanmaktadır. Söz konusu işletmelerin büyük bir kısmında üretim işlemi profesyonel yöntemlerden uzak ve düşük teknoloji kullanımıyla gerçekleştirilmektedir. Sektörde AR-GE faaliyetlerinin yaygınlaşması için üreticilerin bu konuda bilgilendirilmesi ve desteklenmesi gerekmektedir.

Hayvancılık sektöründe karşılaşılan bir diğer sorun da kayıt dışılığın fazla olmasıdır. Sektörde faaliyet gösteren işletmelerin genel olarak küçük ölçekli yapıda olması ve bu işletmelerde ürün girdi, çıktı ve istihdam verilerinin net olarak kayıt edilememesi kayıt dışısını etkilemektedir. Sektörde kaçak hayvan girişlerinin yoğun olması ve kaçak işçi istihdamının giderek yaygınlaşması sektörde haksız rekabetin yaşanmasına yol açmaktadır (Karagöz, 2009).

## **Sonuç**

Bu çalışmada Türkiye’de canlı hayvanlar ve hayvansal ürünlerin dış ticaret yapısı incelenmiştir. Çalışmada öncelikle canlı hayvanlar ve hayvansal ürünlerinin rekabetçilik düzeyi analiz edilmiştir. Daha sonra ise canlı hayvanlar ve hayvansal ürünlerin ensütri-içi ticaret yapısı incelenmiştir. Rekabet gücünün ölçümünde Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler (AKÜ), Açıklanmış Simetrik Karşılaştırmalı Üstünlükler (ASKÜ) ve Ticaret Dengesi indeksi (TBI) kullanılmıştır. Endüstri-içi ticaretin ölçümünde Grubel-Lloyd indeksi kullanılmıştır. AKÜ ve ASKÜ indeks sonuçlarına göre Türkiye’nin canlı hayvanlar ve hayvansal ürünlerde rekabet gücü düşük bulunmuştur. TBI değerlerine göre, Türkiye canlı hayvanlarda 2003 yılına kadar net ihracatçı ülke konumunda iken, bu yıldan itibaren net ithalatçı ülke konuma düşmüştür. Hayvansal ürünlerde ise net ihracatçı ülke konumunda olduğu görülmektedir. Grubel-Lloyd indeksine göre HS 01 (Canlı hayvanlar), HS 02 (Etler ve yenilen sakatat) ve HS 04 (Süt ürünleri, yumurta ve bal) ürün gruplarında endüstriler arası ticaret söz konusu iken, HS 03 (Su ürünleri) ve HS 05 (Diğer hayvansal menşeli ürünler) ürün gruplarında ise endüstri-içi ticaret söz konusudur.

Son 15-20 yılda Türkiye’nin hayvansal ürünler ihracatında önemli artışlar elde edilmiştir. Ancak, hayvancılık sektörünün ihracat performansını olumsuz yönde etkileyen birçok önemli sorunlar halen varlığını sürdürmektedir. Küresel pazardan Türkiye’nin payına

düzeni alabilmesi için sektöre ilişkin sorunların biran önce çözüme kavuşturulması gerekmektedir. Rekabet gücünün artırılması için sermaye ve işgücü verimliliğinin artırılması, pazarlama ve lojistik altyapının iyileştirilmesi ve kayıtdışı ekonomi ile mücadele edilmesi gerekmektedir. Sektörün sorunlarının çözülmesi ve rekabet edebilirliğinin sağlanması durumunda, Türkiye ihracatçı ülke konumuna erişebilecektir.

## Kaynaklar

- Balassa, B. 1965. Trade Liberalisation and Revealed Comparative Advantage, The Manchester School, 33 (2): 99-123.
- Bashimov, G. 2013. Türkmenistan Süt Sektörünün Mevcut Durumu: Fırsatlar ve Zorluklar, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2 (2): 197-203.
- Bashimov, G. 2016. Beyaz Rusya'nın Canlı Hayvan ve Hayvansal Ürünlerde Rekabet Gücünün Analizi, Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 6 (10): 89-100.
- Bashimov, G. ve Aydın, A. 2016. Su Ürünleri Sektörünün Rekabet Gücünün Analizi: Rusya Örneği, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 3 (3): 205-210.
- Bojnec, S. 2003. Three Concepts of Competitiveness Measures for Livestock Production in Central and Eastern Europe, Agriculturae Conspectus Scientificus, 68 (3): 209-220.
- Bojnec, S. ve Fertö, I. 2014. Export competitiveness of dairy products on global markets: The case of the European Union countries, Journal Dairy Science, 97: 1-13.
- Çukur, F. ve Saner, G. 2005. Konvansiyonel ve Ekolojik Hayvancılık Sistemlerinin Sürdürülebilirliği ve Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme, ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2 (1): 39-44.
- Dalum, B., Laursen, K. ve Villumsen, G. 1998. Structural Change in OECD Export Specialization Patterns: De-specialization and 'Stickiness', International Review of Applied Economics, 12: 447-467.
- Demir, N. ve Sancar, C. 2012. Gümüşhane ili ve çevresinde süt sığırcılığı yapan işletmelerin sosyal, ekonomik ve teknik Analizi, Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi, 23 (2): 18-28.
- Erlat, G. ve Erlat, H. 2004. Türkiye'nin Orta Doğu Ülkeleri ile Olan Ticareti, 1990-2002, içinde GAP Bölgesinde Dış Ticaret ve Tarım, (Ed.: E. Uygur ve İ. Cıvırcı), Ankara: TEK Yayını.
- Ervani, E. 2013. Export and Import Performance of Indonesia's Agriculture Sector, JEJAK Journal of Economics and Policy, 6 (1): 54-63.
- Fertö, I. ve Bojnec, S. 2007. Comparative Advantages in Agro-food Trade of Hungary, Croatia and Slovenia with the European Union, IAMO Discussion Paper No: 106, Germany.
- Hazners, J. ve Jirgena, H. 2013. Intra-Industry Trade in Latvian Agricultural Commodities and Food Products, International Conference on Economics and Business Administration, 16-19 July, Greece.
- Ishchukova, N. ve Smutka, L. 2013. Comparative Advantage: Products Mapping of the Russian Agricultural Exports, Agris on-line Papers in Economics and Informatics, 5 (3): 13-24.
- Kandanuri, V. 2014. Comparative Advantage of India in Buffalo Meat Exports Vis-à-vis Major Exporting Countries, Research Journal of Management Sciences, 3 (2): 8-14.
- Karagöz, H. 2009. Türkiye ve Konya'da Hayvancılık Sektörü, Sektörün Sorunları ve Çözüm Önerileri, Konya Ticaret Odası, Konya.
- Klasra, M.A. ve Fidan, H. 2004. Competitiveness and the Trade of Livestock Products: A Comparative Study Between Turkey and its Neighbouring Countries, Journal of Applied Sciences, 4 (4): 663-668.

- Lafay, G. 1992. The Measurement of Revealed Comparative Advantages, In M.G. Dagenais and P.A. Muet (eds.), International Trade Modeling, Chapman & Hill, London.
- Laursen, K. 1998. Revealed Comparative Advantage and the Alternatives as Measures of International Specialization, Danish Research Unit for Industrial Dynamics (DRUID) Working Paper No: 98-30.
- Leitão, N.C. ve Faustino, H.C. 2008. Intra-Industry Trade in the Food Processing Sector: the Portuguese Case. *Journal of Global Business and Technology*, 4(1): 49-58.
- Liesner, H.H., 1958. The European Common Market and British Industry, *The Economic Journal*, 68: 302-316.
- Ma, A.S. 2013. Revealed Comparative Advantage Measure: ASEAN-China Trade Flows, *Journal of Economics and Sustainable Development*, 4 (7): 136-145.
- Mushanyuri, B.E. ve Mzumara, M. 2013. An Assessment of Comparative Advantage of Mauritius, *European Journal of Sustainable Development*, 2 (3): 35-42.
- Ohlan, R. 2014. Competitiveness and Trade Performance of India's Dairy Industry, *Asian Journal of Agriculture and Development*, 11 (2): 17-38.
- Özer, O.O., Armağan, G. ve Özden, A. 2014. The Analysis of Competitive Power of EU States and Candidate States in Foreign Trade of Dairy Products, *Advances in Applied Agricultural Science*, 2 (12): 27-31.
- Semerci, A. ve Çelik, A.D. 2016. Türkiye'de Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliğinin Genel Durumu, *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21 (2): 182-196.
- Şahinli, M.A. 2012. Rekabet Gücü: Türkiye ve Avrupa Birliği Üyesi Ülkelerde Canlı Hayvancılık Sektörünün Durumu, *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi*, 22 (2): 91-98.
- Thornton, P.K. 2010. Livestock Production: Recent Trends, Future Prospects, *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 365: 2853-2867.
- Topçu, B.A. ve Sarıgül, S.S. 2015. Comparative Advantage and the Products Mapping of Exporting Sectors in Turkey, *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3 (18): 330-348.
- Widodo, T. 2008. Shift in Comparative Advantage, Dynamic Market and Purchasing Power Parity in the East Asia, Doctoral Thesis, Graduate School of Economics Hiroshima University of Economics, Hiroshima, Japan.
- UN Comtrade. (2017). <http://comtrade.un.org> [Erişim tarihi: 05.02.2017]
- Yılmaz, Ş.K. 2014. Dış Ticaret Kuramlarının Evrimi, 3. Baskı, Efil Yayınevi, Ankara.
- Yurdakul, S. 2007. AB'ye Uyum Sürecinde Hayvancılık Sektörünün Dönüşüm İhtiyacı, DPT Uzmanlık Tezi, Ankara.







## Nilüfer Çayı ve Farklı Arıtma Tesisleri Atıksularının, Toprak Özellikleri ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi\*

Hasan Fatih AKIN<sup>1</sup>, Barış Bülent AŞIK<sup>1\*\*</sup>

<sup>1</sup>Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bursa, Türkiye  
\*e-posta:bbasik@uludag.edu.tr

\*Bu çalışma yüksek lisans tez verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

Geliş Tarihi: 09.05.2017; Kabul Tarihi: 04.10.2017

**Öz:** Bu çalışmada Nilüfer Çayı ve Ayvalı Deresi ile BUSKİ ve Penguen AŞ. arıtma tesisi atıksularının toprak özellikleri ve bitki gelişimi üzerine etkileri belirlenmiştir. Sera koşullarında, mısır bitkisi ile vertisol toprak kullanılarak yürütülen çalışmada bitki kuru ağırlığı ve ağır metal içeriği belirlenmiştir. Ayrıca ele alınan su kaynaklarının sulama suyu olarak kullanımında toprağın pH, EC, bitki besin elementi ve alınabilir ağır metal içeriğindeki değişimler belirlenmiştir. Elde olunan sonuçlara göre sulama suyu kaynaklarına bağlı olarak en düşük pH değeri Nilüfer Çayı uygulamasında, en yüksek tuzluluk artışı ise Penguen atıksu uygulamasında belirlenmiştir. Toprağın NH<sub>4</sub> ve NO<sub>3</sub> azotu, alınabilir P, değişebilir Na ve K miktarları kontrol uygulamasına göre artışlar göstermiştir. Toprağın DTPA ile ekstrakte edilen ağır metal içeriğindeki değişimler, BUSKİ ve Nilüfer uygulamalarında artarken, Pb ve Cd dışında önemli bulunmamıştır. Bitki kuru ağırlığı Penguen atıksu uygulamasında kontrole göre azalmıştır. Bitkinin besin elementi ve ağır metal içeriğinde meydana gelen artışlar Mn dışında önemli düzeyde bulunmamıştır. Sonuç olarak ele alınan su kaynaklarının sulama amaçlı kullanımında toprakların tuzluluk ve ağır metal içeriğindeki artışların göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Atıksu, ağır metal, bitki gelişimi, toprak özellikleri.

### Determining the Effects of Nilufer River and Different Wastewater Treatment Plant's Sewage on Soil Properties and Plant Growing

**Abstract:** The primary case and concepts of this work are aimed to study the Nilüfer creek and Ayvalı brook and the waste waters of the Penguen Food Industry's and BUSKI wastewater treatment plant and to determine its effects on soil characteristics and plant development. In greenhouse conditions, the dissertation on corn plant with vertisol soil identifies the plant's dry weight and the containment of heavy metal assay. Otherwise, the water sources in hand as the use of irrigation water

are determined the changes of the containment of heavy metal assay and soil's pH, EC and nutrients by this work. The results that are obtained show us the less lower pH is observed in execution of Nilüfer creek linked to the sources of irrigation water and also the highest salinity contents are observed in the execution of waste water of Penguen Facility. The soils' nitrogens of NH<sub>4</sub> and NO<sub>3</sub> shows the increasing rates of procurable P, transfusable Na and the K according to the controlled execution. The transfusions in soils's heavy metal containment are not considered significant except for Pb and Cd. Plant's dry weight indicates the decreased rates in the execution of Penguen waste water. Fluctants in the plants' nutrients are not considered significant. Depending on the executions, the changes in the containment of heavy metal in plants are not considered significant except for Mn rates. Consequently, increments of soil salinity and the containment of heavy metal in soil are taken into consideration as the use of irrigation water of the water sources in hand of this search.

**Keywords:** Heavy metal, plant growth, soil properties, wastewater.

## Giriş

Hızla artan sanayi oluşumları, içilebilir su kaynaklarının yanı sıra tarımsal üretimde kullanılabilecek suyun da kirlenmesine neden olmaktadır. Son yıllarda hızlı sanayileşme ve nüfus artışı ile birlikte çevre bilincinin gelişmemiş olması da su kirliliği üzerinde oldukça etkilidir. Bunların yanı sıra, içilebilir su kaynaklarının sorumsuzca kirletilmesi, geri dönüşümü olanaksız sorunların yaşanmasına zemin hazırlamaktadır (Atalık, 2006; Dağlı 2005; Haviland, 2002). Su kirlenmesi, suyun içindeki yabancı madde miktarının sınır değerlerin üzerine çıkması, suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin bozulması, suya bağlı ekolojik sistemlerin de bundan etkilenerek olumsuz yönde değişmesidir (Meşeli, 2010).

Su talebinin artışı ve kaynakların kirlilik ve kuruma sonucu sınırlanması ile birlikte sürdürülebilir kaynaklar için değişik ve pratik çözümlere ihtiyaç vardır. Bu durumun getirisi olarak da arıtılmış suların tarımda kullanımı son yıllarda artış göstermeye başlamıştır. Atıksuların geri kullanımı ile hem sınırlı kaynaklardaki tüketimi azaltmakta hem de çevreye olan olumsuz etkileri aza indirilmeye çalışılmaktadır.

Bursa yaklaşık 3 milyonluk nüfusu ile Türkiye'nin en büyük endüstri şehirlerinden biridir. Nilüfer çayı ve kolları da Bursa'nın en önemli su kaynağı durumundadır. Nilüfer çayı, Bursa şehrinden geçerek Marmara Denizi'ne dökülmektedir. Bursa bölgesinde Nilüfer çayı ve kolları genelde sulama amaçlı olarak kullanılmaktadır. Nilüfer çayı Bursa şehrini geçmeden önceki bölümü ve Demirtaş Barajı bölgesi tarımsal amaçlı kullanıma uygundur ve çeşitli sulama sistemleri ile tarım kesimine hizmet etmektedir.

Çalışmamızda kullanılan Nilüfer Çayı ve kollarından olan Ayvalı Deresi de sanayi atıksuyu ve şehir kanalizasyonu ile kirliliğe maruz kalmış olan akarsulardandır. Bu durum günümüzde renk ve koku olarak kolaylıkla gözlenmektedir.

Arıtılmış sular; tarımsal sulama ve arazi sulaması, endüstriyel uygulamalar, çevresel uygulamalar (yüzey sularına verme ve yeraltı sularına deşarj), rekreasyon faaliyetleri, şehir temizliği, yangın, inşaat gibi klasik uygulamalarda tatlı suların yerine kullanılabilecek kaynaklar olarak öne çıkmaktadır (Meneses ve ark., 2010).

Arıtılmış atıksular ile tarımsal alanların sulanmasını temel alan projelerin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için en önemli parametre arıtılmış atıksuyun kalitesidir. Arıtılmış

atıksuyun kalitesi, ham su kalitesine ve atıksuyun uygulandığı arıtma derecesine bağlıdır (Anonim, 2014).

Atıksuların yeniden kullanımı ile, (1) tatlı suların hassas ekosistemlerden uzaklaştırma oranının azaltılması, (2) hassas su kaynaklarına deşarjların azaltılması, (3) sulak alanların yaratılması veya çoğaltılması, (4) geri dönüştürülen suların sulama amaçlı olarak tekrar kullanılmasını, (5) kirliliğin azaltılması ve önlenmesine katkı sağlanmış olur. (Anonim, 2013)

Bu çalışma; Bursa Nilüfer Çayı, Ayvalı Deresi, BUSKİ Arıtma Tesisi ve Penguen A.Ş. Arıtma tesisinden alınan sular ile sera ortamında inkubasyon çalışması ile toprak özellikleri ve bitki gelişimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Kirliliğe maruz kalmış akarsuların ve arıtma tesislerinden deşarj edilen suyun tarımda kullanımı açısından etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

## Materyal ve Metod

### Sulama Suyu Örneklerinin Alınması ve Analizleri

Çalışma kapsamında öncelikle denemede kullanılacak su örneklerinin sulama suyu kalitesini belirlemek amacıyla Nilüfer Çayı Yolçatı noktasından, Ayvalı Deresinden, BUSKİ Doğu Atıksu Arıtma Tesisi, ve Penguen Gıda Atıksu Arıtma tesislerinden deneme süresince (Mayıs-Temmuz 2014) su örnekleri alınmıştır (Şekil 1). Denemede kontrol amaçlı olarak çeşme suyu kullanılmıştır.



Şekil 1. Örnekleme Noktaları

### Su Analizleri

Çalışmada kullanılan sulama sularından alınan örneklere yapılan su analizleri şunlardır: Reaksiyon (pH), Elektriksel iletkenlik (EC), Karbonat ( $\text{CO}_3^-$ ) ve Bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ), Klor ( $\text{Cl}^-$ ), Sülfat ( $\text{SO}_4^-$ ), Katyonlar (Na, K, Ca ve Mg) (Sağlam 2001) Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) ve sulama suyu sınıfı ise EC değeri ve SAR değeri

değerlendirilerek belirlenmiştir (Ayyıldız, 1983). Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) (Robarge ve ark., 1983), Amonyum ( $\text{NH}_4^+$ ) (Solorzano, 1969), Fosfor (P) (Olsen ve ark., 1954), Bor (B) (Wolf, 1971), ağır metaller ise ICP OES ile belirlenmiştir (Anonim, 1994).

## **Sera ve Inkubasyon Denemesi**

Atıksuların toprak özellikleri ve bitki gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla sera koşullarında iki farklı deneme kurulmuş ve yürütülmüştür. Bursa bölgesinde yoğun olarak tarım yapılan büyük toprak grubunun Toprak Taksonomisine göre sınıflandırılması Ordo (Vertisol), Alt Ordo (Xerert), Büyül Grup (Haploxerert), Alt Grup (Typic Haploxerert) ve Toprak Serisi (Çiftlik) olarak Özsoy (2001) tarafından yapılmıştır.

Birinci denemede atık suların bitki gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla mısır bitkisi kullanılmıştır. 4 kg toprak alan saksılara 6 adet mısır “Euralis es Armandi (FAO 640)” tohumu ekilmiş ve çıkış sonrası 2 adet mısıra seyreltilerek 35 günlük gelişim periyodu sonunda toprak seviyesinden hasat edilmiştir. Birinci denemede bitki toprak üstü ve toprak altı aksamı (kök) ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

İkinci denemede beş farklı sulama suyu kaynağının toprak özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla aynı toprak örneği kullanılmış ve 4 kg toprak alana saksılarda deneme süresince tarla kapasitesini sağlamak koşulu ile periyodik olarak sulama yapılmıştır. 60 gün yürütülen denem sonunda saksılar paçal hale getirilerek örnekleme yapılmıştır. İnkubasyon denemesinde deneme başlangıcı ve deneme sonunda toprakta meydana gelen değişimler değerlendirilmiştir.

## **Toprak Analizleri**

Sera çalışmasında kullanılan topraktan deneme başlangıcında ve sonunda toprak örnekleri alınarak aşağıdaki analizler yapılmıştır. Toprakların kimi özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Mekanik analiz (Tekstür) (Bouyoucos, 1951), toprak reaksiyonu (pH) (Mclean, 1982), elektriksel iletkenlik (EC) (Rhoades, 1982), kireç (%  $\text{CaCO}_3$ ) (Nelson, 1982), organik C (Nelson ve Sommers, 1982), toplam azot (N) (Nelson ve Sommer, 1982), amonyum ( $\text{NH}_4$ ) ve nitrat ( $\text{NO}_3$ ) (Robarge ve ark., 1983), alınabilir fosfor (P) (Watanabe ve Olsen, 1965), alınabilir ağır metaller (Pb, Cd, Cr, Ni, Fe, Mn, Cu ve Zn) Jones (2001)’e göre belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında yürütülen sera denemesi bitki çıkışından 35 gün sonra toprak seviyesinden kesilerek hasat edilmiştir. Bitkinin toprak üstü ve kök bölümleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Örnekler önce çeşme suyunda yıkanarak, iki kez saf sudan geçirilmiş 65 °C deki havalı kurutma dolabında kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan örnekler bitki öğütme değirmeninde öğütülerek homojen bir karışım halinde analize hazır duruma getirilmiştir (Kacar ve İnal, 2010).

## Bitki ve Kök Analizleri

Azot (N) içeriği (Bremmer, 1965), fosfor (P) içeriği (Lott ve ark., 1956), potasyum (K, Ca, Mg, Na) (Horneck ve Hanson, 1998), ağır metaller (Pb, Cd, Cr, Ni, Fe, Mn, Cu ve Zn) Isaac ve Jhonson (1998)'e göre belirlenmiştir.

## İstatistiksel analizler

Tez çalışması kapsamında yürütülen inkübasyon ve sera denemesinden elde edilen verilerin varyans analizi JUMP paket programı ile yapılmıştır. Ortalamalar arası farklılıkların karşılaştırılmasında LSD testi ( $p<0,05$ ;  $p<0,01$ ) kullanılmıştır.

**Çizelge 1.** Çalışmada kullanılan toprağın kimi özellikleri

	Özellikler	Miktar
%	Kum	35.1
	Silt	16.7
	Kil	48.3
	Tekstür	Kil
	pH	7.79
	EC, $\mu\text{S cm}^{-1}$	260
	Kireç, %	0.39
	Org.mad., %	1.76
	% N	0.14
$\text{mg kg}^{-1}$	$\text{NH}_4\text{-N}$	5.42
	$\text{NO}_3\text{-N}$	0.95
	Alınabilir P	20.2
$\text{g kg}^{-1}$	Değişebilir Na	0.11
	Değişebilir K	0.45
	Değişebilir Ca	6.64
	Değişebilir Mg	0.92
$\text{mg kg}^{-1}$	Toplam Pb	iz
	Toplam Cd	0.21
	Toplam Cr	142
	Toplam Ni	159
	Toplam Cu	22.9
	Toplam Zn	65.9
	Toplam Mn	56.0
$\text{mg kg}^{-1}$	DTPA eks Cd	0.04
	DTPA eks Cr	0.01
	DTPA eks Ni	3.35
	DTPA eks Cu	2.93
	DTPA eks Zn	0.67
	DTPA eks Mn	10.5
	DTPA eks Fe	11.3

## Bulgular ve Tartışma

### Su Kaynaklarının Sulama Suyu Kalitesi

Çalışma kapsamında sulama suyu kalitesini belirlemek amacıyla Nilüfer Çayı Yolçatı noktasından (Nilüfer), Ayvalı deresinden (Ayvalı), BUSKİ doğu atıksu arıtma tesisi (BUSKİ) ve Penguen Gıda atıksu arıtma tesislerinden (Penguen) deneme süresince (Mayıs-Temmuz) alınan su ve atıksu örneklerinde yapılan kimi analiz sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelgenin incelendiğinde kullanılan suların C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> ile C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sulama suyu sınıfında yer aldığı görülmektedir.

Sulama suyu analiz sonuçları sınır değerler ile karşılaştırıldığında ağır metaller açısından sınır değerlerin altında veya belirtilen sınır değerlerin arasında olduğu görülmüştür. Özellikle Penguen ve BUSKİ atıksu arıtma tesisleri deşarj sularının EC değerlerinin 3. sınıf kullanılabilir ve 4. sınıf ihtiyatla kullanılmalı sınıfına girdiği belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında alınan farklı su kaynaklarının 60 günlük inkübasyon çalışması sonrasında deneme toprağının kimi özellikleri (pH, EC, organik madde, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, alınabilir P ve değişebilir Na, K ve Ca) ve kimi ağır metaller üzerine etkisi Çizelge 3 ve Çizelge 4’de verilmiştir.

**Çizelge 2.** Kullanılan su örneklerinde deneme süresince yapılan kimi analizler

Özellik	Nilüfer	Ayvalı	BUSKİ	Penguen	Kontrol	Sınır Değer**
pH	7.12 <sup>a</sup> -7.74 <sup>b</sup>	7.68-7.87	7.31-7.45	7.25-7.30	7.75-8.01	6.5-9
EC, dS m <sup>-1</sup>	0.85-0.95	0.45-0.64	0.91-0.98	1.92-2.03	0.25-0.32	250-3000
HCO <sub>3</sub> , meq l <sup>-1</sup>	4.55-5.00	5.12-5.14	6.55-7.01	6.11-7.45	2.02-2.58	150-1500*
CO <sub>3</sub> , meq l <sup>-1</sup>	iz	iz	iz	iz	iz	-
SO <sub>4</sub> , mg l <sup>-1</sup>	95.1-102	117-151	60.4-81.0	35.1-46.0	21.1-34.1	4-20
Cl, mg l <sup>-1</sup>	71.1-88.1	125-154	45.1-64.0	215-240	10.1-15.4	4-20
Ca, mg l <sup>-1</sup>	31.0-35.0	40.1-45.1	55.0-66.4	59.5-59.6	19.2-21.6	-
Mg, mg l <sup>-1</sup>	19.0-20.2	59.8-69.0	58.9-71.8	87.0-99.9	28.0-34.3	125-700*
K, mg l <sup>-1</sup>	8.10-10.1	10.2-13.1	25.0-30.1	10.9-20.1	3.20-4.21	100-600*
Na, mg l <sup>-1</sup>	98.4-120	156-198	54.4-61.4	205-251	12.1-13.5	15-700*
NH <sub>4</sub> -N, mg l <sup>-1</sup>	3.98-4.02	iz	5.03-7.06	iz	iz	0 - 50
NO <sub>3</sub> -N, mg l <sup>-1</sup>	iz	iz	0.10-0.22	iz	İz	0 - 50
PO <sub>4</sub> -P, mg l <sup>-1</sup>	0.60-1.05	0.22-0.46	1.08-2.00	iz	iz	
B, mg l <sup>-1</sup>	0.25-0.35	0.61-1.02	0.20-0.30	0.05-0.10	iz	0.5 - 2
Cd, mg l <sup>-1</sup>	iz	iz	iz	iz	iz	0.01 - 0.05
Co, mg l <sup>-1</sup>	iz	iz	iz	iz	iz	0.05 - 5
Cr, mg l <sup>-1</sup>	iz	iz	iz	iz	iz	0.1 - 1
Cu, mg l <sup>-1</sup>	0.02-0.05	0.02-0.02	0.01-0.03	0.03-0.04	0.01-0.02	0.2 - 5
Fe, mg l <sup>-1</sup>	1.02-1.55	0.75-1.01	1.88-2.14	0.80-0.91	0.10-0.11	5 - 20
Mn, mg l <sup>-1</sup>	1.23-1.55	0.41-0.55	1.04-1.41	0.09-0.10	0.01-0.01	0.2 - 10
Ni, mg l <sup>-1</sup>	0.02-0.03	0.01-0.02	0.02-0.02	0.02-0.03	0.01-0.01	0.2 - 20
Pb, mg l <sup>-1</sup>	iz	iz	iz	iz	iz	5 - 10
Zn, mg l <sup>-1</sup>	0.01-0.02	0.32-0.41	0.05-0.06	0.02-0.03	0.01-0.02	2 - 10
TDS, mg l <sup>-1</sup>	544-608	288-409	582-627	1248-1299	160-204	175 - 2100
SAR	2.41-2.82	2.57-3.04	0.85-0.87	2.79-3.25	0.28-0.29	>10 - <26
SSS	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub> - C <sub>4</sub> S <sub>4</sub>

\* Fiedler 1991, \*\* Anonim 1991, a. en düşük değer, b. en yüksek değer

## Su Kaynaklarının Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi

Çalışma kapsamında toprağa uygulanan su kaynakları kontrol uygulamasına göre toprak pH'sını düşürmüştür. Uygulanan su kaynakları genel olarak değerlendirildiğinde Nilüfer suyu organik kirlilik yüküne sahiptir, bu suyun toprağa uygulanması ile toprakta organik maddenin mineralizasyonu da söz konusu olabilir. pH değerinin azalmasının nedeni, uygulanan atık suların pH değerlerinin düşük olmasından ileri gelmektedir. Topraklarda pH değerinin düşmesi kimi besin elementlerinin yarıyışlılığını arttırmaktadır (Anonim 2003). Shahalam ve ark. (1998) ve Uyanöz (2000) tarafından, atık suyun asidik, nötr veya bazik olmasına göre, toprakların pH değerini düşürdüğü, artırdığı veya etkilemediği bildirilmiştir. Çay (2013) atıksu uygulamaları sonucu, toprak pH'sındaki değişimlerin az olmasının nedeninin toprakların kil ve kireç kapsamlarından dolayı tamponlama kapasitesinin yüksek olmasından kaynaklandığını belirtmiştir. Deneme toprağının kireç içeriği düşük olmasına rağmen kil içeriği (%48.3) yüksektir.

**Çizelge 3.** Su kaynaklarının toprak özellikleri üzerine etkisi

	%					mg kg <sup>-1</sup>			
	pH	EC	OM	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	P	Na	K	Ca
<b>Kontrol</b>	8.21 a**	583 d**	1.49öd	1.89 cd**	20.0 b**	16.9 b**	101 c**	210 b**	8784 öd
<b>Nilüfer</b>	7.75 d	966 c	1.32	2.27 c	30.7b	17.8 b	246 ab	220 b	7370
<b>Ayvalı</b>	8.00 b	1084 bc	1.66	1.29 d	26.3 b	20.7 b	292 a	216 b	8426
<b>BUSKİ</b>	7.85 c	1189 ab	1.56	4.02 b	53.2 a	44.6 a	193 b	301 a	7739
<b>Penguen</b>	7.95 b	1270 a	1.53	7.05 a	52.9 a	30.9 ab	259 a	294 a	8828

\*, p<0.05 , \*\*, p<0.01 , öd: önemli değil

**Çizelge 4.** Su kaynaklarının toprağın yarıyışlı ağır metal içeriği üzerine etkisi

	mg kg <sup>-1</sup>							
	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cr	Pb	Cd
<b>Kontrol</b>	3.80 öd	4.75 öd	1.68 öd	0.98 öd	0.94 öd	0.003 öd	1.28 a**	0.029 ab*
<b>Nilüfer</b>	3.16	4.79	1.82	0.82	0.95	0.002	1.17 b	0.028 bc
<b>Ayvalı</b>	3.28	5.14	1.67	0.83	0.99	0.002	1.17 b	0.028 bc
<b>BUSKİ</b>	3.42	4.69	1.60	0.79	1.02	0.003	1.13 b	0.028 c
<b>Penguen</b>	3.52	5.23	1.74	0.88	1.02	0.003	1.26 a	0.030 a

\*, p<0,05, \*\*, p<0,01, öd: önemli değil

EC değerindeki artışlar su kaynaklarına göre farklı düzeylerde olmuştur. En düşük EC değeri kontrol uygulamasında, en yüksek EC değeri ise Penguen arıtma tesisi atıksuyu uygulamasında belirlenmiştir. Atıksu uygulamalarına göre, toprak EC değerindeki artışlar atıksuların ve su kaynaklarının tuzluluğu (EC değeri) ile ilgilidir. Atıksuların sulama suyu olarak kullanımını sınırlayan faktörlerin başında toprak tuzluluğunun artması gelmektedir (FAO, 2003). Atıksuların topraklara uygulanmasında tuzluluk değerini yükseltmesi ve toksik bileşiklerin birikmesi tarımsal uygulamalarda göz önünde bulundurulması gereken en önemli faktörlerden birisidir (Vaseghi ve ark., 2005).

Su kaynaklarının toprak organik maddesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Toprak organik madde içeriği % 1.32 ile 1.66 arasında değişim göstermiştir. Toprağın amonyum içeriği 1.29 mg kg<sup>-1</sup> ile 7.05 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. Penguen ve BUSKİ arıtma tesisi atıksuyu uygulanan topraklarda kontrol uygulamasına göre NH<sub>4</sub>-N miktarı daha fazla artış göstermiştir. Atıksu uygulamaları ile toprakların NO<sub>3</sub>-N içerikleri ise 20.1 mg kg<sup>-1</sup> ile 53.2 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. Nilüfer Çayı, Ayvalı Deresi, Penguen ve BUSKİ arıtma atıksuyu uygulamaları kontrol uygulamasına göre toprağın NO<sub>3</sub>-N içeriğinde önemli düzeyde artış sağlamışlardır. Azot formlarındaki artışlar incelendiğinde NO<sub>3</sub>-N içinde meydana gelen artışlar uygulamalara bağlı olarak meydana gelen nitrifikasyon sonucu amonyumun nitrata dönüşmesi ile açıklanabilir. Uygulamalar arasındaki farklılıklar ise uygulanan su kaynaklarının farklı kimyasal özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Kocaer ve Başkaya (2004) Nilüfer-Ayvalı deresi ile sulanan topraklarda inorganik azot formlarının sulama suyuyla birlikte eklenen amonyum azotunun nitrifikasyonu sonucu nitrat azotu konsantrasyonunda da bir zenginleşme olduğunu belirtmişlerdir. Angin ve ark. (2005) toprağın organik madde ve N içeriğinin artmasının toprak verimliliği açısından faydalı olabileceğini, pH değerinin düşmesinin bitki besin elementlerinin yarıyışlılığı açısından bitki gelişimini teşvik edeceğini belirtmiştir.

Farklı sulama suyu kaynakları uygulaması kontrole göre toprağın yarıyışlı P içeriğini artırmıştır. Day ve Tucker (1977) atıksu kullanımı ile gübre kullanımına gerek kalmayacak şekilde toprakların fosfor içerdiğinin arttığını belirtmişlerdir. Kalavrouziotis ve ark.(2008) da kentsel kökenli atıksu ile sulama sonucunda toprak P içeriğinin arttığını bildirmişlerdir. Alghobar ve ark. (2014) atıksu ile sulamanın toprakların Ca, Na, N, P ve K içeriklerini kontrol uygulamasına göre önemli düzeyde arttırdığını bildirmiştir. Angin ve ark. (2005) atıksu ile sulama sonucu toprağın P içeriğinin arttığını bildirmiştir.

Toprağın değişebilir Na, K ve Ca içeriğindeki farklılıklar incelendiğinde; Ca içeriğinde meydana gelen değişim istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır. Bu sonuç deneme toprağının değişebilir Ca içeriğinin yüksek olması ile açıklanabilir. Toprağın değişebilir Na ve K miktarı en düşük kontrol uygulamasında belirlenmiş su kaynaklarına bağlı olarak değişebilir Na ve K miktarları artış göstermiştir. Belaid ve ark. (2012) atıksu uygulamalarının toprakların değişebilir Na, K ve Mg içeriğini arttırdığını belirtmişlerdir. Uygulamalar arasındaki farklılıklar ele alınan su kaynaklarının farklı kimyasal özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Topraklara sulama suyu uygulamalarında toprak özelliklerinin değişimi sulama suyu özelliklerinden başka toprak özelliklerine de (kil içeriği, kilin tipi, organik madde ve kireç kapsamı vb) bağlıdır. Angin ve ark. (2005) yapmış oldukları çalışmada, atıksu ile sulama sonucu toprağın kontrol uygulamalarına bağlı olarak değişebilir katyon (Na, K, Ca ve Mg) içeriğinin önemli düzeylerde arttığını bildirmiştir.

Ele alınan su kaynaklarının toprağın alınabilir Pb ve Cd içeriği üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli (p<0,05, p<0,01) bulunmuştur. Toprağa uygulanan farklı su kaynaklarının 60 günlük inkubasyon çalışması sonrasında toprağın DTPA ile ekstrakte edilebilir Fe, Mn, Zn, Cu, Ni ve Cr içeriği üzerine etkisi ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4). Uygulamalara bağlı olarak toprağın Fe içeriği 3.16 mg kg<sup>-1</sup> ile 3.80 mg kg<sup>-1</sup>, Mn içeriği 4.69 mg kg<sup>-1</sup> ile 5.14 mg kg<sup>-1</sup>, Zn 1.60 mg kg<sup>-1</sup> ile 1.82 mg kg<sup>-1</sup>, Cu 0.79 mg kg<sup>-1</sup> ile 0.98, Ni 0.94 mg kg<sup>-1</sup> ile 1.02 mg kg<sup>-1</sup>, Cr 0.002 mg kg<sup>-1</sup> ile 0.003 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. Uygulamalara bağlı olarak DTPA ile ekstrakte edilebilir Pb ve Cd içeriğindeki değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Pb içeriği en yüksek



kontrol uygulamasında 1.28 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenirken, Nilüfer, Ayvalı ve BUSKİ uygulamaları kontrol uygulamasına göre daha düşük (1.13 mg kg<sup>-1</sup> -1.17 mg kg<sup>-1</sup>) bulunmuştur. Ekstrakte edilebilir Cd içeriği ise en yüksek Penguen arıtma tesisi atıksuyu uygulamasında belirlenmiştir. Atıksu uygulamalarına bağlı olarak topraklardaki ağır metal içeriğinin genelde önemsiz çıkması suların ağır metal içeriğinin düşük olmasından ve toprağın pH ve kil içeriğinin yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir. Yapılan çalışmanın süre açısından kısa olması da değerler arasındaki farklılıkların önemsiz çıkmasına neden olmuş olabilir. Ayrıca toprağa uygulanan atık suların organik yüklerinin fazla olması toprak organik maddesi ve ağır metal yayılgılığı arasındaki ilişki ile açıklanabilir. Sharma ve ark. (2007) tarla koşullarında yapmış oldukları çalışmada, arıtılmış ve arıtılmamış atıksu ile sulama sonucu toprakların ve bu topraklarda yetişen pancar bitkisinin ağır metal içeriğinin arttığını belirlemişlerdir, bu artış çalışmanın yapıldığı farklı bölgelerde ve farklı örnekleme zamanlarında da gözlemlenmiştir. Kalavrouziotis ve ark.(2008) sera koşullarında yapmış oldukları çalışmada kentsel kökenli atıksu ile sulama sonucunda topraklardaki Mn, Fe, B, Co ve Ni içindeki değişimin önemsiz olduğunu belirlemişlerdir. Angin ve Ark. (2005) çalışmalarında atıksu uygulaması ile toprakların Fe, Cu, Mn, Zn içeriklerinin toprak derinliğine bağlı olarak, kontrole göre göreceli olarak 2 kat ile 14 kat arasında artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Rana ve ark. (2010) atıksular ile sulama sonucu toprağın DTPA ile ekstrakte edilebilir ağır metal miktarlarının arttığını belirlemiştir. Özellikle bu artışların üst toprakta daha fazla olduğunu, toprağın kil içeriği ve organik madde içeriği ile ilgili olarak açıklamışlardır.

### *Su Kaynaklarının Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi*

Sulama amaçlı olarak ele alınan farklı su kaynaklarının mısır bitkisinin kök ve gövde besin elementi ve ağır metal içerikleri üzerine etkileri ve ilişkin istatistiksel farklılıklar Çizelge 5’de verilmiştir.

**Çizelge 5.** Su kaynaklarının bitki gelişimi, bitki besin elementi ve ağır metal içeriği üzerine etkisi

Özellik	Sulama Suyu kaynakları										
	Üst (gövde)					Alt (kök)					
	Kontrol	Nilüfer	Ayvalı	BUSKİ	Penguen	Kontrol	Nilüfer	Ayvalı	BUSKİ	Penguen	
g s <sup>-1</sup>	<b>KA</b>	8.03 a**	8.42 a	7.96 a	8.03 a	6.89 b	4.66 öd	4.96	5.00	4.83	4.37
	<b>N</b>	2.12 öd	2.24	2.18	2.20	2.10	1.60 öd	1.58	1.57	1.55	1.59
%	<b>P</b>	0.76 öd	0.72	0.71	0.75	0.76	0.69 öd	0.68	0.71	0.69	0.70
	<b>K</b>	3.34 öd	3.56	3.09	3.33	3.52	2.27 öd	2.37	2.38	2.33	2.06
	<b>Ca</b>	1.00 öd	1.01	0.98	0.98	1.16	0.57 öd	0.57	0.58	0.46	0.75
	<b>Na</b>	0.14 d**	0.20 bc	0.20 b	0.16 cd	0.25 a	0.19 c**	0.46 a	0.49 a	0.32 b	0.51 a
	<b>Fe</b>	104 öd	101	110	127	139	3388 öd	3330	3954	3534	3310
mg kg <sup>-1</sup>	<b>Mn</b>	41.0 b**	50.1 a	50.9 a	50.3 a	57.3 a	95.7 öd	110	121	103	106
	<b>Cu</b>	4.97 öd	5.41	4.79	5.20	5.66	12.5 öd	12.3	12.5	11.5	12.2
	<b>Zn</b>	24.9 öd	25.0	26.2	27.9	31.2	33.6 öd	31.0	34.2	31.3	29.7
	<b>Cd</b>	0.11 öd	0.16	0.16	0.14	0.19	0.39 c**	0.41 bc	0.52 ab	0.41 bc	0.55 a
	<b>Cr</b>	4.76 öd	4.27	5.13	5.17	4.99	19.9 öd	24.9	30.3	27.8	20.4
	<b>Ni</b>	2.04 öd	2.19	2.26	2.58	2.44	53.8 öd	53.8	58.4	51.7	51.3
	<b>Pb</b>	1.83 öd	1.95	1.98	2.00	2.07	4.20 öd	4.10	4.52	4.32	4.03

\*. p<0.05, \*\*. p<0.01, öd: önemli değil, KA: kuru ağırlık

Bitki gövdesindeki kuru ağırlık artışı kontrole (8,03 gr s<sup>-1</sup>) göre Ayvalı (7.96 gr s<sup>-1</sup>) ve BUSKİ (8.03 gr s<sup>-1</sup>) ve Penguen (6.89 gr s<sup>-1</sup>) atıksu uygulamalarında daha düşük bulunurken Nilüfer Çayı suyu ile sulanan uygulama (8.42 gr s<sup>-1</sup>) kontrole göre daha yüksek bulunmuştur. Uygulamalar arasındaki bu farklılıklar atıksu ile sulama sonucu toprakta meydana gelen tuzluluğun etkisinden kaynaklanmış olabilir. Angin ve ark. (2005) ise tarla koşullarında yapmış oldukları çalışmada lahana ve patates bitkilerinde atıksu sulaması ile ilgili olarak ürün miktarının arttığını belirlemişlerdir.

Çalışma kapsamında yetiştirilen mısır bitkisinin gövde ve kök bölgelerindeki besin elementi ve ağır metal içeriğindeki değişimler incelendiğinde; kök ve gövdede N, P, K ve Ca elementlerindeki değişimler önemsiz bulunurken yine kök ve gövdede Na ve Mn içeriğindeki değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Uygulamalara bağlı olarak gövdenin N içeriği %2.12 (Kontrol) ile %2.24 (Nilüfer) arasında değişim göstermiştir. Bitkide N içeriği Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen sınır değeri altında (<%3.50) bulunmuş ve az olarak değerlendirilmiştir. Uygulamalara bağlı olarak kök N içeriği %1.55 ile %1.60 arasında değişim göstermiştir.

Mısır bitkisinin uygulamalara bağlı olarak gövde P içeriği %0,71 ile %0.76 arasında değişim göstermiştir. Bu değerler Jones ve ark. (1991) tarafından belirtilen sınır değerlere göre (<%0.50) fazla olarak değerlendirilmiştir. Mısır bitkisinin kök aksamının P içeriği de yine %0.68 ile %0.71 arasında değişim göstermiştir. Bitkinin K içeriği uygulamalara bağlı olarak, %3.09 ile %3.56 arasında değişim göstermiştir, bu değerler Jones ve ark. (1991) tarafından belirtilen sınır değerlere göre (%2.50-%4.00) yeterli olarak değerlendirilmiştir. Mısır bitkisinin kök aksamının K içeriği de yine %2.06 ile %2.40 arasında değişim göstermiştir. Bitkinin Ca içeriği uygulamalara bağlı olarak, %0.98 ile %1.16 arasında değişim göstermiştir, bu değerler Jones ve ark. (1991) tarafından belirtilen sınır değerlere göre (>%0.70) fazla olarak değerlendirilmiştir. Mısır bitkisinin kök aksamının Ca içeriği ise %0.46 ile %0.75 arasında değişim göstermiştir. Uygulamalara bağlı olarak Mısır bitkisinin Na içeriğindeki değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve atıksu uygulamalarına bağlı olarak Na içerikleri artış göstermiştir. Kontrol uygulamasına göre gövdede %0.14 ile % 0.25 arasında Na artışı görülürken kökte % 0.19 ile % 0.51 arasında Na artışı belirlenmiştir. Na içeriğindeki en yüksek artış kök ve gövdede Penguen uygulamasında belirlenmiştir. Bitkinin kök Na içeriğinin gövde Na içeriğine göre daha yüksek belirlenmesi mısır bitkisinin natrofobik bitki olması ve aldıkları sodyumu köklerinde biriktirmesinden kaynaklanmaktadır. Bitkilerin Na içerikleri, natrofilik yada natrofobik olmaları ile yakından ilgilidir, özellikle yem bitkileri olarak yetiştirilen bitkilerin Na içeriğinin en az %0.2 olması istenir (Kacar ve Katkat, 2010). Mengel ve ark. (2001) Na alımlarına göre bitkilerin gruplandırmışlar ve mısır bitkisinin çok az Na aldığını belirtmişlerdir.

Mısır bitkisinin mikro element ve kimi ağır metal içeriğindeki değişimler incelendiğinde, uygulamalara bağlı olarak gövde Fe, Cu, Zn, Cd, Cr, Ni ve Pb içeriğindeki değişimler önemsiz bulunurken Mn içeriğindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kök aksamındaki değişimler incelendiğinde ise kök Cd içeriğindeki artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Uygulamalara bağlı olarak bitkinin Fe içeriği kontrol uygulamasında 104 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenirken, Ayvalı, BUSKİ ve Penguen uygulamalarında Fe içeriği artış göstermiş sırası ile 110 mg kg<sup>-1</sup>, 127 mg kg<sup>-1</sup> ve 139 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur ancak bu artışlar istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır. Kökün Fe içeriği ise uygulamalara bağlı olarak

3310 mg kg<sup>-1</sup> (Penguen) ile 3954 mg kg<sup>-1</sup> (Ayvalı) arasında değişim göstermiştir. Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen sınır değerlere göre bitkinin Fe içeriği (50-250 mg kg<sup>-1</sup>) yeterli olarak değerlendirilmiştir.

Bitkinin Mn içeriği kontrole göre (41.0 mg kg<sup>-1</sup>) atıksu uygulamaları ile artış göstermiştir. Mn içeriğinde en yüksek artış Penguen atıksu ile sulama uygulamasında (57.3 mg kg<sup>-1</sup>) bulunmuş, Nilüfer, Ayvalı ve BUSKİ atıksu uygulamaları da sırası ile 50.1 mg kg<sup>-1</sup>, 51.0 mg kg<sup>-1</sup> ve 50.3 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Bitkinin Mn içeriği Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen sınır değerlere göre (20 mg kg<sup>-1</sup> - 300 mg kg<sup>-1</sup>) yeter düzeyde olarak değerlendirilmiştir. Bitki kök Mn içeriği de atık su uygulamalarına bağlı olarak kontrole göre (95.7 mg kg<sup>-1</sup>) artış göstermiş ve 103 mg kg<sup>-1</sup> ile 121 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir.

Uygulamalara bağlı olarak bitkinin Cu içeriğindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Kontrol uygulamasında 4.97 mg kg<sup>-1</sup> olan Cu içeriği Nilüfer, BUSKİ ve Penguen uygulamalarında, sırası ile 5.41 mg kg<sup>-1</sup>, 5.20 mg kg<sup>-1</sup>, 5.66 mg kg<sup>-1</sup> artış gösterirken Ayvalı uygulaması (4.79 mg kg<sup>-1</sup>) kontrole göre azalma göstermiştir. Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen sınır değerlere göre (5 mg kg<sup>-1</sup> - 20 mg kg<sup>-1</sup>) Nilüfer, BUSKİ ve Penguen uygulamaları yeter düzeyde Ayvalı uygulaması ise az düzeyde (<5 mg kg<sup>-1</sup>) olarak değerlendirilmiştir. Bitkinin kök Cu içeriği de atıksu uygulamalarına bağlı olarak 11.5 mg kg<sup>-1</sup> ile 12.5 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir.

Bitkinin Zn içeriğindeki değişim kontrole göre (24.9 mg kg<sup>-1</sup>) atıksu uygulamaları ile artış göstermiştir. Zn içeriğinde en yüksek artış Penguen atıksu ile sulama uygulamasında (31.2 mg kg<sup>-1</sup>) bulunmuş, Nilüfer, Ayvalı ve BUSKİ atıksu uygulamaları da sırası ile 25.0 mg kg<sup>-1</sup>, 26.2 mg kg<sup>-1</sup> ve 27.9 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Bu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen sınır değerlere göre (20-60 mg kg<sup>-1</sup>) yeter düzeyde olarak değerlendirilmiştir. Bitkinin kök Zn içeriği de atıksu uygulamalarına bağlı olarak 29.7 mg kg<sup>-1</sup> ile 34.2 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir.

Bitkinin Cd içeriğindeki değişim kontrole göre (0.11 mg kg<sup>-1</sup>) atıksu uygulamaları ile artış göstermiştir. Cd içeriğinde en yüksek artış Penguen atıksu ile sulama uygulamasında (0.19 mg kg<sup>-1</sup>) bulunmuş, Nilüfer, Ayvalı ve BUSKİ atıksu uygulamaları da sırası ile 0.16 mg kg<sup>-1</sup>, 0.16 mg kg<sup>-1</sup> ve 0.14 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Bu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bitkinin kök Cd içeriğindeki değişim, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sulama suyu kaynakları, kontrole göre kökün Cd içeriğini arttırmıştır. Kontrol uygulamasında kök Cd içeriği 0.39 mg kg<sup>-1</sup> iken, Nilüfer, Ayvalı, BUSKİ ve Penguen uygulamalarında sırası ile 0.41 mg kg<sup>-1</sup>, 0.52 mg kg<sup>-1</sup>, 0.41 mg kg<sup>-1</sup> ve 0.55 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Alloway ve Ayers (1997) tarafından bildirilen toksik sınır değerlerin (5-30 mg kg<sup>-1</sup>) altında belirlenmiştir. Buna ek olarak Kabata ve Pendias (1992), bitkide Cd yeterlilik sınır değerini 0.05-0.20 mg kg<sup>-1</sup> arasında olduğunu bildirmiştir. Elde olunan sonuçlara göre değerler yeterlilik sınırları içinde kalmasına karşın toksik sınırların altında olarak belirlenmiştir. Topraklarda kadmiyum yayarışlılığı büyük ölçüde toprak pH'sına ve öteki katyonların cins ve miktarlarına bağlıdır. Kadmiyum alımını Ca ve Zn engeller. Bitkilerde uzun yol taşınan ağır metallere olan Cd çoğu bitki türlerinde karotenoidlerin ve klorofillerin sentezine olumsuz şekilde etkilediğini bildirmişlerdir (Kacar ve Katkat, 2010). Doğan (2003) Şanlıurfa'da Karakoyun Deresi atıksuları ile sulanan soğanda Cd içeriğini 5.06- 6.15 mg kg<sup>-1</sup> düzeyinde tespit etmiş yani toksik sınırları geçtiğini

belirlemiştir. Sauerbeck (1985) 3 mg kg<sup>-1</sup>'dan yüksek Cd içeren bitkilerin tüketilmesinin insanlarda kadmiyumun zehir etkisini ortaya çıkardığını bildirmiştir.

Bitkinin Cr içeriğindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bitkinin Cr içeriği 4.27 mg kg<sup>-1</sup> ile 5.17 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. Kök Cr içeriği ise kontrol uygulamasına göre atıksu uygulamalarında artış göstermiştir. Kontrol uygulamasında Cr içeriği 19,9 mg kg<sup>-1</sup> iken atıksu uygulamalarında 20.4 mg kg<sup>-1</sup> ile 30.3 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. Sulama suyu uygulamalarına bağlı olarak bitkide meydana gelen değişimler Alloway ve Ayers (1997) tarafından bildirilen sınır değerlerin altında (5-30 mg kg<sup>-1</sup>) kalmıştır.

Sulama suyu uygulamalarına bağlı olarak, bitkinin Ni içeriğindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bitkinin Ni içeriği 2.04 mg kg<sup>-1</sup> ile 2.58 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. Kök Ni içeriği ise 51.3 mg kg<sup>-1</sup> ile 58.4 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. Bitkilerde bulunan değerlerde meydana gelen artış, Alloway ve Ayers (1997) tarafından bildirilen sınır değerlerin altında (10 mg kg<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Bitkilerde gereğinden fazla bulunan nikel klorofil sentezi ve yağ metabolizması üzerine olumsuz etki yapar. Nikel toksisitesi özellikle kanalizasyon atıklarının fazlaca bulunduğu yörelerde görülür. Toksik kritik Ni düzeyi kuru madde ilkesine göre duyarlı bitkilerde >10 mg kg<sup>-1</sup> ve orta düzeyde duyarlı bitkilerde 50 mg kg<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır (Bollard, 1983; Asher, 1991).

Bitkinin Pb içeriğindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ancak kontrole göre (1.83 mg kg<sup>-1</sup>) sulama suyu olarak kullanılan su kaynakları bitkinin Pb içeriğini arttırdığı gözlemlenmiştir. Sulama suyu uygulamalarına bağlı olarak bitki kök Pb içerikleri 4.10 mg kg<sup>-1</sup> ile 4.52 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir. Mısır bitkisinin Pb içeriği Alloway ve Ayers (1997) tarafından bildirilen toksik sınır değerlerin altında (10 mg kg<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Kabata ve Pendas (1992) ise bitkilerde Pb yeterlilik sınır değerini 0.20-10.0 mg kg<sup>-1</sup> arasında olduğunu bildirmiştir. Kurşunun bitkilerdeki zehir etkisinin nedenleri üzerinde bilinenler sınırlıdır. Kurşun bitkilerde çoğu enzimlerin aktivitesini ve metabolik işlevleri olumsuz şekilde etkiler. Kurşun hücre duvarlarında birikir. Bu olgu hücre duvarlarında tutularak kurşunun hücre içine girişini önlemesi yönünden olumlu kabul edilmektedir. (Kacar ve Katkat, 2010)

Ağır metal içeriklerinin uygulamalara bağlı olarak önemsiz çıkması, toprağın kil içeriği ve pH değerine bağlı olarak bitkinin ağır metal alımını sınırlanması ile ilgili olabilir. Manas ve ark. (2009) 3 yıl süre ile atıksu kullanımı sonucunda bitkilerin N, P, Pb ve Al içeriğinin kontrol uygulamasına göre önemli düzeyde arttığını bildirmiştir. Araştırmacılar, atıksuyun sulama suyu kaynağı olabileceğini ancak bitkilerin ağır metal alımı ve patojen mikroorganizma açısından su yönetiminin yapılması gerektiğini ve suyun kısıtlı olduğu dönemlerde damla sulama sisteminin kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir. Araştırmacı çalışmasında K ve Ca'daki değişimlerin ise istatistiksel olarak önemsiz olduğunu bildirmiştir. Çalışmada 3 dönem yapılan örneklemelerde bitki Cd ve Ni içeriğinin atıksu uygulamalarında daha yüksek çıktığını Cr, Fe, Mb, Pb ve Zn içeriğinin ise önemsiz bulunduğunu bildirmiştir.

Çalışma kapsamında kök ağır metal içeriklerini toprak üstü ağır metal içeriklerine göre daha yüksek çıkması ile ilgili olarak Jones ve Clement (1972) ağır metallerin kök tarafından alınarak toprak üstü organlara taşınmasında köklerin bariyer görevi görmesi ile açıklamıştır. Kacar ve ark. (2010) kimi bitkilerin farklı mekanizmalarla ağır metallerin bitkide

taşınmasını sınırlandırdığını ve dayanıklılık mekanizmalarına sahip olduklarını bildirmiştir. Jones ve Clement (1972), Smical ve ark. (2008) ve Thapliyal ve ark. (2013) ağır metallerin, bitki organlarında biriktirdiğini ve en çok kök, yaprak, çiçek tomurcukları ve en az meyvede biriktiğini bildirmiştir.

## Sonuç

Çalışma kapsamında ele alınan su kaynaklarının toprak özellikleri ve bitki gelişimi üzerine etkileri genel olarak değerlendirildiğinde toprak pH'sını düşürmesi bitki besin elementlerinin yayılgılığında önemli bir etki olarak görülebilir. Özellikle tuz içeriği yüksek sulama sularının (III ve IV. Sınıf) kullanılmasında bitki tarafından alınım, geriye kalan tuzluluğun etkisi sonucu toprağın ulaştığı tuzluluk değeri önemle göz önünde bulundurulmalıdır. Atıksuların toprakların N, P ve K içeriğinde meydana getirdiği artışlar özellikle gübreleme programları yapılırken göz önünde bulundurulmalıdır. Sulama suyu kaynaklarına göre toprağın N ve P içeriği 2-3 kat artış göstermektedir, bu artışlar bitki ihtiyacından fazla olduğunda birikim ve yıkanmanın olması özellikle diğer temiz su kaynakları üzerinde bir tehdit unsuru olabilir.

Yapılan çalışmada toprakların DTPA ile ekstrakte edilebilir ağır metal içeriğindeki artışların göreceli olarak düşük olması, toprağın pH değeri ve kil içeriğinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Özellikle bu tür suların kumlu bünyeli ve düşük pH'ya sahip topraklara uygulanmaması gerektiği bildirilmektedir. Toprak özelliklerine bağlı olarak, ağır metal içeriğindeki değişimin düşük olması, o toprakta yetiştirilen bitkiye taşınımının da sınırlanmasını sağlamakta ve ağır metal miktarları bitkilerde toksik sınır değere kadar yükselmemektedir. Yapılmış olan çalışmada saksı koşullarında bitki ağır metal içeriklerinin sınır değerlerin altında olması çalışmanın kısa süreli olmasından kaynaklanmaktadır. Özellikle ağır metallerin topraktaki yayılgılığında ve bitkiye taşınımının belirlenmesi ile ilgili olarak tarla koşullarında yapılan çalışmalar göz önünde bulundurulmalıdır.

Bursa ili sanayileşme ve kentleşmenin yoğun baskısı altında su kirliliğinin giderek artış gösterdiği bir ilimizdir. İlde belediyelere ait ve çeşitli sanayi bölgelerine ait bir çok arıtma tesisi bulunmaktadır ancak kimi sanayi kuruluşlarının atıksularını arıtmadan, Nilüfer Çayı ve yan kollarına deşarj etmeleri sonucu, Nilüfer Çayı'nın sulama suyu sınıfı dönemsel olarak IV. sınıf su kalitesine kadar düşmektedir. Nilüfer çayının sulama suyu olarak kullanıldığı bölgelerde uzun süredir süregelen kirliliğin etkilerinin belirlenmesi için toprak, su, bitki örneklerinin alındığı geniş kapsamlı bir proje çalışmasının yapılması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

## Kaynaklar

- Alghobar M.A., Ramachandra L. and S. Suresha. 2014. Effect of sewage water irrigation on soil properties and evaluation of the accumulation of elements in Grass crop in Mysore city, Karnataka, India. American Journal of Environmental Protection. 3(5), 283-291.
- Alloway B.J. and D.C. Ayres. 1997. Chemical Principles of Environmental Pollution, 2<sup>nd</sup> ed. Chapman and Hall Inc. London, 416 pp.
- Angin İ., Yağanoğlu, A.V. ve M. Turan. 2005. Effects of long-term wastewater irrigation on soil properties. Journal of Sustainable Agriculture. 26(3), 31-42.

- Anonim 1994. EPA Method 200.7, "Determination of Metals and Trace Metals in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry," [http://www.epa.gov/waterscience/methods/method/files/200\\_7.pdf](http://www.epa.gov/waterscience/methods/method/files/200_7.pdf)
- Anonim 2003. The State of Food Insecurity in the World. Food and Agriculture Organization of the United Nations Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy.
- Anonim 2013. Akarçay Havzasında Arıtılmış Atıksuların Yeniden Kullanılmasının Araştırılması. <http://www.zafer.org.tr/jdownloads/Raporlar%20%20Strateji%20Belgeleri/akarçay-havzasında-arıtılmış-atıksuların-yeniden-kullanılmasının-arastırılması.pdf> (04.05.2015)
- Anonim 2014. Treated Municipal Wastewater Irrigation Guidelines. EPB:235, Water Security Agency, Kanada
- Atalık, A. 2006. Küresel ısınmanın su kaynakları ve tarım üzerine etkileri. *Bilim ve Ütopya*. 139: 18-21.
- Ayyıldız, M. 1983. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. A.Ü.Ziraat Fak., Ankara Yay., 79/244
- Belaid N., Neel C., Kallel M., Ayoub T., Ayadi A. and M. Baudu. 2012. Long term effects of treated wastewater irrigation on calcisol fertility: A case study of Sfax-Tunisia. *Agricultural Sciences*. 3: 702-713.
- Bollard E.G. 1983. Involvement of unusual elements in plant growth and nutrition. *Encyclopedia of Plant Physiology*, New Series (Lauchli A. and Bielecki R.L., eds), 15B: 695-755. Springer-Verlag, New York.
- Bouyoucos G.J. 1951. A recalibration of the hydrometer for marking mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal*, 43: 434-437.
- Bremner J.M. 1965. Total Nitrogen. *Methods of Soil Analysis*, Part 2. Ed.C.A. Black. American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No.9, Madison, Wisconsin, USA. pp: 1149-1178.
- Çay Ş. 2013. Konya Kentsel Atıksuların tarımsal sulamada kullanılması ve mısır bitkisi yetiştiriciliğine etkileri. Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Adana.
- Day A.D. and T.C. Tucker. 1977. Effects of treated municipal waste water on growth, fiber, protein, and amino acid content of sorghum grain. *Journal of Environmental Quality*. 6(3):325-327.
- Dağlı H. 2005. İçme suyu kalitesi ve insan sağlığına etkileri. *Bizim İller*. İller Bankası Aylık Yayın Organı, 3: 16-21.
- Doğan M. 2003. Şanlıurfa'da Karakoyun Deresi Atıksuları İle Sulanan Soğanda (*Allium cepa* L.) Toksik Element Birikimi Üzerine Bir Araştırma. *Ekoloji Çevre Dergisi*. 12(48): 1-3.
- Haviland W. A. 2002. Kültürel Antropoloji (Çev: Hüsamettin İnaç, Seda Çiftçi). No: 143. *Sosyoloji Serisi*: 3. İstanbul: Kaknüs Yayınları.
- Horneck D.A. and D. Hanson 1998. Determination of Potassium and Sodium by Flame Emission Spectrophotometry. In: Karla, Y.P (Ed) *Handbook of Reference Methods for Plant Analysis*, CRC Pres, Washington, D.C. pp:157-164.
- Isaac A.R. and W.C. Johnson. 1998. Elemental Determination by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry. In: Karla, Y.P (Ed) *Handbook of Reference Methods for Plant Analysis*, CRC Pres, Washington, D.C. pp:165-170.
- Jones J. B. 2001. *Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis*. CRC Pres, Washington, D.C. pp:115-119.
- Jones J. R., Wolf B. and H.A. Mills. 1991. *Plant analysis handbook*. MicroMacro Publishing, Inc. U.S.A. 213 pp.

- Jones L.H.P., and C. R. Clement. 1972. Lead uptake by plants and its significance for animals. In *Lead in the Environment*, ed. P. Hepple, Essex: Applied Science: 29-33.
- Kabata A. and A.H. Pendias. 1992. *Trace elements in soils and plants*, CRC Press Inc., Florida, 365 pp.
- Kacar ,B. ve A. İnal. 2010. Bitki Analizleri. Yayın No:1241, Nobel Yayın Dağıtım, Fen Bilimleri:63, Ankara,
- Kacar B., Katkat A.V. ve Ş. Öztürk. 2010. Bitki Fizyolojisi. Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti, 4. Basım, Ankara, 556 s.
- Kalavrouziotis I.K., Robolas P., Koukoulakis P.H. and A.H. Papadopoulos. 2008. Effects of municipal reclaimed wastewater on the macro and micro-elements status of soil and of *Brassica oleracea* var. *Italica*, and *B. oleracea* var. *Gemmifera*. *Agricultural Water Management*. 95: 419-426.
- Kocaer F.O. ve H.S. Başkaya. 2004. Bursa İlinde Nilüfer-Ayvalı Deresiyle sulanan ve sulanmayan tarım topraklarının bazı kimyasal özellikleri. *Ekoloji*. 13(51): 33-38.
- Lott W.L., Gallo J.P. and J.C. Meaff. 1956. *Leaf Analysis Technique in Coffe Research*, Ibec. Research Inc. 1-9: 21-24.
- Mañas P., Castro E. and J.D.L. Heras. 2009. Irrigation with treated wastewater: Effects on soil, lettuce (*Lactuca sativa* L.) crop and dynamics of microorganisms. *Journal of Environmental Science and Health Part A*. (44): 1261-1273.
- Mclean E.O. 1982. Soil pH and Lime Requirement. *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, Ed.A.L. Page. American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No.9, Madison, Wisconsin, USA. pp: 199-223.
- Mengel K. And E.A. Kirkby. 2001. *Principles of plant nutrition*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 849 pp.
- Meneses M., Pasqualino, J.C. and F. Castells. 2010. Environmental assesment of urban wastewater reuse: treatment alternatives and applications. *Chemosphere*, 81: 266-272.
- Meşeli A. 2010. İznik Gölü havzasında çevre sorunları. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*. 14: 134-148.
- Nelson D.W. and L. Sommers. 1982. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Migrobiological Properties*. Agronomy Monograph No.9 (2 nd Ed.) ASA-SSSA, Madison, Wisconsin, USA. pp: 539-579.
- Nelson R.E. 1982. Carbonate and Gypsum. *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, Ed: A.L. Page. American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No.9, Madison, Wisconsin, USA. pp: 181-196.
- Olsen S., Cole, C., Watanabe, F. And L. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *USDA Circular*, 939, US Gov. Print. Office, Washington, D.C.
- Özsoy G. 2001. Uludağ Üniversitesi Kampus alanı Topraklarının Genesisi ve Sınıflandırılması. U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- Rana L., Dhankhar R. and S. Chhikara. 2010. Soil characteristics affected by long term application of sewage wastewater. *International Journal of Environmental Research*. 4(3): 513- 518.
- Rhoades J.D. 1982. Soluble Salts. *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, Ed.A.L. Page. American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No.9, Madison, Wisconsin, USA. pp: 167-178.

- Robarge W.P., Edwards A. and B. Johnson. 1983. Water and waste water analysis for nitrate via nitration of salicylic acid. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 14: 1207-1215.
- Sağlam, M.T. 2001. Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi yayın No: 189, s.154, Tekirdağ.
- Sauerbeck D. 1985. Funktionen, Güte and Belastbarkeit des Bodens aus agrikulturchemi scher Sicht. Kohlhammer, Stuttgart.
- Sharma R.K., Agrawal M. and F. Marshall. 2007. Heavy metal contamination of soil and vegetables in suburban areas of Varanasi, India. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 66: 258-266.
- Shahalam A., Abuzahra B.M. and A. Jaradat. 1998. Wastewater irrigation effect on soil, crop and environmental pilot scale study at Irbid, Jordan. *Water, Air, and Soil Pollution*. 106(3-4): 425-445.
- Smical A., Hotea V., Oros, J. and E. Pop. 2008. Studies on transfer and bioaccumulation of heavy metals from soil into lettuce. *Environmental Engineering and Management Journal*. 7: 609-615.
- Solorzano L. 1969. Determination of ammonia in natural waters by phenol hypochlorite method. *Limnol. Oceanogr.* 14: 799-801.
- Thapliyal A., Vasudevan P., Dastidar M.G., Tandon M. and S. Mishra. 2012. Effects of irrigation with domesticwastewater on productivity of green chili and soil status. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 44: 2327-2343.
- Uyanöz R. 2000. Konya'da sulama suyu olarak kullanılan atıksuların tarım topraklarının bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine etkileri. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Vaseghi S., Afyuni M., Shariatmadari H. and M. Mobli. 2005. Effect of sewage sludge on some nutrients concentration and soil chemical properties. *Journal of Isfahan Water and Wastewater*. 53: 15-19
- Watanabe F.S. and S.R. Olsen. 1965. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and  $\text{NaHCO}_3$  extracts from soil. *Soil science Soc. Am. Porc.* 29: 677-678.
- Wolf B. 1971. The determination of boron in soil extractes, plant materials, composts, manures, waters and nutrient solutions. *Soil Science and Plant Analyses*. 2(5): 363-374.





## Leonardit Kökenli Organik Materyallerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi

Tülin PEKCAN<sup>1</sup>, Bihter ÇOLAK ESETLİLİ<sup>2</sup>,  
Hatice Sevim TURAN<sup>1</sup>, Erol AYDOĞDU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Zeytinçilik Araştırma Enstitüsü, Üniversite Caddesi No:43 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bornova, İzmir, Türkiye

\*e-posta: tulin.pekcan@tarim.gov.tr

Geliş Tarihi: 03.05.2017; Kabul Tarihi: 25.10.2017

**Öz:** Leonardit toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik aktivitesini artıran ve yüksek oranda humik ve fulvik asit içeren, toprağa uygulandığında toprakta alnamaz halde bulunan bitki besin elementlerinin bitkiler tarafından alınabilir hale geçmesini sağlayan organik bir materyaldir. Ülkemizde organik toprak düzenleyiciler grubunda yer alan leonarditler oluşum şartlarına göre farklı kalitelerde bulunabilmektedir. Bu nedenle, ülkemizde kullanılan yerli ve yabancı kaynaklı 28 adet leonardite ait bazı fiziksel ve kimyasal analizler Resmi Gazetenin, 20.03.2014 tarih ve 28956 sayılı Yönetmeliğinde belirtilen analiz yöntemlerine göre yapılmış ve değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda leonarditlerin farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere (pH, EC, organik madde, toplam humik+fulvik asit, C/N, KDK, makro ve mikro bitki besin elementleri ve ağır metal) içeriklerine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca leonardit örneklerinin % 71.42'si (20 adet) ülkemizde kullanılan ilgili yönetmeliğin tolerans sınırları dışında bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Leonardit, humik asit, organik madde, kimyasal analiz.

### Determination of Some Physical and Chemical Properties of Organic Materials Originated From Leonardite

**Abstract:** Leonardite is an organic structure which increases physical, chemical and biological activities of the soil and contains a high proportion of humic and fulvic acid, enabling the plant to absorb the plant nutrients which are insoluble in the soil when applied to the soil. Leonardites which are in the group of organic soil conditioners in our country are in different qualities according to the formation their conditions. For this aim, some physical and chemical analyses which belong to 28 leonardites with domestic and foreign origins used in our country have been done according to the analysis methods based on the Regulation of Official Gazette with the number 28956 and with the date March, 29, 2014. As a result of the analysis, it has been found that leonardites have different physical and chemical properties (pH, EC, organic matter (%), total humic+fulvic acid (%), C/N,

CEC (me 100 gr<sup>-1</sup>), macroelements (%), microelements (mg kg<sup>-1</sup>) and heavy metal (mg kg<sup>-1</sup>) . According to the obtained data, 71.42 % of the leonardite samples (20) were determined to be outside the tolerance limits of the releveant regulation used in our country.

**Keywords:** Leonardite, humic acid, organic matter, chemical analyses.

## Giriş

Ülkemiz topraklarının büyük bir bölümünün organik madde bakımından fakir olması nedeni ile organik madde içeriğini arttırmak için çeşitli materyaller kullanılmaktadır. 1990'lı yıllardan itibaren leonardit, bu materyaller içerisinde önemli bir yer tutmaktadır.

Leonardit, bitki ve hayvan kalıntılarının tarih öncesi zamanlarda gösel ortamlarda ve bataklıklarda çökerek basınç, sıcaklık ve anaerobik koşullarda volkanizma hareketlerinin de etkisiyle milyonlarca yılda parçalanıp bozuşması, humifikasyonu, oksidasyonu ve başkalaşıma uğraması sonucu tabakalaşmış, killi organik sedimanter bir kayadır. Sahip oldukları humik maddeler, şekilsiz, kısmen aromatik ve çok iyi bir şekilde tanımlanan diğer organik bileşikler gibi kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip olmayan maddelerdir (Akıncı, 2011). Bu maddeler fulvik asitler (FA), humik asitler (HA) ve humin maddeler olarak 3'e ayrılır. Humik maddelerin en önemli parçalarından biri humik asitlerdir. Humik asitler ve fulvik asitler alkali ortamda çözünen humus yapılarını temsil ederler (Akıncı, 2011; Ay, 2015). Humik asitler renkleri sarıdan siyaha değişen, bozulmaya dayanıklı, yüksek moleküler ağırlığa sahip, heterojen doğal kaynaklar olarak nitelendirilmektedirler. Doğal olarak oluşan bu materyallerin renkleri sarıdan siyaha kadar değişir, yüksek moleküler ağırlığa sahip olup bozulmaya dayanıklı heterojen maddelerdir. Toprağa veya bitkilere uygulanacak olan humik asitlerin bitki gelişimi ve besin maddelerinin alınımı üzerine etkili oldukları yapılan çalışmalarla belirtilmiştir (Kolsarıcı ve ark., 2005; Günaydın, 1999; Sözüdoğru ve ark., 1996; Feagbenro ve Agboola, 1993). Humin maddeleri, özellikle azotlu ve fosforlu gübrelerin parçalanmasını sağlayarak bunlardan yararlanma oranını artırması ile bitki beslenmesinde önem taşımaktadır (Karaçal ve Tüfenkçi, 2010). Bu nedenle de kullanımı her geçen gün artmakta olan leonarditler (humik asitler), Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından hazırlanmış olan "Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral, Özel Mikrobiyal ve Enzim İçerikli Organik Gübreler ile Toprak Düzenleyicilerin Üretimi İthalatı Piyasaya Arzı ve Denetimi" yönetmeliğinde "Organik Toprak Düzenleyiciler" adı altında açıklanmış ve her bir ürünün içerik kriterleri bu mevzuata göre sabitlenmiştir.

Humik asitler ülkemizde toprak düzenleyiciler olarak sınıflandırılırlar. Türkiye'deki toprak düzenleyiciler ile ilgili hazırlanan mevzuatın, humik asitlerin belirlenmesi ile ilgili bölümünde "TS 5869, ISO 5073 Kahverengi Kömürler ve Linyitler-Humik Asitlerin Tayini" isimli metotun katı örnekler için kullanılması önerilmektedir. Ancak humik asit analizinde uluslararası düzeyde kabul edilmiş standart bir yöntem bulunamamıştır. Ayrıca aynı örnekte birden fazla analiz yöntemi ile yapılan analizlerden elde edilen sonuçların birbirini tutmaması nedeni ile son yıllarda bu konu ile ilgili pek çok çalışma yapılmaktadır (Olivella ve ark., 2002; Özkan, 2007; Horwitz and Latimer, 2007; Aşık, 2008). Uluslararası Humik Maddeler Birliği (IHSS)'nin bildirmiş olduğu metod ise uygulama aşaması zor ve maliyeti yüksek bir yöntem olarak bildirilmiştir (Enerex, 2004).

Çalışmamızda, bitkisel üretimde kullanılan 28 adet yurt içi ve yurt dışı kaynaklı leonardit örneklerinin fizikokimyasal içerikleri belirlenmiş ve ilgili yönetmeliğimiz tarafından bildirilen değerlerle uyumlu olup olmadıklarının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Ayrıca leonarditlerin makro, mikro besin element içerikleri ile ağır metal içerikleri de belirlenmiş ve olası çevresel etkilerinin de ortaya çıkarılması hedeflenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

Araştırma materyalini, konvansiyonel ve organik tarımda çok yaygın kullanılan, ticari olarak satışı yapılan yurtiçi ve yurtdışı kaynaklı 28 leonardit örneği oluşturmaktadır. Örnekler numune hazırlama standardına uygun olarak hazırlandıktan sonra önerilen yöntemlere göre analizleri yapılmıştır.

Örneklerde; pH ve EC ölçümleri ( $\text{mS cm}^{-1}$ ) 1/10 potansiyometrik; nem analizi (%), AOAC (Association of official Analytical Chemists) official method 967.03 (Horwitz ve Latimer, 2007);  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u (%), TS EN 15475 (TSE, 2010);  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u (%), TS EN 15476 (TSE, 2010);  $\text{NH}_2\text{-N}$ 'u (%), TS EN 15478 (TSE, 2010); Organik N analizi (%), AOAC (Association of official Analytical Chemists) Official Method 959.03 (Horwitz ve Latimer, 2007) ve organik madde analizi (%), AOAC (Association of official Analytical Chemists) official method 967.05'e göre 550 °C' de kuru yakma yöntemine göre (Horwitz ve Latimer, 2007) yapılmıştır. Toplam Humik ve Fulvik asit analizleri (%), TS 5869 ISO 5073 No'lu yönteme göre titrimetrik olarak belirlenmiştir (TSE, 2003). Ayrıca örneklerin KDK'ları ( $\text{me } 100 \text{ gr}^{-1}$ ) da saptanmıştır (Jackson, 1958). Değişebilir Na, K, Ca ve Mg ( $\text{me } 100 \text{ gr}^{-1}$ ) analizleri, 1 N amonyum asetat (pH:7) ile ekstrakte edildikten sonra elde edilen süzükte ICP-OES cihazı ile belirlenmiştir (Carson, 1980). Leonardit örneklerinde; suda çözünen  $\text{P}_2\text{O}_5$  özütlenmesi ve özütlenmiş  $\text{P}_2\text{O}_5$  tayini (%), TSE EN 15958 ve 15959 No'lu yöntemlere göre (TSE, 2012); suda çözünen  $\text{K}_2\text{O}$  analizi (%), TSE EN 15477 No'lu yönteme göre (TSE, 2010); Ca, Mg, Na, Cu, B, Co, Fe, Mn, Mo ve Se analizi (%), AOAC (Association of official Analytical Chemists) official method 965.09'a göre hazırlanarak ICP-OES cihazı ile saptanmıştır (Horwitz ve Latimer, 2007). As, Cd, Cr, Hg, Ni ve Pb ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), AOAC (Association of official Analytical Chemists) official method 2006.03'e göre mikro dalga numune hazırlama setinde 200 °C'de  $\text{HNO}_3$  ile yakılarak ICP-OES cihazı ile belirlenmiştir (Horwitz ve Latimer, 2007).

## Araştırma Bulguları ve Tartışma

Yurt içi ve yurtdışı kaynaklı 28 adet leonardit örneğine ait pH, EC, nem, organik madde, toplam humik fulvik asit (WHA),  $\text{CaCO}_3$ , C/N, değişebilir katyonlar toplamı ile KDK tayini sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1'nin incelenmesinden de anlaşıldığı gibi leonardit örneklerinin pH değerlerinin (2.35-7.76) arasında değiştiği ve kuvvetli asitten ve hafif alkali reaksiyona göre değişen pH'ya sahip olduğu belirlenmiştir. Yüksek kaliteli bir leonarditin pH değerinin 3-5 arasında değiştiği bilinmektedir (Olivella ve ark., 2002). Bu durumda leonarditlerin % 64.29'unun bildirilen değerler ile uyumlu olduğu görülmektedir. Numunelerin % 92.86'sının düşük pH değerlerine sahip olması oluşum şartlarına bağlı olarak yapısında bazik karakterli materyallerin olmadığını göstermektedir. Bu da leonarditlerin kalitesinin iyi olduğunu, 2 numunede  $\text{pH}>7$  olması ise bu materyallerin kömür olduğunu

göstermektedir. Humik asitler sıvı olarak üretildiklerinde ise pH değerlerinin kuvvetli asitten kuvvetli alkaline kadar geniş bir pH aralığında olabilmekte ve kullanılan çözügene bağlı olarak pH değerlerinin değiştiği bilinmektedir. Aşık (2008) sıvı leonardit örneklerinde yaptığı çalışmada, pH değerlerinin 4.94-12.96 arasında değiştiğini belirlemiştir. Leonardit örneklerinin EC değerleri ise 0.14-4.51 mS cm<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, “tuzsuz” grupta yer almaktadırlar.

Leonardit örneklerinin, organik madde değerleri % 18.53-89.54 gibi geniş sınırlar arasında değişmektedir. Bulunan değerlerin, Aşık (2008) tarafından bildirilen değerlerle (2.92-29.65) uyumlu olduğu görülmektedir. Yönetmeliğe göre hayvansal kaynaklı olgunlaşmış gübrelere minimum % 40 organik madde bulunması gerektiği belirtilmiş, ancak leonardit ile ilgili herhangi bir sınır değeri bildirilmemiştir. Ancak leonardit kökenli 28 materyalin 2'sinde organik madde içeriğinin % 40'tan az olması, ayrıca aynı örneklerde toplam humik+fulvik asit miktarlarının da düşük bulunması, örnek kalitelerinin iyi olmadığını göstermektedir. Leonardit örneklerinden yalnızca 21'inde organik madde içeriği % 50 ve üzerinde bulunması dikkat çekicidir

**Çizelge 1.** Leonardit örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

No	pH	EC (mS cm <sup>-1</sup> )	Nem	OM	WHA	CaCO <sub>3</sub>	C/N	DK*	KDK
								(%)	
1	5,00	3,15	4,92	89,54	77,57	0,39	19,21	31	78
2	4,97	0,21	3,91	47,69	32,42	1,9	26,66	38	140
3	6,41	1,73	3,25	64,40	49,13	0,39	40,21	29	83
4	3,66	0,14	4,01	75,29	54,87	0,39	52,27	19	158
5	6,37	2,76	24,45	50,68	15,98	1,93	19,48	34	75
6	4,32	0,67	16,57	48,70	25,53	0,77	27,71	17	136
7	3,42	1,01	27,35	56,70	20,89	0,77	14,82	11	118
8	3,43	0,96	28,87	55,77	18,86	0,77	65,60	20	84
9	3,27	0,96	16,56	53,91	28,18	0,39	30,44	9	131
10	4,96	0,73	24,98	48,06	15,76	0,77	30,05	25	78
11	3,17	1,06	13,71	51,65	32,23	0,77	31,47	7	85
12	4,66	0,6	21,73	49,43	22,62	0,77	52,75	23	83
13	2,35	4,51	15,41	65,08	41,88	0,77	70,59	17	82
14	3,75	2,52	18,31	74,05	57,09	0,39	13,76	24	78
15	2,88	0,59	6,98	61,83	54,80	0,77	6,37	16	152
16	4,85	0,33	10,48	63,65	41,40	0,77	58,10	24	138
17	5,84	4,45	16,51	45,96	34,72	0,77	16,88	39	141
18	3,13	1,31	25,22	62,16	38,41	0,39	29,05	6	131
19	5,43	1,36	15,01	61,08	47,93	0,77	16,96	46	125
20	3,12	1,22	20,10	57,27	35,06	0,39	5,31	5	127
21	6,14	0,93	4,36	18,53	10,40	0,77	31,27	26	34
22	3,33	0,14	28,04	72,45	36,47	0,77	5,14	1	177
23	5,35	0,91	12,01	33,98	25,37	0,77	19,42	36	81
24	5,43	1,32	31,89	73,61	34,66	0,39	45,33	28	131

No	pH	EC (mS cm <sup>-1</sup> )	Nem	OM	WHA	CaCO <sub>3</sub>	C/N	DK*	KDK
								(%)	
25	7,13	1,46	18,71	62,82	36,31	0,77	3,58	30	85
26	7,76	0,28	28,18	63,21	38,32	0,77	3,19	31	81
27	6,13	1,36	40,32	72,20	48,63	0,39	28,01	31	76
28	4,68	1,28	10,47	76,76	50,54	0,39	19,21	29	127
<b>Min</b>	<b>2,35</b>	<b>0,14</b>	<b>3,25</b>	<b>18,53</b>	<b>10,40</b>	<b>0,39</b>	<b>3,19</b>	<b>1,00</b>	<b>34</b>
<b>Max</b>	<b>7,76</b>	<b>4,51</b>	<b>40,32</b>	<b>89,54</b>	<b>77,57</b>	<b>1,93</b>	<b>70,59</b>	<b>46,00</b>	<b>177</b>
<b>Ort</b>	<b>4,70</b>	<b>1,42</b>	<b>17,86</b>	<b>58,82</b>	<b>37,13</b>	<b>0,75</b>	<b>28,55</b>	<b>23,30</b>	<b>108</b>

\*Değişebilir katyon toplamı

Araştırılan leonardit örneklerinin, toplam humik+fulvik asit değerleri ise % 10.40-77.57 arasında değişmektedir. Engin ve Cöcen (2012) tarafından ülkemizin çeşitli bölgelerinden alınan leonardit örneklerinde yapılan bir çalışmada, toplam humik+fulvik asitin % 4.90-59.55 arasında değiştiği belirlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada ise leonarditin toplam humik+fulvik asit içeriğinin % 40-90 arasında olması gerektiği bildirilmiştir (Jackson, 1994). Örneklerimizin humik+fulvik asit içeriklerinin bildirilen değerlerle uyumlu olduğu ancak Yönetmelikte belirtilen “toplam humik+fulvik asit değerlerinin en az % 40 olması” şartı ile uyumsuz olduğu görülmektedir. Alınan leonardit örneklerinin sadece 10’unun toplam humik+fulvik asit değerleri % 40’ın üzerindedir.

Leonardit örneklerinin nem içerikleri % 3.25-40.32 arasında değişmekte olup, sadece 1 örneğin yönetmelikte maksimum sınır değeri olarak belirtilen % 35 değerinden yüksek olduğu görülmektedir.

Leonardit örneklerinin C/N oranı yüksek olması; o organik materyalin genç bir materyal olduğunun ve iyi olgunlaşmadığının işaretlerinden biri sayılmaktadır. Örneklerimizin C/N oranları, % 3.19-70.59 arasında değişmektedir. Leonardit materyalinin C/N oranı ile iyi olgunlaşmış hayvansal kaynaklı gübrelerin C/N oranı karşılaştırıldığında, 6 adet leonardit örneğinin C/N oranı 15’in altında, diğerlerinin ise 15’in üzerinde olduğu saptanmıştır. Farklı çalışmalar incelendiğinde; bitkisel atıkların C/N oranının 17.54-19.88 arasında, tavuk gübrelerinin ise 4.31-7.91 olarak değiştiği belirlenmiştir (Baran ve ark., 1995; İnal ve ark., 1996).

Leonardit içeriğinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar yıllardır yapılmakla birlikte standart bir yöntemin kullanılamaması nedeniyle bir takım sorunlar yaşanmaktadır. Bununla birlikte genel olarak, yüksek kaliteli leonarditlerin pH değerinin 4, C/N oranının 17, humik asit içeriğinin % 65-85 aralığında, organik madde içeriğinin % 65’ten fazla, özgül ağırlığının 0.8 g/cm<sup>3</sup> civarında ve alkalide yüksek çözünürlük özelliklerine sahip olması istenmektedir (Anonim, 2017). Leonarditin; metamorfizma ve humifikasyon şiddetine bağlı olarak humik asit içeriğinin % 35-80 aralığında, nem oranının % 25-40 aralığında olması, siyah veya kahverengi görünümlü olup elle kolaylıkla ufalanabilecek sertlikte olması kalite özellikleri açısından “yüksek kaliteli” olarak tanımlanmasını sağlamaktadır (Engin ve Cöcen, 2012).

Leonardit örneklerinin katyon değişim kapasitelerinin (KDK) 33.93-176.78 me 100 gr<sup>-1</sup> arasında, kireç (CaCO<sub>3</sub>) içeriklerinin ise % 0.39-1.93 arasında değiştiği görülmektedir. Örneklerin büyük bir kısmının KDK’lerinin topraktaki kil minerallerinin KDK’lerinden

daha yüksek olması istenen bir özelliktir. Topraktaki kil minerallerinin KDK'leri ile leonardit örneklerinin KDK'leri karşılaştırıldığında, örneklerin büyük çoğunluğunun en yüksek KDK'sine sahip olan kil minerallerinin KDK'lerinden biraz daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Kılınç, 1996). Değişebilir katyon analiz sonuçları incelendiğinde ise örneklerin tamamının doymuş durumda olmadığı görülmektedir (Çizelge 1). Bu nitelikteki leonardit minerallerinin toprağa uygulanması durumunda topraktaki bitki besin elementlerini tutabileceğini ifade etmektedir. Diğer bir deyişle leonarditin yapısında bulunan humik ve fulvik asitlerin fonksiyonel atom gruplarının (karboksil, hidroksil vb.) tamamının besin elementleri tarafından bağlanmadığını göstermektedir. Humik ve fulvik asitlerin değişebilir katyon miktarı ne kadar az ise leonardit mineralinin besin tutma özelliğine ve dolayısıyla toprak verimliliğine olan etkisi de o kadar yüksek olur.

Leonardit uygulamaları ile toprağa uygulanan bitki besin maddelerinin (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, B vb.) alınımının en yüksek düzeye çıktığı bilinmektedir (Senn ve Kingman, 1973; Özkan, 2007). Leonardit örneklerinde makro ve mikro besin elementi içerikleri de belirlenmiş ve tarımsal girdi potansiyelinin incelenmesi amaçlanmıştır. Leonardit örneklerinin makro ve mikro element içerikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

**Çizelge 2.** Leonardit örneklerinin makro ve mikro besin maddesi içerikleri

No	(%)									
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	Na	B	Fe	Mn	Se
1	0,94	0,33	be	1,76	0,62	0,06	be	0,32	0,01	0,01
2	0,95	be	be	2,43	0,09	0,01	0,01	0,60	be	0,01
3	0,92	0,64	0,14	3,36	0,31	0,01	be	0,24	0,01	be
4	1,23	0,12	be	0,26	0,09	0,01	be	0,84	0,01	be
5	1,23	0,01	0,01	2,32	1,51	0,01	0,01	1,56	0,03	be
6	1,24	0,02	0,01	0,65	0,13	0,01	be	1,07	be	0,01
7	0,91	0,01	be	0,45	0,06	0,01	be	0,48	be	0,01
8	0,91	0,01	be	0,74	0,19	0,01	be	1,40	0,01	be
9	0,92	be	be	0,40	0,11	0,01	be	1,13	0,01	be
10	2,44	0,03	be	1,07	0,20	0,01	be	1,04	0,01	be
11	2,50	be	be	0,49	0,11	0,01	be	0,82	0,01	be
12	2,42	be	be	0,08	0,16	0,01	be	0,81	be	be
13	0,55	be	be	1,65	0,19	0,01	be	1,98	0,02	be
14	0,57	be	be	1,73	0,22	0,01	0,01	0,76	0,02	be
15	0,56	0,09	be	0,26	0,06	0,02	be	0,67	0,01	be
16	1,14	be	be	1,94	0,15	0,01	be	0,24	be	be
17	1,13	0,02	be	2,30	0,26	0,01	be	1,00	0,01	be
18	1,16	0,07	be	0,36	0,12	0,01	be	0,76	be	be
19	0,29	0,03	be	2,61	0,62	0,01	be	0,33	0,01	be
20	0,64	0,07	be	0,30	0,15	0,01	be	0,99	be	be
21	0,31	0,03	be	1,65	0,28	0,01	be	0,70	0,02	be
22	1,19	0,01	be	0,10	0,05	0,01	be	1,03	be	be
23	1,22	0,01	be	1,11	0,30	0,01	be	0,65	0,02	be
24	1,26	0,02	be	1,79	0,65	0,32	0,01	0,68	0,01	0,01
25	0,46	0,02	be	2,76	1,97	0,09	0,01	1,56	0,02	0,01

No	(%)									
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	Na	B	Fe	Mn	Se
26	0,50	0,02	0,41	2,51	0,95	0,1	0,01	2,81	0,01	0,08
27	0,52	be	be	1,57	0,64	0,07	0,01	0,79	0,04	0,01
28	0,04	0,02	0,88	0,73	0,03	0,08	0,01	0,12	be	be
<b>Min</b>	<b>0,04</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,08</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,12</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>
<b>Max</b>	<b>2,50</b>	<b>0,64</b>	<b>0,88</b>	<b>3,36</b>	<b>1,97</b>	<b>0,32</b>	<b>0,01</b>	<b>2,81</b>	<b>0,04</b>	<b>0,08</b>
<b>Ort</b>	<b>1,02</b>	<b>0,10</b>	<b>0,33</b>	<b>1,36</b>	<b>0,41</b>	<b>0,04</b>	<b>0,01</b>	<b>0,94</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>

be: belirlenemedi

Leonardit örneklerinin toplam N içerikleri %0.04-2.50 arasında bulunmuştur. Olivella ve ark. (2002) tarafından humik maddelerdeki organik maddenin elementel kompozisyonu incelenmiş ve N içeriği % 0.8 olarak bulunmuştur. Bulduğumuz değerlerin genel olarak bu değerle uyumlu ya da üzerinde olduğu görülmektedir. Toplam P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> analizi sonuçlarında ise bazı örneklerde fosfor belirlenemezken 20 adet örnekte % 0.01-0.64 arasında çok düşük değerler bulunmuştur. Toplam K<sub>2</sub>O değerleri yalnızca 5 adet örnekte % 0.01-0.88 arasında belirlenmiştir. Leonardit örneklerinin fosfor ve potasyum bakımından zengin olmadığı Çizelge 2’de görülmektedir. Leonardit örneklerinde Ca içerikleri % 0.08-3.36, Mg içerikleri ise % 0.03-1.97 aralığında değişmektedir. Örneklerde diğer besin elementlerine oranla Ca ve Mg’un daha yüksek olarak belirlenmiş olması leonardit materyalinin oluşumunun kireçli veya dolomitik yapılı kireçli toprakların altında oluştuğuna ve toplam humik+fulvik asitlerinin belirli oranda Ca ve Mg ile bağlanmış olabileceğini düşündürmektedir (Çizelge 2). Örneklerinin Na içeriklerinin ise genel olarak düşük olduğu 21 leonardit örneğinin % 0.01 düzeyinde Na içerdiği görülmektedir (Çizelge 2).

Mikro element içerikleri bakımından örnekler incelendiğinde, Cu ve Zn elementi belirlenememiştir. Bor, Fe, Mn ve Se elementleri içerisinde en fazla miktarda Fe elementi belirlenmiştir. Demir elementi, 10 örnekte % 1.00-2.81 arasında bulunmuştur. Demir elementinin diğer elementlere oranla yüksek bulunması, yer kabuğunu (litosfer) oluşturan ana materyalin yapısında önemli miktarda Fe bulunması ve bu nedenle leonarditin oluşumu sırasında Fe içeriği zenginleşmesi olarak açıklanabilmektedir (Altınbaş ve ark. 2006). Leonardit örneklerinin 20’sinde B elementi belirlenmemiştir. Erkoç (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, leonarditlerin bitki gelişimini engelleyecek düzeyde bor içermediği bildirilmiştir. Sonuçların bildirilen değerlerle uyumlu olduğu görülmektedir.

Leonardit örneklerinin ağır metal içeriklerinin belirlenmesi ise tarımsal kirliliğin çok yoğun olarak tartışıldığı günümüzde ayrıca bir önem taşımaktadır. Ağır metal analiz sonuçları Çizelge 3’te verilmiştir. Leonarditlerin As değerleri 1.81-352.85 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından hazırlanmış olan “Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral, Özel Mikrobiyal ve Enzim İçerikli Organik Gübreler ile Toprak Düzenleyicilerin Üretimi İthalatı Piyasaya Arzı ve Denetimi” yönetmeliğinde As için bir sınır değeri bulunmamaktadır. Ancak, Çin ve Japonya’da üretilen ve kullanılan organik gübreler için bildirilen sınır değerleri (MEP, 2002) dikkate alındığında, As değerinin ≤75 mg kg<sup>-1</sup>’den küçük olması gerekmektedir. Örneklerden 12’sinin bu sınır değerinin üzerinde olması dikkat çekicidir. Örneklerin Cd içerikleri incelendiğinde 0.01-1.35 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve Yönetmelik tarafından bildirilen sınır değerinin (3 mg kg<sup>-1</sup>) altında olduğu görülmektedir. Krom içeriklerinin ise 0.64-352.11 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği

ve ilgili yönetmelikte 350 mg kg<sup>-1</sup> olan sınır değerini geçen 1 adet örnek olduğu belirlenmiştir. Civa içerikleri ise 0.12-2.84 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir ve Yönetmelikte belirtilen sınır değerinin (5 mg kg<sup>-1</sup>) altında bulunmaktadır. Örneklerin Ni miktarları 0.13-459.35 mg kg<sup>-1</sup> arasında bulunmuş ve Yönetmelik'te bildirilen sınır değer (120 mg kg<sup>-1</sup>) üzerinde 3 adet örnek olduğu belirlenmiştir. Kurşun içerikleri incelendiğinde 0.07-14.05 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve tüm örneklerin Pb içeriklerinin sınır değerinin altında (120 mg kg<sup>-1</sup>) olduğu saptanmıştır. Leonardit örneklerinin Sn değerleri ise 0.01-5.99 mg kg<sup>-1</sup> arasında bulunmuştur. İlgili yönetmelikte sadece hayvansal kaynaklı organik ürünler için 10 mg kg<sup>-1</sup> sınır değeri bulunmaktadır. Çin ve Japonya'da üretilen ve kullanılan organik gübreler için bildirilen sınır değerleri içerisinde de Sn için herhangi bir sınır değeri olmadığı görülmektedir.

**Çizelge 3.** Leonardit örneklerinin ağır metal içerikleri

No	mg kg <sup>-1</sup>						
	As	Cd	Cr	Hg	Ni	Pb	Sn
1	332,59	1,35	352,11	2,84	237,56	14,05	5,99
2	46,98	be	be	0,82	be	6,03	be
3	be	0,25	113,61	0,46	17,79	0,58	0,01
4	43,08	0,27	be	0,12	40,92	0,72	0,43
5	be	0,44	126,71	be	459,35	0,45	be
6	221,94	0,53	be	0,78	1,18	be	be
7	178,96	0,28	be	0,76	0,13	be	0,48
8	175,91	0,17	be	0,72	be	be	0,58
9	291,99	0,22	be	0,17	be	be	0,11
10	235,95	0,23	be	be	be	0,36	2,31
11	352,85	0,24	be	be	be	0,56	0,25
12	97,50	0,03	be	be	be	be	0,48
13	13,20	0,34	0,64	0,61	20,37	1,12	0,18
14	be	0,45	be	0,33	be	1,10	be
15	119,25	0,37	be	0,45	23,29	be	be
16	32,30	be	be	0,42	be	2,64	1,45
17	195,81	0,3	be	0,31	17,52	be	1,44
18	217,68	0,64	be	be	4,05	0,23	0,75
19	236,10	0,26	153,30	0,52	56,11	be	0,36
20	be	0,47	be	0,42	1,23	2,06	be
21	38,33	be	be	0,47	0,82	be	be
22	be	0,05	be	0,41	be	0,07	be
23	be	0,10	75,99	0,46	96,00	2,15	0,01
24	be	0,03	139,02	0,49	33,52	be	0,07
25	be	0,01	138,39	0,51	339,87	be	be
26	1,81	0,10	65,71	0,71	100,47	1,18	be
27	be	0,10	108,64	0,18	34,90	be	be
28	be	0,08	21,11	0,60	6,58	2,33	be
<b>Min</b>	<b>1,81</b>	<b>0,01</b>	<b>0,64</b>	<b>0,12</b>	<b>0,13</b>	<b>0,07</b>	<b>0,01</b>
<b>Max</b>	<b>352,85</b>	<b>1,35</b>	<b>352,11</b>	<b>2,84</b>	<b>459,35</b>	<b>14,05</b>	<b>5,99</b>
<b>Ort</b>	<b>159,34</b>	<b>0,32</b>	<b>126,77</b>	<b>0,66</b>	<b>92,91</b>	<b>2,76</b>	<b>1,16</b>

be: belirlenmedi



Leonardit örneklerinin sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, 4 adet örneğin Yönetmelik tarafından bildirilen sınır değerlerin üzerinde ağır metal içerdiği belirlenmiştir.

## Sonuç

Oluşumu milyonlarca yıl öncesine dayanmakta olan leonarditin, bitkisel ve hayvansal kalıntıların sıcaklık, basınç, oksidasyon ve çok özel şartlar altında değişime uğramasıyla oluşması nedeni ile bölgesel olarak kalite özelliklerinin de değişiklik gösterebildiği bilinmektedir. Ancak leonarditin çok molekülü kompleks yapısı nedeniyle uluslararası düzeyde analiz yöntemlerinin oluşturulması gerekmekte ve bu konuda ileri araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca leonardit örneklerinin analiz sonuçları ilgili yönetmelikte bildirilen değerler dikkate alınarak incelendiğinde, nem ve  $\text{CaCO}_3$  bakımından örneklerin tamamının uygun olduğu, % nem içeriği olarak 1 adet, toplam humik+fulvik asit içerikleri bakımından 18 adet, Cr içeriği olarak 1 ve Ni içeriği olarak da 3 adet örneğin, bu örneklerin 2 adedi hem THA ve Ni, 1 adedi Cr ve Ni tolerans sınırları dışında olduğu belirlenmiştir. Leonardit örneklerinin % 71,42'nin (20 adet) ülkemizde kullanılan ilgili yönetmeliğin tolerans sınırlarının dışında olduğu belirlenmiştir.

Tarımsal materyallerin ağır metal içeriklerinin sınırlandırılması amacıyla ilgili yönetmelikte herhangi bir değere rastlanmaması nedeniyle, Çin ve Japonya'da üretilen ve kullanılan organik gübreler için uygulanan sınır değerler dikkate alınmış ve 7 adet örneğin bildirilen değerlerin üzerinde As içerdiği belirlenmiştir. Tarıma bağlı kirliliğin her geçen gün artması ile ilgili tartışmaların hız kazandığı günümüzde, örneklerin As içeriklerindeki yüksekliğin dikkate alınması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca tarımsal amaçlı kullanımı her geçen gün artan leonarditin yönetmelikte bildirilen limit değerlerin dışında ve yüksek ağır metal içeriğine sahip olması nedeni ile bu materyallerin izlenebilirliğinin sağlanması, toplum sağlığı açısından önemlidir.

Ülkemizdeki leonardit kaynaklarının tarımda daha etkin bir şekilde kullanılabilmesi için leonardit minerallerinin fiziksel bir işlemle geçirilmesi ve yapısına karışmış bulunan (kil, kum, kireç vb.) materyallerin uzaklaştırılarak, humik ve fulvik asit içermesinin yani organik maddenin oransal olarak artırılması önerilmektedir. Son yıllarda organomineral gübre üretiminde hammadde kaynağı olarak leonarditin kullanılması nedeniyle bu konudaki araştırmalara daha fazla ağırlık verilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir.

## Kaynaklar

- Altınbaş, Ü., Çengel, M., Uysal, H., Okur, B., Okur, N., Kurucu, Y. ve Delibacak, S., 2006.
- Akıncı, Ş., 2011. Hüyük Asitler, Bitki Büyümesi ve Besleyici Alımı. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 23(1) (2011) 46-56, İstanbul.
- Anonim, 2017. [http://www.phelpstek.com/clients/humic\\_acid.html](http://www.phelpstek.com/clients/humic_acid.html) 10.02.2017.
- Aşık, S., 2008. Bazı Hüyük Asit İçerikli Toprakları Düzenleyicilerin Kimi Kimyasal Özellikleri. A.Ü. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi.
- Ay, F., 2015. Hüyük Asit ve Hüyük Asit Kaynaklarının Jeolojik ve Ekonomik Önemi. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi, Fen Bilimleri Dergisi (CFD), ISSN: 1300-1949, Cilt 36, No. 1, Sivas.

- Baran, A., Çaycı, G. Ve İnal, A., 1995. Farklı tarımsal atıkların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. P.Ü. Müh. Bil. Derg., 1 (2-3):169-172.
- Carson, P.L., 1980. Recommended Potassium Test. In: Recommended Chemical Soil Test Procedures For The North Central Region. Rev. Ed. North Central Regional Publication No:221, North Dakota Agric. Exp. Stn. North Dakota State University, Fargo, USA, pp. 20-21.
- Engin, V. T. ve Çöcen, E. İ., 2012. Leonardit ve Hümik Maddeler. MT Bilimsel, 7- 2012.
- Enerex, 2004. Some Humifultate Science (www.Enerex.ca).
- Erkoç, İ. 2009. Sera Şartlarında Domates Yetiştiriciliğinde Kükürt ve Leonardit Uygulamalarının Fosfor Yararışlılığına Etkileri. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniv. Fen Bil. Enst., Bahçe Bitkileri ABD, Adana, syf;10-13.
- Faust, R. H., 1996. in a paper presented at the Conference of the International Federation of Organic Agriculture Movements; Copenhagen, Denmark: October, 1996; P2, 20.
- Feagbenro, J. A. and Agboola, A. A., 1993. Effect of different levels of humic acid on their growth and nutrient uptake of teak seedlings. Journal of Plant Nutrition, 16 (8):1465-1483.
- Günaydın, M., 1999. Yaprakdan ve Toprakdan Uygulanan Hümik Asitin Domates ve Mısırın Gelişimi ile Bazı Besin Maddeleri Alınımına Etkisi. A.Ü. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi, Ankara, s.32-42-46.
- Horwitz, W. and Latimer, G. W., 2007. Official Methods of Analysis. AOAC International Suite 500. Revision 2. USA. Chapter 2: pp. 18, 29-34, 42-52, 53, 54.
- İnal, A., Sözüdoğru, S. ve Erden, D., 1996. Tavuk gübresinin içeriği ve gübre değeri. A.Ü.Z.F. Tar. Bil. Derg., 2(3):45-50.
- Jackson, R. W., 1994. Enviro Consultant Service of Evergreen, Humic, Fulvic and Microbial Balance: Organic Soil Conditioning, National First Place Nonfiction Award from Writer's Digest Journal, Colorado.
- Jackson, M. L., 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall of India. Pvt. Ltd. New Delhi, pp. 1-498.
- Karaçal, İ., Tüfenkçi, Ş., 2010. Bitki Beslemede Yeni Yaklaşımlar ve Gübre Çevre İlişkisi. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı-I, Ankara.
- Kılınç, R., 1996. Toprak Kimyası Ders Notu. Bornova, İzmir.
- Kolsarıcı, Ö., Kaya, M. D., Day, S., İpek, A. ve Uranbey, S., 2005. Farklı hümik asit dozlarının ayçiçeğinin (*Helianthus annuus L.*) çıkış ve fide gelişimi üzerine etkileri. Akdeniz Üniv. Zir. Fak. Derg., 18 (2):151-155.
- Ministry of Environmental Protection. The People's Republic of China. National Standards for Organic-inorganic Compound Fertilizers (GB18877-2002). [www.mep.gov.cn](http://www.mep.gov.cn) (Erişim tarihi: 10 Mart 2017).
- Olivella, M. A., del Rio, J. C. J., Palacios, M. A. and Vairavamurthy, de las Heras., 2002. Characterization of Humic Acid from Leonardite Coal: An Integrated Study of PY – GC – MS – XPS and XANES Techniques. J. of Analytical and Applied Prolyses, 63: 59-68.
- Özkan, S., 2007. Türk Linyitlerinden Hümik Asit ve Gübre Üretimi. Ankara Üniv., Fen Bil. Enst., Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış).
- Senn, T. L. ve Kingman, A. R., 1973. Agricultural experiment station. A review of humus and hümik acids. South Carolina, Clemson Univ. Research Series; 145.
- Sözüdoğru, S., Küçük, C., Yalçın, R. ve Usta, S., 1996. Hümik Asitin Fasulye Bitkisinin Gelişimi ve Besin Maddelerini Alınımı Üzerine Etkisi. A.Ü.Z.F. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler. No:800 Yayın No:1452, Ankara.

- TSE, 2003. TS 5869 ISO 5073, Kahverengi Kömürler ve Linyitler-Hümik Asitlerin Tayini, Ankara.
- TSE, 2010. TS EN 15478, Gübreler - Üredeki Toplam Azotun Tayini. ICS 65.080, Ankara.
- TSE, 2010. TS EN 15475, Gübreler - Amonyak Azotu Tayini. ICS 65080, Ankara.
- TSE, 2010. TS EN 15476, Gübreler - Devarda Yöntemine Göre Nitrik ve Amonyak Azotu Tayini. ICS 65.080, Ankara.
- TSE, 2012. TS EN 15958, Gübreler - Suda Çözünen Fosforun Özütleme. ICS 65.080, Ankara.
- TSE, 2012. TS EN 15959, Gübreler - Özütleme Fosfor Tayini. ICS 65.080, Ankara.
- TSE, 2010. TS EN 15477, Gübreler - Suda Çözünebilen Potasyum İçeriğinin Tayini. ICS 65.080, Ankara.
- Zengin, M., Karaman, M. R. ve Gezgin, S., 2012. Hümik Asit ve Kimyasal Gübre Uygulamalarının Mısırdaki Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkileri. Sakarya Üniv. Fen Edebiyat Derg., (Uluslararası Katılımlı) I. Ulusal Humik Madde Kongresi Özel Sayısı.





## Türkiye'deki Zeytinyağı İşletmelerinin 3 Fazlıdan 2 Fazlı Üretime Geçiş Durumunda Pirina Tesislerinin Yeterliliğinin CBS Destekli Analizi

Selda MURAT HOCAOĞLU<sup>1\*</sup>, İrfan BAŞTÜRK<sup>1</sup>, Cihangir AYDÖNER<sup>1</sup>,  
Betül Hande GÜRSOY HAKSEVENLER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM), Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü (ÇTÜE),  
Kocaeli, Türkiye

<sup>2</sup>Marmara Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, Kamu Yönetimi Bölümü, Kentleşme ve  
Çevre Sorunları Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

\*e-posta: selda.murat@tubitak.gov.tr

Geliş Tarihi: 18.07.2017; Kabul Tarihi: 25.10.2017

**Öz:** Bu çalışmada, ülkemizdeki tüm 3 fazlı zeytinyağı işletmelerinin, 2 faza geçmesi durumunda mevcut pirina tesislerinin yeterliliği analiz edilmiş ve CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) ortamında 3 farklı senaryo geliştirilerek, ilave pirina tesislerine hangi bölgede/bölgelerde ihtiyaç olabileceği değerlendirilmiştir. Senaryolar, 2 fazlı pirinanın olduğu haliyle kurutulması ve farklı seviyelerde neminin azaltılması durumunun analiz edilmesini içermiştir. Zeytinyağı işletmelerinin üretimlerini 3 fazlıdan, 2 fazlıya dönüştürmeleri durumunda, oluşacak toplam pirina miktarının 643.000 ton/sezon'dan, 925.000 ton/sezon'a çıkacağı tahmin edilmektedir. Ham 2 fazlı pirinanın olduğu gibi işlenmesi durumunda, mevcut pirina tesislerinde, toplam 670.000 ton/sezon 2 fazlı pirina işlenebileceği ön görülmektedir. Bu durumda, herhangi bir pirina tesisine gönderilemeyen, yaklaşık 230.000-250.000 ton/sezon pirinanın işlenebilmesi için Adana, Aydın, Antalya ve Bursa illerinde birer adet olmak üzere toplam 4 pirina tesisine ihtiyaç olacaktır. Pirina tesislerinde, ham 2 fazlı pirinanın yaklaşık %50'sinin dekantörden geçirilmesi ve neminin azaltılması durumunda, işlenebilecek toplam pirina miktarı 850.000-860.000 ton/sezon değerine yükselecek, bu durumda açıkta kalan pirinaların değerlendirilmesi için Mersin'e bir adet pirina tesisinin kurulması yeterli olacaktır. 2 fazlı pirinanın tamamının dekantörden geçirildikten sonra işlenmesi durumunda ise, oluşan pirinanın tamamı mevcut pirina tesislerinde işlenebileceği ve kapasite açısından ilave pirina tesisine gerek olmayacağı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Zeytinyağı üretimi; 2 fazlı ve 3 fazlı pirina; coğrafi bilgi sistemi, ağ analizi.

# Evaluation of Capacities of Pomace Facilities in Turkey by Using GIS in Case of Olive Oil Mills Technology Change from Three to Two-Phase

**Abstract:** In this study, the competence of the current pomace facilities in case of all 3-phase olive oil mills convert into 2-phase in Turkey was analyzed. For this purpose, three different scenarios were developed and evaluated by using the GIS (Geographical Information System) to assess the necessity for additional pomace facilities. The scenarios included the drying (decantation step) of the 2-phase raw pomace and effect of the humidity reduction of at different levels. It was estimated that in case olive oil enterprises convert their production from 3-phase to 2-phase, the total amount of the pomace to be produced will increase from 643.000 tons / season to 925.000 tons / season. In case of the raw 2-phase pomace was treated in regard to current situation (without any decantation), a total of approximately 670,000 tons/season of raw 2-phase pomace can be processed in current pomace facilities and it has been revealed that a total of 4 pomace facilities will be needed. These facilities are located in Adana, Aydın, Antalya and Bursa in order to process approximately 230,000-250,000 tons of seasoned pomace. In case of about 50% of the raw 2-phase pomace is decanted to reduce the humidity, approximately 850,000-860,000 tons/season 2-phase pomace can be processed, and in this case it is determined that one pomace facilities has to be installed in Mersin in order to process the remaining pomace. Finally, after the whole of the 2-phase pomace is decanted, the capacities of the current pomace facilities are determined to be sufficient for the processing of the formed pomace and there is no need for additional pomace facility in terms of capacity.

**Keywords:** Olive oil production; 2-phase and 3-phase pomace; geographic information system, network analysis.

## Giriş

Türkiye'nin de içinde yer aldığı Akdeniz ülkelerinde zeytinyağı üretimi gerek ekonomik gerek kültürel anlamda önemli bir yere sahiptir. Zeytinyağı üretimi sonucunda atıksu ve pirina oluşmaktadır. Pirina, zeytinyağı fabrikalarında zeytinlerin sıkılmasından sonra arta kalan çekirdek, kabuk ve posadan oluşmaktadır. Pirina genel olarak, su, yağ, selüloz, lignin, protein, çözülebilir karbonhidratlar, fenol bileşikleri içerir. Buna ilave olarak pirina bünyesinde, pektin, tanin ve polifenol gibi bileşikler de bulunmaktadır (Borja ve diğ., 2002). Oluşan atıksu, ulaştığı alıcı ortamda kirletici etki göstermekte ve henüz arıtılmamaktadır. Buna karşın pirina, uygun yöntemlerle değerlendirildiğinde, ekonomik değeri olan bir yan ürün niteliğindedir (Baysan ve ark., 2017). Zeytinyağı üretiminde kullanılan yöntemler yağ ayırma sistemlerindeki farklılığa göre geleneksel presleme (kesikli) ve sürekli üretim (kontinü) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Sürekli sistemler yağın santrifüjle çıkarılması esasına dayanıp, 2 fazlı ve 3 fazlı olmak üzere gerçekleştirilmektedir. 3 fazlı üretimde, zeytinyağı, atıksu (karasu) ve pirina oluşurken, 2 fazlı üretimde sulu pirina ve zeytinyağı oluşmaktadır. Ülkemizde yaklaşık 1031 adet zeytinyağı tesisi bulunduğu tahmin edilmektedir (Hocaoğlu ve ark., 2017b). Bu tesislerin %71'i 3 fazlı, %27'si 2 fazlı ve %2'si taş baskı olarak üretim yapmaktadır. Bu tesislerde sezonda yaklaşık 1.000.000 ton yağlık zeytin işlendiği ve zeytinyağı üretimi sonucu yaklaşık 643.000 ton/sezon pirina oluştuğu ve oluşan pirinaların %57'sinin 3 fazlı, %43'ünün ise 2 fazlı olduğu tahmin edilmektedir (Hocaoğlu ve ark., 2017b).

2 fazlı üretimde su kullanımı, 3 faza göre daha düşüktür ve bu sistemde atıksu oluşumu 3 faza kıyasla oldukça az olmaktadır. Bu sebeple, 2 fazlı üretim gerek doğal kaynakların

korunumu gerekse de oluşan atıksuyun kirleticilik özelliği açısından, daha çevreci bir üretim olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte 2 fazlı üretimde oluşan pirina miktarı ve nemi, 3 fazlı üretime kıyasla daha yüksektir (Tunç ve Ünlü, 2015). Aynı miktarda zeytin işlendiğinde, üretim proseslerinde oluşan pirina miktarı, büyükten küçüğe sırasıyla 2 fazlı, 3 fazlı ve presli sistem olarak gerçekleşmektedir. Örneğin 1000 ton zeytin işlendiğinde, 3 fazlı sistemde 510 ton pirina oluşurken, 2 fazlı üretimde 820 ton pirina oluşmaktadır (Hocaoğlu ve ark., 2017a). Bir diğer ifadeyle, 2 fazlı üretimde oluşan pirina miktarı, 3 fazlı üretimde oluşan miktarın yaklaşık 1,8 katına karşılık gelmektedir. Zeytinyağı üretimi sonucu oluşan pirinanın içeriği; zeytin çeşidi, zeytinin yetiştiği bölgenin iklimi, zeytinyağı üretim prosesi, ikinci sıkım yapılıp yapılmaması, tesiste çekirdek ayırımı bulunup bulunmaması gibi birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Borja ve ark., 2002).

Pirinanın en yaygın değerlendirilme alternatiflerinin başında, yakıt, enerji üretimi, gübre ve büyükbaş hayvanlar için yem katkı maddesi olarak kullanımı yer almaktadır (Görel ve ark., 2003; Filya ve ark., 2006; Cayuela ve ark., 2010; Boğa, 2014; Tortosa ve ark., 2014; Karaca ve ark., 2015; Keleş, 2015). Bununla birlikte, pirina, içerdiği yağ miktarı ile önemli bir ekonomik değer taşımaktadır. Pirinadan elde edilen yağın, ağırlıklı olarak kozmetik ve sabun sektöründe de kullanıldığı görülmektedir (Çıtak, 2006).

Pirina tesislerindeki çalışma prensibi ve nihai olarak elde edilen ürünler çoğunlukla benzerdir. Pirina önce kurutulmakta, ardından hekzan ile ekstraksiyon yapılarak, bünyesindeki yağın bir kısmı alınmaktadır (Oktav ve Özer, 2005; Baysan ve ark., 2017). Daha sonra istenirse çekirdeği ayrılıp ayrı değerlendirilmekte veya çekirdekli haliyle yakacak olarak satışa sunulmaktadır.

Mevcut durumda, Ülkemizdeki pirina tesisleri, 2 fazlı pirinayı, 3 fazlı pirina veya ön kurutulmuş pirina ile belirli oranda karıştırarak kurutmaktadır. Bununla birlikte, 2 fazlı pirinanın, pirina tesisinde yatay santrifüj özelliği gösteren ve merkez kaç kuvveti ile çalışan bir dekantör yardımıyla; nem oranı azaltıldıktan sonra kurutma fırınına veren pirina tesisleri de bulunmaktadır (TÜBİTAK MAM, 2015). Bu durumda, kurutma maliyetleri azalmakta, ancak pirina tesislerinde atıksu oluşmaktadır. Zeytinyağı üretiminde ilk sırada yer alan ve üretimin büyük çoğunluğunun 2 fazlı olarak gerçekleştirildiği İspanya’da, oluşan pirinaların büyük bir kısmı, pirina tesisleri tarafından öncelikli olarak dekantasyon işlemine (pirinanın yatay santrifüj yardımıyla nem değerinin azaltılması ve bir miktar pirina yağının elde edilmesi işlemi) tabi tutulmaktadır. Bu sayede iyi kalitede pirina yağı elde edildiği ve pirinanın kurutma maliyeti ve süresinin düşürüldüğü belirtilmektedir (Cayuela ve ark., 2010). Dekantasyon işleminden sonra, fırınlarda kurutulan pirinanın nem içeriği %8-10 seviyesine düşürülerek yakıt olarak değerlendirilmektedir (Rincon ve ark., 2016).

3 fazlı üretim yapan zeytinyağı işletmelerinde, yüksek miktarda atıksu oluşmasına, bu atıksuların depolanmasındaki zorluklara ve alıcı ortama ulaşması sonucu tesislere uygulanan yüksek cezalara bağlı olarak, zeytinyağı tesislerinin üretimlerini, 2 fazlı üretime dönüştürme eğiliminde oldukları görülmektedir. Diğer taraftan 3 fazlı pirina, kolaylıkla yığın şeklinde depolanabildiği için tesis içinde fazla alan ihtiyacına gerek duyulmazken; 2 fazlı pirina, yüksek nem içeriğine sahip olduğundan tesislerin ya silo bazlı depolama ünitesine ya da pirina havuzu yapmalarına gerek duyulmaktadır (Baysan ve ark., 2017). Ayrıca, dönüşüm sonrası zeytinyağı işletmelerinde üretimin aksamaması ve oluşan pirinaların en kısa sürede pirina tesisine ulaştırılması için, pirina tesislerinin de

dönüşümlerini tamamlaması gerekmektedir. Bunun için, 2 fazlı üretime dönüşüm sonrasında oluşacak pirina miktarı tahmin edilerek, pirina tesislerinin kapasitelerinin yeterliliği ve ilave tesislere olan ihtiyaç değerlendirilmelidir.

Bu çalışmada, ülkemizdeki tüm zeytinyağı işletmelerinin 2 faza geçmesi durumunda mevcut pirina tesislerinin yeterliliği değerlendirilerek, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında 3 farklı senaryo geliştirilmiş ve ilave pirina tesislerine hangi bölgede/bölgelerde ihtiyaç olabileceği analiz edilmiştir.

## **Materyal ve Yöntem**

Pirina tesislerinin yeterliliği üç aşamada değerlendirilmiştir. İlk olarak zeytinyağı işletmelerinde oluşan pirina miktarı hesaplanmıştır. Daha sonra pirina tesislerinin kapasitelerinin yeterliliği 3 farklı senaryo bazında incelenerek, pirina tesislerinin pirina alacağı zeytinyağı işletmeleri belirlenmiştir.

Prina tesislerinin mevcut kapasiteleri göz önünde bulundurularak gerek maksimum hizmet alanlarının belirlenmesi gerekse de yeni tesisler için en uygun yerlerin seçilmesi sürecinde, CBS ortamında yaygın olarak kullanılan ağ analizlerinden faydalanılmıştır. Etkin bir ağ analizinde kullanılan veri setinin, topolojik yapısı, güncelliği, doğruluğu ve öznetelik bilgileri önemlidir. Örneğin bir karayolu verisi için yol durumu, hız sınırı, tek-çift yön bilgisi, sağa sola dönüş kısıtlamaları, genişlik ve yükseklik kısıtlamaları vb. veriler yapılan analizde doğruluğu etkileyen parametreler arasında sayılabilir. Çalışmada Openstreetmap karayolu ulaşım ağı verisi, ArcGIS Openstreetmap Toolbox ve ArcGIS Desktop 10.0 (Service Pack 5) sürümü Network Analyst eklentisi kullanılarak gerekli olan veri seti oluşturulmuştur. Her bir senaryo için tahmin edilen 2 fazlı pirina işleme kapasitesi değerleri ile birlikte mevcut pirina tesisleri, Openstreetmap karayolu ulaşım ağı verisi ve zeytinyağı tesisleri girdi olarak kullanılarak ağ analizleri (en yakın hizmet birimi, hizmet alanları) yapılmış ve sonuçlar haritalanmıştır. En yakın hizmet birimi analizinde, prina tesislerinin her bir zeytinyağı tesisine olan mesafeleri hesaplandıktan sonra en düşük prina kapasitesine sahip olan prina tesisi kendi kapasitesini doldurana kadar en yakınında bulunan zeytinyağı tesislerinden prina alacak şekilde, zeytinyağı tesisleri ve prina tesisleri eşleştirilerek, her bir prina tesisinin kat edeceği minimum, maksimum ve toplam mesafeler tahmin edilmiştir. Prina tesislerinin hizmet alanları ise, prina alınan en uzak mesafedeki zeytinyağı tesisi dikkate alınarak hesaplanmıştır. Mevcut prina tesislerin kapasitesi dolduktan sonra açıkta kalan zeytinyağı tesislerinin toplam pirina miktarı ve birbirlerine yakınlıkları (kümelenmeleri) göz önüne alınarak, potansiyel yeni pirina tesisleri yeri ve kapasitesi tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu tahmin yapılırken, zeytinyağı işletmelerinde oluşacak pirinanın miktarı ve pirina tesisine olan mesafesi göz önüne alınarak, ortalama mesafe minimize edilmeye çalışılmış ve kilometre olarak en küçük toplam km'nin sağlandığı lokasyonlar belirlenmiştir.

## **Verilerin Toplanması ve Değerlendirilmesi**

Pirina tesislerine ait bilgiler işletmelerle birebir görüşülerek ve yerinde ziyaret edilerek temin edilmiştir. Toplanan bilgiler arasında, işletme bilgileri (adres, koordinat vb.), kurulu kapasite (ton/gün), işlenen ortalama zeytin ve pirina miktarları (ton/sezon), proses bilgileri yer almıştır. Zeytinyağı işletmelerine ait işletme bilgileri (adres, koordinat vb., kapasite,



proses bilgisi ve işlenen zeytin miktarı vb.) Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından desteklenmiş olan “Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi (ZEYTİNAY)” projesinden alınmıştır (Hocaoğlu vd., 2017a,b, TÜBİTAK MAM 2015). Ardından, zeytinyağı ve pirina tesislerine ait tüm veriler CBS ortamına aktarılmıştır.

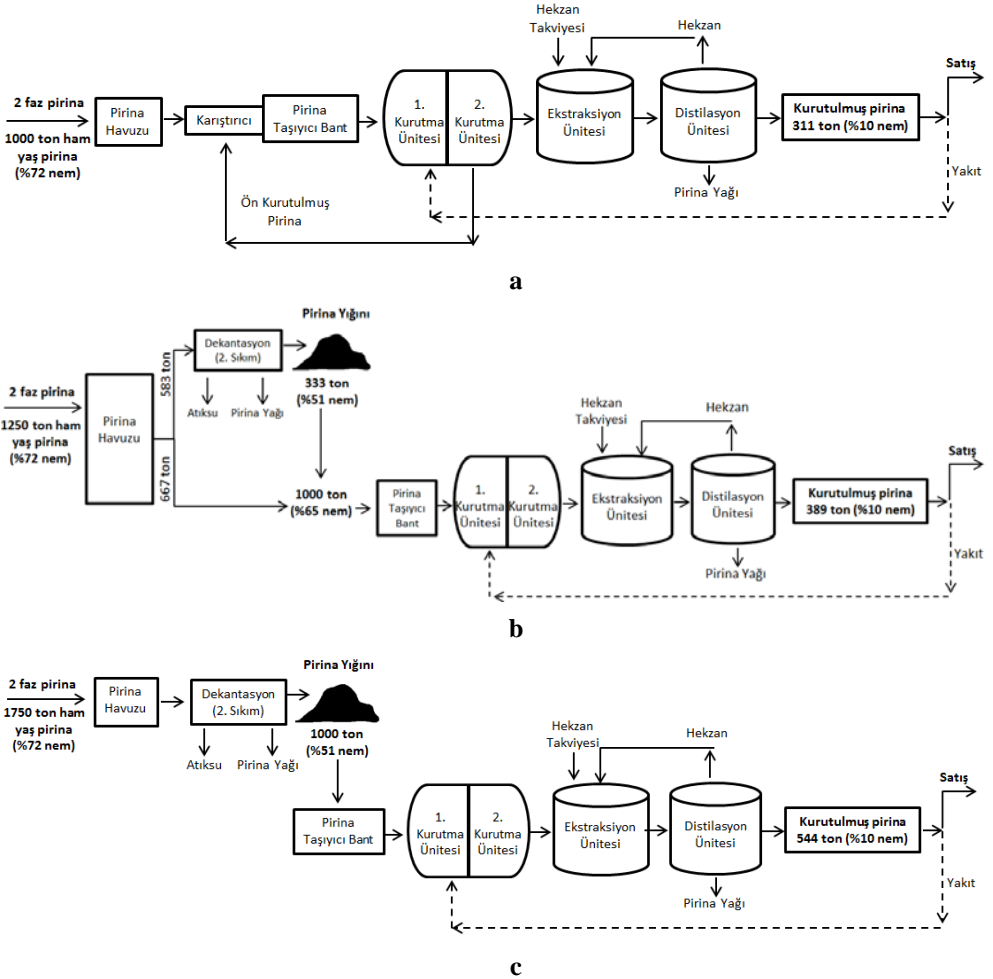
Mevcut durumda oluşan 3 fazlı ve 2 fazlı pirina miktarı ile 2 faza dönüşüm sonrası oluşacak pirina miktarı, işletmelerin üretim yöntemi (2 fazlı ya da 3 fazlı), üretim miktarları ve birim pirina oluşum oranları kullanılarak tahmin edilmiştir. Hocaoğlu vd. (2017a) tarafından yapılan çalışmada, 1000 ton zeytin işlendiğinde oluşacak 3 fazlı pirina, %51 nemlilikte ve 510 ton olarak hesaplanmış, aynı çalışmada, 1000 ton zeytin işlendiğinde oluşacak 2 fazlı pirina ise, ortalama %69 nemlilikte ve 820 ton olarak belirtilmiştir. Bu değerler, 2 fazlı ve 3 fazlı pirina için literatürde yer alan nem değerleri ile uyumludur (Şengül ve ark., 2003; Azbar ve ark., 2004; Garcia-Ibanez ve ark., 2004; Roig ve ark., 2006; Tortosa ve ark., 2014, Baysan ve ark., 2017). Ancak saha çalışmalarında, zeytinyağı işletmelerinin sıklıkla seperatör sularını da 2 fazlı pirinaya karıştırdıkları görülmüş, emniyetli tarafta kalabilmek için, 2 fazlı pirina miktarına seperatör suları da dahil edilerek, 1000 ton zeytin işlendiğinde oluşacak 2 fazlı pirina, ortalama %72 nemlilikte ve 900 ton olarak kabul edilmiş ve bu doğrultuda, oluşacak toplam pirina miktarı hesaplanarak, pirina tesislerinin yeterliliği değerlendirilmiştir.

## **Pirina Tesislerinin Yeterliliğinin Değerlendirilmesi**

Zeytinyağı işletmelerinin, 2 fazlı üretime dönüşmesi durumunda, oluşacak pirinanın mevcut pirina tesislerinde işlenebilirliğinin değerlendirilebilmesi amacıyla, pirina tesislerinin kapasitelerinin yeterliliği senaryolar bazında incelenmiştir. Pirina tesisinin kapasitesini, tesiste bulunan kurutma fırınının kapasitesi belirlemektedir. Çalışılan senaryolar; (i) pirina tesislerinin mevcut sistemlerinde minimum değişiklik yapacak şekilde, 2 fazlı pirinanın nemi azaltılmadan olduğu gibi işlenmesi (ön kurutulmuş pirina ile 2 fazlı pirinanın karıştırılarak sisteme beslenmesi), (ii) 2 fazlı pirinanın ortalama %50'sinin dekantasyondan geçirilmesinden sonra sisteme beslenmesi, (iii) 2 fazlı pirinanın tamamının dekantasyondan geçirilmesinden sonra sisteme beslenmesi. Buradaki senaryolardan 2. ve 3. senaryolar İspanya'da uygulanan 2 fazlı pirina işleme yöntemi ile benzer olarak seçilmiştir (Roig ve ark., 2006). Senaryolara ait detaylı bilgiler aşağıda verilmiş ve Şekil 1'de gösterilmiştir.

- Senaryo 1: Pirina tesislerinin ham 2 fazlı pirinayı, ön kurutulmuş pirina ile karıştırıp, ardından kurutma fırınlarına vererek işleyeceği varsayılmıştır (Şekil 1a). Bu senaryoda, geri devredilen pirinadan kaynaklı kapasite kaybı ihmal edilmiş ve işlenebilecek pirina miktarı 2 fazlı ve 3 fazlı pirina için yaklaşık aynı alınmıştır.
- Senaryo 2: Pirina tesislerinin ham 2 fazlı pirinanın yaklaşık %50'sini, dekantasyondan geçirdikten sonra kurutma ünitesine vererek işleyeceği kabul edilmiştir. Böylece 2 fazlı ham pirina, dekantasyon işlemi yapıldıktan sonra kurutma fırınlarına verileceğinden pirina tesislerinin işleyebilecekleri ham 2 fazlı pirina miktarı, Senaryo 1'e göre ortalama %25 oranda daha fazla olacaktır (Şekil 1b).
- Senaryo 3: Pirina tesislerinin ham 2 fazlı pirinanın tamamını, dekantasyondan geçirdikten sonra kurutma ünitesine vererek işleyeceği kabul edilmiştir. Böylece pirina

tesislerinin işleyebilecekleri ham 2 fazlı pirina miktarı, Senaryo 1'e göre ortalama %75 oranda daha fazla olacaktır (Şekil 1c).



Şekil 1. Senaryolara göre pirina işleme yöntemi a) Senaryo 1, b) Senaryo 2, c) Senaryo 3

Her bir senaryoda, pirina tesisinde işlenebilecek yaklaşık ham 2 fazlı pirina miktarı ve ön işlem sonrasında pirina miktarı ve nemi hesaplanarak Şekil 1 üzerinde gösterilmiştir.

## Araştırma Sonuçları ve Tartışma

### Ülkemizdeki Pirina Tesislerinin Mevcut Durumu

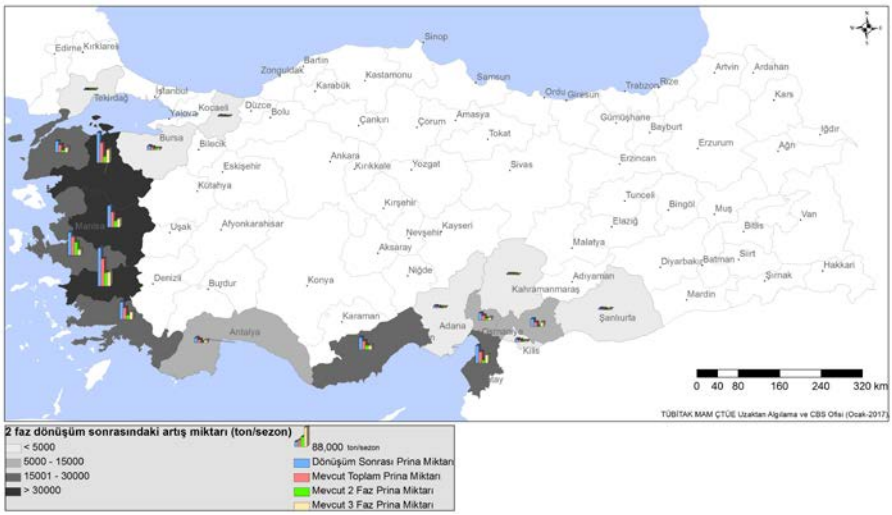
Ülkemizde 15 pirina tesisi bulunmaktadır. Pirina tesisleri, zeytinin yoğun olarak bulunduğu Balıkesir, İzmir, Aydın, Muğla, Hatay ve Gaziantep'te yer almaktadır. Bu

tesislerin kapasiteleri çok değişkendir. Bu tesislerden 8'inin kapasitesi, 25.000 ton/sezon'dan küçük, 3'ünün 50.000-100.000 ton/sezon arasında iken sadece birinin 100.000 ton/sezon'dan büyüktür (Şekil 2). Pirina tesislerinin mevcut durumda, pirina işleme kapasiteleri yaklaşık 670.000 ton/sezon'dur. Ancak 2013-2014 sezonunda bu tesislerde yaklaşık 370.000 ton pirina işlenmiştir, yani mevcut toplam kapasitenin ortalama %55'i kullanılmıştır. İşlenen pirinanın yaklaşık %27'si 2 fazlı, %73'ü 3 fazlı pirinadır.



**Şekil 2.** Ülkemizdeki mevcut pirina tesislerinin dağılımı ve kapasiteleri

Ülkemizde, 2 fazlı ve 3 fazlı üretim oranları dikkate alındığında, yaklaşık 643.000 ton/sezon pirina olduğu, 3 fazlı zeytinyağı işletmelerinin 2 faza geçmesi durumunda ise ortalama 925.000 ton/sezon pirina oluşacağı tahmin edilmektedir. 3 fazlı faaliyet gösteren işletmelerin, 2 fazlı üretime geçmeleri durumunda, pirina miktarının yaklaşık %60 artacağı tahmin edilmektedir. Saha gözlemleri esnasında bazı işletmelerin, seperatör sularını da pirinaya dahil ettikleri gözlenmiştir. Seperatör sularının da pirinaya ilave edilmesi durumunda pirina miktarındaki artış oranı %76 seviyelerine yükselecektir. Bu çalışmada emniyetli tarafta kalmak için, birim üretim başına oluşan pirina miktarında %76 artış olacağı kabul edilmiş ve il bazında pirina artış oranı, 3 fazlı ve 2 fazlı tesislerde sezonda işlenen zeytin miktarı göz önünde bulundurularak işletme bazlı olarak hesaplanmıştır (Şekil 3). İllere göre pirina artış miktarları incelendiğinde, Aydın, Balıkesir ve Manisa'da 30.000 ton/sezon'dan fazla, Çanakkale, Hatay, Mersin, İzmir ve Muğla'da 15.000-30.000 ton/sezon arası olacağı öngörülmektedir. Ayrıca, İzmir ilinde 2 fazlı çalışan zeytinyağı işletme oranı diğer illere göre daha yüksek (Hocaoğlu ve ark., 2017b) olduğu için bu ilde oluşan mevcut toplam pirina miktarının çoğunluğunun 2 fazlı pirina olduğu, bu nedenle artış oranının daha az olacağı görülmektedir.



**Şekil 3.** Zeytinyağı işletmelerinin 2 fazlı üretime geçmesi durumunda oluşacak pirina artış miktarının illere göre dağılımı

## İki Faza Dönüşüm Sonrası Mevcut Pirina Tesislerinin Yeterliliği

### Senaryo 1 (2 fazlı pirinanın nemi azaltılmadan, olduğu gibi işlenmesi)

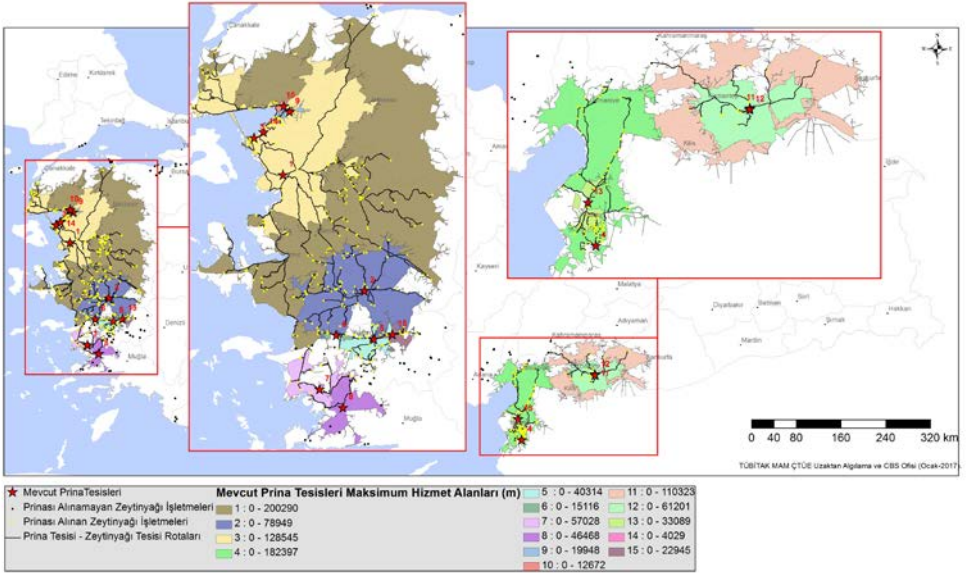
Bu senaryoda, 2 fazlı pirinanın olduğu haliyle işleneceği kabul edilmiştir. Bu durumda, 2 fazlı pirinanın tesis içinde iletimi ve kurutma fırınına beslenebilmesi için, ön kurutma yapılmış pirina ile karıştırıldıktan ve bantlarda taşınabilir hale geldikten sonra, kurutma fırınlarına beslenmesi gerekecektir. Buna göre, bu senaryoya göre pirina tesislerinin işleyebileceği ham 2 fazlı pirina miktarı yaklaşık 670.000 ton/sezon olacaktır. Zeytinyağı işletmelerinin dönüşümü sonrasında, oluşacak 2 fazlı pirina miktarının 925.000 ton/sezon olacağı düşünüldüğünde, yaklaşık 250.000 ton/sezon pirinanın işlenebilmesi için ilave pirina tesislerine ihtiyaç olacaktır.

**Çizelge 1.** Senaryo 1'e göre ihtiyaç olduğu öngörülen pirina tesisleri ve zeytinyağı üretim tesislerine uzaklığı

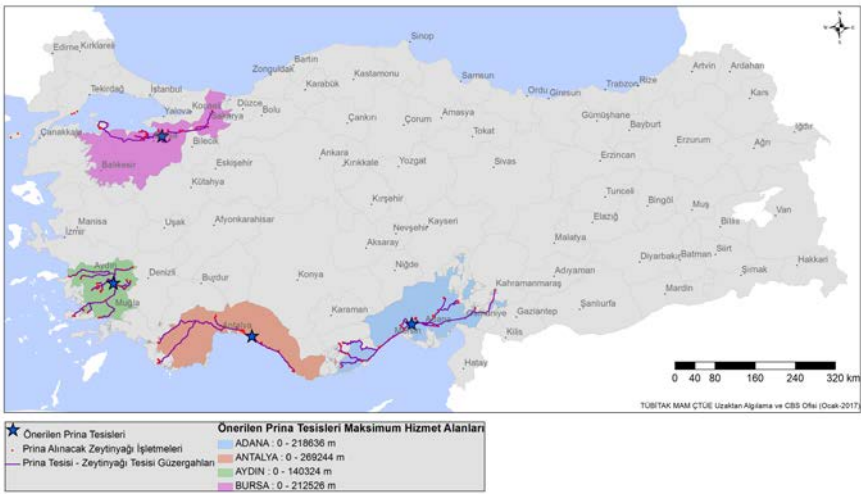
İhtiyaç Duyulan Pirina Tesisinin Yeri	En Uzak Noktada Pirina Alınan Zeytinyağı Üretim Tesisi, Km	Ortalama Uzaklık, Km*	Toplam Pirina Miktarı, Ton/Sezon
Bursa	213	73	22.318
Antalya	269	113	29.076
Adana	219	122	73.359
Aydın	140	86	104.754
<b>Genel Toplam</b>			<b>229.507</b>

\* Ağırlıklı ortalamayı ifade etmektedir. Her bir işletmeden alınan pirina miktarına göre sezon boyunca gidilen toplam mesafenin sefer sayısına oranıdır.

CBS yardımıyla, zeytinyağı işletmelerinde oluşacak pirinanın miktarı ve pirina tesisine olan mesafesi göz önüne alınarak, ortalama mesafe minimize edilmeye çalışılmış ve kilometre olarak en küçük toplam km'nin sağlandığı lokasyonlar belirlenmiştir. Buna göre, Antalya, Mersin, Adana, Osmaniye, Bursa, Aydın ve Muğla'daki bazı zeytinyağı işletmelerinin, pinalarını herhangi bir pirina tesisine veremeyeceği görülmektedir (Şekil 4a). Buna göre, Adana, Osmaniye, Kahramanmaraş ve Mersin ilinde oluşacak pinaları işlemek için Adana'da (Adana-Mersin il sınırına yakın) kapasitesi yaklaşık 70.000 ton/sezon 2 fazlı pirina olan bir adet pirina tesisine ihtiyaç olacaktır (Şekil 4). Çizelge 1'de pirina tesislerinin kapasitesi, pirinanın alınacağı en uzak mesafe ve ortalama mesafe (ağırlıklı ortalama) verilmiştir. Ağırlıklı ortalama mesafe, ilave tüm pirina tesisleri için 73 ile 122 km arasındadır. Antalya bölgesinde işletmelerin birbirinden uzak olması sebebiyle en uzak pirina alınacak zeytinyağı işletmesi, 269 km uzakta iken, aydın civarına kurulacak tesiste pirina alınacak en uzak mesafe 140 km'dir. Zeytinyağı işletmelerinin birbirinden uzak ve nispeten dağınık olduğu, Bursa bölgesinde kurulacak bir pirina tesisinin ise, ağırlıklı ortalama mesafesinin küçük olmasına karşın, pirina alacağı en uzak işletmeye yaklaşık 213 km uzaklıkta olacaktır.



a)



b)

**Şekil 4.** Senaryo 1'e göre mevcut pirina tesislerinin hizmet alanları (a) ve ihtiyaç duyulan pirina tesislerinin konumu (b)

**Çizelge 2.** Senaryo 1'e göre ihtiyaç olduğu öngörülen pirina tesisleri ve zeytinyağı üretim tesislerine uzaklığı

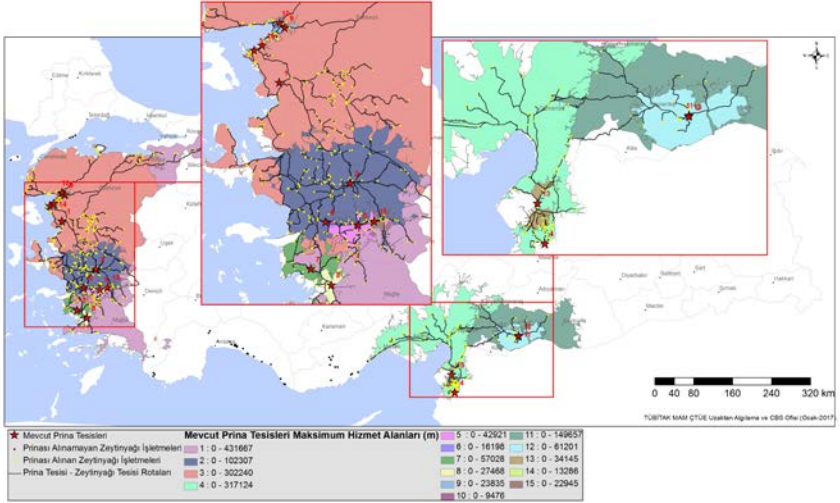
İhtiyaç Duyulan Pirina Tesisinin Yeri	En Uzak Noktada Pirina Alınan Zeytinyağı Üretim Tesisi, Km	Ortalama Uzaklık, Km*	Toplam Pirina Miktarı, Ton/Sezon
Bursa	213	73	22.318
Antalya	269	113	29.076
Adana	219	122	73.359
Aydın	140	86	104.754
<b>Genel Toplam</b>			<b>229.507</b>

\*Ağırlıklı ortalamayı ifade etmektedir. Her bir işletmeden alınan pirina miktarına göre sezon boyunca gidilen toplam mesafenin sefer sayısına oranıdır.

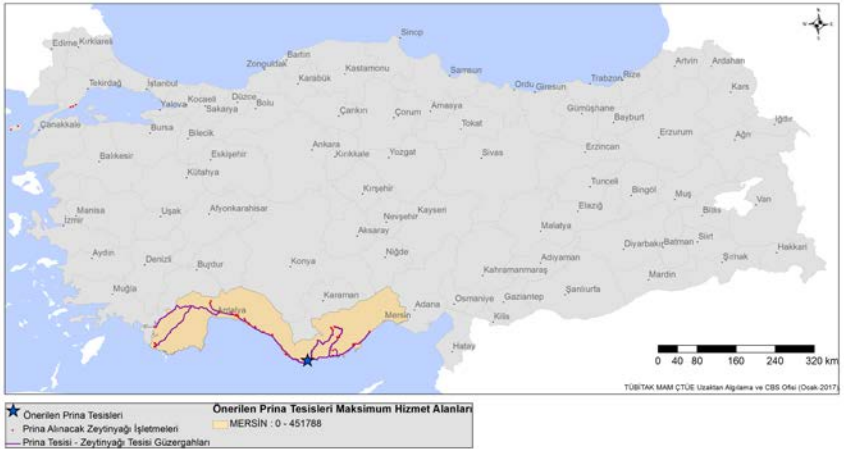
## Senaryo 2 (2 fazlı pirinanın %50'sinin dekantasyondan geçirildikten sonra işlenmesi)

Senaryo 2'de, mevcut pirina tesislerinin tümünde 2. sıkım ünitesinin varlığı kabul edilmiş, ham 2 fazlı pirinanın yaklaşık %50'sinin dekantörden geçirilerek, nem içeriğinin ortalama %50 seviyesine getirildikten sonra kurutma fırınlarına verilerek işlenmesi öngörülmüştür. Bu senaryoya göre, tüm pirina tesislerinde yaklaşık 850-860.000 ton/sezon 2 fazlı pirina işlenebilecektir. Mevcut durumu nitelendirecek şekilde, CBS ağ analizi sonucuna göre Antalya'daki zeytinyağı işletmelerinin hiç birisi, Mersin'dekilerinin ise bir kısmı, pirinalarını, herhangi bir pirina tesisine verememektedir (Şekil 5a). Bu bölgede, açıkta kalan 2 fazlı pirina miktarı yaklaşık 63.000 ton/sezon'dur. Açıkta kalan pirinaların yaklaşık %60'ı Mersin'de, %40'ı ise Antalya'dadır. Mersin'deki zeytinyağı işletmeleri birbirine daha yakın, kümelenmiş ve kapasite olarak Antalya'ya göre daha fazla potansiyele

sahiptir. Diğer taraftan Antalya’da bulunan zeytinyağı tesislerinin oldukça dağınık halde bulunması ve Antalya’nın ülkemizin en büyük turizm bölgelerinden birisi olması, yeni pirina tesisinin kurulumu için Mersin ilini daha ön plana çıkarmaktadır. Buna göre, pirinasını veremeyen zeytinyağı tesislerinin pirina miktarı ve konumları göz önünde bulundurulduğunda, Mersin’e bir adet pirina tesisinin kurulması, açıkta kalan pirinaları değerlendirmek için yeterli olacaktır (Şekil 5b). Bu bölge için ihtiyaç duyulan pirina tesisinin, pirina alınacak en uzak zeytinyağı işletmesine 452 km uzaklıkta olduğu ve bu tesis için sezon boyunca ortalama kat edilecek mesafenin ise 198 km olacağı tahmin edilmektedir.



a)



b)

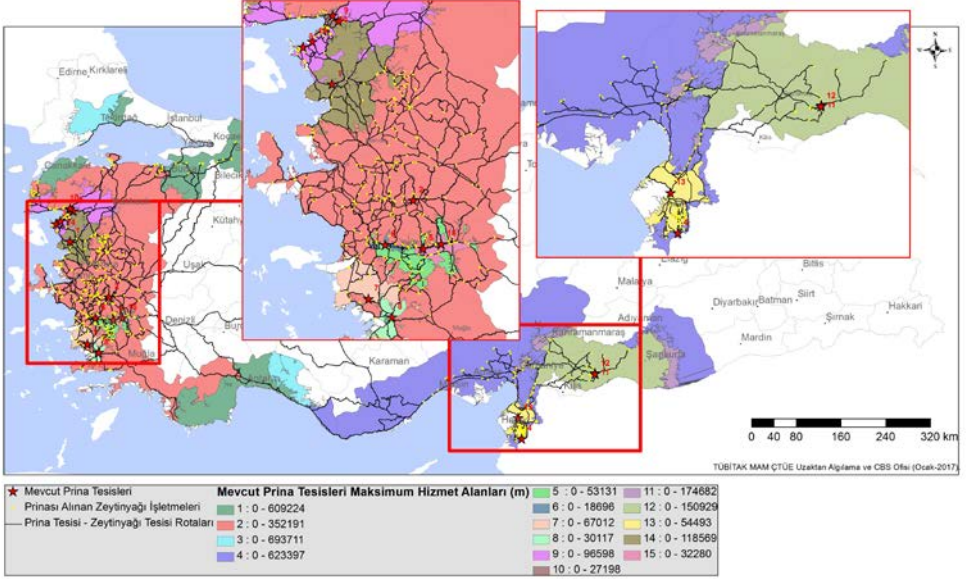
Şekil 5. Senaryo 2 a) mevcut pirina tesislerinin hizmet alanları, b) ihtiyaç duyulan pirina tesisinin konumu



### Senaryo 3 (2 fazlı pirinanın tamamının dekantasyondan geçirilmesi)

Senaryo 3'te, pirina tesislerinde ham 2 fazlı pirinanın tamamının, dekantasyondan geçirilip, nem içeriği %50 seviyelerine düşürüldükten sonra, kurutma fırınlarına verileceği kabul edilmiştir. Ayrıca tüm senaryolarda, kurutma fırınlarına verilen pirina miktarının hacimsel olarak benzer seviyelerde olduğu düşünülürse, bu senaryoya göre pirina tesislerinin işleyebilecekleri sulu 2 fazlı pirina miktarı, Senaryo 1'e göre ortalama %75, senaryo 2'ye göre ise %40 oranda daha fazla olacaktır (Şekil 1c).

Pirina tesisleri, 2 fazlı ham pirinanın tamamını dekantasyon işlemine tabi tutması durumunda, tüm pirina tesislerinde toplam 1.100.000-1.200.000 ton/sezon pirina işlenebilecektir. Ancak 2 fazlı zeytinyağı üretimine geçildiğinde ülkemizde yaklaşık 925.000 ton/sezon pirina oluşacağı kabul edildiğinde, birkaç pirina tesisinin bu senaryoya göre tahmin edilen kapasitelerinin altında faaliyet gösterebileceği öngörülmektedir. Özellikle pirina işleme kapasitesi yüksek olan 1, 3 ve 4 nolu pirina tesisleri, yakın çevrelerinde başka pirina tesisinin varlığı nedeniyle, kapasitelerinin altında faaliyet göstermek durumunda kalabilir. Diğer taraftan ülkemizde oluşan tüm pirinalar, pirina tesisleri tarafından işlenebilecek ve açıkta pirina kalmayacaktır. Mevcut senaryoya göre pirina tesislerinin hizmet alanları dağılımı Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Senaryo 3'e göre mevcut pirina tesislerinin hizmet alanları

### Senaryoların Pirina Alınan Ortalama Mesafeler Açısından Karşılaştırılması

Her bir senaryoya göre, mevcut pirina tesislerinin kapasiteleri doğrultusunda hizmet alanları ile ortalama kat ettikleri uzaklıklar tahmin edilerek (Çizelge 2), aşağıda özetlenmiştir. Senaryo 1'e göre, tesislerin hizmet alanlarına bakıldığında, 1 nolu pirina tesisinin pirina aldığı en uzak işletme 200 km iken, ağırlıklı ortalama uzaklık 103 km civarındadır. Benzer şekilde 3 nolu pirina tesisi en uzak pirinayı yaklaşık 129 km'den



almaktadır. Ancak bu tesisin ortalama kat ettiği mesafe, 61 km civarındadır. Buna paralel olarak, güneyde yer alan 4 nolu pirina tesisi, en uzak pirinayı 182 km'den almaktadır ve ağırlıklı ortalama uzaklığı 94 km'dir. Güneydoğuda bulunan 11 nolu pirina tesisi kapasitesini doldurmak için 110 km uzaklıktan pirina alırken, hizmet alanın ağırlıklı olarak 30 km civarında olduğu görülmektedir. Diğer taraftan 2 nolu pirina tesisinin kapasitesi hayli fazla olmasına karşın en uzak pirina aldığı tesis ile ağırlıklı ortalama kat ettiği km birbirine yakındır. Bu durum, bu pirina tesisinin etrafında sayıca fazla ve kapasite olarak büyük zeytinyağı işletmesinin olması, buna karşın çevresinde başka pirina tesisinin olmaması ile açıklanabilmektedir.

Senaryo 2'de, küçük kapasiteli pirina tesislerinin senaryo 1'e benzer şekilde, sadece bulunduğu ildeki zeytinyağı işletmelerine hizmet verdiği ve %25 kapasite artışı ile birlikte hizmet alanlarının belirli ölçüde genişlediği görülmektedir. Diğer taraftan, büyük kapasiteli pirina tesislerindeki durum incelendiğinde, kapasite artışı ile birlikte bu tesislerin hizmet alanlarında ciddi artışlar olması söz konusudur. 1 nolu pirina tesisinin ağırlıklı ortalaması 172 km'ye, pirina alınan en uzak mesafe ise 432 km'ye çıkmaktadır. Bir diğer ifadeyle, 1 nolu pirina tesisinin senaryo 1'e göre ağırlıklı ortalaması yaklaşık 70 km artarken, pirina alınan en uzak işletmeye uzaklığında yaklaşık 232 km artış olmaktadır. Benzer şekilde 3 nolu tesisin ağırlıklı ortalaması 2 katına çıkmakta, pirina alınan en uzak işletmeye uzaklığı 170 km artarak, 300 km'ye ulaşmaktadır. Güneydoğuda bulunan 11 nolu pirina tesisinin en uzak pirina alınan işletmeye uzaklığı 40 km kadar artarken, ağırlıklı ortalama mesafe yaklaşık 50 km artmaktadır.

Senaryo 3'te, pirina tesislerinde %75'lik kapasite artışı, tesislerin hizmet alanlarının ciddi miktarda genişlemesine neden olmaktadır (Şekil 6). Diğer senaryoların aksine 9, 12 ve 14 nolu küçük kapasiteli pirina tesislerinde bile hem pirina alınan tesis mesafesi hem de ağırlıklı ortalama uzaklığında önemli ölçüde artış söz konusudur. Diğer taraftan bu senaryoda 1 nolu pirina tesisi, 609 km uzaklıktan pirina almasına karşın kapasitesini dolduramamaktadır. Bu pirina tesisi, Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgesi'ni içeren geniş bir alana hizmet vermesine rağmen, etrafında büyük ve küçük kapasiteli çok sayıda pirina tesisinin varlığı sebebiyle, kapasitesinin ancak %50'sini doldurabilmektedir. Benzer şekilde 4 nolu pirina tesisi, Akdeniz Bölgesi'nin yarısına, Güneydoğu Bölgesi'nin büyük bölümüne hizmet vererek 694 km uzaklıktan bile pirina almasına rağmen kapasitesinin yalnızca %43'ünü doldurabilmektedir.

**Çizelge 3.** Senaryolara göre mevcut pirina tesislerinin zeytinyağı üretim tesislerine uzaklığı

Pirina Tesisi	Senaryo 1		Senaryo 2		Senaryo 3		
	Pirina tesisinin bulunduğu coğrafi bölge	En uzak pirina alınan zeytinyağı üretim tesisi, km	Ortalama uzaklık, km*	En uzak pirina alınan zeytinyağı üretim tesisi, km	Ortalama uzaklık, km*	En uzak pirina alınan zeytinyağı üretim tesisi, km	Ortalama uzaklık, km*
Pirina tesisi 1	Ege	200	103	432	172	609	144
Pirina tesisi 2	Ege	79	50	102	58	352	106
Pirina tesisi 3	Marmara	129	61	302	122	694	140
Pirina tesisi 4	Akdeniz	182	94	317	148	623	233
Pirina tesisi 5	Ege	40	21	43	25	53	30
Pirina tesisi 6	Ege	15	8	16	10	19	12
Pirina tesisi 7	Ege	57	32	57	36	67	45
Pirina tesisi 8	Ege	46	16	27	17	30	20
Pirina tesisi 9	Marmara	20	13	24	17	97	34
Pirina tesisi 10	Marmara	13	5	9	5	27	15
Pirina tesisi 11	Güneydoğu Anadolu	110	30	150	79	175	88
Pirina tesisi 12	Güneydoğu Anadolu	61	29	61	24	151	77
Pirina tesisi 13	Akdeniz	33	24	34	25	54	33
Pirina tesisi 14	Marmara	4	2	13	4	119	35
Pirina tesisi 15	Ege	23	12	23	12	32	16

\*Ağırlıklı ortalamayı ifade etmektedir. Her bir işletmeden alınan pirina miktarına göre sezon boyunca gidilen toplam mesafenin sefer sayısına oranıdır.

## Sonuç

Bu çalışmada ülkemizdeki tüm zeytinyağı işletmelerinin 2 faza geçmesi durumunda mevcut pirina tesislerinin yeterliliği değerlendirilmiş ve sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Tüm zeytinyağı işletmelerinin 2 faza geçmesi durumunda, ortalama 925.000 ton/sezon pirina oluşacağı, illere göre artış miktarının Aydın, Balıkesir ve Manisa illerinde 30.000 ton/sezon'dan fazla; Çanakkale, Hatay, Mersin, İzmir ve Muğla illerinde 15.000-30.000 ton/sezon arası olacağı öngörülmektedir.
- Pirina tesislerinin yeterliliğini değerlendirmek için 3 farklı senaryo geliştirilmiştir. Senaryo 1'e göre, mevcut pirina tesislerinde yaklaşık 670.000 ton/sezon ham 2 fazlı pirina işlenebileceği, açıkta kalan 230.000-250.000 ton/sezon pirinanın işlenebilmesi için Adana, Aydın, Antalya ve Bursa iline birer adet olmak üzere toplam 4 pirina tesisine ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir.
- Senaryo 2'ye göre, mevcut pirina tesislerinin tümünde 2. sıklık ünitesinin varlığı kabul edilmiş, ham 2 fazlı pirinanın %50'sinin dekantörden geçirilerek bu tesislerde yaklaşık 850-860.000 ton/sezon 2 fazlı pirina işlenebileceği öngörülmüştür. Bu senaryoya göre, açıkta kalan 63.000 ton/sezon pirinanın işlenebilmesi için yalnızca Mersin'de bir adet pirina tesisinin kurulmasının yeterli olacağı tahmin edilmektedir.

- Senaryo 3'e göre, mevcut tüm pirina tesislerinde, ham 2 fazlı pirinanın tamamının, dekantasyondan geçirdikten sonra kurutma ünitesine verilerek işleneceği varsayılmıştır. Bu şekilde, pirina tesislerinin işleyebilecekleri sulu 2 fazlı pirina miktarının, Senaryo 1'e göre ortalama %75, senaryo 2'ye göre ise %40 daha fazla olacağı belirlenmiştir. Ancak, bu durumda da pirina toplama mesafesinin artması ve buna bağlı olarak işletme maliyetinin artması söz konusudur. Ayrıca dekantasyon aşamasında oluşacak, atıksuyun, uygun koşullarda yönetimi ve bertarafı önemlidir.

Ülkemizde mevcut durumda, 2 fazlı pirina işlemede uygulanan yöntem, daha çok pirinanın kısmi dekantasyona uğratıldıktan sonra kurutulması şeklindedir ve bu özelliğiyle Senaryo 2'deki yaklaşıma daha yakındır. Senaryo 3'te olduğu gibi pirinanın tamamının dekantasyona uğratıldıktan sonra kurutulması durumunda ise, daha fazla pirina işlenmesi mümkün olmakla birlikte, en uzak pirina alınan zeytinyağı üretim tesisi mesafesi ve ortalama uzaklık artmaktadır. Mesafe doğrudan, taşıma maliyetlerini etkileyeceği için, artan mesafenin karlılık üstündeki etkisinin değerlendirilmesi ve pirina işletmeleri açısından olası senaryoların karlılık analizi yapılması önerilmektedir. Ayrıca, bu çalışmada, her bir pirina tesisinin zeytinyağı işletmelerinden alacağı pirina miktarı ve mesafe göz önünde bulundurularak en küçük toplam mesafenin sağlanabildiği yerler belirlenmiştir. Ancak, ilave pirina tesisleri için önerilen bu yerlerin, yerleşim yerlerine uzaklığı, hakim rüzgar yönü, turizm bölgesine olan uzaklık gibi mekânsal faktörler açısından da incelenmesi ve yer seçiminin buna göre yapılması önerilmektedir.

## Teşekkür

Bu makale, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından desteklenmiş olan “Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi (ZEYTİNAY)” projesi kapsamında oluşturulmuştur (TÜBİTAK MAM, 2015). Proje sürecinde emeği geçen başta, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve Çevre ve Şehircilik İl Müdürlükleri olmak üzere, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü (İzmir), Ulusal Zeytin ve Zeytinyağı Konseyi, Pirinacılar Derneği, Ali Bakırcı, Timur Girgin ve Mustafa Özkütük'e teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Azbar, N., Bayram, A., Filibeli, A., Muezzinoglu, A., Sengul, F., Ozer, A., 2004. A Review of Waste Management Options in Olive Oil Production. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 34(3), 209-247.
- Baysan, U., Koç, M., Kaymak-Ertekin, F., 2017. 2-Fazlı Zeytin Pirinasının Değerlendirilmesinde Kurutmanın Önemi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(2): 103-112.
- Boğa, M., 2014. Zeytin Yağı Yan Ürünlerinin Ruminant Beslemede Kullanım Olanakları. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 2(3): 154-59.
- Borja, R., Rincon, B., F. Raposo, F., Alba, J., A. Martin, A. (2002). A Study of Anaerobic Digestibility of Two-Phases Olive Mill Solidwaste (OMSW) at Mesophilic Temperature. *Process Biochemistry* 38, 733-742.
- Cayuela, M. L., Sánchez-Monedero, M. A., Roig, A., 2010. Two-phase Olive Mill Waste Composting: Enhancement of the Composting Rate and Compost Quality by Grape Stalks Addition. *Biodegradation*, 21(3), 465-473.

- Çıtak, D. 2006. Zeytinyağı ve Pirina Yağındaki BAP Kirliliğinin HPLC ile Tespiti, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
- Garcia-Ibanez, P., Cabanillas, A., Sánchez, J.M. 2004. Gasification of Leached Orujillo (Olive Oil Waste) in a Pilot Plant Circulating Fluidised Bed Reactor. Preliminary results. Biomass and Bioenergy 27, 183–194.
- Görel, Ö., Doymaz, İ., Akgün, N. A., 2003. Zeytinyağı Fabrikası Atıklarının Enerji Amaçlı Kullanım, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, İzmir.
- Filya, İ., Hanoğlu, H., Canbolat, Ö., Sucu, E., 2006. Kurutulmuş Pirinanın Yem Değeri ve Kuzu Besisinde Kullanılma Olanakları Üzerinde Araştırmalar, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20(1): 13-23.
- Hocaoglu, S., M., Haksevenler, B.H., Basturk, I., Talazan, P., 2017a. Assessment of Technology Modification for Olive Oil Sector: Comparison of Water Consumption, Wastewater Pollution and Pomace Generation through Mass Balance, baskıda.
- Hocaoglu S.M., Basturk I., Haksevenler B.H., Aydoner C., 2017b. Türkiye'deki Zeytinyağı İşletmelerinin Üretim Prosesleri ve Kapasite Kullanımları Açısından Değerlendirilmesi, Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, baskıda
- Karaca, C., Bozoğlu, B., Polat, O., 2015. Hatay İli Pirina Atık Miktarının ve Enerji Potansiyelinin Haritalanması. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 29(2).
- Keleş, G. (2015). Zeytin Posasının Ruminantlar İçin Besin ve Besleme Değeri, Türk Tarım–Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(10), 780-789.
- TÜBİTAK MAM, 2015. Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Kocaeli.
- Şengül, F., Özer, A., Çatakaya, E.B., Oktav, E., Evcil, H., Çolak, O., Sağır, Y., 2003. Zeytinyağı Üretim Atıksularının Özellikleri, Çevresel Etkileri ve Arıtım: EBSO Proje Kapsamındaki Zeytinyağı İşletmeleri için Durum Tespiti, Karasu Karakterizasyonu, Karasu Arıtılabilirlik Çalışmaları ve Sonuç Raporu, İzmir.
- Oktav, E., Özer, A., 2005. Zeytinyağı Endüstrisi Atıksularının Fiziksel Ön Arıtımı, İnşaat Mühendisleri Odası, Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, Antalya.
- Roig, A., Cayuela, M. L. Sanchez-Monedero, M. A., 2006. An overview on Olive Mill Wastes and Their Valorisation Methods. Waste Management 26,9, 960-969.
- Tortosa, G., Alburquerque, J., A., Bedmar, E., J., Ait-Baddi, G., Cegarra, J., 2014. Strategies to Produce Commercial Liquid Organic Fertilisers from “Alperujo” Composts, Journal of Cleaner Production 82, 37-44.
- Tunç, M.S., Ünlü, A., 2015. Zeytinyağı Üretim Atıksularının Özellikleri, Çevresel Etkileri ve Arıtım Teknolojileri, Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi Cilt 4(2) 44-74.
- Rincon, B., Rodríguez-Gutiérrez, G., Bujalance, L., Fernández-Bolanos, J., Borja, R., 2016. Influence of A Steam-Explosion Pre-Treatment on the Methane Yield and Kinetics of Anaerobic Digestion of Two-Phase Olive Mil Solid Waste or Alperujo. Process Safety and Environmental Protection 102, 361–369.



## Bursa Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Bazı Triticale (*X Triticosecale* Witmack) Genotiplerinde Özellikler Arası İlişkiler ve Path Analizi

Esra AYDOĞAN ÇİFCİ<sup>1</sup>, Ramazan DOĞAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye  
\*e-posta: esra@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 21.08.2017; Kabul Tarihi: 06.11.2017

**Öz:** Bu çalışma 2014-2015 ve 2015-2016 yetiştirme döneminde Bursa ekolojik koşullarında tritikale yetiştiriciliğinde daha yüksek verim elde etmek için verim ve verim öğeleri arasında uygun seçim kriterlerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla, 15 tritikale genotipinde incelenen özellikler arası ilişkiler ve path analizi yöntemi kullanılmıştır. Denemeler Tesadüf Blokları Deneme desenine göre 3 tekerrürlü olacak şekilde Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde kurulmuştur. Korelasyon katsayıları denemenin yürütüldüğü her iki yıl için ve birleştirilmiş yıllar olarak ayrı ayrı hesaplanmıştır. 2014-2015 yılı baz alındığında, tane verimi ile bitki boyu ( $r = 0.392$ ), başak boyu ( $r = 0.420$ ) ve hektolitre ağırlığı ( $r = 0.396$ ) arasında olumlu yönde önemli ilişkiler, 2015-2016 yılında ise tane verimi ile 1000 tane ağırlığı arasında ( $r = 0.571$ ) olumlu ve önemli ilişkiler ve birleştirilmiş yıllar için özellikler arası ilişkiler incelendiğinde ise tane verimi ile başak boyu ( $r=367$ ) ve hektolitre ağırlığı ( $r = 0.835$ ) arasında olumlu ve önemli ilişkilerin olduğu gözlemlenmiştir. Path analizi sonucunda elde edilen sonuçlara göre yıllar farklılık göstermiş olsa da tane verimine doğrudan olumlu etkilere sahip bitki boyu, başakta başakçık sayısı, başakta tane sayısı ile özellikle 1000 tane ağırlığı ile hektolitre ağırlığı özellikleri üzerinde durulmalı ve bundan sonraki ilah çalışmalarında bu özellikler seleksiyon kriteri olarak göz önünde bulundurulmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Triticale, tane verimi, korelasyon ve path analizi.

### Correlations and Path Analysis in Triticale (*X Triticosecale* Witmack) Genotypes in Bursa Ecological Conditions

**Abstract:** This study was carried out in 2014-2015 and 2015-2016 cropping season in order to determine the appropriate selection criteria between yield and yield items in order to obtain higher yield in triticale improvement in Bursa ecological conditions. For this purpose, correlations and path analysis method were used in 15 triticale genotypes. Experiments were carried out using a randomized complete block design with three replications at Agricultural Application and Research Center of Uludağ University Faculty of Agriculture. Correlation coefficients were calculated

separately for the two years and for the combined years in which the trials were conducted. Based on the results from 2014-2015, significant and positive relations were observed between grain yield and plant height ( $r = 0.392$ ), spike height ( $r = 0.420$ ) and test weight ( $r = 0.396$ ), for the year of 2015-2016, positive and significant relationships between grain yield and 1000 grain weight ( $r = 0.571$ ) and when the relations between the features for the combined years were examined, positive and significant relations between grain yield and spike length ( $r = 0.367$ ) and test weight ( $r = 0.835$ ) were found. Although the years differed according to the results obtained from the path analysis, plant height, the number of spikelets / spike, the number of seeds / spike and especially 1000 kernel weight and test weight properties had direct positive effects on grain yield, which should be emphasized and these properties should be considered as selection criteria in the following breeding studies.

**Keywords:** Triticale, grain yield, correlation and path analysis.

## Giriş

Tahıllar içerisinde yer alan Tritikale (*x Triticosecale Wittmack*) genetik yapısı itibari ile buğday ve çavdarın melezi bir bitkidir. Çavdar gibi yüksek adaptasyon kabiliyetine sahip olan Tritikale'nin verim potansiyeli buğdaya benzerlik göstermektedir. Ayrıca yüksek tane, yeşil ot verimi, hızlı büyüme ve gelişme özelliklerinin yanı sıra yüksek oranda lizin içeriğine sahip olduğundan insan ve hayvan beslenmesinde önemli yer almaktadır (Oral ve Ülker, 2016). Tritikalenin çok değişik çevre şartlarına uyum sağlayabildiği ve buğday tarımına elverişli olmayan toprak derinliği az, çorak ve kışları sert geçen bölgelerde buğdaydan daha verimli olabileceği ileri sürülmüştür.

Ülkemizde Tritikale ekim alanı 34.885 ha, verimi 315.32 kg/da ve üretimi 110.000 tondur (FAO,2014). Bursa ilinde ise Tritikale 2.902 da ekim alanına 1.140 ton üretime ve 393 kg/da verime sahiptir (TÜİK, 2015).

Verim birçok genle idare edilen ve çevresel faktörlerden oldukça etkilenen kantitatif ve komplike bir özelliktir. İslah programlarında başarı sağlayabilmek için verim yerine seleksiyon kriteri olarak verim öğeleri ve kalite özelliklerini kullanmak daha etkili sonuçlar vermektedir. İslah programlarında araştırmanın amacına uygun olarak, varyans analizi, basit korelasyon katsayısı, çoklu regresyon ve path analizi yöntemleri bitkilerdeki özellikler arasındaki ilişkilerin araştırılmasında kullanılan yöntemlerdir. Ancak verim öğeleri ve kalite özellikleri arasında doğrudan ilişkiyi belirleyen korelasyon katsayısı yetersiz kalmakta ve seleksiyon başarısını azaltabilmektedir. Bu nedenle verim ve verim öğeleri arasındaki doğrudan ve dolaylı etkilerin daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesi ve tane verimini attırmak amacıyla yapılan seleksiyonda verimi olumlu yönde etkileyen özelliklerin bilinmesi gerekmektedir. Bu amaçla açıklaması ilk kez Dewey ve Lu (1959) tarafından yapılan path analizi bitki ıslahı programlarında yaygın olarak kullanılmakta ve agronomik çalışmalarda seleksiyon kriterlerini belirlemede etkili bir yöntem olarak görülmektedir.

Bu çalışmada CIMMYT kökenli tritikale hatlarından elde edilen 13 adet  $F_{16}$  generasyonundaki hatlar ile tescilli 2 çeşitte, iki farklı yetiştirme mevsimi ve bu iki yılın birleştirilmesi sonucu elde edilen verilerde tane verimi üzerine verim ve kalite öğelerinin doğrudan ve dolaylı etkilerini incelemek amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Çalışmada CIMMYT kökenli hatlardan melezleme yolu ile elde edilmiş 13 adet hat ile 2 adet tescilli çeşit bitki materyali olarak kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan tritikale genotipleri Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Denemede Kullanılan Bitki Materyali

No	Genotip	No	Genotip
1	NxE-13	9	Nx2003-3
2	Nx2003-12	10	2003x2002-16
3	NxE-14	11	C9
4	2003x2002-10	12	C11
5	Nx2002-2	13	Nörtingen
6	2003x2002-8	14	Karma
7	Nx2015-17	15	Tatlıcak
8	NxE-18		

Denemeler 2014-2015 ve 2015-2016 yılı yetiştirme döneminde Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olacak şekilde Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi’nde kurulmuştur. Ekimler her iki yılda Kasım ayının ilk haftasında 8 sıralı olarak 5 x 1.2=6 m<sup>2</sup> parsellere parsel mibzeri ile yapılmıştır. Parsele ekilecek tohum miktarı m<sup>2</sup>’de 550 adet olacak şekilde hesaplanmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü yıllara ait iklim verileri Çizelge 2’de verilmiştir. Deneme alanının toprak yapısı kil bünyeli, tuzsuz, nötr reaksiyonda, kireççe fakir, organik madde içeriği çok az, alınabilir potasyum ve fosfor bakımından yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Denemelere ekimle birlikte 20-20-0 gübresinden 5 kg/ da N, sapa kalkma döneminde ise % 46’lık üre formunda 10 kg/da N olacak şekilde gübreleme yapılmıştır. Çalışmada tüm genotiplerde bitki boyu, başak boyu, başakta başakçık sayısı, başakta tane sayısı ve tane ağırlığı, tane verimi, 1000 tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığı özellikleri incelenmiştir. Elde edilen veriler TARPOGEN istatistik paket programında değerlendirilmiştir.

**Çizelge 2.** Denemenin yürütüldüğü yıllar ve uzun yıllara ait iklim verileri

Aylar	Toplam Yağış (mm)			Ortalama Sıcaklık (°C)		
	2014-2015	2015-2016	Uzun Yıllar (1970 -2011)	2014-2015	2015-2016	Uzun Yıllar (1970 -2011)
Kasım	72.4	26.4	81.3	11.33	12.7	10.4
Aralık	143.2	3.0	101.4	9.29	5.6	13.0
Ocak	112	122.2	79.4	5.4	5.2	7.9
Şubat	74.2	80.7	71.0	7.3	11.1	7.6
Mart	78.2	75.6	66.8	9.1	11.2	6.7
Nisan	95.6	22.8	65.9	11.5	16.4	13.0
Mayıs	36	67.3	44.2	19.3	18.3	17.7

Aylar	Toplam Yağış (mm)			Ortalama Sıcaklık (°C)		
	2014-2015	2015-2016	Uzun Yıllar (1970 -2011)	2014-2015	2015-2016	Uzun Yıllar (1970 -2011)
Haziran	37.8	36.4	34.1	21.7	24.5	22.4
Temmuz	0.0	0	17.4	25.5	25.9	24.6
<b>Toplam</b>	649.4	434.4	561.5			
<b>Ort.</b>				13.4	14.5	13.7

## Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Çizelge 3’de araştırmada kullanılan tritikale genotiplerinde incelenen özellikler arasındaki korelasyon katsayıları verilmiştir. Korelasyon katsayıları denemenin yürütüldüğü her iki yıl için ve birleştirilmiş yıllar olarak ayrı ayrı hesaplanmıştır. 2014-2015 yılı baz alındığında tane verimi ile bitki boyu ( $r = 0.392^{**}$ ), başak boyu ( $r = 0.420^{**}$ ) ve hektolitreye ağırlığı ( $r = 0.396^{**}$ ) arasında olumlu yönde önemli ilişkiler belirlenirken, bitki boyu ile başak boyu ( $r = 0.365^*$ ) ve başakta tane sayısı ( $r = 0.317^*$ ), başak boyu ile hektolitreye ağırlığı ( $r = 0.357^*$ ), başakta başakçık sayısı ile başakta tane sayısı ( $r = 0.756^{**}$ ) ve hektolitreye ağırlığı ( $r = 0.342^*$ ) ve başakta tane sayısı ile başakta tane ağırlığı ( $r = 0.410^{**}$ ) arasında olumlu yönde ve önemli ilişkiler saptanmıştır. 2015-2016 yılında ise tane verimi ile 1000 tane ağırlığı arasında ( $r = 0.571^*$ ) olumlu ve önemli ilişkiler saptanırken, bitki boyu ile başak boyu ( $r = 0.571^{**}$ ), başakta başakçık sayısı ile başakta tane sayısı ( $r = 0.803^{**}$ ), başakta tane sayısı ile başakta tane ağırlığı ( $r = 0.638^*$ ) arasında olumlu yönde önemli ilişkiler belirlenmiştir. Birleştirilmiş yıllar için özellikler arası ilişkiler incelendiğinde ise tane verimi ile başak boyu ( $r = 0.637^*$ ) ve hektolitreye ağırlığı ( $r = 0.835^{**}$ ) arasında, bitki boyu ile başak boyu ( $r = 0.585^*$ ) ve başakta başakçık sayısı ( $r = 0.672^{**}$ ) özellikleri arasında, başakta başakçık sayısı ile başakta tane sayısı ( $r = 0.724^{**}$ ) arasında ve hektolitreye ağırlığı ile başak boyu özelliklerinde ( $r = 0.616^*$ ) olumlu ve önemli ilişkilerin olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışmada incelenen özellikler arasındaki bulunan bu ilişkilere Kara ve Akman (2007), Anwar ve ark. (2009), Şahin ve ark. (2011), Gelalcha ve Hanchinal (2013) ve Polat ve ark. (2015) tarafından yapılan araştırmalarda da rastlanmıştır. Ayrıca Yanbeyi ve Sezer (2006), Fantahun ve Belay (2014), Oral ve Ülker (2016) ve Ramazani ve ark. (2017)’nin yaptıkları çalışmalarda bulgularımızı destekler nitelikte sonuçlar elde edilirken, Faroog ve ark. (2016)’nin yaptıkları çalışmada elde edilen sonuçlar bizim çalışmamızdan farklı olmuştur.

Tritikale genotiplerinde tane verimi ve incelenen diğer özellikler arasındaki doğrudan ve dolaylı etkiler Çizelge 4’de verilmiştir. Path analizi sonucuna göre 2014-2015 yılında bitki boyunun tane verimi üzerine doğrudan etkisi olumlu ve % 72.5 oranında olmuştur. Bitki boyu üzerinden tane verimine en büyük dolaylı etkiyi başak boyu özelliği % 12.7 oranında göstermiştir. 2015-2016 yılında ise bitki boyunun tane verimi üzerine doğrudan etkisi bir önceki yıla göre çok daha düşük olmuştur (% 25.3). Bu yılda ise başakta başakçık sayısı özelliğinin dolaylı etkisi diğer özelliklere göre daha yüksek ancak negatif yönde etkili olduğu (- % 36.6) belirlenmiştir. Birleştirilmiş yıllarda ise bitki boyunun tane verimi üzerine doğrudan etkisi olumsuz ve büyük olarak (% 30.1) gözlenmiştir. Bitki boyu üzerinden tane verimine en büyük dolaylı etkiyi hektolitreye ağırlığı göstermiştir.



**Çizelge 3.** İncelenen özellikler arasındaki korelasyon katsayıları

Özellikler	Yıllar	Tane verimi	Bitki Boyu	Başak Boyu	Başakta Başakçık Sayısı	Başakta Tane Sayısı	Başakta Tane Ağırlığı	1000 Tane Ağırlığı	Hektolitire Ağırlığı
Tane verimi	2014-2015	1.000	0.392**	0.420**	0.126	0.152	-0.202	0.187	0.396**
	2015-2016	1.000	0.235	0.299	0.135	0.195	0.197	0.571*	0.271
	Birleştirilmiş Yıllar	1.000	0.488	0.637*	0.359	0.255	-0.218	0.307	0.835**
Bitki Boyu	2014-2015	0.392**	1.000	0.365*	0.111	0.317*	0.113	-0.150	0.063
	2015-2016	0.235	1.000	0.571**	0.355	0.010	-0.354	0.153	0.070
	Birleştirilmiş Yıllar	0.448	1.000	0.585*	0.672**	0.426	-0.112	-0.114	0.412
Başak Boyu	2014-2015	0.420**	0.365*	1.000	0.227	0.267	-0.225	0.064	0.357*
	2015-2016	0.299	0.571**	1.000	0.084	-0.206	-0.199	0.240	0.068
	Birleştirilmiş Yıllar	0.637*	0.585*	1.000	0.151	-0.104	-0.317	0.140	0.616*
Başakta Başakçık Sayısı	2014-2015	0.126	0.111	0.227	1.000	0.756**	0.151	-0.010	0.342*
	2015-2016	0.135	0.355	0.084	1.000	0.803**	0.302	0.105	0.260
	Birleştirilmiş Yıllar	0.259	0.672**	0.151	1.000	0.724**	0.087	0.037	0.234
Başakta Tane Sayısı	2014-2015	0.152	0.317*	0.267	0.756**	1.000	0.410**	-0.071	0.201
	2015-2016	0.195	0.010	-0.2096	0.803**	1.000	0.638*	-0.095	0.501
	Birleştirilmiş Yıllar	0.255	0.426	-0.104	0.724**	1.000	0.421	-0.255	0.183
Başakta Tane Ağırlığı	2014-2015	-0.202	0.113	-0.225	0.151	0.410**	1.000	-0.263	-0.261
	2015-2016	0.197	-0.354	-0.199	0.302	0.638*	1.000	0.040	0.487
	Birleştirilmiş Yıllar	-0.218	-0.112	0.317	0.087	0.421	1.000	-0.345	-0.138
1000 Tane Ağırlığı	2014-2015	0.187	-0.150	0.064	-0.010	-0.071	-0.263	1.000	0.119
	2015-2016	0.571*	0.153	0.240	0.105	-0.095	0.040	1.000	-0.060
	Birleştirilmiş Yıllar	0.307	-0.114	0.140	0.037	-0.225	-0.345	1.000	0.487
Hektolitire Ağırlığı	2014-2015	0.396**	0.063	0.357*	0.342*	0.201	-0.261	0.119	1.000
	2015-2016	0.271	0.070	0.068	0.260	0.501	0.487	-0.060	1.000
	Birleştirilmiş Yıllar	0.835**	0.421	0.616*	0.234	0.183	-0.138	0.487	1.000

\*: P&lt;0.05, \*\*: P&lt;0.01

Tane verimi üzerine başak boyunun doğrudan etkisi yıllara göre sırasıyla % 37.2, % 31.3 ve % 24.6 olarak belirlenmiştir. 2014-2015 yılı yetiştirme dönemi için başak boyu üzerinden tane verimine en büyük dolaylı etkiyi bitki boyu özelliği gösterirken 2015-2016 yılında ise en büyük dolaylı etkiyi negatif yönde başakta tane sayısı özelliği oluşturmuştur. Birleştirilmiş yıllarda ise % 43.9 oranında hektolitire ağırlığı özelliğinin başak boyu üzerinden tane verimi üzerini en yüksek dolaylı etkiyi gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4).

Tane verimi üzerine başakta başakçık sayısı özelliğinin doğrudan etkisi her iki yılda da olumsuz yönde iken birleştirilmiş yıllarda bu etki olumlu yönde belirlenmiştir. 2014-2015 yılı için hektolitire ağırlığı en büyük dolaylı etkiye sahipken, 2015-2016 yılında ise başakçık sayısı üzerinden tane verimine en yüksek dolaylı etki başakta tane sayısı özelliği tarafından oluşturulmuştur. Yılların birleştirilmesi sonucuna göre ise en yüksek dolaylı etkiye bitki boyu özelliğinde ancak olumsuz olarak rastlanmıştır.

Başakta tane sayısı özelliğinin tane verimi üzerine doğrudan etkisinin 2014-2015 yılı için % 9.9, 2015-2016 yılı için % 54.1 ve birleştirilmiş yıllar sonucunda ise % 10.6

oranında olduğu belirlenmiştir. Başakta tane sayısı üzerinden tane verimine en büyük dolaylı etkiyi yaratan özellikler sırasıyla 2014-2015 yılı için bitki boyu (% 32.6), 2015-2016 yılı için başakta başakçık sayısı (-% 34.8) ve birleştirilmiş yıllara göre ise yine ikinci yılda olduğu gibi başakta tane sayısı (% 30.7) özelliği olmuştur.

Başakta tane ağırlığı özelliğinin tane verimi üzerine dolaylı etkisi her iki yılda ve birleştirilmiş yıllara göre negatif yönde gerçekleşmiştir. En yüksek dolaylı etkiye sahip özellikler ise 2014-2015 yılı için negatif yönde % 24.1 oranı ile hektolitre ağırlığı, 2015-2016 yılı için başakta tane sayısı özelliği pozitif yönde % 54.7 ile ve birleştirilmiş yıllara göre ise yine negatif yönde %19.2 ile hektolitre ağırlığı olmuştur.

1000 tane ağırlığı özelliğinin tane verimi üzerine dolaylı etkileri her iki yılda olumlu ve sırasıyla % 58.5 ve % 68.4 oranında oldukça yüksek belirlenmiştir. Birleştirilmiş yıllar sonucuna göre bu dolaylı etki negatif yönde ve % 28.0 olarak belirlenmiştir. 1000 tane ağırlığı üzerinden tane verimine dolaylı etkisi en yüksek olan özellikler sırasıyla 2014-2015 yılında bitki boyu (- % 17.6), 2015-2016 yılında - % 10.9 ile başakta tane sayısı ve birleştirilmiş yıllara göre ise % 49.5 ile hektolitre ağırlığı özelliğidir.

**Çizelge 4.** Tane verimi ve incelenen diğer özellikler arasındaki doğrudan ve dolaylı etkiler

Özellikler	Yıllar	Doğrudan Etkiler	Dolaylı Etkiler						
		Tane verimi	Bitki Boyu	Başak Boyu	Başakta Başakçık Sayısı	Başakta Tane Sayısı	Başakta Tane Ağırlığı	1000 Tane Ağırlığı	Hektolitreye Ağırlığı
Bitki Boyu	2014-2015	0.345 (%72.5)	-	0.061(% 12.7)	-0.006 (% 1.3)	0.011 (%2.2)	-0.010 ( %2.1)	-0.026 (%5.4)	0.018 (%3.8)
	2015-2016	0.222 (%25.3)	-	0.164 (%18.7)	-0.322 (%36.6)	0.012 (%1.3)	0.054 (%6.1)	0.104 (%11.8)	0.001 (%0.2)
	Birleştirilmiş Yıllar	-0.339 (%30.1)	-	0.160 (%14.2)	0.219 (%19.4)	0.037 (%3.1)	0.022 (%1.9)	0.029 (%2.2)	0.327 (%29.0)
Başak Boyu	2014-2015	0.166 (%37.2)	0.126 (%28.3)	-	-0.013 (%2.9)	0.009 (%1.9)	0.020 (%4.5)	0.011 (%2.5)	0.101 (%22.7)
	2015-2016	0.288 (%31.3)	0.127 (%13.8)	-	-0.077 (%8.3)	-0.233 (%25.4)	0.030 (%3.3)	0.163 (%17.7)	0.001 (%0.1)
	Birleştirilmiş Yıllar	0.274 (%24.6)	-0.199 (%17.8)	-	0.049 (%4.4)	-0.009 (%0.8)	0.063 (%5.6)	-0.031 (%2.8)	0.489 (%43.9)
Başakta Başakçık Sayısı	2014-2015	-0.056 (%20.9)	0.038 (%14.2)	0.038 (%13.9)	-	0.025 (%9.3)	-0.014 (% 5.0)	-0.002 (%0.6)	0.097 (%35.9)
	2015-2016	-0.908 (%44.4)	0.079 (%3.9)	0.024 (%1.2)	-	0.901 (%44.5)	-0.046 (%2.2)	0.0711 (%3.5)	0.005 (%0.2)
	Birleştirilmiş Yıllar	0.326 (%37.6)	-0.228 (%26.3)	0.041 (%4.8)	-	0.059 (%6.8)	-0.017 (%1.9)	-0.008 (%0.9)	0.186 (%21.5)
Başakta Tane Sayısı	2014-2015	0.033 (%9.9)	0.109 (%32.6)	0.044 (%13.2)	-0.043 (%12.7)	-	-0.037 (%10.9)	-0.012 (%3.6)	0.057 (%17.0)
	2015-2016	1.133 (%54.1)	0.002 (%0.1)	-0.059 (%2.8)	-0.729 (%34.8)	-	-0.097 (%4.6)	-0.065 (%3.1)	0.009 (%0.5)
	Birleştirilmiş Yıllar	0.081 (%10.6)	-0.144 (%18.8)	-0.029 (%3.7)	0.236 (%30.7)	-	-0.083 (%10.8)	0.049 (%6.4)	0.145 (%18.9)
Başakta Tane Ağırlığı	2014-2015	-0.089 (%29.1)	0.039 (%12.7)	-0.037 (%12.1)	-0.009 (%2.78)	0.014 (% 4.4)	-	-0.045 (%14.8)	-0.074 (%24.1)
	2015-2016	-0.152 (%11.5)	-0.079 (%5.9)	-0.057 (%4.3)	-0.274 (%20.8)	0.723 (%54.7)	-	0.027 (%2.0)	0.009 (%0.7)
	Birleştirilmiş Yıllar	-0.198 (%34.7)	0.038 (%6.7)	-0.87 (%15.2)	0.029 (%4.9)	0.034 (%5.9)	-	0.075 (%13.2)	-0.109 (%19.2)

#### Çizelge 4. (Devamı)

1000 Tane Ağırlığı	2014-2015	0.172 (%58.5)	-0.052 (%17.6)	0.011 (%3.6)	0.001 (%0.2)	-0.002 (%0.8)	0.024 (%7.9)	-	0.034 (%11.4)
	2015-2016	0.678 (%68.4)	0.034 (%3.4)	0.069 (%6.9)	-0.095 (%9.6)	-0.108 (%10.9)	-0.006 (%0.6)	-	-0.001 (%0.1)
	Birleştirilmiş Yıllar	-0.219 (%28.0)	0.039 (%4.9)	0.038 (%4.9)	0.012 (%1.5)	-0.018 (%2.3)	0.068 (%8.7)	-	0.387 (%49.5)
Hektolitire Ağırlığı	2014-2015	0.283 (%65.3)	0.022 (%5.0)	0.059 (%13.6)	-0.019 (%4.4)	0.007 (%1.5)	0.023 (%5.4)	0.021 (%4.7)	-
	2015-2016	0.019 (%1.9)	0.016 (%1.6)	0.019 (%2.0)	-0.236 (%24.2)	0.567 (%58.3)	-0.074 (%7.6)	-0.041 (%4.2)	-
	Birleştirilmiş Yıllar	0.794 (%59.8)	-0.139 (%10.5)	0.168 (%12.7)	0.076 (%5.8)	0.015 (%1.1)	0.027 (%2.1)	-0.106 (%8.0)	-

Tane verimi üzerine hektolitire ağırlığı özelliğinin doğrudan etkisi 2014-2015 yılı ve birleştirilmiş yıllara göre yüksek ancak 2015-2016 yılı için düşük olarak belirlenmiştir. Yıllara göre en yüksek dolaylı etkiyi yaratan özellikler incelendiğinde ise, 2014-2015 yılı için başak boyu, 2015-2016 yılında başakta tane sayısı ve birleştirilmiş yıllarda ise tekrar başak boyu özelliği hektolitire ağırlığı üzerinden tane verimine en yüksek dolaylı etkiyi oluşturan özelliklerdir.

Tane verimi bakımından doğrudan etkiler incelendiğinde ilk yıl (2014-2015) için en yüksek dolaylı etkiye sahip özellikler sırasıyla bitki boyu (% 72.5), hektolitire ağırlığı (% 65.3) ve 1000 tane ağırlığı (% 58.5) özellikleri iken, ikinci yılda (2015-2016) ise en yüksek doğrudan etkiye sahip özellikler olarak sırasıyla 1000 tane ağırlığı (% 68.4), başakta tane sayısı (% 54.1) ve negatif yönde % 44.4 ile başakta başakçık sayısı özellikleri belirlenmiştir. Birleştirilmiş yıllarda ise % 59.8 oranı ile hektolitire ağırlığı, %37.6 oranı ile başakta başakçık sayısı, negatif yönde % 34.7 ile başakta tane ağırlığı ve negatif yönde % 30.1 oranı ile bitki boyu özellikleri en yüksek doğrudan etkiye sahip özellikler olarak belirlenmiştir.

Araştırmada ele alınan özelliklerdeki yıllara göre elde edilen değişikliklerin kantitatif karakterler olması nedeniyle ortaya çıktığı düşünülmüş ve farklı araştırmacılar tarafından da dile getirilmiştir (Oral ve Ülker 2016). Kullanılan çeşidin, bölgenin ekolojik yapısının ve uygulanan kültürel işlemlerin tahıllarda verim ve kaliteyi etkilediği bir çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Blue ve ark. 1992, Kendal ve ark. 2012).

Tritikalede daha önce yapılan path analizleri çalışmaları sonucunda; Khodarahmi ve ark.(2006) tane verimine en yüksek doğrudan etkiyi başakta tane sayısı özelliğinin yaptığını belirterek başak sayısı, başakta tane sayısı, başak boyu ve 1000 tane ağırlığı özelliklerinin tane verimini artırmada seleksiyon kriteri olarak alınabileceğini bildirmiştir. Gülmezoğlu ve ark. (2010) ve Oral ve Ülker (2016), tane verimi üzerine 1000 tane ağırlığı özelliğinin en yüksek doğrudan ve olumlu etkiye sahip olduğunu bildirirken Tonk ve ark. (2017), 1000 tane ağırlığının tane verimine doğrudan etkisinin yaptıkları çalışmada her iki yılda da olumsuz yönde gerçekleştiğini belirlemişlerdir. Doğan ve Şenyiğit (2016), yaptıkları path analizi çalışması sonucunda başakta tane sayısı, 1000 tane ağırlığı ve hektolitire ağırlığı özelliklerini, Ramazani ve ark (2017), ise başak boyu ve 1000 tane ağırlığı özelliklerinin seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Yapılan diğer çalışmalarda ise tane verimi üzerine en yüksek doğrudan etkiyi; Okuyama et al. (2004), başakta tane sayısı, Kara ve Akman (2007), 1000 tane ağırlığı ve hektolitire ağırlığı, Mohsin et al. (2009), başak

uzunluğu ve başakta tane sayısı, Gelalcha ve Hanchinal (2013), bitki boyu, Polat ve ark. (2015), başakta tane sayısı ve başakta tane ağırlığı özelliklerinin yaptığını vurgulamışlardır.

## Sonuç

Bu çalışmada path analizinden yararlanılarak farklı tritikale genotipleri kullanılarak tane verimi üzerinde doğrudan ve dolaylı etkiler gösteren verim öğelerini belirlemek amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre yıllar farklılık göstermiş olsa da tane verimine doğrudan olumlu etkilere sahip bitki boyu başakta başakçık sayısı, başakta tane sayısı ile özellikle 1000 tane ağırlığı ile hektolitreye ağırlığı özellikleri üzerinde durulmalı ve bundan sonraki ıslah çalışmalarında bu özellikler seleksiyon kriteri olarak göz önünde bulundurulmalıdır.

## Kaynaklar

- Anwar, J., M. A. Ali, M. Hussain, W. Sabir, M. A. Khan, M. Zulkiffal and M. Abdullah. 2009. Assessment of yield criteria in bread wheat through correlation and path analysis. The Journal of Animal & Plant Sciences, 19(4):185-188
- Blue, E.N., S.C. Mason and D.N. Sander. 1992. Influence of Planting Date, Seeding Rate, and Phosphorus Rate on Wheat Yield. Agronomy Journal, 82: 762-768.
- Dewey, D.R. and K.H. Lu. 1959. A corelation and path coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production. Agronomy Journal, 51:515-518
- Doğan, R. and E. Senyigit. 2016. Correlation and Path Coefficient Analysis of Yield and Yield Components in Hexaploid Triticale (*X Triticosecale Wittmack*) Genotypes under Mediterranean Conditions. J. Biol. Environ. Sci., 10(28): 21-27.
- Fantahun, B. and G. Belay. 2014. Correlation and Path Coefficient Analysis of Some Breeding Lines of The Man-Made Crop, Triticale (*X.Triticosecale Wittmak*) JAD 4(2):1-10.
- FAO, 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>. (alıntının yapıldığı tarih:14.08.2017)
- Farooq, M.O., M. Kashif, I. Khaliq and K. Rashid. 2016. Correlation and Cluster Analysis To Estimate Genetic Variability in Triticale. J. Agric. Res., 54(3):343-352.
- Gelalcha, S. and R. R. Hanchinal. 2013. Correlation and path analysis in yield and yield components in spring bread wheat (*Triticum aestivum L.*) genotypes under irrigated condition in Southern India. African Journal of Agricultural Research. 8(24):3186-3192.
- Gulmezoglu, N., O. Alpu and E. Ozer. 2010. Comparative Performance of Triticale and Wheat Grains By Using Path Analysis. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 16(4): 443-453.
- Kara, B. ve Z. Akman. 2007. Yerel buğday ekotiplerinde özellikler arası ilişkiler ve path analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11-3:219-224.
- Kendal, E., S. Tekdal, H. Aktaş, A. Altıkat ve M. Karaman. 2012. Güneydoğu Anadolu Yağışa Dayalı Şartlarında Yazlık Triticale Hatlarının Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi. Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türk Doğa ve Fen Dergisi, 1 (1): 39-46, 2012. Bingöl.
- Khodarahmi, M., A. Amini and M.R. Bihamta. 2006. Correlations and Path Analysis of Grain Yield in Triticale. Iranian Journal of Agricultural Sciences. 37 -177-83

- Mohsin, T., N. Khan and F. N. Naqvi. 2009. Heritability, phenotypic correlation and path coefficient studies for some agronomic characters in synthetic elite lines of wheat. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7(3-4):278-282.
- Okuyama, L. A., L. C. Federizzi and J. F. B. Neto. 2004. Correlation and path analysis of yield and its components and plant traits in wheat. *Ciência Rural*, 34(6):1701-1708.
- Oral, E. ve M. Ülker. 2016. Triticale (X *Triticosecale* Wittmack) Çeşitlerinde Özellikler Arası İlişkiler ve Path Analizi Path Analysis and Relations Between Features in Triticale. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.*6(3): 153-160.
- Polat, P.Ö.K., E. A. Çifçi ve K. Yağdı. 2015. Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.)’da tane verimi ile bazı verim öğeleri arasındaki ilişkilerin saptanması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 21:355-362.
- Ramazani, S.H.R., H. Tajjali and M.G. Ghaderi. 2017. Correlation and Path Coefficient Analysis For Determining Interrelationships Among Grain Yield and Related Characters In Iranian Genotypes Of Triticale. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 54(1), 35–39.
- Şahin, M., A. Akçacık ve S. Aydoğan. 2011. Bazı ekmeklik buğday genotiplerinin tane verimi ile kalite özellikleri arasındaki ilişkiler ve stabilite yetenekleri. *Anadolu*, 21(2):39-48.
- Tonk, F.A., D. İştıpliler ve M. Tosun. 2017. Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinde Özellikler Arası İlişkiler ve Path Analizi. *Ege Univ. Ziraat Fak. Derg.*54 (1):85-89
- TÜİK, 2015. Türkiye İstatistik Kurumu, “Bitkisel Üretim, Tahılların Üretim Miktarları”, <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. (alıntının yapıldığı tarih:14.08.2017)
- Yanbeyi, S. ve Sezer İ. 2006. Samsun Koşullarında Bazı Triticale Hatlarının Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Bir Araştırma. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 21: 33-39.





## Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Hatlarının Çimlenme Döneminde Tuz Stresine Tepkileri

Büşra İNAN<sup>1</sup>, Orkunalp EMİR<sup>1</sup>, Ramazan DOĞAN<sup>1\*</sup>, Emine BUDAKLI ÇARPICI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye  
\*e-posta: rdogan@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 27.09.2017; Kabul Tarihi: 09.11.2017

**Öz:** Bu çalışma, bazı ekmeklik buğday hatlarının çimlenme döneminde tuz stresine tepkilerini belirlemek amacıyla Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bitki Fizyolojisi Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Araştırmada, 10 adet ekmeklik buğday hattı ile 1 adet ekmeklik buğday çeşidi (Golia) kullanılmış ve 6 farklı tuz konsantrasyonu (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM NaCl) ele alınmıştır. Deneme Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde iki faktörlü ve üç tekrarlamalı olarak düzenlenmiştir. Araştırmada, çimlenme yüzdesi, kökçük uzunluğu, sapçık uzunluğu, kökçük ve sapçık kuru ağırlığı ile tuza tolerans indeksi gibi özellikler incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; ekmeklik buğday hatları arasında, E7 ekmeklik buğday hattı birçok özellik bakımından standart olarak kullanılan Golia buğday çeşidinden daha iyi sonuçlar vermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ekmeklik buğday, çeşit, ıslah hattı, çimlenme, tuz stresi.

### Responses of Some Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Lines to Salt Stress at Germination Stage

**Abstract:** In this study 6 salt concentrations (0, 50, 100, 150, 200 and 250 mM NaCl) were used to determine the effects of salinity on germination stage of 10 bread wheat line and st. wheat cultivars (Golia) in the plant physiology laboratory of the Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, University of Uludağ. The experiment was carried out as Randomized Plots Design with two factors and three replications. In the research, germination percentage, root length and shoot length, dry weights of root and shoot and salt tolerance index were examined. According to the results of research; E7 bread wheat line gave better results than standart cultivar (Golia) in terms of many features.

**Keywords:** Bread wheat, variety, breeding line, germination, salt stress.

## Giriş

Tuzluluk, tarım yapılan alanlarında verimi önemli ölçüde kısıtlayan ve aynı zamanda dünyada sulanan tarım alanlarının da yaklaşık üçte birini de etkisi altına alan önemli bir sorundur. Dünyada yaklaşık 400- 950 milyon ha sulanabilir tarım alanının tuzluluk problemiyle karşı karşıya olduğu ifade edilmektedir (Hasegawa et al., 1986; Özkaldı ve ark. 2004; Taghipour and Salehi 2008). Tuzlulaşma nedeniyle dünyada her yıl 10 milyon ha tarım arazinin elden çıktığı bildirilmektedir. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde yetersiz yağış ve yüksek buharlaşma tuzluluğun başlıca nedenlerindedir. Diğer taraftan sulamadaki yanlış uygulamalar, özellikle iyi bir drenajın olmadığı alanlarda tuzluluğa neden olabilmektedir (Baltacı ve ark. 2004). Ülkemizde ise; özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerimizde toprak tuzluluğu üretimi kısıtlayan önemli bir sorun olarak görülmektedir (Eker ve ark. 2006).

Topraktaki tuz birikimi, bitki gelişimini farklı derecede etkileyebildiği gibi değişik bitki türlerinin tepkileri de farklı olmaktadır. Genellikle, 0-0,8 dS m<sup>-1</sup> arasındaki EC değerleri bitkisel üretim bakımından kabul edilebilir değerler olarak ifade edilirken, bitki bazında ise özellikle tahılların gerek çimlenme gerekse erken fide döneminde yüksek tuzluluğa karşı duyarlı oldukları bildirilmiştir (Ghoulam and Fares 2001). Buğday (*Triticum aestivum* L.) orta derecede tuza dayanıklı bitkiler grubunda olup, toprakta 100 mM NaCl seviyesinde tuzluluk olduğu durumlarda buğdayda verimi azalırken, çeltik bitkisinin gelişme öncesi tamamen öldüğü belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, tuzluluğa en dayanıklı olan arpada da 250 mM NaCl tuz konsantrasyonunda uzun süre kaldığı durumlarda bitki ölümlerinin gerçekleştiği ifade edilmiştir. Makarnalık buğdaylar, mısır ve sorgum gibi diğer cinslerin de tuzluluğa karşı ekmeçlik buğdaylardan daha az dayanıklı olduğu bildirilmektedir (Munns et al., 2006).

Tuz stresi çalışmalarında bitkinin çimlenme ve fide gelişim dönemleri üzerinde daha fazla durulmakta ve türlerin tuza tepkilerinin belirlenmesinde bu gelişim evreleri daha çok dikkate alınmaktadır. Özellikle bitkinin çimlenme döneminde görülen bu olumsuzluğun esas nedeni tuzun tohum içerisine su alımını engellemesidir. Ayrıca tuzlu topraklarda yetiştirilen bitkilerde görülen verim azalışının nedenleri arasında; aşırı miktarda bulunan Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> gibi iyonların neden olduğu toksik etki, bitki iyon dengesindeki bozulmalar, bitkinin farklı bölgelerine besin taşınmasındaki problemler, fotosentez ve solunum gibi fizyolojik işlevlerin zarar görmesi gösterilmektedir (Kara ve ark. 2011).

Bu çalışma, Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünden temin edilmiş olan bazı ekmeçlik buğday hatlarının çimlenme döneminde farklı tuz konsantrasyonlarına karşı toleranslarının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

## Materyal ve Yöntem

Araştırma, 2016 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bitki Fizyolojisi Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Denemede Golia buğday çeşidi ile birlikte Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilen 10 ekmeçlik buğday hattı incelenmiştir. Araştırmada materyal olarak kullanılan standart çeşit ve hatların özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.



**Çizelge 1.** Araştırmada kullanılan ekmeçlik buğday hatları ile çeşide ait özellikler

Hat/Çeşit	Melez/Pedigri
E1	Ziyabey 93/3*Altay 2000 SM-5520F-0P-=-E-10E-0E
E2	Onearly_S-114/3CTK/VEE"S"/UHU"S" YE16675-0E-0E-5E-0E
E3	CROC-1/AE.SQUARROSA(20)//JUP/BJY/3/KAUZ/4/KAUZ/5/KONYA 2002 SM-5184-0P-0E-0E-2E-0E
E4	MELEZ13/MUFITBEY YE16637-0E-0E-0E-1E-0E
E5	YUMAI13/NA160/3/14.53/ODIN//CI13441/4/GRK/5/ALTAY2000 YE16719-0E-0E-0E-21E-0E
E6	PII78383/ES85-8 YE16720-0E-0E-0E-2E-0E
E7	PM MEI IRR_S-30/KRC66//MUFITBEY YE16770-0E-0E-0E-5E-0E
E8	MIZRAK//HYS/7C//1593-51/3/P101//1150-18/STACAT/6/LOZ11/BL//MIR264/5/PNC/CM//NB61977 /3/EC/INIA //BBN/4/MXP//KR/FUNO/7/PEHLIVAN YA24563-0A-0E-0E-4E-0E
E9	TOSUNBEY/3/GRK-79//CO652643/KRC-66 YA24581-0A-0E-0E-4E-0E
E10	MUFITBEY/33 IBWSN_S-52//MUFITBEY YE16864-0E-0E-0E-3E-0E
E11	GOLIA

Çalışmada 6 farklı tuz konsantrasyonu (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM NaCl) kullanılmıştır. Araştırma Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'nde iki faktörlü ve üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çimlendirmeler için 15 cm'lik petri kapları kullanılmıştır. Çimlendirme öncesinde tohumların % 1'lik sodyum hipoklorit muamelesi ile yüzey sterilizasyonu sağlanmıştır. Sodyum hipoklorit ile 3 dakika çalkalanan tohumlar çalkalama sonrası saf su ile iyice yıkanmıştır (Akbarimoghaddam et al., 2011). Yüzey sterilizasyonu yapılan tohumlar kurutma kağıtları üzerine alınarak kurutulmuş ve ardından içerisinde çift katlı filtre kağıdı bulunan petri kaplarına 30'ar adet tohum yerleştirilmiştir. Çift katlı filtre kağıtları arasına konulan tohumların üzerine 15 ml farklı tuz yoğunluklarını içeren çözeltiler dökülmüştür. Bu işlemlerden hemen sonra petriler karanlık koşullara sahip  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$  sıcaklığa ayarlı iklimlendirme dolabına konulmuş ve burada 8 gün muhafaza edilmiştir. Bu süre içerisinde petrilerde tuz birikimini engellemek amacıyla 2 gün aralıklarla filtre kâğıtları değiştirilmiş ve ardından tekrar 15 ml çözelti verilmiştir. Kökçük uzunluğu 2 mm'yi geçen tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve sayımları yapılmıştır (Fuller et al., 2012). Çimlenmenin 8. gününde her bir petri kabından 10 sürgün örnek olarak alınmış ve bu örneklerde kökçük ve sapçık uzunlukları ölçülmüştür. Yine aynı örneklerde kökçük ve sapçık kuru ağırlıklarının belirlenmesi için örnekler kökçük ve sapçık kısımlarına ayrılmış ve  $70^{\circ}\text{C}$ 'de 24 saat kurutulup tartılmıştır (Atak ve ark. 2006). Tuza tolerans indeksi ise aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Tuza tolerans indeksi =  $(S_x \text{'deki toplam kuru ağırlık} / S_0 \text{'daki toplam kuru ağırlık}) \times 100$

$S_x$ : Tuz konsantrasyonu,  $S_0$ : Kontrol (Bağcı ve ark. 2007)

Araştırmadan elde edilen veriler Tesadüf Parselleri Deneme Desenine uygun olarak varyans analizine tabi tutulmuştur (Turan 1995). Bütün hesaplamalar bilgisayarda JUMP-7 paket programlarından faydalanılarak yapılmıştır. Önemlilik testlerinde % 1 ve % 5, farklı grupların belirlenmesinde ise % 5 olasılık düzeyi kullanılmıştır. Farklı grupların belirlenmesinde AÖF testinden yararlanılmıştır.

## Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Bazı ekmeklik buğday hatlarının farklı tuz konsantrasyonlarından elde edilen çimlenme yüzdesi, kökçük uzunluğu, sapçık uzunluğu, kökçük kuru ağırlığı, sapçık kuru ağırlığı ve tuza tolerans indeksi özelliklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir. Hatlar arasında tüm özellikler bakımından istatistiki anlamda % 1 olasılık düzeyinde farklılıklar ortaya çıkmıştır. Tuz konsantrasyonları açısından ise incelenen özelliklerden sadece kökçük kuru ağırlığı %5 olasılık düzeyinde önemli olurken, diğer tüm özelliklerde % 1 olasılık düzeyinde istatistiki olarak çok önemli farklılıklar belirlenmiştir. Hat x tuz etkileşimi bakımından varyans analiz sonuçları incelendiğinde de tüm özelliklerde % 1 olasılık düzeyinde çok önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 2). Ele alınan bu özellikler bakımından hat x tuz etkileşiminin önemli çıkması, hatların artan tuz konsantrasyonlarına gösterdikleri tepkinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Araştırmada, incelenen özellikler bakımından hat x tuz etkileşimi önemli çıktığından her bir özellik için sadece etkileşimlere ait ortalama değerler verilmiştir.

**Çizelge 2.** Ekmeklik buğday hatlarının farklı tuz konsantrasyonlarında incelenen parametrelere ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	S.D.	Çimlenme Yüzdesi	Kökçük Uzunluğu	Sapçık Uzunluğu	Kökçük Kuru Ağırlık	Sapçık Kuru Ağırlık	Tuza Tolerans İndeksi
Hat	10	12.85**	17.84**	31.82**	46.03**	31.87**	33.88**
Tuz konsantrasyonu	5	131.31**	861.72**	987.73**	205.58*	493.88**	725.64**
Hat xTuz	50	1.89**	2.43**	5.45**	8.30**	4.91**	5.84**
Hata	198	22.88	1.24	0.86	0.36	0.64	37.67

\*,\*\* Sırasıyla 0.05 ve 0.01 olasılık düzeylerinde istatistiki olarak önemlidir.

### Çimlenme Yüzdesi (%)

Çizelge 2’de görüldüğü gibi, yapılan varyans analizi sonucunda; hatlar, tuz konsantrasyonu ve hat x tuz etkileşimi % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çimlenme yüzdesine ilişkin ortalamaların gruplandırmasına bakıldığında (Çizelge 3) hat x tuz etkileşimine ilişkin ortalamalar değerler % 63.00-98.50 arasında değiştiği görülmektedir. Araştırmada en yüksek çimlenme yüzdeleri E3, E6, E9 hatlarında tuzsuz koşullardan, E7 hattında ise 50 mM NaCl dozundan elde edilmiştir. Fakat buna karşılık en düşük çimlenme yüzdesi (% 63.00) E5 hattının 250 mM NaCl dozunda saptanmıştır. Ele alınan hatlar arasında çimlenme yüzdesi bakımından tuz stresinden en az etkilenen hat E7 hattı, en hassas olan hatlar ise E2 ve E5 hatları olmuştur. Bazı hatların çimlenme yüzdeleri, artan tuz konsantrasyonlarında kararlı ve düşük oranlarda azalırken, bazı hatlarda azalma oranları daha sert ve düzensiz olmuştur. Ekmekçi ve ark. (2005) artan tuz seviyelerine bağlı olarak çimlenme oranındaki azalma, Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonlarının toksitesinin yanı sıra, artan osmotik basıncın çimlenme için gerekli olan suyun tohum tarafından alınmasını engellemesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Bulgularımız; hatların artan tuz dozlarına bağlı olarak çimlenme oranının azaldığını bildiren birçok araştırmacının bulguları ile benzerlik göstermiştir (Sharma et al., 2004; Khan et al., 2005; Dumrupınar ve ark. 2007; Datta et al., 2009; Akbarimoghaddam et al., 2011; Hussain et al., 2013 ve Mahmoodzadeh et al., 2013).

**Çizelge 3.** Bazı ekmeklik buğday hatlarının farklı tuz konsantrasyonlarından elde edilen çimlenme yüzdesi (%) değerleri

Hatlar	Tuz Konsantrasyonları (mM NaCl)					
	0	50	100	150	200	250
E1	97.00 <sup>a-d</sup>	96.00 <sup>a-g</sup>	96.50 <sup>a-d</sup>	91.50 <sup>b-1</sup>	91.00 <sup>c-1</sup>	76.50 <sup>n-q</sup>
E2	96.50 <sup>a-d</sup>	93.00 <sup>a-d</sup>	93.50 <sup>a-g</sup>	88.00 <sup>f-k</sup>	80.50 <sup>l-o</sup>	65.50 <sup>r-s</sup>
E3	99.00 <sup>a</sup>	97.50 <sup>a-c</sup>	97.00 <sup>a-d</sup>	97.00 <sup>a-d</sup>	92.50 <sup>a-h</sup>	76.50 <sup>n-q</sup>
E4	96.50 <sup>a-d</sup>	94.50 <sup>a-f</sup>	93.00 <sup>a-g</sup>	90.50 <sup>d-1</sup>	83.00 <sup>j-n</sup>	70.00 <sup>q-r</sup>
E5	95.50 <sup>a-e</sup>	94.50 <sup>a-f</sup>	92.50 <sup>a-h</sup>	85.00 <sup>l-m</sup>	81.50 <sup>k-n</sup>	63.00 <sup>s</sup>
E6	98.50 <sup>a</sup>	95.50 <sup>a-d</sup>	95.00 <sup>a-e</sup>	95.50 <sup>a-d</sup>	91.00 <sup>c-1</sup>	79.00 <sup>m-p</sup>
E7	95.50 <sup>a-d</sup>	98.50 <sup>a</sup>	98.00 <sup>ab</sup>	95.50 <sup>a-d</sup>	88.00 <sup>f-k</sup>	88.50 <sup>e-j</sup>
E8	96.00 <sup>a-d</sup>	98.00 <sup>ab</sup>	96.00 <sup>a-d</sup>	91.50 <sup>b-1</sup>	83.50 <sup>j-m</sup>	86.00 <sup>h-1</sup>
E9	98.50 <sup>a</sup>	95.50 <sup>a-d</sup>	96.00 <sup>a-d</sup>	93.50 <sup>a-g</sup>	87.00 <sup>g-1</sup>	76.50 <sup>n-q</sup>
E10	96.50 <sup>a-d</sup>	96.50 <sup>a-d</sup>	98.00 <sup>ab</sup>	93.00 <sup>a-g</sup>	88.00 <sup>f-k</sup>	74.00 <sup>o-q</sup>
E11(Golia)	93.50 <sup>a-g</sup>	86.00 <sup>b-1</sup>	90.50 <sup>d-1</sup>	88.00 <sup>f-k</sup>	73.00 <sup>pq</sup>	70.50 <sup>qr</sup>

### Kökçük Uzunluğu (cm):

Kökçük uzunluğu en fazla E7 hattında 0 mM tuz konsantrasyonunda (17.95 cm), en düşük kökçük uzunlukları ise 250 mM tuz konsantrasyonunda E1, E2, E3, E4, E5, E6, E9, E10 ve E11 hatları ile 200 mM tuz konsantrasyonunda E 9 ve E 11 hatlarından elde edilmiştir (Çizelge 4). En yüksek tuz konsantrasyonunda kontrole göre hatların kökçük uzunluğu % 77-88 arasında değişmiş ve bu anlamda hatlar içerisinde en az etkilenen E7 hattı olmuştur. Bitkilerin tuza dayanımında önemli göstergelerden biri kökçüğün gelişme durumudur. Çimlenme sırasında su alımında tuz engeli yoksa kökçük normal gelişim göstermektedir. Bu nedenle tuz stresi nedeniyle kökçük gelişiminde ortaya çıkan gerilemeler, bitkinin su alımındaki azalmalardan kaynaklanmaktadır. Tuzun kökçük uzunluğu üzerindeki olumsuz etkisi birçok araştırmacı tarafından da saptanmıştır (Atak ve ark. 2006; Dumlupınar ve ark. 2007; Datta et al., 2009; Akbarimoghaddam et al., 2011; Bahrani and Hagh 2012; Abdoli et al., 2013; Hussain et al., 2013) .

**Çizelge 4.** Bazı ekmeklik buğday hatlarının farklı tuz konsantrasyonlarından elde edilen kökçük uzunluğu (cm) değerleri

Hatlar	Tuz Konsantrasyonları (mM NaCl)					
	0	50	100	150	200	250
E1	15.02 <sup>b-d</sup>	11.83 <sup>g-j</sup>	12.27 <sup>f-j</sup>	6.94 <sup>q-t</sup>	5.07 <sup>u-w</sup>	2.44 <sup>z</sup>
E2	16.29 <sup>b</sup>	11.51 <sup>h-k</sup>	11.22 <sup>j-1</sup>	6.93 <sup>q-t</sup>	4.69 <sup>v-x</sup>	1.89 <sup>z</sup>
E3	15.22 <sup>b-d</sup>	11.85 <sup>g-j</sup>	10.06 <sup>k-m</sup>	7.50 <sup>p-s</sup>	4.18 <sup>w-y</sup>	2.56 <sup>z</sup>
E4	16.38 <sup>b</sup>	15.05 <sup>b-d</sup>	12.69 <sup>f-j</sup>	8.09 <sup>o-r</sup>	5.88 <sup>t-v</sup>	2.51 <sup>z</sup>
E5	13.70 <sup>d-f</sup>	12.93 <sup>f-1</sup>	9.41 <sup>m-o</sup>	6.17 <sup>s-v</sup>	3.84 <sup>w-z</sup>	1.88 <sup>z</sup>
E6	12.30 <sup>f-j</sup>	11.29 <sup>j-1</sup>	8.40 <sup>n-q</sup>	6.30 <sup>s-u</sup>	4.01 <sup>w-z</sup>	2.29 <sup>z</sup>
E7	17.95 <sup>a</sup>	15.53 <sup>bc</sup>	11.40 <sup>l-1</sup>	8.85 <sup>m-p</sup>	4.99 <sup>u-w</sup>	4.18w-y
E8	15.23 <sup>b-d</sup>	13.81 <sup>d-f</sup>	11.95 <sup>g-j</sup>	8.24 <sup>o-r</sup>	5.93 <sup>t-v</sup>	3.22 <sup>x-z</sup>
E9	14.72 <sup>c-e</sup>	12.95 <sup>f-h</sup>	9.89 <sup>l-n</sup>	6.83 <sup>r-t</sup>	2.67 <sup>y-z</sup>	2.55 <sup>z</sup>
E10	16.37 <sup>b</sup>	13.25 <sup>e-g</sup>	9.58 <sup>m-o</sup>	7.69 <sup>p-s</sup>	3.61 <sup>w-z</sup>	2.60 <sup>z</sup>
E11(Golia)	13.02 <sup>f-h</sup>	11.19 <sup>j-1</sup>	11.85 <sup>g-j</sup>	6.49 <sup>s-u</sup>	2.74 <sup>yz</sup>	1.66 <sup>z</sup>

## Sapçık Uzunluğu (cm):

Genel olarak tuz konsantrasyonları arttıkça hatların sapçık uzunlukları da azalma göstermiştir. Bu durum tuz iyonlarının neden olduğu toksik etki ile osmotik basıncın neden olduğu su alımının olumsuz etkilenmesinden ileri gelmektedir. Araştırmada, hatların artan tuz konsantrasyonlarına karşı tepkileri farklı olduğundan hat x tuz interaksyonu da önemli çıkmıştır (Çizelge 2 ve Çizelge 5). Sapçık uzunluğu bakımından en yüksek değer E5 ve E9 hatlarının 0 mM tuz konsantrasyonu ile E5 hattının 50 mM tuz konsantrasyonunda elde edilirken, en kısa sapçıklar ise 200 mM tuz konsantrasyonunda E2, E3, E4, E8, E9 VE E11 hatları ile 250 mM tuz konsantrasyonunda bütün hatlarda tespit edilmiştir. Sapçık uzunluğu bakımından Ekmeklik buğday hatları arasından tuzdan en az etkilenen E7 hattı, en çok etkilenenler ise E2 ve E4 hatları olmuştur (Çizelge 5). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar birçok araştırmacının bulguları ile benzerlik göstermiştir (Atak ve ark. 2006; Dumlupınar ve ark. 2007; Moud and Maghsoudi 2008; Akbarimoghaddam et al., 2011; Bahrani and Hagh 2012).

**Çizelge 5.** Bazı ekmeklik buğday hatlarının farklı tuz konsantrasyonlarından elde edilen sapçık uzunluğu (cm) değerleri

Hatlar	Tuz Konsantrasyonları (mM NaCl)					
	0	50	100	150	200	250
E1	12.80 <sup>d-1</sup>	11.92 <sup>g-k</sup>	10.80 <sup>k-m</sup>	6.51 <sup>u-w</sup>	4.78 <sup>x-z</sup>	2.40 <sup>z</sup>
E2	14.58 <sup>a-c</sup>	11.08 <sup>l-1</sup>	10.96 <sup>l-1</sup>	7.29 <sup>r-u</sup>	4.16 <sup>z</sup>	0.78 <sup>z</sup>
E3	12.78 <sup>d-1</sup>	10.13 <sup>l-o</sup>	10.90 <sup>l-1</sup>	9.19 <sup>o-q</sup>	4.28 <sup>yz</sup>	2.22 <sup>z</sup>
E4	13.83 <sup>b-e</sup>	13.95 <sup>b-d</sup>	10.96 <sup>l-1</sup>	6.91 <sup>t-u</sup>	4.28 <sup>yz</sup>	0.83 <sup>z</sup>
E5	15.42 <sup>a</sup>	15.08 <sup>ab</sup>	12.55 <sup>e-1</sup>	8.37 <sup>p-s</sup>	4.70 <sup>x-z</sup>	1.88 <sup>z</sup>
E6	13.20 <sup>d-g</sup>	11.87 <sup>h-k</sup>	9.96 <sup>l-o</sup>	7.97 <sup>q-t</sup>	5.60 <sup>v-x</sup>	1.71 <sup>z</sup>
E7	12.94 <sup>d-h</sup>	13.02 <sup>d-h</sup>	10.68 <sup>k-n</sup>	8.49 <sup>p-r</sup>	5.12 <sup>x-z</sup>	3.51 <sup>z</sup>
E8	13.30 <sup>c-f</sup>	11.21 <sup>j-1</sup>	9.47 <sup>n-p</sup>	6.81 <sup>t-v</sup>	4.17 <sup>z</sup>	1.82 <sup>z</sup>
E9	15.40 <sup>a</sup>	12.93 <sup>d-h</sup>	9.56 <sup>m-p</sup>	8.45 <sup>p-s</sup>	3.79 <sup>z</sup>	1.87 <sup>z</sup>
E10	11.56 <sup>l-k</sup>	12.17 <sup>f-j</sup>	9.96 <sup>l-o</sup>	9.11 <sup>o-q</sup>	5.56 <sup>v-y</sup>	2.65 <sup>z</sup>
E11(Golia)	7.07 <sup>tu</sup>	9.24 <sup>o-q</sup>	7.20 <sup>s-u</sup>	5.26 <sup>w-z</sup>	2.63 <sup>z</sup>	0.72 <sup>z</sup>

## Kökçük Kuru Ağırlık (mg):

Kökçük kuru ağırlığı değerlerinin hatlara ve tuz konsantrasyonlarına göre farklılıkları interaksiyon şeklinde de kendisini göstermiş olup, Çizelge 6'da görüleceği üzere en yüksek kökçük kuru ağırlıkları 8.98 mg ile E8 hattından tuzsuz koşullarda ve 8.65 mg ile 100 mM tuz konsantrasyonunda, en düşük değerler ise Golia çeşidinin 150, 200 ve 250 mM tuz konsantrasyonlarında, E5, E6 ve E8 hatlarının 200 mM tuz konsantrasyonunda, E1, E2, E4, E5, E6, E7, E9 ve E10 hatlarının ise 250 mM tuz konsantrasyonlarında saptanmıştır. Akbarimoghaddam et al., (2011) yaptıkları araştırmada buğday genotipleri arasında kökçük kuru ağırlığı bakımından önemli farklılıkların olmadığını, artan tuz konsantrasyonlarının ise kök gelişimini azalttığını ve aynı zamanda kökçük kuru ağırlığını da olumsuz etkileyip en yüksek tuz konsantrasyonunda (12.5 dS/m) kontrole kıyasla yaklaşık % 20 azalttığını bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar Ghoulam and Fares (2001), Akbari et al., (2007) ve Abdoli et al., (2013) tarafından da tespit edilmiştir. Bulgularımızla bazı araştırmacıların bulguları benzerlik gösterirken, bazıları ile de uyumsuzluk göstermiştir.

**Çizelge 6.** Bazı ekmeklik buğday hatlarının farklı tuz konsantrasyonlarından elde edilen kökçük kuru ağırlığı (mg) değerleri

Hatlar	Tuz Konsantrasyonları (mM NaCl)					
	0	50	100	150	200	250
E1	6.03 <sup>g-j</sup>	4.85 <sup>n-t</sup>	5.98 <sup>g-j</sup>	4.00 <sup>w-z</sup>	3.50 <sup>x-z</sup>	2.65 <sup>z</sup>
E2	7.65 <sup>c-d</sup>	5.40 <sup>j-o</sup>	5.85 <sup>h-k</sup>	5.00 <sup>t-r</sup>	4.48 <sup>p-w</sup>	1.85 <sup>z</sup>
E3	7.60 <sup>c-d</sup>	5.76 <sup>j-n</sup>	6.13 <sup>f-j</sup>	5.90 <sup>g-j</sup>	4.58 <sup>o-v</sup>	3.68 <sup>w-z</sup>
E4	6.45 <sup>f-h</sup>	6.43 <sup>f-i</sup>	5.80 <sup>h-l</sup>	5.58 <sup>j-n</sup>	4.25 <sup>q-x</sup>	3.05 <sup>z</sup>
E5	5.60 <sup>t-n</sup>	5.30 <sup>j-p</sup>	4.18 <sup>r-x</sup>	3.65 <sup>w-z</sup>	3.23 <sup>z</sup>	2.63 <sup>z</sup>
E6	4.10 <sup>t-y</sup>	5.05 <sup>k-q</sup>	4.83 <sup>n-u</sup>	4.15 <sup>s-x</sup>	3.08 <sup>z</sup>	3.22 <sup>z</sup>
E7	6.03 <sup>g-j</sup>	6.95 <sup>d-f</sup>	5.75 <sup>h-m</sup>	5.75 <sup>h-m</sup>	3.65 <sup>w-z</sup>	3.28 <sup>yz</sup>
E8	8.98 <sup>a</sup>	7.98 <sup>bc</sup>	8.65 <sup>ab</sup>	3.75 <sup>v-z</sup>	2.45 <sup>z</sup>	4.95 <sup>m-s</sup>
E9	6.73 <sup>e-g</sup>	6.13 <sup>f-j</sup>	6.95 <sup>d-f</sup>	4.88 <sup>n-t</sup>	4.98 <sup>l-s</sup>	3.20 <sup>z</sup>
E10	7.30 <sup>c-e</sup>	6.03 <sup>g-j</sup>	5.93 <sup>g-j</sup>	4.18 <sup>r-x</sup>	4.80 <sup>n-u</sup>	2.60 <sup>z</sup>
E11(Golia)	3.58 <sup>x-z</sup>	3.45 <sup>x-z</sup>	3.60 <sup>x-z</sup>	3.30 <sup>yz</sup>	3.28 <sup>yz</sup>	2.18 <sup>z</sup>

### Sapçık Kuru Ağırlık (mg):

Ekmeklik buğday hatlarının sapçık kuru ağırlıkları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuş ve bu farklılıklar ayrıca interaksiyon değerleri olarak da belirlenmiştir. Çizelge 7 incelendiğinde, sapçık kuru ağırlığının 1.53mg ile 11.78 mg arasında değiştiği gözlemlenmiştir. En yüksek sapçık kuru ağırlığı 11.78 mg ile E2 hattında 0 tuz koşullarında ve 11.48 mg ile E5 hattında 50 mM tuz konsantrasyonunda elde edilmiş, en düşük değerler ise E2, E4, E5ve E9 hatları ile Golia çeşidinde 250 mM tuz konsantrasyonunda belirlenmiştir. Hatlar arasında en yüksek tuz konsantrasyonunda kontrole oranla sapçık kuru ağırlığında en az azalma %49.8 ile E7 hattında tespit edilmiştir (Çizelge 7). Tuz stresinin sürgün gelişimi üzerindeki olumsuz etkisi birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Akbari et al., 2007; Datta et al., 2009; Kara ve ark. 2010; Akbarimoghaddam et al., 2011; Abdoli et al., 2013; Hussain et al., 2013).

**Çizelge 7.** Bazı ekmeklik buğday hatlarının farklı tuz konsantrasyonlarından elde edilen sapçık kuru ağırlığı (mg) değerleri

Hatlar	Tuz Konsantrasyonları (mM NaCl)					
	0	50	100	150	200	250
E1	10.03 <sup>c-g</sup>	9.28 <sup>f-j</sup>	9.35 <sup>e-j</sup>	7.20 <sup>no</sup>	6.05 <sup>p-s</sup>	3.15 <sup>xy</sup>
E2	11.78 <sup>a</sup>	9.23 <sup>f-j</sup>	10.00 <sup>c-g</sup>	7.15 <sup>n-p</sup>	4.95 <sup>s-v</sup>	1.78 <sup>z</sup>
E3	9.15 <sup>f-j</sup>	7.88 <sup>l-n</sup>	9.23 <sup>f-j</sup>	8.43 <sup>i-m</sup>	4.75 <sup>t-u</sup>	2.93 <sup>y</sup>
E4	9.45 <sup>e-j</sup>	10.85 <sup>a-d</sup>	9.43 <sup>e-j</sup>	7.93 <sup>k-n</sup>	5.18 <sup>s-u</sup>	1.53 <sup>z</sup>
E5	10.45 <sup>b-e</sup>	11.48 <sup>ab</sup>	9.05 <sup>f-j</sup>	7.00 <sup>o-p</sup>	5.53 <sup>q-u</sup>	2.48 <sup>yz</sup>
E6	9.75 <sup>d-h</sup>	10.10 <sup>c-f</sup>	8.98 <sup>g-l</sup>	6.53 <sup>o-q</sup>	7.23 <sup>n-o</sup>	3.30 <sup>xy</sup>
E7	9.63 <sup>e-h</sup>	9.20 <sup>f-j</sup>	8.72 <sup>h-m</sup>	7.20 <sup>n-p</sup>	5.75 <sup>q-t</sup>	4.83 <sup>t-u</sup>
E8	11.08 <sup>a-c</sup>	10.03 <sup>c-g</sup>	9.53 <sup>e-t</sup>	8.80 <sup>h-m</sup>	4.70 <sup>t-v</sup>	2.90 <sup>y</sup>
E9	7.78 <sup>mn</sup>	8.40 <sup>j-m</sup>	9.20 <sup>f-j</sup>	6.55 <sup>o-q</sup>	4.88 <sup>t-v</sup>	2.48 <sup>yz</sup>
E10	10.40 <sup>b-e</sup>	10.08 <sup>c-g</sup>	9.00 <sup>f-k</sup>	8.35 <sup>j-m</sup>	6.30 <sup>o-r</sup>	4.05 <sup>v-z</sup>
E11(Golia)	5.23 <sup>r-u</sup>	6.90 <sup>n-p</sup>	6.38 <sup>o-q</sup>	4.60 <sup>u-w</sup>	3.58 <sup>w-y</sup>	1.53 <sup>z</sup>

## Tuza Tolerans İndeksi (%):

Ekmeklik buğday hatlarının tuza tolerans indeksleri gerek hatlar gerekse tuz dozları bakımından farklılık göstermiş ve bu farklılıklar interaksiyon etkisinde de ortaya çıkmıştır. İnteraksiyon değerlerine bakıldığında, hatların tuza tolerans indekslerinin %18.66 ile %109.38 arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Buna göre en yüksek tuza tolerans indeksi Golia çeşidinin 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında tespit edilmiştir. Tuz dozlarının artışına bağlı olarak hatların tuza tolerans indeks değerlerinde de önemli azalmalar olduğu belirlenmiştir. Araştırmada incelenen diğer özellikler bakımından ön plana çıkan E7 hattı tuza tolerans indeksi bakımından da kendini göstermiştir. Bu hattın(E7) tuza tolerans indeksi, en yüksek tuz konsantrasyonunda kontrole oranla % 48 azalma göstermiştir (Çizelge 8). Tuz stresinin tahıllarda tuza tolerans indeksini önemli derecede azalttığı bazı araştırmacılar tarafından da ifade edilmiştir (Bağcı ve ark. 2007; Kara ve ark. 2010; Sharma and Vimala 2016).

**Çizelge 8.** Bazı ekmeklik buğday hatların farklı tuz konsantrasyonlarından elde edilen tuza tolerans indeks değerleri (%)

Hatlar	Tuz Konsantrasyonları (mM NaCl)					
	0	50	100	150	200	250
E1	100.00 <sup>e-f</sup>	88.00 <sup>h-m</sup>	95.48 <sup>f-h</sup>	69.78 <sup>q-t</sup>	59.50 <sup>u-x</sup>	36.13 <sup>z</sup>
E2	100.00 <sup>e-g</sup>	75.29 <sup>o-r</sup>	81.59 <sup>l-o</sup>	62.54 <sup>t-w</sup>	48.52 <sup>y-z</sup>	18.66 <sup>z</sup>
E3	100.00 <sup>e-g</sup>	80.30 <sup>m-o</sup>	91.40 <sup>g-i</sup>	85.52 <sup>i-n</sup>	55.67 <sup>w-y</sup>	39.40 <sup>z</sup>
E4	100.00 <sup>e-g</sup>	108.64 <sup>b-d</sup>	95.75 <sup>f-h</sup>	84.90 <sup>i-n</sup>	59.27 <sup>v-x</sup>	28.77 <sup>z</sup>
E5	100.00 <sup>e-g</sup>	104.51 <sup>c-e</sup>	82.40 <sup>k-o</sup>	66.35 <sup>s-v</sup>	54.52 <sup>w-z</sup>	31.77 <sup>z</sup>
E6	100.00 <sup>e-g</sup>	109.38 <sup>a-c</sup>	99.64 <sup>e-g</sup>	77.07 <sup>n-q</sup>	74.36 <sup>o-s</sup>	47.11 <sup>z</sup>
E7	100.00 <sup>e-g</sup>	103.19 <sup>c-f</sup>	92.49 <sup>g-i</sup>	82.75 <sup>j-o</sup>	60.06 <sup>u-x</sup>	51.76 <sup>x-z</sup>
E8	100.00 <sup>e-g</sup>	89.77 <sup>h-l</sup>	90.65 <sup>j-k</sup>	62.59 <sup>t-w</sup>	35.66 <sup>z</sup>	39.15 <sup>z</sup>
E9	100.00 <sup>e-g</sup>	100.17 <sup>d-g</sup>	111.37 <sup>a-c</sup>	78.79 <sup>n-p</sup>	67.93 <sup>r-u</sup>	39.13 <sup>z</sup>
E10	100.00 <sup>e-g</sup>	90.96 <sup>h-j</sup>	84.32 <sup>n</sup>	70.76 <sup>p-t</sup>	62.71 <sup>t-w</sup>	37.57 <sup>z</sup>
E11(Golia)	100.00 <sup>e-f</sup>	117.61 <sup>a</sup>	113.35 <sup>ab</sup>	89.77 <sup>h-l</sup>	77.84 <sup>n-q</sup>	42.04 <sup>z</sup>

## Sonuç

Bu araştırmada farklı NaCl dozlarının bazı ekmeklik buğday hatlarının çimlenme döneminde tuz stresine etkileri araştırılmıştır. Araştırmada hat x tuz konsantrasyonu tüm özelliklerde önemli bulunmuştur. Hatların incelenen özellikleri dikkate alındığında bunlar içerisinde tuz stresine tolerans açısından çok kararlı olmamakla birlikte, bazı hatların birçok özellik açısından istikrarlı oldukları görülmüştür. Özellikle E7 ekmeklik buğday hattı bu çalışmada tuza dayanıklılık bakımından ön plana çıkmıştır. Bununla birlikte daha sağlıklı önerilerde bulunabilmek için bu araştırmaların çimlenme dönemi ile birlikte fide dönemlerini de kapsayacak şekilde tarla çalışmalarını desteklenmelidir. İklim öğelerinden özellikle sıcaklık ve nemliliğin artmasına bağlı olarak ülkemizdeki hızlı artış gösterdiği saptanan tuzlu alanlara uyumlu çeşitlerin ekilmesi ile daha stabil tane verimi alınabilecektir. O nedenle ki tuzlu alanlara ekilebilecek tuza toleranslı yeni çeşitlerin geliştirilmesine bu ve benzeri araştırmaların katkı sağlayacağını söyleyebiliriz.

## Kaynaklar

- Abdoli M., Saeidi M., Azhand M., Jalali-Honarmand S., Esfandiari E. and F. Shekari. 2013. The effects of different levels of salinity and indole-3-acetic acid (IAA) on early growth and germination of wheat seedling. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 9(4):329-338.
- Akbari G., Sanavy S.A.M.M. and S. Yousafzadeh. 2007. Effect of auxin and salt stress (NaCl) on seed germination of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Pak. J. Biol. Sci.*, 10(15): 2557-2561.
- Akbarimoghaddam H., Galavi M., Ghanbari A. and N. Panjehkeh. 2011. Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. *Trakia Journal of Sciences*, 9(1): 43- 50.
- Atak M. M., Kaya D., Çakılı G. and C.Y. Çiftçi. 2006. Effects of NaCl on the germination, seedling growth and water uptake of Triticale. *Turk J Agric For* 30:39-47.
- Bağcı S.A., Ekiz H. ve A. Yılmaz. 2007. Salt tolerance of sixteen wheat genotypes during seedling growth. *Turkish J. Agric. Forestry* 31: 363-372.
- Bahrani A., M. Joo Hagh. 2012. Response of some wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes to salinity at germination and early seedling growth stages. *World Applied Sciences Journal* 16 (4): 599-609.
- Baltacı F.D., Can A., Karaoğlu A. ve A. Tantur. 2004. Tuzluluk, nedenleri ve çevresel etkileri. *Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu*, 20-21 Mayıs, Ankara, 185-190.
- Datta J.K., Nag S., Banerjee A. and N.K. Mondal. 2009. Impact of salt stress on five varieties of Wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under laboratory condition. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* 13(3):93 – 97.
- Dumlupınar Z., Kara R., Dokuyucu T. ve A. Akkaya. 2007. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yetiştirilen bazı makarnalık buğday genotiplerinin çimlenme ve fide karakterlerine elektrik akımı ve tuz konsantrasyonlarının etkileri. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 10(2): 100-110.
- Eker S., Comertpay G., Konuskan O., Ulger A.C., Ozturk L., D. Cakmak. 2006. Effect of salinity stress on dry matter production and ion accumulation in hybrid maize varieties. *Turkish J. Agric. Forestry* 30: 365- 373.
- Ekmekçi E., Apan M. ve T. Kara. 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3): 118-125.
- Fuller M.P., Hamza J.H., Rihan H.Z. and M. Al-Issawi. 2012. Germination of primed seed under NaCl stress in wheat. *ISRN Botany*, Article ID 167804, 5 pages doi:10.5402/2012/167804.
- Ghoulam C., K. Fares. 2001. Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beat (*Beta vulgaris* L.). *Seed Sci. Technol.* 29: 357- 364.
- Hasegawa P.M., Bressan R. A. and A. V. Handa. 1986. Cellular mechanism of salinity tolerance, *Horticultural Science*, 21 (6):1317-1324.
- Hussain S., Khaliq A., Matloob A., Wahid M.A. and I. Afzal. 2013. Germination and growth response of three wheat cultivars to NaCl salinity. *Soil Environ.* 32(1): 36-43.
- Kara B., N.U. Kara. 2010. Effect of differet salinity (NaCl) concentrations of the first developmet stages of root and shoot organs of wheat. *Anadolu J. Agric. Sci.* 25(1):37-43.
- Kara B., Akgün İ. ve D. Altındal. 2011. Triticale genotiplerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine tuzluluğun (NaCl) etkisi. *Selçuk Üniversitesi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi.* 25(1):1-9.

- Khan B.A, Khan A.N. and T.H. Khan. 2005. Effect of salinity on the germination of fourteen wheat cultivars. Gomal University Journal of Research 21: 31-3.
- Mahmoodzadeh H., Khorasani F. M. and H. Besharat. 2013. Impact of salt stress on seed germination indices of five wheat cultivars. Annals of Biological Research, 4 (6):93-96.
- Moud A.M., K. Maghsoudi. 2008. Salt Stress Effects on Respiration and Growth of Germinated Seeds of Different Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars. World Journal of Agricultural Sciences 4 (3): 351-358.
- Muhammad Z., F. Hussain. 2012. Effect of NaCl salinity on the germination and seedling growth of seven wheat genotypes. Pak. J. Bot. 44(6): 1845-1850.
- Munns R., James R.A., A. Lauchli. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. J. Exp. Bot. 57(5): 1025–1043.
- Özkaldı A., Boz B. ve V. Yazıcı. 2004. GAP'ta drenaj sorunları ve çözüm önerileri. Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu, 20-21 Mayıs, Ankara, s: 97-105.
- Sharma A.D., Thakur M., Rana M., K. Singh. 2004. Effect of plant growth hormones and abiotic stresses on germination, growth and phosphoaphatse activities in *Sorghum bicolor* (L.) moench seeds. Afr. J. Biotechnol. 3: 308-312.
- Sharma S. and Y. Vimala. 2016. Effect of salt stress on germination and growth of *T. foenumgraecum* seedlings. International Journal of Advanced Research (2016), Volume 4, Issue3, 40-45.
- Taghipour F., M. Salehi. 2008. The study of salt tolerance of Iranian barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes in seedling growth stages. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 4 (5): 525-529.
- Turan Z.M. 1995. Araştırma ve deneme metotları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları. No:62, Bursa. 121 s.





# Ekim Öncesi Tohuma Uygulanan Bazı Kimyasalların Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum var. aestivum L.*) Çeşitlerinin Çimlenme Özellikleri ve Fide Gelişimine Etkileri

Şerife TÜFEKÇİ<sup>1</sup>, Duran Ümit YERLİKAYA<sup>1</sup>,  
Pakize Özlem KURT POLAT<sup>1</sup>, Köksal YAĞDI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye  
e- posta: kyagdi@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 11.08.2017; Kabul Tarihi: 17.11.2017

**Öz:** Bu araştırma ekim öncesi farklı tohum uygulamalarının bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin çimlenme özellikleri ile fide gelişimi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü tohumluk laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada tohum uygulamaları olarak; kontrol, ALBİT, PEG, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, KCl ve GA<sub>3</sub> kullanılmıştır. Üç tekerrürlü tesadüf parselleri faktöriyel deneme deseninde yürütülen araştırmada Kate A-1, Hanlı, Pamukova 97, Tahirova 2000, Averio, Gönen, Pehlivan, Adelaide, Golia ekmeklik buğday çeşitleri kullanılmıştır. Araştırma sonucunda tohum uygulamalarının çimlenme hızı, çimlenme gücü ve çim kök sayısı özellikleri üzerine istatistiksel olarak farklı etkide bulunmadıkları, fide boyu ve çim kökü uzunluğu bakımından ise farklı etkilerde buldukları tespit edilmiştir. Buna göre en uzun fide boyu 8,85 cm ile KCl uygulamasından, en yüksek çim kökü uzunluğu ise sırasıyla 11,06 cm ve 11,04 cm ile ALBİT ve KCl uygulamasından elde edilmiştir. Araştırma sonucunda çeşitlere göre ekim öncesi tohum uygulamalarının önemli düzeyde farklı tepkiler vermesi nedeniyle, bu tip maddelerin pratikte kullanımında Çeşit X Uygulama interaksyonunun da dikkate alınması gereken önemli bir kriter olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Ekmeklik buğday, tohum uygulamaları, priming, çimlenme özellikleri, fide gelişimi.

## Effects of Pre-Sowing Chemical Seed Treatments on Germination Characteristics and Seedling Growth of Bread Wheat (*Triticum aestivum var. aestivum L.*) Varieties

**Abstract:** This research was carried out in the seed laboratory of Uludağ University Faculty of Agriculture, Department of Field Crops in order to investigate the effects of different seed applications pre-sowing on germination characteristics and seedling growth of some bread wheat

varieties. As seed treatments in the study; Control, ALBIT, PEG,  $KH_2PO_4$ , KCl and  $GA_3$  were used. Kate A-1, Hanlı, Pamukova 97, Tahirova 2000, Averio, Gönen, Pehlivan, Adelaide, Golia varieties were used in the research conducted in the randomized plots with three replications. As a result of the research, it was determined that seed applications had no statistically different effects on germination rate, germination power and number of grass roots, and different effects on seedling length and grass roots length. Accordingly, the longest seedling length was obtained from KCl application with 8.85 cm and the highest grass root length was obtained from ALBIT and KCl application with 11.06 cm and 11.04 cm respectively. As a result of the research, it was concluded that, in practical use, Variety X Treatment interaction is an important criterion to be taken into consideration because the pre-sowing seed applications have very different responses.

**Keywords:** Bread wheat, seed treatment, priming, germination characteristics, seedling growth.

## Giriş

Tahıl ve tahıl ürünleri geçmişte olduğu gibi günümüzde de insanlığın temel besin kaynaklarını oluşturmaktadır. Bu yüzden tahıllar dünyada işlenen tarım alanlarının büyük bir bölümünde ekimi ve üretimi yapılan bitki grubunu oluşturmaktadırlar. Tahılların insan ve hayvan beslenmesi yanında endüstrideki kullanımının çeşitlendirilmesi ve artması, tarımla uğraşan insanları arayışlar içerisine yöneltmiştir. Diğer taraftan bu bitkilerin yetiştirme işlemlerinin yalın, ürünün taşıma, depolama ve bekletilmeye uygun olması çok geniş alanda yayılmalarına ve tarımının yapılmasına katkıda bulunmuştur. Ayrıca, bu gruba giren bitkilerin ilk kültüre alınan bitkilerden olmaları, kıtalara ve ülkelere göre değişmekle birlikte başlıca temel besin kaynağının bunlardan oluşması, tahılların geniş tarım alanlarında ekimlerinin yapılmasını sağlamıştır. Tahıllar arasında stratejik bir öneme sahip olan ve temel gıda maddesi olma özelliğini koruyan buğdayın önemi de her geçen gün artmaktadır (Süzer, 2003).

Buğday insanlığın beslenmesinde ilk sırada yer almakta olup dünyada her yıl işlenmekte olan toprakların 1/7'sini buğday ekim alanları kaplamaktadır. Dünyada buğday 2013 yılında tahıl içerisinde ekilişte %71,4'lük pay ile ilk sırayı almaktadır (Anonim, 2013). Ülkemizde ise buğday 2016 yılında 7 671 944 ha alana ekilmiş ve 20 600 000 ton üretim gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2016).

Buğday ürününden elde edilen un, bulgur, makarna, nişasta insan beslenmesinde; buğday bitkisinin sapsarı ise kağıt-karton sanayinde ve hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır. Bu nedenle gerek dünyada gerekse ülkemizde özellikle buğday üretiminde herhangi bir nedenle azalma olduğunda ekmek fiyatları veya undan yapılan gıda maddelerinin fiyatları yükselerek doğrudan herkesi etkilemektedir. Beslenmesi buğdaya dayalı ülkelerin buğday yönünden kendine yeterli olması ve stoklarında yeterince buğday ürünü bulundurması stratejik bir önem arz etmektedir (Gül, 2004).

Bitkisel üretimde, yetiştiriciliğin ilk aşaması, tohumun ekilmesi ve uygun koşullarda çimlendirilmesidir. Doğrudan tarlaya ekilen tohumların eksiksiz, üniform, hızlı ve güçlü bir şekilde çimlenip sağlıklı fideler oluşturması, başarılı bir tarımsal üretimde yüksek verim düzeyine ulaşmada önemli faktörlerden birisidir (Wurr ve Fellows 1983, Kantar ve Elkoca, 1998, Türk ve ark. 2004). Çıkış döneminde karşılaşılan çevresel faktörlerin başında toprak sıcaklığı, toprak nemi, oksijen seviyesi ile hastalık ve zararlılar gelmektedir. Düşük toprak nem düzeyinin çıkışı geciktirdiği bilinmektedir. Özellikle geniş ekim alanlarına sahip olan

tarla bitkilerinde çevresel faktörlerin değiştirilmesi oldukça güçtür. ‘Ekim öncesi tohum uygulamaları’ diğer bir ifadeyle ‘Seed Priming’ bu dönemde oluşacak zararın azaltılmasında faydalı bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Bu uygulamalar özellikle düşük sıcaklık gibi uygun olmayan koşullarda çimlenme-çıkış oranı ve hızını artırarak, kısa sürede istenilen sıklıkta fide tesisinin sağlanmasına imkan tanımaktadır (Elkoca, 2007).

Tohum uygulamaları, tohumların ozmotik bir çözelti ya da su içerisinde çimlenmenin ilk aşaması tamamlanıncaya kadar su alımına izin veren, ancak kökçüğün çıkışına izin vermeyen uygulama olarak tanımlanmaktadır (Heydecker ve Coolbear 1977, Khan 1992). Farooq ve ark. (2007) buğday’da tohum uygulamalarının fide çıkış hızını, Basra ve ark. (2005) fide sap ve kök uzunluğunu, fide kök ve sap kuru ağırlığını, Harris (1996) fidelerde hızlı ve kuvvetli bir kök gelişimini, Shahzad ve ark. (2007) verimi ve Atar ve Kara (2014) fide boyunu arttırdığını bildirilmişlerdir. Ayrıca Atar (2010) çıkış dönemindeki toprak nemi eksikliğinin olumsuz etkisini azaltmaya yönelik olarak, bitki büyüme düzenleyici içerikli tohum uygulamalarının olumlu etkisi olduğunu tespit etmiştir.

Bu çalışma; ekim öncesi tohum uygulamalarının ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* var. *aestivum* L.) çeşitlerinin çimlenme özellikleri ve fide gelişimi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür.

## Materyal ve Yöntem

Çalışma Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Tohumluk Laboratuvarında tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine uygun olarak 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Araştırmada dokuz adet ekmeklik buğday çeşidine (Kate A-1, Hanlı, Pamukova 97, Tahirova 2000, Averio, Gönen, Pehlivan, Adelaide, Golia) ait tohumlar kullanılmıştır. Herhangi bir uygulamanın yapılmadığı kontrol dışında, kimyasal uygulamalar olarak KCl (%2.5),  $KH_2PO_4$  (%1), PEG (%10), ALBİT (%10),  $GA_3$  (100 ppm) kullanılmıştır (Nasr ve Hassan 1975, Heydecker ve Coolbear 1977, Haigh ve Barlow 1987, Giri ve Schillinger 2003, Subedi ve Ma 2005, Demirkaya, 2006, Özdemir, 2012, Kurt ve ark. 2016). Çalışmada çimlenme hızı (dördüncü gün sayımı), çimlenme gücü (yedinci gün sayımı), fide boyu, çim kök sayısı, çim kök uzunluğu özellikleri incelenmiştir.

Tohum uygulamalarında; çeşitlere ait tohumlar cansız yabancı maddeler, kırık taneler vb. maddelerden ayıklanıp temizlendikten sonra % 5’lik Sodyum Hipoklorit ( $NaClO$ ) yüzey sterilizasyonu yapılmış ve saf sudan geçirilerek eski nemine ulaşıncaya kadar oda sıcaklığında 24 saat bekletilmiştir. Her çeşitten hazırlanan tohumlar 25’er adet sayılarak gruplara ayrılmıştır ve kimyasal solüsyonlarına daldırılmıştır. Tohumlar 12 saat sonunda solüsyondan çıkartılıp saf su ile durulandıktan sonra tekrar oda sıcaklığında eski nemine ulaşıncaya kadar 24 saat kurumaya bırakılmıştır. Bu işlemlerden sonra tohumlar 3 tekerrürlü olacak şekilde petri kaplarına ekilmiştir ve üzerine 15’er ml saf su ilave edilmiştir. Ekimden sonra 4. ve 7. günde çalışmada incelenen özelliklerin ölçümleri yapılmıştır. Çalışmada elde edilen veriler JMP istatistik programında analiz edilmiştir.

## Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Araştırmada yapılan varyans analizi sonucunda incelenen özellikler muameleler üzerinden çeşitler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasındaki farklılıklar ise; çimlenme hızı, çimlenme gücü, çim kök sayısı özellikleri için istatistiki anlamda önemsiz, fide boyu ve çim kök uzunluğu özellikleri için ise %1 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur. Çeşitler ile tohum uygulamaları interaksiyonunda ise çimlenme hızı, fide boyu, çim kök sayısı istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Çimlenme gücü ve çim kök uzunluğu ise istatistiki olarak %5 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Araştırmada incelenen özelliklere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Çimlenme Hızı (%)	Çimlenme Gücü (%)	Fide Boyu (cm)	Çim Kök Sayısı (adet)	Çim Kök Uzunluğu (cm)
Çeşitler (A)	8	63,33**	56,40**	4,30**	4,44**	24,48**
Uygulamalar (B)	5	12,51	14,56	8,53**	0,27	8,08**
Çeşit X Uygulama	40	33,08	31,54*	0,55	0,22	1,48*
DeneySEL Hata	108	22,42	18,47	0,42	0,17	0,84
Genel	161	26,79	23,48	0,90	0,40	2,40

\*: p<0.05; \*\*:p<0.01

**Çizelge 2.** Çeşitlerin incelenen özelliklere ait ortalama değerleri

Çeşitler	Çimlenme Hızı (%)	Çimlenme Gücü (%)	Fide Boyu (cm)	Çim Kök Sayısı (adet)	Çim Kök Uzunluğu (cm)
Kate A-1	91,78 c	93,56 b-c	8,17 b-c	3,11 e	11,13 b
Hanlı	96,67 a	98,22 a	8,38 b	4,28 b	9,98 c
Pamukova 97	94,89 a-c	96,22 a-b	8,28 b-c	3,28 d-e	12,18 a
Tahirova 2000	96,22 a	97,33 a	7,88 c-e	3,89 c	11,27 b
Averio	92,89 b-c	96,22 a-b	7,66 e	3,89 c	11,06 b
Gönen	93,56 a-c	94,22 b-c	8,09 b-d	4,39 a-b	9,70 c
Pehlivan	94,89 a-c	95,55 a-c	8,82 a	3,78 c	9,73 c
Adelaide	96,00 a-b	97,11 a	7,68 d-e	3,50 d	10,91 b
Golia	91,78 c	93,11 c	7,13 f	4,56 a	8,24 d
<b>V.K.(%)</b>	5,02	4,49	8,12	10,79	8,76
<b>LSD (0,05)</b>	3,11	2,83	0,43	0,27	0,60

Çalışmada en yüksek çimlenme hızı (4.gün) değeri % 96,67 ile Hanlı ve % 96,22 ile Tahirova 2000 çeşitlerinde belirlenmiştir. En düşük çimlenme hızı ise % 91,78 ile Golia çeşidinde belirlenmiştir. Çimlenme gücü (7. Gün) incelendiğinde ise en yüksek çimlenme gücü değerinin % 97,33 ile Tahirova 2000, % 98,22 ile Hanlı ve % 97,11 ile Adelaide çeşitlerinden elde edildiği görülmüştür. En düşük çimlenme gücü değeri ise % 93,11 ile Golia çeşidinde belirlenmiştir.

Fide boyu özelliği açısından çeşitler arasında fark istatistiki olarak %1 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur. Buna göre en yüksek fide boyu 8,82 cm ile Pehlivan çeşidinde belirlenirken bunu 8,38 cm ile Hanlı çeşidi takip etmiştir. En kısa fide boyu ise 7,13 cm ile Golia ve 7,66 cm ile Averio çeşitlerinde belirlenmiştir.

Çalışmada çim kök sayıları bakımından da çeşitler arasında fark istatistiki olarak %1 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur. En fazla çim kök sayısı 4,56 adet ile Golia ve 4,39 adet ile Gönen çeşitlerinden elde edilmiştir. En az çim kök sayısı ise 3,11 adet ile Kate A-1 çeşidinde tespit edilmiştir.

Çim kök uzunluğu özelliği yönünden çeşitler karşılaştırıldığında istatistiki olarak %1 olasılık düzeyinde farklılık bulunmuştur. En uzun çim kök uzunluğu 12,18 cm ile Pamukova 97 çeşidinde, en kısa çim kök uzunluğu ise 8,24 cm ile Golia çeşidinde belirlenmiştir.

**Çizelge 3.** Araştırmada kullanılan tohum uygulamalarının incelenen özelliklere ait ortalama değerleri

Uygulamalar	Çimlenme Hızı (%)	Çimlenme Gücü (%)	Fide Boyu (cm)	Çim Kök Sayısı (adet)	Çim Kök Uzunluğu (cm)
Kontrol	93,93	95,85	7,82 c-d	3,85	10,39 c
Albit	94,22	95,41	8,34 b	3,85	11,06 a
PEG	94,96	95,56	7,62 d-e	3,89	10,55 b-c
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	93,48	94,81	8,16 b-c	3,67	11,04 a-b
KCl	93,93	95,70	8,85 a	3,96	10,13 c
GA <sub>3</sub>	95,26	97,04	7,27 e	3,89	9,63 d
<b>V.K.(%)</b>	5,02	4,49	8,12	10,79	8,76
<b>LSD (0,05)</b>	2,55	2,31	0,35	0,22	0,49

Çalışmada çimlenme hızı, çimlenme gücü ve çim kök sayısı değerleri tohum uygulamaları bakımından karşılaştırıldığında aralarındaki farkların istatistiki olarak önemsiz olduğu bulunmuştur.

Fide boyu özelliği bakımından ise uygulamalar arasında farklar istatistiksel olarak % 1 olasılık düzeyinde önemli olmuştur. Tohum uygulamalarına göre; en uzun fide boyu 8,85 cm ile KCl ve 8,34 cm ile Albit uygulamalarında saptanırken, en kısa fide boyu ise 7,27 cm ile GA<sub>3</sub> uygulamasında saptanmıştır.

Tohum uygulamaları arasındaki farklar çim kök uzunluğu özelliği bakımından karşılaştırıldığında % 1 olasılık düzeyinde önemli olduğu ve en uzun çim kökü değerinin 11,06 cm ile Albit ve 11,04 cm ile KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> uygulamalarından elde edildiği, en kısa çim kök uzunluğunun ise 9,63 cm ile GA<sub>3</sub> uygulamasından elde edildiği tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.** Araştırmada incelenen özelliklere ait Çeşit X Uygulama interaksiyon ortalamaları

Çeşit	Uygulamalar	Çimlenme Hızı (%)	Çimlenme Gücü (%)	Fide Boyu (cm)	Çim Kök Sayısı (adet)	Çim Kök Uzunluğu (cm)
Kate A-1	Kontrol	88,00	93,33 a-d	8,52	3,0	12,43 a-c
	Albit	96,00	97,33 a-c	8,73	3,0	12,03 a-f
	PEG	93,33	92,00 b-d	7,75	3,0	11,43 a-ı
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	92,00	92,00 b-d	8,33	3,0	11,50 a-h
	KCl	90,67	92,00 b-d	8,72	3,7	9,87 j-r
	GA <sub>3</sub>	90,67	94,67 a-d	6,97	3,0	9,50 m-s
Hanlı	Kontrol	96,00	97,33 a-c	7,86	4,0	9,60 l-s
	Albit	98,67	98,67 a-b	8,83	4,0	10,57 f-n
	PEG	96,00	98,67 a-b	8,61	4,7	9,63 l-s
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	98,67	100,0 a	8,01	4,0	10,83 d-m
	KCl	94,67	97,33 a-c	9,58	4,7	10,60 f-n
	GA <sub>3</sub>	96,00	97,33 a-c	7,38	4,3	8,63 r-u
Pamukova 97	Kontrol	94,67	96,00 a-c	8,27	3,3	11,93 a-g
	Albit	93,33	96,00 a-c	8,23	3,3	12,10 a-e
	PEG	93,33	93,33 a-d	7,45	3,0	12,87 a
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	93,33	94,67 a-d	8,67	3,7	11,13 c-k
	KCl	96,00	97,33 a-c	9,03	3,3	12,67 a-b
	GA <sub>3</sub>	98,67	100,0 a	7,71	3,0	12,37 a-c
Tahirova 2000	Kontrol	94,67	96,00 a-c	7,00	4,0	10,77 e-n
	Albit	94,67	96,00 a-c	8,35	4,0	12,33 a-c
	PEG	98,67	100,0 a	7,22	4,0	12,00 a-f
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	100,0	100,0 a	8,25	3,7	11,93 a-g
	KCl	94,67	96,00 a-c	9,61	4,0	10,57 f-n
	GA <sub>3</sub>	94,67	96,00 a-c	6,81	3,7	10,00 ı-r
Averio	Kontrol	94,67	96,00 a-c	7,59	4,0	10,07 c-l
	Albit	94,67	97,33 a-c	7,35	4,0	11,07 c-l
	PEG	90,67	92,00 b-d	7,64	3,7	11,27 b-j
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	93,33	100,0 a	7,75	4,0	12,27 a-d
	KCl	88,00	93,33 a-d	8,81	4,0	11,37 b-ı
	GA <sub>3</sub>	96,00	98,67 a-b	6,81	3,7	9,33 n-t
Gönen	Kontrol	94,67	94,67 a-d	7,69	4,3	9,53 m-s
	Albit	89,33	90,67 c-d	8,87	4,3	11,20 b-k
	PEG	93,33	92,00 b-d	7,21	4,3	8,87 q-u
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	97,33	98,67 a-b	8,30	4,0	10,00 ı-r
	KCl	96,00	97,33 a-c	8,71	4,7	9,57 m-s
	GA <sub>3</sub>	90,67	92,00 b-d	7,79	4,7	9,03 o-u
Pehlivan	Kontrol	96,00	97,33 a-c	7,56	3,7	9,87 j-r

Çeşit	Uygulamalar	Çimlenme Hızı (%)	Çimlenme Gücü (%)	Fide Boyu (cm)	Çim Kök Sayısı (adet)	Çim Kök Uzunluğu (cm)
	Albit	92,00	93,33 a-d	9,46	3,7	9,73 k-r
	PEG	98,67	98,67 a-b	8,76	4,0	10,50 g-o
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	88,00	88,00 d-e	8,63	3,3	10,23 h-q
	KCl	97,33	97,33 a-c	9,81	4,0	8,63 r-u
	GA <sub>3</sub>	97,33	98,67 a-b	7,71	4,0	9,43 m-t
Adelaide	Kontrol	97,33	100,0 a	7,29	3,7	10,10 h-r
	Albit	93,33	93,33 a-d	7,79	3,3	11,47 a-ı
	PEG	94,67	96,00 a-c	7,48	3,7	10,63 e-n
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	97,33	97,33 a-c	7,96	3,3	12,50 a-c
	KCl	94,67	96,00 a-c	7,91	3,3	10,37 h-p
	GA <sub>3</sub>	98,67	100,0 a	7,66	3,7	10,37 h-p
Golia	Kontrol	89,33	92,00 b-d	7,60	4,7	8,20 s-u
	Albit	96,00	96,00 a-c	7,17	5,0	9,00 p-u
	PEG	96,00	97,33 a-c	6,43	4,7	7,73 u
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	81,33	82,67 e	7,55	4,0	8,93 p-u
	KCl	93,33	94,67 a-d	7,47	4,0	7,57 u
	GA <sub>3</sub>	94,67	96,00 a-c	6,58	5,0	8,00 t-u
<b>V.K.(%)</b>		5,02	4,49	8,12	10,79	8,76
<b>LSD (0,05)</b>		-	6,93	-	-	1,48

Araştırmada çimlenme hızı, fide boyu ve çim kök sayısı bakımından çeşit ile uygulama interaksiyonları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Çimlenme gücü oranlarında ise Çeşit X Uygulama interaksiyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu özellik bakımından en yüksek değerler; Hanlı, Tahirova 2000, Avero çeşitleri için KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> uygulamasında; Pamukova 97, Adelaide çeşitleri için GA<sub>3</sub> uygulamasında; Tahirova 2000 için PEG uygulamasında; Adelaide için ise Kontrol uygulamasında saptanırken, en düşük olarak da Golia çeşidi için KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> uygulamasında saptanmıştır.

Çim kök uzunluğu özelliği bakımından da çeşitler ile tohum uygulamaları interaksiyonları arasında farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çim kök uzunluğu en yüksek olarak 12,87 cm ile Pamukova 97 çeşidinde PEG uygulamasında, en düşük ise 7,73 cm ve 7,57 cm olarak Golia çeşidinde PEG ve KCl uygulamalarında belirlenmiştir.

## Sonuç

Çalışmada tohum uygulamalarının fide boyu ve çim kök uzunluğu özellikleri dışında anlamlı bir değişime neden olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Bir bioaktivatör olan Albit'in bu iki özellik bakımından da olumlu yönde etkisinin olduğu, buna karşılık GA<sub>3</sub> uygulamasının ise tam tersi yönde bir etkisinin olduğu saptanmıştır. Ayrıca fide boyu bakımından KCl, çim kök uzunluğu bakımından da KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> olumlu etkide bulunmuş diğer

uygulamalarıdır. İncelenen özellikler açısından çeşit etkisi tohum uygulamalarına göre daha etkin bir faktör olmuştur. Ayrıca, çeşit X uygulama interaksyonları çimlenme gücü ve çim kök uzunluğu değerleri için anlamlı farklılıklara sebep olmuştur. Çeşitlerin çoğu için tohum uygulamalarında bu iki özellik bakımından olumlu sonuçlar elde edilmiş olmakla birlikte tek bir uygulamanın genel olarak diğerlerinden üstün olduğu yargısına ulaşılamamıştır. Her uygulamanın çeşitlere göre farklı etkisinin olduğu görülmüştür. Özdemir ve ark.(2012), yapmış oldukları çalışmalarında, araştırmamızda elde edilen bulgulara paralel olarak, çeşitlerin priming uygulamalarına gösterdikleri tepkiler bakımından farklı sonuçlar elde ettiklerini ve inceledikleri parametreler bakımından çeşit ve uygulama interaksyonlarında etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Aynı çalışmada genel anlamda  $KH_2PO_4$  uygulamasının fidelerin büyüme parametreleri açısından diğer uygulamalara göre daha yüksek sonuçlar elde ettikleri bildirilmektedir.

Bu çalışmada tohuma uygulanan farklı kimyasalların incelenen özellikler bakımından çeşitlere göre değişen tepkiler vermesi nedeniyle; ekmeclik buğday çeşitleri ile yapılacak tohum uygulamalarında çeşit X uygulama interaksyonlarının da göz önünde tutulması gereken önemli bir faktör olduğu sonucuna varılmıştır.

## Kaynaklar

- Anonim, 2013. <http://www.fao.org/statistics/en/>
- Anonim 2016. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001)
- Atar B. 2010. Bazı ekmeclik buğday (*Triticum aestivum* L) çeşitlerinde tohuma ön işlem ve azot dozu uygulamalarının kış öncesi büyüme özellikleri ile tane verimi ve kalite özelliklerine etkileri. Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Isparta
- Atar, B., Kara, B. 2014. Buğday ve Arpada farklı toprak nem düzeylerinde bazı ekim öncesi tohum uygulamalarının etkinliği. Tarım Bilimleri Dergisi, 21:93-99
- Basra S. M. A., Afzal I., Rashid R. A. ve Farooq M., 2005. Pre-sowing seed treatments to improve germination and seedling growth in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Caderno de Pesquisa Serie Biologia* 17(1): 155-164
- Demirkaya, M. 2006. Polyetilen Glikol ile osmotik koşullandırma ve humidifikasyon. Erciyes Ü. Fen Bil.Ens. Dergisi. 22(1-2). 223-228.
- Elkoca E., 2007. Priming: Ekim öncesi tohum uygulamaları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi derg. 38(1). 113-120.
- Farooq M, Basra S M A, Rehman H ve Saleem B A., 2007. Seed priming enhances the performance of late sown wheat (*Triticum aestivum* L.) by improving chilling tolerance. *Journal of Agronomy and Crop Science* 194 (1): 55-60
- Giri, G., S., Schillinger, W., F., 2003, Seed priming winter wheat for germination, emergence and yield, *Crop Science*, 43, 2135-2141.
- Gül, U. 2004. Buğday. [www.aeri.org.tr/PDF/bks-7-15.pdf](http://www.aeri.org.tr/PDF/bks-7-15.pdf)
- Haigh, A.M. ve Barlow, E.W. 1987. Germination and Priming of Tomato, Carrot and Sorghum Seeds in a Range of Osmotica. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 112(2):210-216.
- Harris, D. 1996. The effects of manure, genotype, seed priming, depth and date of sowing on the emergence and early growth of *Sorghum bicolor* (L.) Moench in semi-arid Botswana. *Soil Tillage Research*, 40: 73-88.



- Heydecker W ve Coolbear P. 1977. Seed treatment for improved performance. survey and attempted promosis. Seed Science and Technology 5: 353-425
- Khan A A. 1992. Preplant physiological seed conditioning. Horticulture Review 13: 131-181Süzer, S., 2003. Tritikale Tarımı. Tarım İstanbul Dergisi, 83;26-27.
- Kantar, F. ve Elkoca, E., 1998. Kültür bitkilerinde tuza dayanıklılık. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 29 (1): 163-174.
- Kurt Polat P.Ö., Metin G., Özen M. ve Yağdı K. 2016. Effect of different sources salt media on seed germination behavior of bread wheat (*Triticum aestivum* l.) in Turkey. 27th International Scientific-Expert Congress of Agriculture and Food Industry. S.76.
- Nasr, T.A. ve Hassan, E.M. 1975. Effect of duration of after-ripening and gibberellic acid on germination of seeds and growth of seedlings pecan in Egypt.Scientia Hort. Vol.3,Issue 3, 217-221.
- Özdemir, E. 2012. Ekmeklik Buğday (*T.aestivum* L.)’de Priming uygulamalarının fizyolojik parametreler üzerine etkileri. Selçuk Ü. Yüksek Lisnas Tezi. Konya
- Özdemir E., Sade B., Soylu S. ve Bayram E., 2012. Ekmeklik Buğday (*T.aestivum* L.)’da Priming uygulamalarının kurak ve normal ortam koşullarında büyüme parametreleri ile bağlı su içeriği değerleri üzerine etkileri. S.Ü. Selçuk Tarım ve Gıda Bil. Dergisi. 26(2): 25-30.
- Shahzad M A, Din W U, Sahi S T, Sahi S T, Khan M M ve Ahmad E M., 2007. Effect of sowing dates and seed treatment on grain yield and quality of wheat, Pakistan Journal of Agricultural Sciences 44(4): 581583.
- Subedi, K.D. ve Ma B.L. 2005. Seed priming does not improve corn yield in a humid temparate environment. Argonomy J. 97:211-218.
- Süzer, S. 2003. Tritikale Tarımı. Tarım İstanbul Dergisi, 83;26-27.
- Türk, M.A., Rahman, A., Tawaha, M., ve Lee, K.D., 2004. Seed germination and seedling growth of three lentil cultivars under moisture stress. Asian Journal of Plant Sciences, 3 (3): 394-397.
- Wurr D ve Fellows J. 1983. The effect of the time of seedling emergence of crisp lettuce on the time of maturity and head weight at maturity. Journal Horticultural Science 58: 561-566





## Tuz Stresinin Bazı Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Çeşitlerinin Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkisi

Hayrettin KUŞÇU<sup>1\*</sup>, Aylin ÇAYĞARACI<sup>2</sup>, Jean De Dieu NDAYIZEYE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü,  
Görükle Kampüsü, Bursa, Türkiye

<sup>2</sup>Uludağ Üniversitesi, F.B.E. Arazi ve Su Kaynakları Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye  
\*e-posta: kusc@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 11.08.2017; Kabul Tarihi: 27.11.2017

**Öz:** Bu çalışma, tuz stresinin dört kinoa çeşidinin (K-521, Karmen, Rainbow ve Valle) çimlenmesi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Çeşitlerin tuzluluk toleransının dereceleri, altı farklı tuz (NaCl) konsantrasyonu (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM) tohum çimlenme döneminde değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, tuz konsantrasyonundaki artış tüm çeşitlerde çimlenme yüzdesi, çimlenme enerjisi ve çimlenme indeksi değerlerini önemli düzeyde ( $P<0.05$ ) azaltmış ve çimlenme zamanını geciktirmiştir. Çeşitlerin tuz stresine tepkileri farklılık göstermiştir. Tüm tuz düzeyleri için K-521 en yüksek çimlenme yüzdesi ve çimlenme enerjisine sahip çeşit olmuştur. Tuz konsantrasyonundaki artışla birlikte çimlenme oranındaki azalma en yüksek Rainbow çeşidinde olmuştur. Farklı tuz düzeyleri altında çimlenme hızı ve çimlenme süresi yönüyle K-521 ve Valle, diğer çeşitlerden daha iyi performans göstermiştir. Bu çalışmada, Rainbow çeşidi tuzluluğa daha duyarlı bulunmuştur. Sonuç olarak, K-521 ve Valle çeşitleri tuzlu topraklar için önerilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Çimlenme enerjisi, çimlenme indeksi, çimlenme yüzdesi, kinoa, tuzluluk.

### Effect of Salt Stress on Germination Parameters of Some Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.) Cultivars

**Abstract:** This study was conducted to investigate the effects of salt stress on germination of four quinoa cultivars (K-521, Karmen, Rainbow and Valle). The degrees of salinity tolerance among these cultivars were evaluated at seed germination stage at six different salt (NaCl) concentrations (0, 50, 100, 150, 200 and 250 mM). The results showed that increases in selected salt concentrations decreased germination percentage, germination energy and germination index significantly ( $P<0.05$ ) as well as germination period was delayed. Responses of cultivars to salt stress indicated differences. For all salt concentrations, K-521 had the highest germination percentage and germination energy. Rainbow had the highest reduction of germination rate with the increase in salt concentration. On the other hand, K-521 and Valle showed better results than the other cultivars in respect of germination

index and germination time. The results showed that K-521 and Valle are the cultivars to be recommended for saline soils. Rainbow was more sensitive to salinity in this study.

**Keywords:** Germination energy, germination index, germination percentage, quinoa, salinity.

## Giriş

Bitkisel üretimde stres, bitkinin yetiştirildiği ortamdaki farklı etmenlerin tohumun çimlenmesinden başlayarak bitki gelişimini ve verimi olumsuz olarak etkilemesine neden olmaktadır. Tuzluluk, tarımsal üretkenliği azaltan ve tarımsal üretim alanlarını sınırlayan önemli bir çevresel etmenddir. Dünya genelinde tuzdan etkilenen tarımsal alanın 800 milyon hektarın üzerinde olduğu bilinmektedir (Rengasamy, 2010). Türkiye’de ise sulama yönetimindeki yanlışlıklar ve yetersiz drenaj nedeniyle 1.5 milyon hektarlık toprak tuzluluk problemiyle karşı karşıyadır (Yazar ve Kaya, 2014).

Bitki türlerinin tuza karşı tepkileri, buna ilişkin sınıflandırmalar ile sık rastlanan tuzluluk kaynağı bileşikler üzerindeki araştırmalar oldukça eski tarihlere dayanmaktadır (Levitt, 1980). Bu çalışmalar, NaCl, CaCl<sub>2</sub> ve KCl’ün doğal ve yapay yetiştirme ortamlarında sık rastlanan tuz stresi kaynaklarının en önemlileri arasında yer aldıklarını ve bitkilerin bu bileşiklere tepkilerinin türler ve hatta çeşitlere göre önemli farklılıklar gösterebildiğini ortaya koymuştur (Delesalle ve Blum, 1994; Turhan ve Başer, 2001).

Kıt kaynaklarla artan dünya nüfusunun gıda gereksinimini karşılamak, günümüzün en önemli problemlerinden biridir. Bu nedenle, farklı ekolojik koşullarda yetiştiriciliği yapılabilecek bitki çeşitleri ile birim alandan daha fazla verim ve bitki besin maddesi elde etmeye yönelik çalışmalar önem kazanmıştır. Yüksek besin değerine sahip olmasının yanı sıra kuraklık, don, tuzluluk gibi olumsuz çevre koşullarına dayanıklılığı ile kinoa bitkisi, günümüzde tüm dünyada ilgi odağı haline gelmiştir (Yazar ve Kaya, 2014). Kinoa, her bünyede toprağa uyum sağlayabilir. Zayıf drenajlı, düşük verimli veya alkalilik ya da asitlilik problemi olan marjinal topraklarda yetiştirilebilir (Gonzalez ve ark., 2009). Kinoa bitkisi sulama suyu elektriksel iletkenliği 40 dS/m düzeyine kadar, diğer birçok bitkinin aksine, kök bölgesindeki yüksek tuzluluk düzeyine tolerans gösterebilmektedir (Yazar ve Kaya, 2014). Kinoa bazı uzmanlara göre dünyadaki açlık sorununa çare olabilecek bitkilerden birisidir. Tohumlarının tahıl ve bakliyatlar gibi insan yiyeceği olarak kullanımı ve ticareti her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Küresel iklim değişikliği ve kuraklık gibi sebeplerden dolayı pirinç üretiminin azalması ve maliyetlerin artması, kinoa gibi alternatif ürünlere yönelimi artırmıştır. Amerika kıtasında insan beslenmesinde asırlardır kullanılan bu bitki, Avrupa’da geleceğin gıda ve yem bitkisi olarak dikkat çekmektedir (Jacobsen ve Stolen, 1993; Sigsgaard ve ark., 2008; Bertero ve Ruiz, 2010).

Kinoa, %100 deniz suyu ile sulandığı koşulda dahi yaşamını sürdürebilen, tuza dayanıklı bir bitkidir (Koyro ve Eisa, 2008). Kinoa bitkisi, dokularında tuz iyonları biriktirebilir ve hücre turgoru ile terlemeyi muhafaza ederek yaprak su potansiyelini dengeleyebilmektedir (Jacobsen ve ark., 2003; Gómez-Pando ve ark., 2010). Çeşitlere göre farklılık göstermekle birlikte, kinoa verimi kök bölgesindeki orta derecede tuzlu koşullar altında (10-20 dS m<sup>-1</sup>), düşük tuzluluk değerindeki verime kıyasla daha yüksektir. Dolayısıyla, kinoa, yüksek tuzluluğa sahip ortamlarda yetişebilen bir halofitik bitki olarak tanımlanabilir (Bosque Sanchez ve ark., 2003; Jacobsen ve ark., 2003).

Daha önce yapılan çalışmalarda, kinoa bitkisinin tuzluluk dahil bir çok stres etmenine dayanıklı olduğu, tuzluluk koşulları altında verim, kalite, morfolojik ve fizyolojik özellikleri üzerine etkileri araştırılmış olsa da farklı kinoa çeşitlerinin değişen tuz stresi koşullarında çimlenme özellikleri üzerine etkisi yeterince araştırılmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada, tuz stresinin farklı kinoa çeşitlerinin çimlenme özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, 2017 yılında, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Sulama ve Drenaj Laboratuvarında yürütülmüştür. K-521, Karmen, Rainbow ve Valle olmak üzere dört farklı tatlı kinoa çeşidi (*Chenopodium quinoa Willd*) bitki materyali olarak kullanılmıştır. Bu çeşitlere 6 farklı tuz konsantrasyonu (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM NaCl) uygulanmıştır.

Çimlendirme denemesi, bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada, ana parsellerde kinoa çeşidi, alt parsellerde, tuz konsantrasyonları yer almıştır. Her çeşitten yeknesak boyutlarda 1200 tohum (her uygulama için 4 tekrerrür x 6 farklı tuz konsantrasyonu x 50 tohum = 1200 tohum) alınmış ve içerisinde Whatman No.1 filtre kâğıdı bulunan her bir petri kabına (11 cm çapında) 50 tohum birbirlerine temas etmeyecek biçimde konulmuştur (Atak ve ark., 2006).

Denemede 96 petri kabı kullanılmıştır (4 çeşit x 6 uygulama x 4 tekrerrür). Petri kapları, içerisine farklı tuz içeren çözelti konulmuş ve evaporasyonu önlemek için parafilm ile kaplanmıştır. Tohumların çimlenme deneyleri, 20/25°C (gece/gündüz) sıcaklıkta (Khodarahmpour ve ark., 2012) 10 gün süreyle gerçekleştirilmiştir. Çimlenen tohumlar her gün aynı saatte sayılmıştır. Kökçük 2 mm'ye ulaştığında tohum çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve petri kabından uzaklaştırılmıştır.

Çimlenme yüzdesi (ÇY) aşağıda verilen formüle göre belirlenmiştir (Geçer, 2003).

$$\text{ÇY} = (\text{ÇTS}/\text{T}) * 100$$

Eşitlikte; ÇTS çimlenen tohum sayısını, T ise kullanılan toplam tohum sayısını simgelemektedir.

Çimlenme indeksi (Çİ) aşağıdaki formüle uygun olarak hesaplanmıştır (Abazarian ve ark., 2011).

$$\text{Çİ} = S_1/t_1 + S_2/t_2 + \dots + S_n/t_n$$

Eşitlikte; S, t. günde çimlenen tohum sayısını, t ise çimlenmenin gerçekleştiği gün sayısını ifade etmektedir.

Çimlenme oranındaki azalma (ÇOA) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Madidi ve ark., 2004).

$$\text{ÇOA} = (1 - N_x / N_c) \times 100$$

Eşitlikte,  $N_x$  farklı tuz uygulamalarındaki çimlenen % tohum oranını,  $N_c$  kontrol uygulamasındaki çimlenen % tohum oranını ifade etmektedir.

Çimlenme enerjisi 7. günde çimlenen tohum sayısının toplam tohum sayısına oranlanmasıyla hesaplanmıştır.

Çimlenme süresi (ÇS) (gün) = [(1.günde ÇTS x 1) + (2. günde ÇTS x 2) + ...+ (n. günde ÇTS x n)] / toplam ÇTS eşitliği ile belirlenmiştir (Karagüzel ve ark., 2004).

Denemeden elde edilen verilerin SPSS 23 istatistik programıyla varyans analizleri yapıldıktan sonra, ortalamalar arasındaki farklılıkların istatistik önemleri Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi (P<0.05) ile belirlenmiştir. Ayrıca, her çeşit için tuz konsantrasyonu ile çimlenme yüzdesi arasındaki ilişkileri belirlemek için regresyon analizleri yapılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

Denemede, tuz konsantrasyonların farklı kinoa çeşitlerinde çimlenme yüzdesi, çimlenme enerjisi, çimlenme indeksi, çimlenme oranındaki azalma ve çimlenme süresi için varyans analizi sonuçları Çizelge 1’de gösterilmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde farklı kinoa çeşitleri arasında ve farklı tuz konsantrasyonları arasında incelenen bütün parametreler için p<0.01 düzeyinde önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. Çeşit × tuz konsantrasyonu interaksiyonunun çimlenme yüzdesi ve süresi için p<0.05 düzeyinde, çimlenme enerjisi, çimlenme indeksi ve çimlenme oranındaki azalma için p<0.01 düzeyinde önemli etki si bulunmuştur. Bu sonuç, farklı düzeylerdeki tuz stresinin farklı kinoa çeşitleri üzerinde çimlenme özellikleri yönüyle değişik etkiler gösterdiğini ispatlamaktadır.

**Çizelge 1.** Farklı kinoa çeşitlerinin artan tuz konsantrasyonları karşısında çimlenme yüzdesi, çimlenme enerjisi, çimlenme indeksi, çimlenme oranındaki azalma ve çimlenme süresi varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Çimlenme yüzdesi (%)	Çimlenme oranındaki azalma	Çimlenme enerjisi	Çimlenme indeksi	Çimlenme süresi (gün)
Çeşit (Ç)	**	**	**	**	**
Tuz (T)	**	**	**	**	**
Ç x T	*	**	**	**	*

\*, \*\* F testine göre sırasıyla p<0.05 ve p<0.01 düzeyinde önemli.

## Çimlenme Yüzdesi

Farklı tuz konsantrasyonları altında çimlendirilen kinoa çeşitlerinin (Karmen, Valle, K-521 ve Rainbow) çimlenme yüzdesi değerleri arasında farklılıklar belirlenmiştir (Çizelge 2). En yüksek çimlenme yüzdesi kontrol (0 mM) konusundan saptanmıştır. Genelde, çimlenme yüzdesi 100 mM NaCl konsantrasyonundan sonraki artışla önemli ölçüde azalma göstermiş ve en düşük çimlenme yüzdesi tüm çeşitlerde 250 mM’lık NaCl konsantrasyonlarında elde edilmiştir. Ortalama çimlenme oranı çeşitler açısından önemli farklılıklar göstermiştir. En yüksek ortalama çimlenme yüzdesi (%90.75) K-521 çeşidinden elde edilirken onu sırasıyla Valle, Rainbow ve Karmen çeşitleri izlemiştir. Ancak, ortalama çimlenme oranı yönüyle Valle, Rainbow ve Karmen çeşitleri arasında p<0.05 düzeyinde önemli bir farklılık oluşmamıştır (Çizelge 2).

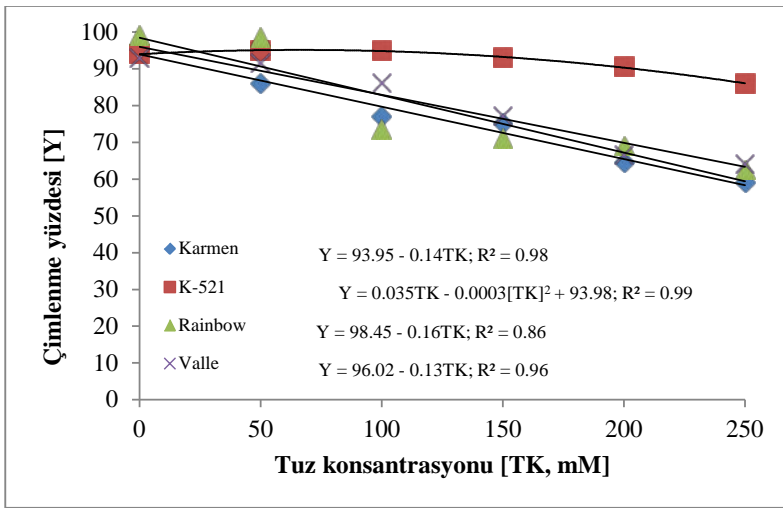
**Çizelge 2.** Bazı kinoa çeşitlerinde farklı tuz konsantrasyonlarının ortalama çimlenme yüzdesi değerleri (%)

Çeşit	Tuz konsantrasyonu (mM)						Ortalama
	0	50	100	150	200	250	
Karmen	95.5 ab <sup>1</sup>	86.00 bc	77.00 cd	75.00 cde	64.50 efg	59.00 g	76.17 A
Valle	93.00 ab	91.50 ab	86.00 bc	77.00 cd	66.50 d-g	64.00 efg	79.67 B
K-521	94.00 ab	95.00 ab	95.00 ab	93.00 ab	90.50 ab	77.00 cd	90.75 A
Rainbow	99.00 a	98.5 ab	73.50 def	71.00 d-g	69.00 d-g	62.50 fg	78.92 B
Ortalama	95.38 <b>a</b>	92.75 <b>a</b>	82.88 <b>b</b>	79.00 <b>b</b>	72.63 <b>c</b>	65.63 <b>d</b>	

<sup>1</sup> Küçük harfler çeşit × tuz konsantrasyonu interaksyonu yönüyle, büyük harfler çeşitler arasındaki ve koyu küçük harfler ise tuz konsantrasyonları arasındaki önemli farklılıkları göstermektedir ( $p < 0.05$ ).

Çeşit x NaCl interaksyonu yönüyle, en yüksek çimlenme yüzdesi Rainbow çeşidinin kontrol konusundan elde edilirken en düşük ise Karmen çeşidinin 250 mM'lık tuz konsantrasyonundan saptanmıştır. Düşük çimlenme yüzdesinin ana nedeni, Na ve Cl iyonlarına bağlı toksisitedir. Hariadi ve ark. (2010), kinoa'nın çimlenme yüzdesinin 0, 100, 200 ve 300 mM'lık NaCl konsantrasyonlarında önemli bir değişme göstermediğini ve %95-99 arasında bir çimlenmenin gerçekleştiğini ancak 400 mM'lık bir uygulamayla birlikte çok önemli düzeyde azalmalar meydana geldiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular söz konusu çalışmadan elde edilen çimlenme yüzdesi değerlerine göre daha düşük seviyelerde kalmıştır. Bunun nedeni, çimlendirme ortamının ve çeşidin farklılığından olabilir. Tüm bu sonuçlara ek olarak, yapılan çalışmada kinoa bitkisinin 250 mM'lık yüksek bir tuzluluk ortamında dahi %65.63 gibi oldukça yüksek bir çimlenme gösterdiği görülmektedir. Hariadi ve ark. (2010), hemen hemen deniz suyu tuzluluk düzeyine eşit 500 mM'lık tuzlu bir ortamda dahi kinoa'nın gelişme gösterebildiğini ve 100-200 mM'lık NaCl uygulamalarında görece daha yüksek bitki gelişimi ve kuru madde elde edilebileceğini saptamışlardır. Dolayısıyla, kinoa bitkisinin NaCl stresini osmotik olarak dengeleyebilen çok etkili bir sisteme sahip olduğu söylenebilir.

Denemeye alınan tüm kinoa çeşitleri için, NaCl konsantrasyonları ve çimlenme yüzdeleri arasındaki regresyon eşitlikleri elde edilmiştir (Şekil 1). Karmen, Rainbow ve Valle çeşitleri için NaCl konsantrasyonları ve çimlenme yüzdesi arasında negatif doğrusal ilişkiler elde edilmiştir. K-521 çeşidi için NaCl ve çimlenme yüzdesi arasındaki ilişki 2. dereceden polinomiyel bir eşitlikle açıklanmıştır. Çeşitlere göre, regresyon eşitliklerinin belirleme katsayıları ( $R^2$ ) 0.86 ile 0.99 arasında değişmektedir. En yüksek belirleme katsayısı K-521 çeşidi için belirlenmiş olup, NaCl konsantrasyonundaki değişime bağlı olarak çimlenme oranındaki değişimi %99 düzeyinde elde edilen regresyon doğrusunun belirleyebileceği söylenebilir.

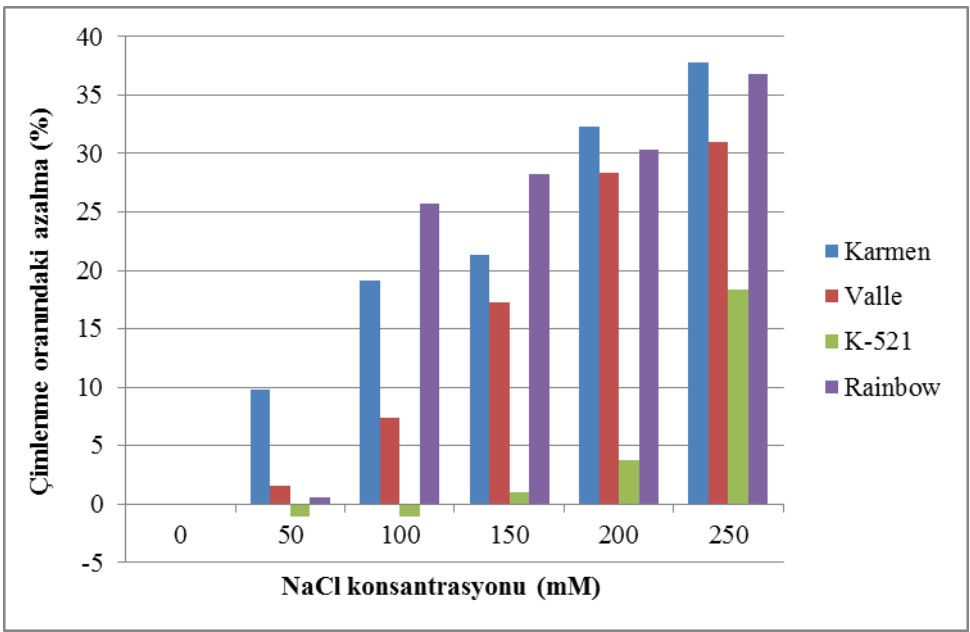


**Şekil 1.** Kinoa çeşitlerinin NaCl konsantrasyonu ve çimlenme yüzdesi arasındaki ilişkisi

### Çimlenme Oranındaki Azalma

Çimlenme oranındaki azalmanın tuz uygulamalarından etkilenme durumları Şekil 2’de verilmiştir. Araştırmada, düşük tuz konsantrasyonu (50 mM) üç kinoa çeşidinde (Karmen, Valle ve Rainbow) kontrol konusuna (0 mM NaCl) göre çimlenme oranında düşük düzeyde bir azalmaya neden olmuştur. Tuz konsantrasyonu artmasına rağmen K-521 çeşidinde 50 mM ve 100 mM düzeylerinde azalma olmamış aksine %1’lik küçük bir artış ( $P < 0.05$ ) gerçekleşmiştir. 50 mM tuz konsantrasyonunda kontrol konusuna göre çimlenme oranındaki azalma %0,5 ile en düşük Rainbow çeşidinde gerçekleşirken en fazla azalma (%10) Karmen çeşidinde olmuştur. Düşük tuz düzeyinde Rainbow çeşidi en düşük azalmayı gösterse de yüksek düzeylerdeki azalma (%37) çok yüksek olmuştur. Rainbow çeşidinin bu değerleri Karmen çeşidiyle benzerlik gösterdiğinden bu iki çeşidin de yüksek tuz düzeylerinde çimlenme oranlarında azalma yüksek olduğundan tuza toleransının düşük olduğunu söyleyebiliriz. Tuza toleransı en yüksek çeşit K-521 olmakla birlikte Valle çeşidi de diğer iki çeşide kıyasla daha iyi bir performans göstermiştir.





Şekil 2. Çimlenme oranındaki azalma

## Çimlenme Enerjisi

Tuzun farklı dozlarının kinoa çeşitlerinin çimlenme enerjisi üzerine etkileri Çizelge 3'de verilmiştir. Kinoa bitkisi üzerinde farklı tuzluluk düzeylerinin etkisi, tuz konsantrasyonu, çeşit ve tuz konsantrasyonu x çeşit yönüyle istatistiksel olarak %95 güven aralığında önemli bulunmuştur. Genel olarak 50 mM'ın üzerinde artan NaCl düzeyleri çimlenme enerjisini azaltmıştır. Ortalama sonuçlar üzerinden bir değerlendirme yapıldığında, 0 ve 50 mM'lık NaCl uygulamaları arasında çimlenme enerjisi önemli bir farklılık göstermediği için ilk grupta yer alırken, 100 ve 150 mM'lık NaCl uygulamalar kendi arasına önemli bir farklılık göstermemiş ve 2. grupta yer almıştır. Beklendiği gibi, değerlendirilen tüm çeşitlerde en düşük çimlenme enerjisi 250 mM'lık NaCl uygulamasından elde edilirken (ortalama 0.62) en yüksek ise kontrol uygulamasından ortalama 0.95 olarak gerçekleşmiştir. Araştırma bulgularına göre, çimlenme enerjisi en yüksek olan kinoa çeşidi K-521, en düşük olan çeşit ise Karmen'dir (Çizelge 3). Tohumun gelişmekte olan embriyodaki toksik olan  $\text{Na}^+$  iyonunu dışlama yeteneği NaCl konsantrasyonundaki artışla azaldığında iyon toksisitesi oluşmakta ve tohumun çimlenme enerjisi azalmaktadır (Koyro ve Eisa, 2008; Hariadi ve ark., 2010)

**Çizelge 3.** Bazı kinoa çeşitlerinde farklı tuz konsantrasyonlarının ortalama çimlenme enerjisi değerleri

Çeşit	Tuz konsantrasyonu (mM)						Ortalama
	0	50	100	150	200	250	
Karmen	0.95 ab <sup>1</sup>	0.86 bc	0.76 cde	0.73 de	0.60 fg	0.55 g	0.74 C
Valle	0.93 ab	0.92 ab	0.86 bc	0.77 cd	0.66 d-g	0.64 efg	0.80 B
K-521	0.94 ab	0.95 ab	0.95 ab	0.93 ab	0.90 ab	0.76 cde	0.90 A
Rainbow	0.99 a	0.99 a	0.73 de	0.71 def	0.68 def	0.56 g	0.77 BC
Ortalama	0.95 a	0.93 a	0.82 b	0.78 b	0.71 c	0.62 d	

<sup>1</sup> Küçük harfler çeşit × tuz konsantrasyonu interaksyonu yönüyle, büyük harfler çeşitler arasındaki ve koyu küçük harfler ise tuz konsantrasyonları arasındaki önemli farklılıkları göstermektedir ( $p < 0.05$ ).

Çeşit × tuz interaksyonu yönüyle en yüksek çimlenme enerjisi 0.99 ile kontrol ve 50 mM NaCl konusu altında Rainbow çeşidinden elde edilirken en düşük ise 250 mM NaCl uygulaması altında Karmen ve Rainbow çeşitlerinden elde edilmiştir. K-521 çeşidinde 200 mM'lık NaCl uygulamasına kadar olan tuzluluk seviyelerinde çimlenme enerjisi önemli düzeyde etkilenmezken 250 mM'lık uygulamada önemli ölçüde azalma gerçekleşmiştir. Karmen çeşidinde 50 mM, Valle ve Rainbow çeşitlerinde ise 100 mM'in üzerindeki tuz stresinde çimlenme enerjisi önemli ölçüde azalma göstermiştir.

### Çimlenme İndeksi

Farklı konsantrasyonlardaki tuz uygulamaları altında kinoa çeşitlerinin çimlenme indeksi (hızı) değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Ortalama sonuçlara göre, tuz konsantrasyonu arttıkça kinoa tohumlarının çimlenme indeksi düşmüştür. Çeşitlerin farklı tuz konsantrasyonları altındaki ortalama sonuçları incelendiğinde en yüksek çimlenme indeksine sahip çeşitler Valle ve K-521 olurken en düşük (16.3) ise Karmen olmuştur. Ortalama sonuçlarda en yüksek değer Valle çeşidinde olmasına rağmen yüksek tuz (200mM) konsantrasyonlarına dayanıklılığı en iyi K-521 çeşidi göstermiştir. Rainbow çeşidinde farklı konsantrasyonlardaki tuz uygulamaları altında çimlenme indeksinde istatistiksel olarak önemli bir düşüş gözlemlenirken, K-521 çeşidinde tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme indeksi değerinde azalma görece daha düşük olmuştur. Çeşit x tuz interaksyonu incelendiğinde Valle çeşidi kontrol konusu altında 36.8'lik bir çimlenme indeksi gösterirken onu yine 50 mM'lık tuz konsantrasyonu altında Valle çeşidi ve kontrol konusu altında K-521 çeşidi izlemiştir. Ayrıca, tüm dozlar altında Valle ve K-521 çeşitlerinin çimlenme indeksi değerleri birbirine yakın ve görece daha yüksektir. Bununla birlikte orta derecede tuz stresinde (100 mM) çimlenme indeksi yönünden Valle çeşidini sırasıyla K-521, Karmen ve Rainbow çeşitleri izlemiş ancak istatistiksel yönden Karmen ve Rainbow çeşitleri arasında, Valle ve K-521 arasında önemli bir farklılık oluşmamıştır. Yüksek tuz konsantrasyonunda (250 mM) çimlenme indeksi yönünden Karmen ve Rainbow çeşitleriyle, Valle ve K-521 çeşitleri arasında önemli bir fark oluşmamıştır. Sonuç olarak, Valle ve K-521 çeşitlerinin yüksek tuz konsantrasyonlarında daha hızlı bir çimlenme gösterdiği söylenebilir. Munns (2002)'a göre, tuzluluk stresinin osmotik ve

spesifik iyon bileşenine bağlı olarak etkisi zaman ölçeğinde önemli düzeyde farklılık gösterebilir.

**Çizelge 4.** Bazı kinoa çeşitlerinde farklı tuz konsantrasyonlarının çimlenme indeksi (hızı) değerleri

Çeşit	Tuz konsantrasyonu (mM)						Ortalama
	0	50	100	150	200	250	
Karmen	23.80 ef <sup>1</sup>	20.27 fg	17.10 gh	15.52 h	11.74 ij	9.38 j	16.30 C
Valle	36.78 a	30.55 b	29.35 bc	22.92 ef	17.33 gh	15.46 h	25.40 A
K-521	30.31 b	27.65 bcd	26.15 cde	24.89 de	21.21 f	15.69 h	24.32 A
Rainbow	29.49 bc	25.08 de	16.70 h	14.54 hi	14.50 hi	9.66 j	18.33 B
Ortalama	30.10 <b>a</b>	25.89 <b>b</b>	22.33 <b>c</b>	19.47 <b>d</b>	16.20 <b>e</b>	12.55 <b>f</b>	

<sup>1</sup> Küçük harfler çeşit × tuz konsantrasyonu interaksyonu yönüyle, büyük harfler çeşitler arasındaki ve koyu küçük harfler ise tuz konsantrasyonları arasındaki önemli farklılıkları göstermektedir (p<0.05).

### Çimlenme Süresi

Kinoa çeşitlerinin çimlenme süresi üzerinde farklı tuz konsantrasyonlarının etkisi önemli olmuştur (Çizelge 5). Ortalama sonuçlara göre çimlenme süresi en kısa olan çeşitler K-521 ve Valle iken en geç (3.36 gün) çimlenen çeşit ise Karmen'dir. Çeşitlerin ortalama sonuçlarına bağlı olarak ortalama çimlenme süresi kontrol (0 mM) konusunda 2.3 gün iken 250 mM'lık tuz konsantrasyonunda 3.6 güne çıkmıştır. Diğer taraftan 50 ve 100 mM'lık NaCl içeren tuzlu su uygulamaları altında çeşitlerin ortalama çimlenme süreleri değişmemiştir. Taiz ve Zeiger (2002), tuz çözeltisindeki yüksek NaCl konsantrasyonunun ozmotik potansiyeli artırdığını ve tohumların çimlenme sürelerinin gecikmesine neden olabileceğini belirtmişlerdir.

**Çizelge 5.** Bazı kinoa çeşitlerinde farklı tuz konsantrasyonlarının ortalama çimlenme süresi (gün) değerleri

Çeşit	Tuz konsantrasyonu (mM)						Ortalama
	0	50	100	150	200	250	
Karmen	2.98 ijk <sup>1</sup>	2.99 ijk	3.11 jk	3.26 k	3.71 l	4.09 lm	3.36 C
Valle	1.76 a	2.34 b-f	2.10 a-d	2.39 c-g	2.61 e-i	2.76 f-j	2.33 A
K-521	1.90 ab	2.06 abc	2.05 abc	2.14 a-e	2.47 c-h	3.13 jk	2.29 A
Rainbow	2.55 d-i	2.83 g-k	2.97 ijk	3.19 jk	2.88 h-k	4.41 m	3.14 B
Ortalama	2.30 <b>a</b>	2.56 <b>b</b>	2.56 <b>b</b>	2.75 <b>bc</b>	2.92 <b>c</b>	3.60 <b>d</b>	

<sup>1</sup> Küçük harfler çeşit × tuz konsantrasyonu interaksyonu yönüyle, büyük harfler çeşitler arasındaki ve koyu küçük harfler ise tuz konsantrasyonları arasındaki önemli farklılıkları göstermektedir (p<0.05).

## Sonuç

Farklı tuz konsantrasyonları altında dört farklı kinoa çeşidinin çimlenme özellikleri değerlendirilmiştir. Tohumların çimlenmesiyle ilgili değerlendirilen parametrelerin tümü dikkate alındığında, sırasıyla K-521 ve Valle çeşitleri diğer kinoa çeşitlerinden daha iyi performans göstermiştir. Bu nedenle, tuzlu koşullarda bu çeşitlerin yetiştiriciliği önerilebilir. Bu araştırmayla, tuz stresine dayanıklı olarak bilinen kinoa bitkisinin, çeşitlere göre tuza toleransının farklılık gösterebileceği belirlenmiştir. Tuzlu toprak koşullarında kinoa yetiştiriciliğinde bu çalışmanın sonuçları kullanılabilir.

## Kaynaklar

- Abazarian R., Yazdani M.R., Khosroyar K. and P. Arvin. 2011. Effects of Different Levels of Salinity on Germination of Four Components of Lentil Cultivars. *African Journal of Agricultural Research*, 6(5): 2761-2766.
- Atak M., Kaya M. D., Kaya G., Kılı Y. and C. Y. Çiftçi. (2006). Effects of NaCl on the Germination, Seedling Growth and Water Uptake of Triticale. *Turk. J. Agric. For.*, (30): 39-47.
- Bertero, H.D. and R.A. Ruiz. 2010. Reproductive Partitioning in Sea Level Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.) Cultivars. *Field Crops Research*, 118: 94-101.
- Bosque Sanchez, H., Lemeur, R., Van Damme, P. and S-E Jacobsen. 2003. Ecophysiological Analysis of Drought and Salinity Stress of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Reviews International*, 19: 111-119.
- Delesalle, V.A. and S. Blum. 1994. Variation in Germination and Survival among Families *Sagittaria Latifolia* in Response to Salinity and Temperature. *International Journal of Plant Sciences*, 155(2): 187-195.
- Geçer, M.K. 2003. Domateste Farklı Tuzluluk Seviyelerinin Fide Kalitesi, Bitki Gelişimi ve Verim Üzerine Etkileri, (Yüksek Lisans Tezi), Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Gómez-Pando, L.R., Alvarez-Castro, R. and A. Eguiluz-de Ia Barra. 2010. Effect of Salt Stress on Peruvian Germplasm of *Chenopodium Quinoa* Willd.: A Promising Crop. *Journal of Agronomy & Crop Science*, 196: 391-396.
- González, J. A., Gallardo, M., Hilal, M., Rosa, M. and F. E. Prado. 2009. Physiological Responses of Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.) to Drought and Waterlogging Stresses: Dry Matter Partitioning. *Botanical Studies*, 50: 35-42.
- Hariadi, Y., Marandon, K., Tian, Y., Jacobsen, S.E. and S. Shabala. 2010. Ionic and Osmotic Relations in Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.) Plants Grown at Various Salinity Levels. *Journal of Experimental Botany*, 62(1): 185-193.
- Jacobsen, S. E. and O. Stolen. 1993. Quinoa-Morphology, Phenology and Prospects for its Production as A New Crop in Europe. *European J. Agron.*, 2: 19-29.
- Jacobsen, S. E., Mujica, A. and C.R. Jensen. 2003. The Resistance of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to Adverse Abiotic Factors. *Food Reviews International*, 19: 99-109.
- Karagüzel, O., Cakmakçı, S. Ortacesme, V. and B. Aydinoglu. 2004. Influence of Seed Coat Treatments on Germination and Early Seedling Growth of *Lupinus Varius* (L.). *Pakistan Journal of Botany*, 36(1): 65-74.
- Khodarahmpour Z., Ifar M. and M. Motamed. 2012. Effects of NaCl Salinity on Maize (*Zea mays* L.) at Germination and Early Seedling Stage. *African J. Biotechnol.*, 11(2): 298-303.

- Koyro H.W. and S.S. Eisa. 2008. Effect of Salinity on Composition, Viability and Germination of Seeds of *Chenopodium Quinoa* Willd. *Plant and Soil*, 302: 79-90.
- Levitt, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses: Volume II- Water, radiation, salt and other stresses. Academic Press, New York, pp. 365-488.
- Madidi S.E., Baroudi B.E. and F.B. Aameur 2004. Effects of Salinity on Germination and Early Growth of Barley (*Hordeum vulgare* L.) Cultivars. *Int. J. Agric. Biol.*, 6: 767-770.
- Munns R. 2002. Comparative Physiology of Salt and Water Stress. *Plant, Cell and Environment*, 25:239–250.
- Rengasamy P. 2010. Soil Processes Affecting Crop Production in Salt-Affected Soils. *Australian Journal of Soil Research*, 37:613–620.
- Sigsgaard, L., Jacobsen, S. E. and J. L. Christiansen. 2008. Quinoa, *Chenopodium quinoa*, Provides A New Host for Native Herbivores in Northern Europe: Case Studies of the Moth, *Scrobipalpa atriplicella*, and The Tortoise Beetle, *Cassida nebulosa*. *Journal of Insect Science*, 8(49): 1-4.
- Taiz, L. and E. Zeiger. 2002. *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Sunderland, MA. 690 p.
- Turhan, H. ve İ. Başer. 2001. Toprak Tuzluluğu ve Bitki Gelişimi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 14(1): 171-179.
- Yazar, A. and Ç. Kaya. 2014. A New Crop for Salt Affected and Dry Agricultural Areas of Turkey: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, Special Issue: 2: 1440-1446.





## Bazı Ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz) Genotiplerinin Agronomik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma

Arzu KÖSE<sup>1\*</sup>, Özlem BİLİR<sup>2</sup>, Duran KATAR<sup>3</sup>, Yusuf ARSLAN<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye

<sup>2</sup>Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Edirne, Türkiye

<sup>3</sup>Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi-Tarla Bitkileri Bölümü, Eskişehir, Türkiye

<sup>4</sup>Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

\*e-posta: arzukose.tr@gmail.com

Geliş Tarihi: 12.07.2017; Kabul Tarihi: 23.11.2017

**Öz:** Bu çalışma bazı ketencik genotiplerinin Eskişehir koşullarındaki performanslarının belirlenmesi amacıyla 2014-15 ve 2015-16 yıllarında yürütülmüştür. Tarla denemeleri tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada; bitki boyu, yan dal sayısı, kapsül sayısı, bin tohum ağırlığı, tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi özellikleri incelenmiştir. Araştırmada; ortalama bitki boyu (cm), yan dal sayısı (adet/bitki), kapsül sayısı (adet/bitki), 1000 tohum ağırlığı (g), yağ oranı (%), tohum verimi (kg/da) ve yağ verimi (kg/da) değerleri sırasıyla; 82.0 cm, 10.1 adet/bitki, 14.8 adet/bitki, 1,16 g, % 32.4, 82.0 kg/da ve 26.6 kg/da olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, özellikle araştırmada kullanılan genotiplerin yağ oranı, tohum ve yağ verimleri dikkate alındığında; 3, 4, 5, 6, 15, 17 ve 24 numaralı genotiplerin belirtilen özellikler bakımından ümitvar oldukları ve ıslah araştırmalarında genitor olarak kullanılabilecekleri belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Genotip, ketencik/*Camelina sativa*, tohum verimi, yağ oranı, yağ verimi.

### A Research on the Determination of Agronomic Properties in Some False Flax (*Camelina sativa* (L.) Crantz

**Abstract:** This study was conducted to determine the performance of some False Flax (*Camelina sativa* (L.) Crantz) genotype under Eskişehir ecological condition in 2014-15 and 2015-16. The field experiments were carried out in the randomized complete block design with three replications. Plant height, number of branch per plant, number of capsule per plant, thousand seed weight, seed yield, oil content and oil yield were investigated in the study. Mean data for plant height (cm), number of branches per plant, number of capsules per plant, 1000 seed weight (g), oil content (%), seed yield

(kg/da) and oil yield (kg/da) were 82.0 cm,10.1 number per plant, 14.8 number per plant, 1.16 g, 32.4%, 82.0 kg/da and 26.6 kg/da, respectively. According to the results obtained; especially in terms of oil content, seed and oil yield, genotypes 3, 4, 5, 6, 15, 17 and 24 are promising in terms of the features mentioned above and can be used as genitor in breeding researches.

**Keywords:** Genotype, False Flax/*Camelina sativa*, seed yield, oil content, oil yield.

## Giriş

Ketencik (*Camelina sativa* L.) *Brassicaceae* familyasına ait bir bitki olup, özellikle Asya ve Akdeniz ikliminin yerel bitkisidir. Bitki, özellikle 1940'lı yıllara kadar Avrupa ve Rusya'da yayılmış olup, bu yıllardan sonra erusik asidi sıfırlanmış kanola çeşitlerinin üretime alınması ile birlikte ketencik yerini kanola bitkisine bırakmıştır (McVay ve Kahn, 2011). Ketencik tohumları % 37-43 arasında değişim gösteren yağ içeriğine sahip olup bu yağın % 77'si doymamış yağ asitlerinden oluşmaktadır (Agegnehu ve Honermeier, 1997; Angelini ve ark. 1998). 1980'lı yıllarda Omega-3 yağ asitlerinin bitkisel kaynaklardan da elde edilebileceği gerçeği ve ketencik yağının biyodizel yapımına uygunluğu, bitkinin yeniden önem kazanmasını sağlamıştır (Zubr, 1997). Günümüzde, ketencik yağı endüstriyel hammaddelerin yenilenebilir kaynaklarından biri olarak kabul edilmektedir (Guy ve ark. 2014). Ayrıca ketencik tohumunun yağı alındıktan sonra geriye kalan küspesi büyükbaş ve kümes hayvanlarının beslenmesi için uygundur (Fogelfors, 1984).

Ketencik bitkisi yazlık ve kışlık olarak yetiştirilebilmekte olup, nispeten kurağa dayanıklı bir bitkidir (Kurt ve Seyis, 2008). Ayrıca rozet döneminde -10 °C soğuklara dayanabilmektedir (Ryant, 2003). Besin maddesi isteği düşük olan bitki farklı iklim ve toprak yapısına sahip, tuzlu, çorak ve verimsiz topraklarda rahatlıkla yetişebilmektedir (Budin ve ark. 1995; Schillinger ve ark. 2012; Wysocki ve ark. 2013). Farklı kullanım alanlarına ve mütevazı yetiştirme isteklerine sahip olan bu bitki ile ülkemizde yürütülen araştırma sayısı sınırlıdır.

Ankara koşullarında farklı ketencik genotipleri ile verim, verim unsurları ve yağ asitleri bakımından çalışmalar yürütülmüştür (Katar ve ark. 2012a; Katar, 2013). Bu çalışmalarda ketencik genotiplerinin iklim ve toprak şartlarına bağlı olarak ele alınan karakterler bakımından farklılıklar gösterdikleri belirlenmiştir. Farklı koşullarda bitkinin sahip olduğu verim ve verim unsurlarını ortaya koymak bitkinin performansı hakkında yeterince bilgi elde etmek ve bu bilgi akışını ıslah programlarına aktarmak oldukça önemlidir (Vollman ve Rajcan, 2009).

Ketencik (*Camelina sativa* L.) ülkemizde son yıllarda kendinden söz ettiren ve özellikle içerdiği sabit yağ açısından farklı sektörlere hammadde olma potansiyeline sahip bir bitkidir. Bitkinin genotipik ve agronomik karakterler yönünden özelliklerinin belirlenmesi ve üstün genotiplerin ıslah programlarında kullanılması, ketenciğin Türk tarımına kazandırılması açısından oldukça önem arz etmektedir.

Bu çalışma; farklı ketencik (*Camelina sativa* L.) genotipleri arasındaki verim ve verim unsurları bakımından farklılıkları ortaya koymak, özellikle tohum ve yağ verimi bakımından üstün genotipleri belirlemek amacıyla yürütülmüştür.



## Materyal ve Yöntem

Bu çalışma; Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne ait, 781 m rakım değerine sahip, araştırma alanında kıraç koşullar altında, 2014-2015 ve 2015-2016 yıllarında yürütülmüştür. Denemede, 7 farklı ülkeden köken alan 25 adet ketencik (*Camelina sativa* L.) genotipi kullanılmıştır (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Farklı ketencik genotiplerine ait bilgiler

Genotip no	Pedigre	Geldiği yer	Genotip no	Pedigre	Geldiği yer
1	PI 258366	Rusya	14	PI 650162	Polonya
2	PI 258367	Rusya	15	PI 650165	Rusya
3	PI 304268	İsveç	16	PI 652886	Slovenya
4	PI 304269	İsveç	17	Einfact	Almanya
5	PI 311735	Polonya	18	Ames 31232	Gürcistan
6	PI 650144	Danimarka	19	Ames 31224	Gürcistan
7	PI 650146	İsveç	20	PI 633192	Almanya
8	PI 650149	Almanya	21	BVAL901477	İsveç
9	PI 650152	Almanya	22	BVAL901479	İsveç
10	PI 650153	Rusya	23	BVAL901480	İsveç
11	PI 650157	Rusya	24	BVAL903414	İsveç
12	PI 650158	Polonya	25	PI 652886	Slovenya
13	PI 650159	Polonya			

Deneme yeri özellikle yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve sert olduğu bir karasal iklim olan geçit kuşağı iklim tipine sahiptir. Deneme yerine ait 2014-2015, 2015-2016 yıllarına ilişkin iklim verileri Çizelge 2'de yer almakta olup, uzun yıllara (1960-2016) ait yağış ve ortalama sıcaklık değeri 350 mm ve 12.5 °C olarak belirlenmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü her iki yılda en düşük sıcaklık değerleri Ocak (-18.4 °C ve -15.2 °C) aylarında gerçekleşmiş olup, bitkiler bu dönemi uzun süreli olarak kar örtüsü altında geçirmiş ve kış zararından etkilenmemişlerdir. Araştırma alanı toprağı nötr ve kumlu-killi bir yapıya sahip olup, organik maddece fakir (% 1.9)'dir. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş, gübre olarak 10 kg/da N ve 3 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dozları kullanılmıştır (Koç, 2014). Bitkiler, 30 cm sıra arası ve 6 sıra olacak şekilde 5 m uzunluğundaki parsellere her iki yılda da Ekim ayı içerisinde (8/10/2014 ve 12/10/2015) ekilmiştir. Ekim normu dekara 750 g tohum gelecek şekilde ayarlanmıştır. Deneme süresince yabancı ot kontrolü elle gerçekleştirilmiş olup, hasat deneme yıllarında Temmuz ayının ikinci haftasında (10/07/2015 ve 13/07/2016) yapılmıştır. Hasat sırasında, her parselin başından ve sonundan 50'şer cm ve her iki kenarından 1'er sıra kenar tesiri olarak atılmış ve geriye kalan hasat alanından elde edilen ürün dekara çevrilerek verim hesaplanmıştır. Denemede; bitki boyu, dal sayısı, kapsül sayısı, 1000 tohum ağırlığı, yağ oranı, tohum verimi ve yağ verimi değerleri kullanılarak elde edilen sonuçlar analize tabi tutulmuştur. Her parsele ait yağ oranları Soxhlet cihazında hegzanla 4 saat boyunca çözümlenmiştir. Yağ verimi değerleri her parsele ait tohum verimi ve yağ oranı ile

çarpılarak hesaplanmıştır. Sonuçlar SAS istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiş ve ortalamalar A.Ö.F. (%5) testi ile değerlendirilmiştir.

**Çizelge 2.** Deneme yerine ait 2014-2015, 2015-2016 yıllarına ilişkin iklim verileri

	Ortalama Sıcaklık (°C)	Minimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Yağış Miktarı (mm)
2014-2015				
Ekim	13.6	0.3	23.6	66.1
Kasım	7.6	-1.0	17.5	26.2
Aralık	5.8	-2.8	14.4	72.1
Ocak	0.8	-18.4	12.7	39.0
Şubat	2.9	-6.9	17.3	60.9
Mart	5.7	-4.7	20.3	46.0
Nisan	7.9	-4.7	26.3	41.3
Mayıs	15.7	2.5	30.8	61.2
Haziran	17.2	5.8	28.2	125.3
Temmuz	22.1	10.1	37.2	0.0
Ağustos	22.7	9.6	33.9	63.5
Eylül	20.9	8.9	36.2	5.3
2015-2016				
Ekim	13.2	-0.5	26.5	40.4
Kasım	7.7	-4.5	20.0	8.5
Aralık	-0.8	-9.3	11.5	0
Ocak	1.0	-15.2	15.2	81.6
Şubat	6.8	-8.5	21.8	27.7
Mart	7.5	-6.7	23.5	44.8
Nisan	12.9	-1.9	28.6	23.5
Mayıs	14.2	2.8	29.9	55.3
Haziran	21.0	4.8	35.3	8.7
Temmuz	22.8	14.1	38.5	8.5
Ağustos	22.8	9.6	36.5	31.8
Eylül	17.8	2.3	33.7	29.0

## Sonuçlar ve Tartışma

Araştırmada kullanılan Ketencik (*Camelina sativa* L.) genotiplerine ait incelenen karakter bakımından gerçekleştirilen varyans analizi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi denemede incelenen bitki boyu, bitkide kapsül sayısı, yağ oranı ve yağ verimi bakımından yıllar arasında istatistiki anlamda önemli farklılığın olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, yıl × genotip interaksyonu üzerinde incelenen karakterlerden bitki boyu ve yağ oranı hariç diğer karakterlerin istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir.

Bitkisel üretimi artırma da temel unsur verim olup bu özellik çok fazla sayıda faktörün etkisi altında ortaya çıkan kompleks bir yapıya sahiptir. Bu nedenle genotiplerin sadece verim değerleri dikkate alınarak yapılan değerlendirmeler tek başına yeterli olmayıp verim faktörlerinin de dikkate alınması gereklidir.

**Çizelge 3.** Değişik ketencik (*Camelina sativa* L.) genotiplerinde verim ve bazı verim unsurlarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	S.D.	F Değeri						
		Bitki Boyu	Dal Sayısı	Kapsül Sayısı	1000 Tohum Ağırlığı	Yağ Oranı	Tohum Verimi	Yağ Verimi
Yıl	1	293.90**	2.65öd	45.47*	4.93öd	131.04**	11.47öd	2365.26**
Hata <sub>1</sub>	2							
Genotip	24	1.43öd	11.76**	5.65**	2.83**	1.85*	18.93**	16.82**
Yıl × Genotip	24	0.73öd	6.03**	5.60**	2.20**	1.40öd	6.44**	6.74**
Hata <sub>2</sub>	96							
Genel	149							
D.K. (%)		18.05	23.80	26.81	11.78	10.02	25.27	28.93

\*, \*\*: İstatistiki olarak sırasıyla %5, %1 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Araştırmanın ilk yılında, genotiplere ait ortalama bitki boyu değeri 93.2 cm, ikinci yılında ise 70.8 cm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4). Bu farklılık ketencik genotiplerinin yıllara bağlı olarak değişen iklim ve çevre faktörlerinden etkilendiğinin bir göstergesidir. Nitekim araştırmanın yapıldığı ilk yıl vejetasyon dönemi boyunca düşen yağış miktarı, ikinci yıla göre daha fazla miktarlarda gerçekleşmiş, bu durum genotiplerin bitki boyunda artışlara sebep olmuştur. Farklı genotip ve ekolojik koşullarda yürütülen bazı çalışmalarda ketencik bitkisine ait belirlenen bitki boyu değerleri 30-60 cm (Francis ve Warwick, 2009), 50.4-77.9 cm (Koncius ve Karcauskiene, 2010), 69.0-97.3 cm (Çoban ve Önder, 2015) ve 116.4-129.7 (Arslan ve ark. 2014) olarak belirlenmiştir. Katar ve Katar (2017) araştırmalarında, ketencik bitkisinde boy özelliğinin iklim koşullarındaki farklılıklardan önemli ölçüde etkilediğini bildirmişlerdir.

Bitkide dal sayısı, özellikle yağ bitkilerinde verimi etkileyen önemli unsurlardan birisidir (Vollman ve Rajcan, 2009). Bu özellik bakımından bitki boyunun aksine yıllar arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz, genotipler arası fark önemli olarak bulunmuştur. Araştırmada iki yıla ait ortalama değerler dikkate alındığında; en fazla dal sayısı 3 (14.7 adet), numaralı genotipten elde edilmiştir (Çizelge 4). Dal sayısı yönünden genotip x çevre interaksyonun önemli olması çevresel faktörlerin genotip üzerine farklı etkide bulunduğunu göstermektedir. Nitekim en fazla dal sayısı çalışmanın ilk yılında 3 ve 15 numaralı (14.8 adet), ikinci yılında ise 3 numaralı (14.6 adet) genotipte belirlenmiş olup, 15 numaralı genotip deneme ortalamasının altında değer almıştır. Bu durum, bitkide dal sayısı bakımından ketencik genotiplerinin değişik çevre koşullarında farklılık gösterebileceğinin bir işaretidir.

**Çizelge 4.** Bitki boyu, bitkide dal sayısı, bitkide kapsül sayısı bakımından yıllara ve genotiplere ait değerler

Genotip	Bitki Boyu (cm)			Dal Sayısı (adet)			Kapsül Sayısı (adet)		
	1. Yıl	2. Yıl	Ort.	1. Yıl	2. Yıl	Ort.	1. Yıl	2. Yıl	Ort.
1	98.2	68.3	83.2	8.0	11.1	9.5 c-f	133.0	137.3	135.1 c-g
2	103.0	80.0	91.5	9.2	12.1	10.6 b-d	131.3	141.1	136.2 c-g
3	95.4	66.6	81.0	14.8	14.6	14.7 a	244.8	145.5	195.1 a
4	90.4	71.6	81.0	13.0	10.0	11.5 b	153.0	141.6	147.3 c-e
5	97.6	70.0	83.8	14.1	12.9	13.5 a	124.6	117.0	120.8 e-g
6	100.1	80.0	90.0	13.6	14.0	13.8 a	227.0	141.0	184.0 ab
7	91.5	65.0	78.2	8.1	11.6	9.8 b-f	150.3	109.3	129.8 c-g
8	87.6	65.0	76.3	7.7	8.5	8.1 f	177.6	91.8	134.7 c-g
9	82.2	81.0	81.6	8.2	10.6	9.4 c-f	169.2	94.0	131.6 c-g
10	90.2	70.0	80.1	8.7	10.7	9.7 b-f	135.4	142.4	138.9 c-g
11	94.8	70.0	82.4	9.4	8.1	8.7 d-f	127.6	122.2	124.9 d-g
12	97.4	75.0	86.2	12.7	8.1	10.4 b-e	178.6	107.5	143.0 c-f
13	94.4	63.3	78.9	10.9	10.4	10.6 b-d	125.2	148.4	136.8 c-g
14	97.6	81.6	89.6	11.9	10.7	11.3 bc	202.0	104.0	153.0 b-e
15	102.0	70.0	86.0	14.8	8.2	11.5 b	153.4	131.0	142.2 c-f
16	99.6	68.3	83.9	10.3	7.6	8.9 d-f	161.0	146.6	153.8 b-d
17	86.9	65.0	75.9	9.7	7.4	8.5 ef	162.5	114.5	138.5 c-g
18	93.1	70.0	81.5	8.6	9.6	9.1 d-f	162.8	108.4	135.6 c-g
19	90.7	66.6	78.7	7.7	10.7	9.2 d-f	152.9	130.2	141.5 c-f
20	94.2	78.3	86.3	11.0	10.0	10.5 b-d	194.0	177.3	185.6 ab
21	85.6	60.0	72.8	7.8	8.9	8.3 f	120.5	131.5	126.0 c-g
22	91.2	70.0	80.6	8.3	8.0	8.1 f	110.0	102.8	106.4 g
23	94.3	73.3	83.8	8.2	9.5	8.9 d-f	133.3	133.7	133.5 c-g
24	89.4	75.0	82.2	10.4	7.0	8.7 d-f	218.5	98.1	158.3 bc
24	82.3	66.7	74.5	8.3	9.4	8.8 d-f	107.5	119.9	113.7 f-g
Ort.	93.2 A	70.8 B	82.0	10.2	10.0	10.1	158.3 A	125.5 B	141.9
A.Ö.F	Yıl: 13.0			Genotip: 1.9			Yıl: 20.9; Genotip: 32.9		
				Yıl × Genotip: 2.8			Yıl × Genotip: 46.6		

A.Ö.F testine göre aynı sütunda yer alan ortalamaları takip eden aynı harfler % 5 düzeyde anlamlı farklılık göstermemektedir

Araştırmada; ortalama bitkide kapsül sayısı birinci yıl 158.3 adet, ikinci yıl ise 125.5 adettir. İki yılın ortalama değerleri dikkate alındığında, bitkide kapsül sayısı 106.4-195.1 adet arasında değişim göstermiştir. Ayrıca, denemenin birinci yılında 3 numaralı (244.8 adet) genotip, ikinci yılında ise 20 numaralı (177.3 adet) genotip en fazla kapsül sayısı değerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4). Ketencikte, bitkide kapsül sayısının 162 adet (Mason, 2009) ve 319.87 adet (Karahoca ve Kırıcı, 2005) olduğu rapor edilmiştir. Bu araştırmada elde edilen bulgular ile diğer çalışmalarda ortaya konan bulgular arasında belirlenen farklılık; yetiştirilen bölgenin iklim ve çevre faktörleri ile kullanılan genotiplere bağlı olarak ortaya çıkan farklılıkla açıklanabilir.

Ketencik bitkisinde, önemli diğer bir verim unsuru 1000 tohum ağırlığıdır (Vollman ve Rajcan, 2009). Bu özelliğin yüksek olması; tohumdan yağın daha etkin bir şekilde çıkarılabilmesi yanında; olumsuz iklim, toprak koşullarında daha hızlı ve güçlü çıkış sağlama açısından önemlidir (Katar ve Katar, 2017). İki yıla ait ortalama değerler dikkate alındığında; en yüksek 1000 tohum ağırlığı değeri, 21 (1.28 g) numaralı genotipten elde edilmiştir. Bu genotipi sırasıyla 7 (1.26 g), 15 (1.25 g), 4 (1.24 g) ve 23 numaralı (1.23 g) genotiplerin takip ettiği tespit edilmiştir (Çizelge 5). Araştırmada, genotip ve genotip x çevre interaksyonu önemli bulunması farklı çevresel koşullara göre değişen 1000 tohum ağırlığı değerinin genotipler arasında oldukça değişkenliğe sebep olabileceğini ortaya koymaktadır (Akk ve Ilumae, 2005). Bu değer ketencikte bin tohum ağırlığını 1.19 g (Mason, 2009), 1.24 g (Katar ve ark. 2012b) ve 1.16 g (Katar ve ark., 2012c)'nin olduğunu belirten bulgular ile benzerlik, 1.45 g (Agegnehu ve Honermeier, 1997) ve 0.44 g (Katar ve ark., 2012 a) olduğunu bildiren bulgular ile farklılık göstermiştir.

Ülkemizde yağ ihtiyacı oldukça kritik bir seviyededir. Yağ açığının azaltılması amacı ile yüksek yağ oranına sahip, verimli yeni ketencik çeşitlerinin üretime alınması ve bunların Türk tarımına kazandırılması büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, yağ oranı yüksek genotiplerin belirlenmesi, bunların ıslah programlarına kaynak materyal olarak aktarılması büyük önem arz etmektedir. Araştırmanın ilk yılında ortalama yağ oranı % 30.1, ikinci yılında ise % 34.7 olarak bulunmuştur. İki yıla ait ortalama yağ oranı değerlerine göre, en yüksek yağ oranı % 34.3 ile 3 ve 24 numaralı ketencik genotiplerinden elde edilirken, en düşük yağ oranı % 30.0 ile 23 numaralı genotipte belirlenmiştir (Çizelge 5). Zubr (1997) ise ketencik bitkisi ile gerçekleştirdiği çalışmada; en yüksek yağ oranını % 42, Zubr ve Matthaus (2002) % 41, Gugel ve Falk (2006) ise % 43 olarak belirlemiştir. Bu değer, araştırmada elde edilen yağ oranına göre oldukça yüksek olup, bunun sebebi üzerinde çalışılan materyalin farklılığından kaynaklanmaktadır.

**Çizelge 5.** Bin tohum ağırlığı ve yağ oranı bakımından yıllara ve genotiplere ait değerler

Genotip	Bin tohum ağırlığı (g)			Yağ oranı (%)		
	1. Yıl	2. Yıl	Ort.	1. Yıl	2. Yıl	Ort.
1	1.24	1.15	1.19 a-f	31.9	34.1	33.0 a-f
2	1.25	1.15	1.20 a-e	29.9	34.6	32.2 a-g
3	1.25	1.18	1.22 a-d	32.7	36.0	34.3 a
4	1.30	1.17	1.24 a-c	31.1	35.6	33.3 a-d
5	1.30	1.13	1.21 a-d	28.4	38.1	33.2 a-e
6	0.96	1.19	1.08 c-f	29.4	34.9	32.1 a-g
7	1.36	1.15	1.26 a	29.9	36.2	33.0 a-f
8	1.04	1.05	1.04 e-f	30.0	35.6	32.7 a-f
9	1.01	1.15	1.08 c-f	29.1	35.8	32.4 a-f
10	1.17	1.15	1.16 a-f	28.6	33.1	30.9 f-g
11	1.02	1.05	1.04 f	28.1	33.8	30.9 f-g
12	1.20	1.20	1.20 a-e	29.0	34.3	31.1 d-g
13	1.29	1.15	1.22 a-d	30.0	33.7	31.8 b-g
14	1.24	1.07	1.16 a-f	29.3	34.2	31.7 b-g
15	1.39	1.10	1.25 ab	30.3	36.1	33.1 a-f

Genotip	Bin tohum ağırlığı (g)			Yağ oranı (%)		
	1. Yıl	2. Yıl	Ort.	1. Yıl	2. Yıl	Ort.
16	1.15	1.08	1.12 a-f	28.3	35.1	31.7 b-g
17	1.07	1.01	1.04 e-f	31.4	34.9	33.1a-f
18	1.00	1.12	1.06 d-f	28.1	34.5	31.3 c-g
19	1.09	1.19	1.14 a-f	30.6	33.2	31.9 b-g
20	1.07	1.21	1.14 a-f	28.5	34.3	31.3 c-g
21	1.40	1.16	1.28 a	32.3	34.6	33.5 a-c
22	1.11	1.07	1.09 b-f	30.1	34.5	32.3 a-g
23	1.32	1.14	1.23 a-c	29.9	30.1	30.0 g
24	1.29	1.14	1.22 a-d	32.2	36.3	34.3 a
25	1.26	1.11	1.18 a-f	32.5	35.2	33.8 ab
Ort.	1.19	1.13	1.16	30.1B	34.7 A	32.4
A.Ö.F	Genotip: 0.17 Yıl x Genotip: 0.24			Yıl : 4.1 Genotip: 2.3		

A.Ö.F testine göre aynı sütunda yer alan ortalamaları takip eden aynı harfler % 5 düzeyde anlamlı farklılık göstermemektedir

Yağ bitkilerinin üretiminde temel hedef tohum ve yağ verimini arttırmaktır. Ketencik bitkisinde yağ verimini etkileyen önemli iki faktör tohum verimi ve yağ oranıdır (Katar ve ark. 2012a). Yağ verimi, ağırlıklı olarak tohum verimine bağlı olarak değişim göstermektedir. Denemenin yürütüldüğü şartlarda özellikle üzerinde çalışılan genotiplerin hasat dönemine doğru yatması tane verimi üzerine olumsuz etkide bulunmuştur. Araştırmada, tohum verimi bakımından yıllara ait farklılık istatistiki olarak önemli bulunmazken, yağ verimi bakımından belirlenen fark anlamlı bulunmuş olup, ilk yıl ortalama yağ verimi 23.6 kg/da, ikinci yılı ise 29.7 kg/da olarak tespit edilmiştir. Her iki özellik bakımından genotip ve yıl x genotip intreaksiyonu istatistiki olarak önemlidir. Buna göre; genotiplere ait ortalama değerler dikkate alındığında, birinci yıl en yüksek ortalama tohum (106.7 kg/da) ve yağ verimi (34.9 kg/da) 3 numaralı genotipten elde edilmiştir. 6 numaralı genotip ise çalışmanın ikinci yılında 119.7 kg/da tohum ve 41.7 kg/da yağ verimi ile ilk sırada yer alan genotip olmuştur (Çizelge 6). Çalışma sonuçları ile benzerlik gösteren bir araştırmada tohum ve yağ veriminin büyük oranda çevresel koşulların etkisi altında kaldığını, genotiplerin performanslarının değişen çevre koşullarına göre farklılık gösterdiği bildirilmektedir (Seehuber, 1984). Ayrıca Koncius ve Karcauskiene (2010) çalışmalarında, yerlere ve yıllara bağlı olarak değişen iklim koşullarının verim üzerine büyük bir etkiye sahip olduğunu vurgulamaktadır.

Putnamve ark. (1993) çalışmalarında ketencik bitkisinde genetik varyasyonun yüksek olduğunu, Seehuber (1984) bitkideki yağ oranının diğer bazı yağ bitkilerinin aksine tohum verimi ile beraber artırabileceğini ifade etmektedir. Belirtilen bu durumlar özellikle bitki ıslah çalışmalarında önemli unsurlardır.

Ülkemizde ketencik gibi farklı yağ bitkilerinin üretime alınması, bitki ile ilgili ıslah programlarının başlatılması, mevcut genetik varyasyondan faydalanılma yanında melezleme ile varyasyonun artırılması gerekmektedir. Bu doğrultuda ıslah hedeflerine uygun genotiplerin seçimi ve kullanılması çalışmalarda başarı şansını arttırabilecektir. Bu

bilgilerin ışığı altında; yağ oranı, tohum ve yağ verimleri bakımından 3, 4, 5, 6, 15, 17 ve 24 numaralı genotiplerin ümitvar oldukları ve ıslah çalışmalarında genitör olarak kullanılacakları belirlenmiştir.

**Çizelge 6.** Tohum verimi ve yağ verimi bakımından yıllara ve genotiplere ait değerler

Genotip	Tohum Verimi (kg/da)			Yağ Verimi (kg/da)		
	1. Yıl	2. Yıl	Ort.	1. Yıl	2. Yıl	Ort.
1	61.0	47.7	54.3 ii	19.6	16.2	17.9 ij
2	53.6	81.9	67.7 gı	16.0	28.2	22.1ii
3	106.7	98.1	102.4 a	34.9	35.3	35.1a
4	98.9	100.7	99.8 a-c	30.9	35.8	33.4 ab
5	68.7	89.4	79.0 fg	19.5	34.0	26.7d-ı
6	83.9	119.7	101.8 ab	24.6	41.7	33.2 ab
7	83.2	93.4	88.3 a-f	24.9	33.6	29.2 b-f
8	78.8	90.0	84.4 d-f	23.6	32.0	27.8 c-g
9	51.8	52.2	52.0 i	15.0	18.5	16.8j
10	82.0	85.0	83.5 d-f	23.3	28.2	25.7f-ı
11	85.2	69.1	77.0 fg	24.0	23.4	23.7g-ı
12	98.3	70.3	84.3 d-f	27.7	24.0	25.9f-ı
13	71.5	97.0	84.2 d-f	21.4	32.7	27.0 d-ı
14	81.6	100.4	91.0 a-f	23.8	34.2	29.0 b-f
15	98.9	89.0	93.9 a-e	29.9	32.1	31.0 a-e
16	70.8	109.6	90.2 a-f	20.1	38.6	29.3 b-f
17	74.5	113.9	94.2 a-e	23.2	39.8	31.5 a-d
18	87.6	88.6	88.1 b-f	24.6	30.6	27.6 c-h
19	78.8	86.9	82.9 ef	24.1	28.9	26.5 d-ı
20	90.0	115.0	102.5a	25.6	39.5	32.6 a-c
21	58.5	76.2	67.4 gı	18.7	24.4	22.6 h-ı
22	52.3	43.4	47.8 i	15.4	15.0	15.2 j
23	98.2	74.5	86.3 c-f	29.5	22.5	26.0 e-ı
24	102.4	92.9	97.6 a-d	32.9	33.7	33.3ab
25	54.8	45.8	50.3ıi	17.7	16.2	16.9j
Ort.	78.9	85.2	82.1	23.6 B	29.7 A	26.7
A.Ö.F	Genotip: 14.2 Yıl x Genotip: 20.1			Yıl: 1.2;Genotip: 5.1 Yıl x Genotip: 7.2		

A.Ö.F testine göre aynı sütunda yer alan ortalamaları takip eden aynı harfler % 5 düzeyde anlamlı farklılık göstermemektedir

## Kaynaklar

- Agegehehu, M.,B. Honermeier. 1997. Effects of Seeding Rates and Nitrogen Fertilization on Seed Yield, Seed Quality and Yield Components of False Flax (*Camelina sativa* Crtz.). Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment, 48(1):5-21.
- Akk, E.,E. Ilumäe. 2005. Possibilities of Growing *Camelina sativa* in Ecological Cultivation. www.eria.ee/public/files/camelina-envirfood.pdf, (erişim 10.04.2014, 15.30).
- Angelini, L., E. Moscheni. 1998. Camelina (*Camelina sativa* [L.] Crantz). In Oleaginose Non Alimentari, pp. 82–85. Ed. G. Mosca. Bologna: Edagricole. 62 pp.
- Arslan, Y., İ. Subaşı, D. Katar, R. Kodaş ve H. Keyvanoğlu.2014. Farklı Azot ve Fosfor Dozlarının Ketencik Bitkisi (*Camelina sativa* (L.) Crantz)'nin Bazı Bitkisel Özellikleri Üzerine Olan Etkisinin Belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilim Dergisi. 29(3):231-239.
- Budin, J.T, W.M. Brene and D.H. Putnam. 1995. Some Compositional Properties of Camelina (*Camelina sativa* L. Crantz) Seeds and Oils. Journal of the American Oil Chemists' Society Volume 72. Number 3:309-315pp.
- Çoban F., M. Önder. (2015). Ekim Sıklıklarının Ketencik [*Camelina sativa* (L.) Crantz] Bitkisinde Önemli Agronomik Özellikler Üzerine Etkileri. Selçuk Tar Bilimleri Dergisi. 1(2): 50-55.
- Fogelfors, H. 1984. Useful weeds.Part 5. Lantmannen (Sweden) 105:28.
- Francis, A.,S.I. Warwick. 2009. The Biology of Canadian Weeds. 142. *Camelina alyssum* (Mill.) Thell. Can.J. Plant Sci. 89:791–810.
- Gugel, R.K., K.C. Falk. 2006.Agronomic and Seed Quality Evaluation of *Camelina sativa* in Western Canada. Canadian Journal of Plant Science. 86:1047-1058
- Guy, S. O.,D.J. Wysocki,W.F. Schillinger, T.G.Chastain, R.S. Karow, K. Garland–Campbell and I.C. Burke. 2014.Camelina: Adaptation and Performance of Genotypes. Field Crops Research. 155:224–232.
- Katar, D.,Y. Arslan ve İ. Subaşı. 2012a. Ankara Ekolojik Şartlarında Farklı Ekim Zamanlarının Ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz) bitkisinin verim ve verim unsurları üzerine etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.43(1):1-5.
- Katar, D.,Y. Arslan ve İ. Subaşı. 2012b. Kışlık Farklı Ekim Zamanlarının Ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz) Bitkisinin Verim ve Verim Öğelerine Etkisi. GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 29(1):105-112.
- Katar, D.,Y. Arslan ve İ. Subaşı. 2012c. Genotypic Variations on Yield: Yield Components and Oil Quality in Some Camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz) Genotypes. Turkish Journal of Field Crops. 17(2):105-110.
- Katar, D. 2013. Determination of Efficiency of Yield Components on Oil Yield per Plant in Safflower Breeding by Different Statistical Methods. Global Journal of Science Frontier Research Agriculture and Veterinary. 13(8):11-20
- Katar, D., N. Katar.2017. Farklı Sıra Aralıklarında Uygulanan Ekim Normlarının Ketenciğin (*Camelina sativa* (L.) Crantz) Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 34(1): 76-85
- Karahoca, A.,S. Kırıcı. 2005. Çukurova Koşullarında Ketencik (*Camelina sativa* L.)'de Farklı Azot ve Fosfor Gübrelemesinin Tohum Verimi ve Yağ Oranına Etkileri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 20(2):47-55.
- Kurt, O., F. Seyis. 2008. Alternatif Yağ Bitkisi: Ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz). OMU. Zir. Fak. Dergisi. 2008. 23(2):116-120.



- Koncius, D., D.Karcauskiene. 2010. The Effect of Nitrogen Fertilizers: Sowing Time and Seed Rate on the Productivity of *Camelina sativa*. Agriculture. 97:37-46
- Mason, H. 2009. Yield and Yield Component Responses to Camelina Seeding Rate and Genotype. <http://ag.montana.edu/nwarc/research/CroppingSystems/Camelina/09CSeedingRateGenotype.pdf> [Erişim:18 Eylül 2016 ]
- McVay, K.A., Q.A. Kahn. 2011. Camelina Yield Response to Different Plant Populations Under Dryland Conditions. Agronomy Journal. 103: 1265–1269
- Putnam, D.H., J.T. Budin, L.A. Field and W.M. Breene. 1993. Camelina: A promising low-Input Oilseed. In J. Janick and J.E. Simon (Eds.): New crops. New York. Pp.314- 322.
- Ryant, P., 2003. Nutrition and Fertilization of Alternative Oil Plants For Non-Food Purposes. Zemedelska. 1:32-38.
- Seehuber, R. 1984. Genotypic variation for Yield – and Quality – Traits in Poppy and False Flax. Fette, Seifen, Anstrichmittel. 86:177-180.
- Schillinger, W.F., D.J. Wysocki, T.G. Chastain, S.O. Guy and R.S. Karow. 2012. Camelina: Planting Date and Method Effects on stand establishment and seed yield. FieldCropRes. 130: 138–144.
- Vollmann, J., I. Rajcan. 2009. Oil crop breeding and Genetics, In Handbook of Plant Breeding, Vol. 4. Oil Crops, Vollmann and Rajcan J. (eds), Springer Verlag, Dordrecht, Heidelberg London, New York. pp 1-30.
- Wysocki, D.J., T.G. Chastain, W.F. Schillinger, S.O. Guy and R.S. Karow. 2013. Camelina: Seed Yield Response to Applied Nitrogen and Sulfur. FieldCropRes. 145:60–66.
- Zubr, J. 1997. Oil-Seed Crop: *Camelina sativa*. Industrial Crops and Products 6. p: 113- 119.
- Zubr, J., B. Matthaus. 2002. Effects of Growth Conditions on Fatty Acids and Tocopherols in *Camelina sativa* oil. Ind Crops Prod 15:155-162.





## Narın Hasat Sonrası Hastalıklarına Sisleme Şeklinde Bazı Dezenfektanların ve Fumispore OPP Uygulamalarının Etkisi

Kadir İLHAN<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Görükle Kampüsü, Bursa, Türkiye  
\*e-posta: kadirilhan@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 10.11.2017; Kabul Tarihi: 28.11.2017

**Öz:** Bu çalışmada, sisleme şeklinde bazı dezenfektanların ve Fumispore OPP uygulamasının “Hicaznar” nar çeşidi meyvelerin hasat sonrası hastalıklarına karşı etkisi araştırılmıştır. Dezenfektan olarak klor dioksit ( $\text{ClO}_2$ ), sodyum hipoklorit ( $\text{NaOCl}$ ) ve perasetik asit (PAA)’in 1000, 1500 ve 2000  $\mu\text{L L}^{-1}$  dozları kullanılmıştır. Uygulamalar 16m<sup>3</sup> büyüklüğünde kapalı bir kabinde nar meyvelerine oda sıcaklığında uygulanmıştır. Dezenfektan uygulamaları kabin içinde sisleme şeklinde 30 dk süre ile uygulanmış, kabinin kapısı açılmadan 30 dk ilave süre boyunca da meyveler kabinde bekletilmişlerdir. Fumispore OPP uygulaması da aynı kabinde yapılmış ve meyveler kabinde 15 saat süre ile bekletilmişlerdir. Tüm uygulama yapılan meyveler uygulamaların hemen sonunda bekletilmeden ticari modifiye atmosfer paketler içerisine alınmışlar ve 6°C’de %90-95 oransal nemde, 60 ve 100 gün süre ile muhafaza edilmişlerdir. Birbirini tekrar eden iki nar sezonu içerisinde denemeler yürütülmüştür. Her iki denemenin 60 gün yapılan muhafazalarında  $\text{ClO}_2$  ve PAA 2000  $\mu\text{L L}^{-1}$ ,  $\text{NaOCl}$  1500 ve 2000  $\mu\text{L L}^{-1}$  dozlarında, 100 gün yapılan muhafazalarında ise PAA ve  $\text{NaOCl}$  2000  $\mu\text{L L}^{-1}$  dozlarında, kontrol uygulamalarına göre önemli düzeyde meyve çürümesini azaltmışlardır. Fumispore OPP uygulaması ise kontrol uygulamalarına göre önemli düzeyde meyve çürümesinde farklılık oluşturmamıştır. Genel olarak dezenfektanların tüm dozlarının ve Fumispore OPP uygulamasının meyve kaliksi içinde ve uygulama kabininin havasında bulunan mikroorganizma popülasyonunu kontrol uygulamalarına göre önemli düzeyde azalttığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Dezenfektan, nar, mikrobiyal popülasyon, OPP.

### The Effect of Some Disinfectants and Fumispore OPP Treatments Applied As Fogging Against Postharvest Diseases of Pomegranate

**Abstract:** In this study, the effect of some disinfectants and Fumispore OPP applies as fogging was investigated. Chlorine dioxide ( $\text{ClO}_2$ ), sodium hypochlorite ( $\text{NaOCl}$ ), and peracetic acid (PAA) were used at a dose of 1000, 1500 and 2000  $\mu\text{L L}^{-1}$ . Fruit were treated in chamber at 16 m<sup>3</sup> and at room temperature. Fruits were fogged in closed chamber for 30 min and then kept in room for extra 30 min without fogging. Fumispore were similarly treated in the same chamber and kept in the room for 15 h.

Treated fruit were immediately placed in MAP and stored at 6°C, 90-95 % humidity for 60 and 100 days. The experiments were repeated in two consecutive years. In both experiments, ClO<sub>2</sub> and PAA at a dose of 2000 µL L<sup>-1</sup> and NaOCl at doses of 1500 and 2000 µL L<sup>-1</sup> reduced the decay significantly after 60 days of storage as compared to control treatment. Similarly, PAA and NaOCl at a dose of 2000 µL L<sup>-1</sup> reduced the decay significantly after 100 days of storage. Fumispore OPP showed failure in reducing the decay incidence. In general, all doses of disinfectants and Fumispore OPP significantly reduced microbial population inside calyx and chamber air compared to control.

**Keywords:** Disinfectant, microbial population, OPP, pomegranate.

## Giriş

Ülkemizde ve dünyada son yıllarda nar yetiştiriciliği çok hızlı bir şekilde artmaktadır. Hasat edilen narın miktarındaki artışa bağlı olarak meyvelerinin muhafazası da aynı oranda önem kazanmıştır.

Nar (*Punica granatum* L.) Akdeniz ülkeleri başta olmak üzere dünyanın tropik ve subtropik pek çok bölgesinde yetiştirilmektedir (Nanda ve ark. 2001). Türkiye’de önemli nar üreticisi ve ihracatçısı ülkelerden biridir. Resmi verilere göre 2016 yılında Türkiye’deki nar üretimi 465200 tondur (Bügem 2016). Bu üretimin 179920 tonu ihraç edilmektedir (Aibgs 2016). Nar üretiminin hızla artması doğru muhafazanın yapılmasını, iç piyasada ve ihracatta pazarın beklentilerinin karşılanmasını çok daha önemli hale getirmiştir (Nanda ve ark. 2001).

Narın muhafazasını kısıtlayan en önemli faktörlerden biri de hasat sonrası dönemde ortaya çıkan hastalıklardır. Bunlardan *Botrytis cinerea*, *Aspergillus niger*, *Penicillium* spp., *Alternaria* spp., *Nematospora* spp., *Coniella granati* ve *Pestalotiopsis versicolor* tüm dünya üzerinde narda önemli hasat sonrası kayıpları oluşturan patojenlerdir (Wilson ve Ogawa 1979; Snowdon 1990). Bunların içinde özellikle *B. cinerea* meyve yüzeyindeki yaralı bölgelerden enfeksiyon yapması dışında, çiçek döneminde kalıksdaki stamen ve pistilleri de enfekte edebilmektedir. Etmen çiçek döneminde latent enfeksiyona da sebep olmakta, bu enfeksiyonda nar meyvesinde taç çürüklüğü şeklinde görülebilmektedir.

Yurtdışında narın hasat sonrası hastalıkları ile savaşımında hasattan sonra daldırma şeklinde fungusit uygulamaları yapılmaktadır (Tedford ve ark. 2005). Ancak fungusitlerin insan, hayvan, doğal yaşam ve çevreye olumsuz etkileri nedeni ile kamuoyunda bunların kullanımına karşı ciddi endişeler oluşmuştur (Leroux 2007). Bu sebeple hasat sonu hastalıklarının engellenmesinde kullanılabilir yeni teknolojilerin geliştirilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir.

Sodyum hipoklorit, klor dioksit ve perasetik asit pek çok sebze ve meyvenin yıkama sularına katılarak yaygın şekilde dezenfektan olarak kullanılmaktadırlar (Mermelstein 1998; Zoffoli ve ark. 1999; Delaqualis ve ark. 2004; Allende ve ark. 2008). Ancak, bu dezenfektanlar ile yıkanan bazı ürünlerin uzun süre muhafaza yapılmadan önce kurutulmak zorunda olmaları, dezenfektanların yıkama veya daldırma şeklinde uygulanmalarını engellemektedir. Nar meyvesinin de kaliksi içinde bulunan stamen ve pistiller yıkama veya daldırma uygulamaları ile ıslanmakta ve patojen enfeksiyonlarına karşı hassas hale gelmektedir. Meyvenin kurutulması için zaman ve/veya özel kurutucu ekipmanlara ihtiyaç duyulacağından ticari anlamda yıkama veya daldırma şeklinde dezenfektan uygulamaları yapılmamaktadır.

Dezenfektanların sisleme şeklinde uygulanması, sis oluşturan taneciklerin çaplarının 1-10 mikron gibi çok küçük olması sebebi ile meyvenin ıslanmasını minimize etmektedir. Karabulut ve ark. (2009) incirde sisleme şeklinde klor dioksit, Vardar ve ark. (2012) çilekte sodyum hipoklorit, klor dioksit, etanol, hidrojen peroksit ve sitrik asit uygulamış ve meyve çürümesini azaltmışlardır. Bunun yanında Van de Velde ve ark. (2016) çilekte perasetik asiti sisleme şeklinde uygulamışlar ve log 2 düzeyinde meyve üzerindeki mikroorganizma popülasyonunun azaldığını bildirmişlerdir.

Ortofenilfenol (OPP) ilk olarak çeşitli meyvelerdeki çürümenin azaltılması amacı ile kağıtlara emdirilerek uçucu bir fungusit olarak kullanılmıştır (Tomkins 1937). Daha sonraları ürünlerde oluşturduğu fitotoksisitenin azaltılması için asetat ve izobütirat ester ile olan OPP formları geliştirilmiştir. Bunların kağıtlara emdirilerek turunçgil ve domateste kullanılması ile fitotoksisite olmaksızın meyve çürümesi azalmıştır (Tomkins 1963). Ayrıca OPP'nin ester formlarının üzümde *B. cinerea*'yı, şeftalide *Monilinia fructicola*'yı etkili şekilde kontrol ettiği bildirilmiştir (Scott ve Roberts 1965; Scott ve ark. 1966). Ancak OPP'nin gaz fazı uygulamaları fitotoksisite problemleri nedeni ile göz ardı edilmiş ve pek çok üründe sulu uygulamaları yaygınlaşmıştır. Meyvelerin daldırması, yüzdürülmesi ve yıkanması şeklinde uygulamalarda yaygın olarak OPP'nin sodyumlu formu olan sodium o-phenylphenate kullanılmaktadır. Fitotoksisitenin ortadan kaldırılması için pH'nin yüksek tutulması gerekmektedir (Eckert ve Sommer 1967). OPP'nin sulu uygulamaları ile turunçgiller, elma, armut, şeftali, patates gibi pek çok ürünün hasat sonrası hastalıkları etkili şekilde engellenmiştir (Pierson 1960; Smith ve Redit 1962; Martin 1964; Holmes ve Eckert 1999).

Sonraki yıllarda Xeda firması termal sisleme cihazı vasıtası ile OPP uygulaması yapılan formülasyonlar geliştirmiştir. Ancak bu uygulamanın yapılması için mutlaka termal sisleme cihazına ve cihazı kullanan bir operatöre ihtiyaç duyulmaktadır. Son yıllarda ise OPP'nin Fumispore OPP (LCB, La Salle, Fransa) isimli preparatı geliştirilmiştir. Bu yeni preparatın aktive edildiğinde oluşturduğu fumigant duman ile hem havadaki hem de yüzeylerdeki mikroorganizma yoğunluğunu azalttığı bildirilmiştir (Tekin ve ark. 2013).

Bu çalışmanın amacı narda görülen hasat sonu hastalıklarına karşı sisleme şeklinde kullanılan bazı dezenfektanların ve Fumispore OPP'nin etkisini belirlemektir.

## **Materyal ve Yöntem**

### **Meyve Materyali**

Çalışma 2 yıl art arda olmak üzere, her yıl bir kez tekrarlanmıştır. Her iki deneme de meyveler Finike/Antalya bölgesindeki aynı bahçeden temin edilmişlerdir. Çalışma 'Hicaznar' nar çeşidinde yapılmıştır. Her iki denemede de aynı uygulamalar yapılmıştır. Hasattan hemen sonra meyveler hızla soğutmasız araçlara yüklenmişler 12 saat sonrada uygulamanın yapılacağı birime getirilmişler ve uygulamaya alınıncaya kadar 20°C'de bekletilmişlerdir. Meyvelerin çürük, ezik, yaralı ve bereli olanları ayrılarak sağlam meyveler kendi içlerinde rastgele seçilerek denemeler sürdürülmüştür.

## Nar Meyvelerine Sisleme Şeklinde Dezenfektanların Uygulanması ve Fumispore OPP Uygulaması

Dezenfektan ve OPP uygulamaları için 5 kg nar meyvesi 30 x 40 x 17 cm (en x boy x yükseklik) boyutlarındaki tüm yüzeylerinden hava akımı için açıklıkları bulunan siyah plastik kasalara konulmuştur. Meyve dolu kasalar uygulama kabini yan yana konulmuş, altlarına aynı ölçülerde boş bir kasa konularak dezenfektan ve OPP uygulamalarının kasanın alt kısmından da etki etmesi amaçlanmıştır. Dezenfektan uygulamaları Vardar ve ark. (2012)'nin kullandıkları yöntemine uygun olarak yapılmıştır. Uygulamalar 16m<sup>3</sup> hacmindeki kapalı bir kabinde yapılmıştır. Dezenfektan olarak klordioksit (%10 etken madde, Amgal Chemicals, Ness-Ziyona, İsrail), sodyum hipoklorit (%50 etken madde, Yılmaz Kimya, İstanbul, Türkiye) ve perasetik asitin (%15 aktif madde, HYG305, Duraner, Bursa, Türkiye) 1000, 1500 ve 2000 µL L<sup>-1</sup> dozları kullanılmıştır. Her bir dezenfektan dozunun 1,5 litresi, 30 dakika içerisinde 1,2 µm tanecik çapında sisleme yapabilen ultrasonik bir aerosol jeneratör (Green Clouds Ltd., Savyon, İsrail) tarafından içerisinde nar meyvelerinin bulunduğu kabine oda sıcaklığında uygulanmıştır. Sisleme uygulaması bittikten sonra kabinin kapısı açılmadan ilave 30 dk süre daha beklenmiştir. Tüm uygulama ve bekleme süresi boyunca kabin içerisinde hava sirkülasyonunu sağlamak için 40cm çapında sağa ve sola toplam 120 derece dönebilen ve 0,24 ms<sup>-1</sup> hava hızına sahip bir vantilatör çalıştırılmıştır. Toplam 60 dakika sonra kabinin kapısı açılmış, meyveler dışarı çıkarılmıştır.

OPP uygulaması için dezenfektan uygulamalarının yapıldığı aynı kabinde Fumispore OPP (%20 ortafenilfenol, 18g preperat, LCB, La Salle, Fransa) preparatı kullanılmıştır. Üretici firmanın belirttiği bilgiler doğrultusunda, kabin içinde preparatın orta kısmındaki fitili yakılarak hızla kabin dışına çıkılmış ve kabinin kapısı kapatılmıştır. Kabin 15 saat sonra kapısı açılarak havalandırılmış ve meyveler çıkarılmıştır. OPP uygulaması sırasında dezenfektan uygulamalarında hava sirkülasyonunu sağlamak için kabinde bulunan fan üretici firmanın etiketinde bu şekilde bir tavsiyesi olmadığından çalıştırılmamıştır. Kabinden hem dezenfektan hem de OPP uygulaması sonrasında çıkarılan meyveler hızla içerisine 5 kg ürün alabilen ve nar için ticari olarak kullanılan modifiye atmosfer paketler (Trendlife®, Deka Plastik, İstanbul) içerisine konarak, 60 ve 100 gün süre ile 6°C'de, %90-95 oransal nemde muhafaza edilmişlerdir (Onur ve ark. 1992; Karaçalı 2009). Her iki muhafaza süresi sonunda (60 ve 100 gün) meyvelerdeki çürük meyve yüzdesi ve fitotoksisite belirlenmiştir. Denemede her kasa bir tekerrür olmak üzere her bir uygulama üç tekerrürlü olarak tekrar edilmiştir. Elde edilen veriler tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur. Uygulamalar arası farklılıkların belirlenmesi amacı ile LSD Testi (P≤0.05) uygulanmıştır. Çalışmada, sadece su sislenen meyveler pozitif kontrol (K(+)), dezenfektan veya su sislemesi yapılmayan meyvelerde negatif kontrol (K(-)) olarak değerlendirilmişlerdir. Her iki kontrol uygulamasındaki meyvelerde modifiye atmosfer paketler içerisinde dezenfektan ve OPP uygulamalarının yapıldığı meyveler ile aynı şartlarda ve ortamda muhafaza edilmişlerdir.

Her uygulamadan sonra uygulama kabinin kapısı 30 dakika süre ile açık bırakılmıştır. Ayrıca kabin içindeki vantilatör kabin dışına çıkarılarak çalıştırılmış ve açık olan kabin kapısından kabin içine doğru hava akımı oluşturulmuştur. Böylece dışarıdaki havanın hızlı şekilde kabin içine girişi sağlanmış ve uygulama kabini içindeki tüm yüzeylerde ıslaklık kalmamıştır. Otuz dakika sonra yeni uygulamaya geçilmiştir.

## **Sisleme Şeklinde Dezenfektan Uygulamaları ve Fumispore OPP Uygulamasının Meyvedeki ve Uygulama Kabininin Havasında Bulunan Mikrobiyal Yük Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi**

Sisleme şeklinde dezenfektan uygulamaları ve Fumispore OPP uygulamasının nar meyvesindeki mikroorganizmalar üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacı ile nar meyvelerinde yoğun olarak çürümenin başladığı yer olan kaliks bölgesi incelenmiştir. Nar meyvesinin soğuk havada depolanması sırasında kaliks bölgesinde bulunan pistiller üzerinde yoğun fungal gelişim görülmektedir. Pistillerde gelişen fungal mikroorganizmaların bazı meyvelerde kaliks bölgesinden başlayan çürümelere neden olduğu bilinmektedir. Bu nedenle dezenfektan uygulamaları ve Fumispore OPP uygulaması yapıldıktan hemen sonra her kasadan tesadüfen 1 adet meyve seçilmiş ve steril polietilen paketlerin içine konarak hızla laboratuvara getirilmiştir. Burada steril kabin içerisinde meyvelerin kaliks bölgesi içine 1 ml steril saf su eklenerek 20 saniye süresince seri pipetleme yapılmıştır.

Toplam mikroorganizma yükünün belirlenmesi için Patates Dekstroz Agar (PDA), toplam maya ve fungal populasyonun belirlenmesinde  $100 \text{ mgL}^{-1}$  streptomycin sülfat (Merck, Almanya) içeren PDA ve bakteriyel populasyonun belirlenmesinde  $200 \text{ mgL}^{-1}$  cycloheximide (Actidione, Sigma-Aldric, ABD) içeren Tryptic Soy Agar (TSA) kullanılmıştır. Yukarıda belirtildiği üzere meyve kaliksinde pipetleme yapıldıktan sonra buradan alınan  $100 \mu\text{l}$  örnek, içinde  $900 \mu\text{l}$  steril fizyolojik tuzlu su ( $0.85 \text{ NaCl}$ ) bulunan steril eppendorf tüplere karıştırılmış ve aynı şekilde seri desimal (10 kat) seyreltmeler yapılmıştır. Her seyreltmeden ilgili petri kaplarına  $100 \mu\text{l}$  örnek alınmış ve besi ortamı üzerinde dağılması sağlanmıştır. Daha sonra petri kapları  $24^\circ\text{C}$ 'de bakteri ve maya gelişimi için 2-3 gün, fungus gelişimi için 3-5 gün inkube edilip, gelişen koloniler sayılarak, meyve kaliksinde bulunan mikroorganizma yükü tespit edilmiştir. Her meyve bir tekerrür kabul edilmiş ve tekerrürde ilgili mikroorganizma grubu için 5 petri kabı kullanılmıştır. Elde edilen verilere tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur. Uygulamalar arası farklılıkların belirlenmesi amacı ile LSD Testi ( $P \leq 0.05$ ) uygulanmıştır. Veri analizden önce değerlere karekök transformasyonu uygulanmıştır. Kaliks içinde bulunan mikroorganizma sayıları mililitre başına koloni oluşturan birim (cfu) olarak tanımlanmıştır.

Uygulama kabini içerisindeki havada bulunan mikroorganizma sayısı üzerine sisleme şeklinde dezenfektan uygulamalarının ve Fumispore OPP uygulamasının etkisi belirlenmiştir. Bu amaçla dezenfektan uygulamalarının ve Fumispore OPP uygulamasının son 10 dakikasında steril petri kaplarının ağzı kabin içinde açılarak, meyve kasalarının yanına konulan boş kasaların üzerlerine bırakılmışlardır. Süre sonunda uygulama kabininin kapısı açılıp meyveler dışarı çıkarılmadan kabin içinde petri kaplarının kapakları kapatılmıştır. Daha sonra petri kapları yukarıda açıklanan şekilde inkubasyona bırakılarak, mikroorganizma sayımları yapılmıştır. Uygulama kabini havasında bulunan mikroorganizma sayısı petri başına koloni oluşturan birim olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada, sadece su sislenerek kabin içinde bulunan havadaki mikroorganizma yoğunluğunun belirlendiği petri kapları pozitif kontrol (K(+)), dezenfektan veya su sislemesi yapılmadan kabin içinde bulunan havadaki mikroorganizma yoğunluğunun belirlendiği petri kapları negatif kontrol (K(-)) olarak değerlendirilmişlerdir.

## Araştırma Bulguları ve Tartışma

### Nar Meyvelerinin Çürümesi Üzerine Sisleme Şeklinde Dezenfektan Uygulamalarının ve Fumispore OPP Uygulamasının Etkisi

Bu çalışma ile narın hasat sonrası hastalıklarına karşı dezenfektanların ( $\text{ClO}_2$ ,  $\text{NaOCl}$  ve PAA) sisleme şeklinde kullanılması ile meyve çürümesinin azaltılabileceği belirlenmiştir. Yapılan her iki denemede de nar meyveleri 60 ve 100 gün süre ile  $6^\circ\text{C}$ 'de, %90-95 oransal nemde muhafaza edilmişlerdir. Her iki denemede ortaya çıkan meyve çürümelerine ait sonuçlar Çizelge 1.'de verilmiştir. Her iki denemede de 60 günlük muhafaza süresi sonunda belirlenen meyve çürümesi tüm dezenfektanların  $1000 \mu\text{LL}^{-1}$  dozundaki uygulamaları ile K(-) uygulaması arasında istatistik anlamda bir farklılık göstermemiştir. Her bir dezenfektanın dozları arasındaki meyve çürümesi açısından ortaya çıkan farklılık incelendiğinde,  $\text{ClO}_2$ 'in dozları arasında önemli düzeyde farklılık görülmemiş, ancak  $\text{NaOCl}$ 'nin  $1000 \mu\text{LL}^{-1}$  dozu ile  $2000 \mu\text{LL}^{-1}$  dozu arasında önemli düzeyde farklılık belirlenmiştir. Tüm dezenfektanların meyve çürümesini en etkili şekilde azaltan  $2000 \mu\text{LL}^{-1}$  dozlarının, birbirleri arasında önemli düzeyde istatistik farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Tüm dezenfektanların 1500 ve  $2000 \mu\text{LL}^{-1}$  dozları, K(+) uygulamasına göre meyve çürümesini önemli düzeyde engellemiştir. Ancak, Fumispore OPP uygulamasında meyve çürümesinin engellenmesi kontrol uygulamalarından farklılık göstermemiştir.

Her iki denemede de 100 günlük muhafaza süresi sonunda görülen meyve çürümesi sonuçları incelendiğinde, 1. denemedeki  $\text{NaOCl}$  uygulamasının  $1500 \mu\text{LL}^{-1}$  uygulaması dışındaki tüm dezenfektanların  $1000$  ve  $1500\mu\text{LL}^{-1}$  dozlarında, K(-) uygulamasından istatistik anlamda farklı bir meyve çürümesi belirlenmemiştir. Her bir dezenfektanın dozları arasında meyve çürümesi açısından ortaya çıkan farklılık incelendiğinde, tüm dezenfektanların  $1000 \mu\text{LL}^{-1}$  ve  $2000 \mu\text{LL}^{-1}$  dozları arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuştur. Tüm dezenfektanların meyve çürümesini en etkili şekilde azaltan  $2000 \mu\text{LL}^{-1}$  dozlarının, 2. deneme  $\text{ClO}_2$  uygulaması dışında, birbirleri arasında önemli düzeyde istatistik farklılık göstermediği belirlenmiştir. Her iki denemede de  $\text{NaOCl}$  ve PAA'nın  $2000 \mu\text{LL}^{-1}$  dozları meyve çürümesini K(-) uygulamasına göre önemli düzeyde engellemiştir. Fumispore OPP uygulamasında görülen meyve çürümesi ise K(-) uygulamasına göre farklılık göstermemiştir.



**Çizelge 1.** Sisleme şeklinde dezenfektan uygulamaları ve Fumispore OPP uygulaması yapılan nar meyvelerinin 60 ve 100 gün süre ile 6°C’de muhafaza edilmesi sonucunda görülen meyve çürüme yüzdeleri

Uygulamalar	Çürük meyve (%)			
	1.deneme		2.deneme	
	60.gün	100.gün	60.gün	100.gün
K(-)	15.2 <sup>x</sup> AB*	45.2 BCD	10.8 AB	36.4 BC
K(+)	15.8 A	59.0 A	12.4 A	46.2 A
<b>ClO<sub>2</sub> (µLL<sup>-1</sup>)</b>				
1000	11.0 ABCD	51.8 AB	8.6 ABCD	42.2 AB
1500	9.8 CD	47.6 BC	7.4 BCD	36.6 BC
2000	7.8 DEF	36.8 DEF	5.6 CDE	30.2 CD
<b>NaOCl (µLL<sup>-1</sup>)</b>				
1000	11.4 ABCD	42.8 BCD	7.8 ABCD	34.4 BC
1500	7.0 DEF	32.8 EF	5.6 CDE	30.2 CD
2000	2.8 F	28.2 F	2.2 E	20.4 E
<b>PAA (µLL<sup>-1</sup>)</b>				
1000	10.6 BCD	41.8 CDE	8.4 ABCD	35.6 BC
1500	8.2 DE	35.6 DEF	6.6 BCDE	28.8 CDE
2000	4.4 EF	30.4 F	3.8 DE	21.4 DE
Fumispore OPP	14.6 ABC	44.2 BCD	10.0 ABC	33.8 BC

<sup>x</sup> LSD Test: (P<0.05) önemlilik seviyesinde aynı harfler arasında istatistik anlamda fark bulunmamaktadır.

\* İstatistik analizde her bir sütun kendi arasında tesadüf parselleri deneme desenine göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 1.’e göre çalışma genel olarak incelendiğinde her iki denemede de 60 gün süre ile yapılan muhafazada, 2.denemede ClO<sub>2</sub> ve PAA’nın 1500 µLL<sup>-1</sup> dozları dışında, tüm dezenfektanların 1500 ve 2000 µLL<sup>-1</sup> dozları K(-) uygulamasına göre önemli düzeyde meyve çürümesini azaltılmıştır. Ancak 100 gün süre ile yapılan muhafazada meyve çürümesinin önlenmesi konusunda dezenfektan uygulamalarının 60 gün süre ile yapılan muhafazadaki etkilerinin azaldığı görülmüştür. Birinci denemede NaOCl’in 1500 µLL<sup>-1</sup> dozu dışındaki tüm dezenfektanların 1500 µLL<sup>-1</sup> dozlarında K(-) uygulaması ile istatistik önemde bir farklılık bulunmamıştır.

Çalışmada sisleme şeklinde uygulanan tüm dezenfektan dozlarının ve Fumispore OPP uygulamasının her iki muhafaza döneminde de nar meyvesinde herhangi bir fitotoksisite oluşturmadığı belirlenmiştir. Benzer şekilde incir ve çilekte sisleme şeklinde değişik dezenfektan uygulamalarında da meyvelerde fitotoksisite görülmemiştir (Karabulut ve ark. 2009; Vardar ve ark. 2012).

Meyve çürümesinin azaltılması amacı ile dezenfektanların daldırma şeklinde olan uygulamaları yaygınlıkla kullanılmaktadır (Hong ve Gross 1998; Mari ve ark. 1999; Mari ve ark. 2004; Kanetis ve ark. 2008; Şehirli ve ark. 2012). Bunun yanında patatete

fungisitlerin (Afek ve ark. 1999), incir (Karabulut ve ark. 2009), çilek (Vardar ve ark. 2012) ve Trabzon hurmasında (Kobiler ve ark. 2011) ise farklı dezenfektanların sisleme şeklinde uygulandığı ve meyve çürümelerini azalttıkları bildirilmiştir. Yaptığımız çalışmada da diğer araştırmacılara benzer şekilde meyve çürümesinin kontrol uygulamalarına göre özellikle yüksek dezenfektan dozlarında önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir.

Sisleme şeklindeki dezenfektan uygulaması ile çok küçük boyuttaki (1 $\mu$ ) sis tanecikleri meyvelere ve uygulandıkları tüm yüzeylere temas etmekte ve daldırma uygulamasının etkinliğine yakın sonuçlar vermektedir. Afek ve ark. (1998), patateslere sisleme, spreyleme ve daldırma şeklinde iprodion uygulamışlar, daldırma ve spreyleme uygulamalarına göre 10 kat daha yüksek konsantrasyonda yapılan sisleme uygulamasında daha az meyve çürümesi görülmüştür. Bizim yaptığımız çalışmada da özellikle 1000, 1500 ve 2000  $\mu\text{LL}^{-1}$  dozları, ürüne göre değişmekle birlikte daldırma şeklinde kullanılan dezenfektanların yaklaşık 10 katı olan dozlardır.

Palou ve ark. (2007), Wonderfull nar çeşidinde yaptığı çalışmada, sodyum hipoklorit ile bazı tuzları kombine ederek daldırma şeklinde uygulamış ve kombinasyonun meyve çürümesinin azaltılmasında etkili sonuç verdiğini belirtmiştir. Sodyum hipoklorit uygulamasının nar meyvesinde hasat sonrası fungusit uygulamasından önce yapılmasının da hasat sonrası çürümelere azaltacağını bildirmişlerdir. Ayrıca daldırma şeklinde uygulamaların, nar meyvesinin taç kısmı içinde bulunan çiçek parçalarına daha iyi temas ederek, burada latent olarak gelişen *B. cinerea*'yı spreyleme ve ıslatma şeklindeki uygulamalara göre daha etkili şekilde engellediğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde bu çalışmada yapılan sisleme şeklindeki dezenfektan uygulamalarının tanecik çaplarının çok küçük olması sebebi ile daldırma uygulamasına benzer şekilde meyvenin taç kısmı içinde bulunan çiçek parçalarına iyi temas ettikleri düşünülmektedir. Ayrıca sisleme uygulamaları ile kombinasyon şeklinde farklı dezenfektan ve tuz uygulamalarının da yapılabileceği göz önüne alınmalıdır.

Sisleme uygulamaları sadece yıkanabilen tarımsal ürünlere değil aynı zamanda yıkandığında zarar görebilecek (çilek, incir vb.) tarımsal ürünlere de uygulanabilmesi sebebi ile avantaj oluşturmaktadır (Vardar ve ark. 2012). Nar meyvesi yıkanabilir olmasına rağmen yıkama sonrasında kurutma gerekliliği ve kaliks içinin ıslak kalma endişesi ile ürünün ticari olarak muhafazasında fungusit uygulaması yapılması dışında yıkanmadığı bilinmektedir. Bu durumlarda sisleme şeklinde dezenfektan uygulaması yapılması, kaliks içinde çok düşük miktarda ıslaklık (nem) oluşturacaktır. Kaliks içinde oluşan bu ıslaklıkta hızlı şekilde kuruyacak ve meyve çürümesi açısından daldırma uygulamasına göre daha güvenilir bir ortam oluşacaktır.

Çalışmada özellikle PAA ve NaOCI'nin sisleme şeklindeki uygulamaları meyve çürümesini  $\text{ClO}_2$ 'den genel olarak daha fazla azaltmıştır (Çizelge 1). Özellikle NaOCI'ün daldırma, ıslatma vb. sulu uygulamaları, NaOCI'nin organik materyal ile reaksiyonu sonucu kanserojenik endişeye sebep olan ve bir takım bileşikler oluşturması, pH' da değişim göstermesi sonucu antifungal etkisinin azalması gibi sebeplerden dolayı kullanımında endişelere sebep olmaktadır (Vandekinderen ve ark. 2009). Ancak sisleme şeklindeki uygulamalarda sis tanecikleri meyve üstünde antifungal etkisini hızla göstermekte ve yukarıdaki endişelere sebep olan değişimler görülmemektedir. Bu sebep ile sisleme şeklinde NaOCI uygulamasının daldırma şeklindeki uygulamaya göre daha güvenli şekilde kullanılabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada Fumispore OPP uygulamasının meyve çürümesinin azaltılmasında kontrol uygulamalarına göre önemli düzeyde farklılık oluşturmadığı belirlenmiştir. Yapılan literatür araştırmasında meyveler üzerinde Fumispore OPP kullanılarak yapılmış bir araştırmaya rastlanmamıştır. Ancak, Lisker ve ark. (1996) patojen inokule edilmiş üzüm meyvelerine, termal sisleme cihazı ile OPP uygulaması yapmış ve meyve çürümesi kontrol uygulamasında %14,2 düzeyinde iken, 50 mg L<sup>-1</sup> OPP uygulamasında % 1,4 düzeyinde, 150 mg L<sup>-1</sup> OPP uygulamasında % 1,2 düzeyinde tespit edilmiştir.

Çalışmada her iki denemede de kontrol meyveleri arasında çürüme miktarı farklılık göstermiştir (Çizelge 1). Karaçalı (2009) çürüklük gelişimi bakımından yıllar arasında fark olmasında, hasat öncesi ekolojik koşullar ve bakım işlerinin etkili olduğunu bildirmektedir. Bunun yanında hasat, hasat sonrası ve depolama süresince yapılan hataların kalite ve çürüklük kayıplarını arttırabileceği de dikkate alınmalı ve ürünün depolanmasında kaliteyi etkileyen tüm faktörler birlikte düşünülmelidir (Şen ve Eroğul 2012). Bu çalışmada aynı bahçeden farklı yıllarda alınan aynı çeşit nar meyvelerinde farklı çürüme oranlarının tespit edilmesi araştırmacıların görüşlerini doğrulamaktadır.

Bunların yanında, herhangi bir sisleme yapılmayan ve meyvenin depolanmasında sıklıkla gördüğümüz ticari kullanım biçimi olan K(-) uygulaması ile su ile sisleme yapılan K(+) uygulaması arasında her iki denemenin 60 günlük muhafaza süresinde meyve çürümesi açısından önemli düzeyde farklılık görülmez iken, 100 günlük muhafaza süresi sonunda meyve çürümesinde önemli düzeyde farklılık belirlenmiştir. Bunun sebebinin sisleme uygulaması sonunda meyvenin kuruması için beklenme yapılmaksızın paketlenmesi olduğu düşünülmektedir. Özellikle kaliks kısmında biriken nemin kuruması için meyvenin MAP içine konulmadan yaklaşık 1 saat süre depo dışında bekletilmesi ıslaklığı önleyecektir. Ancak sisleme uygulaması sonrası görülen kaliks içi ıslaklık düzeyi, daldırma şeklinde uygulamaya göre çok daha azdır.

### **Sisleme Şeklinde Dezenfektan Uygulamaları ve Fumispore OPP Uygulamasının Meyvede ve Uygulama Kabininin Havasında Bulunan Mikrobiyal Yük Üzerine Etkisi**

Her iki denemeye ait tüm sisleme şeklinde dezenfektan uygulamaları ve Fumispore OPP uygulamasının meyve kaliksleri içerisindeki mikroorganizma sayıları üzerindeki etkileri Çizelge 2’de verilmiştir. K(-) ve K(+) uygulamaları arasında kalikte bulunan mikroorganizma sayısı açısından önemli düzeyde farklılık görülmemiştir. Genel olarak dezenfektan dozları yükseldiğinde mikroorganizma sayısının 1 log – 3 log aralığında azaldığı belirlenmiştir. Fumispore OPP uygulaması ise dezenfektanların en düşük dozu olan 1000 µLL<sup>-1</sup> dozuna benzer şekilde kalikte bulunan mikroorganizma sayısının 1 log civarında azaltmıştır. Tüm dezenfektan uygulamaları ve Fumispore OPP uygulaması kaliks içindeki mikroorganizma sayısını kontrol uygulamalarına göre önemli düzeyde farklılık oluşturacak şekilde azaltmışlardır. Her iki denemeye ait tüm dezenfektan uygulamaları ve Fumispore OPP uygulamasının uygulama kabini içerisindeki havada bulunan mikroorganizma sayısı üzerine olan etkileri Çizelge 3’de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde her iki denemede de sadece su ile sisleme yapılan K(+) uygulamasının, herhangi bir sisleme uygulaması yapılmayan K(-) uygulamasına göre uygulama kabini içerisindeki mikroorganizma sayısını önemli düzeyde azalttığı belirlenmiştir. Bunun sebebinin sis taneciklerinin havadaki toz ve bazı partikülleri ıslatarak çöktürmesi olduğu düşünülmektedir. Çöken toz ve partiküllerdeki mikroorganizmalar elimine olmamasına

rağmen ıslaklık kuruyuncaya kadar havada serbest olarak hareket edememektedirler. Her iki denemede de tüm dezenfektan uygulamalarının kontrol uygulamalarına göre uygulama kabini içerisindeki havada bulunan mikroorganizma sayısını önemli düzeyde azalttığı belirlenmiştir. Bunun yanında uygulanan dezenfektan dozlarının yükselmesi ile uygulama kabini içerisindeki havada bulunan mikroorganizma sayısının sayısal ve bazı uygulamalarda da istatistiksel önemde azaldığı tespit edilmiştir. Fumispore OPP uygulaması uygulama kabini içindeki havada bulunan mikroorganizma sayısını kontrol uygulamalarına göre önemli düzeyde azaltmıştır.

Çalışmadaki bulgularımıza benzer şekilde, çilek ve Bursa siyah inciri meyvesinde sisleme şeklindeki dezenfektan uygulamaları da 0,5-1,5 log düzeyinde meyvede bulunan mikroorganizma sayısını azaltmışlardır. Ayrıca uygulama kabini içinde bulunan havadaki mikroorganizma sayısı da dezenfektanların sisleme şeklinde uygulamaları ile azalmışlardır (Karabulut ve ark. 2009; Vardar ve ark. 2012). Bunların yanında Van De Valde ve ark. (2016), çilekte PAA uygulamasını sisleme şeklinde değişik dozlarda kullanmışlar ve meyve için optimum olduğunu belirledikleri dozda meyve üzerindeki toplam mikroorganizma sayısının 2 log azaldığını belirlemişlerdir. Fumispore OPP uygulaması meyve kaliksi içindeki mikroorganizma sayısını kontrol uygulamalarına göre önemli düzeyde azaltmasına rağmen, dezenfektan uygulamalarının 1500 ve 2000  $\mu\text{LL}^{-1}$  dozlarına göre daha başarısız olmuştur (Çizelge 2). Bu sebep ile meyve çürümesi üzerindeki etkisinin sınırlı kaldığı düşünülmektedir. Fumispore OPP'nin uygulama sırasında oluşturduğu dumanın (sis) yeteri kadar meyve kaliksi içine giremediği veya konsantrasyonunun hızlı azaldığı düşünülmektedir.

**Çizelge 2.** Sisleme şeklinde dezenfektan uygulamaları ve Fumispore OPP uygulamasının nar meyvesinin kaliksi içinde bulunan mikroorganizma sayıları (cfu/ml) üzerine etkisi

Uygulamalar	1.deneme			2.deneme		
	Toplam mikroorganizma	Fungus	Bakteri	Toplam mikroorganizma	Fungus	Bakteri
K(-)	4.4*10 <sup>6x</sup> A <sup>E</sup>	7.6*10 <sup>5</sup> A	3.5*10 <sup>6</sup> A	5.4*10 <sup>5</sup> A	2.2*10 <sup>5</sup> B	4.0*10 <sup>5</sup> A
K(+)	4.1*10 <sup>6</sup> A	6.5*10 <sup>5</sup> A	3.3*10 <sup>6</sup> A	5.8*10 <sup>5</sup> A	3.4*10 <sup>5</sup> A	5.5*10 <sup>5</sup> A
ClO <sub>2</sub> ( $\mu\text{LL}^{-1}$ )	1000	5.2*10 <sup>5</sup> B	2.8*10 <sup>5</sup> B	1.8*10 <sup>5</sup> C	6.2*10 <sup>4</sup> B	5.6*10 <sup>4</sup> C
	1500	8.5*10 <sup>4</sup> CD	6.8*10 <sup>4</sup> C	3.6*10 <sup>4</sup> C	9.4*10 <sup>3</sup> CD	8.8*10 <sup>3</sup> DEF
	2000	1.7*10 <sup>4</sup> D	1.5*10 <sup>4</sup> CD	1.0*10 <sup>4</sup> C	3.6*10 <sup>3</sup> D	3.2*10 <sup>3</sup> EF
NaOCl ( $\mu\text{LL}^{-1}$ )	1000	3.4*10 <sup>5</sup> BC	3.2*10 <sup>5</sup> B	1.6*10 <sup>5</sup> C	2.4*10 <sup>4</sup> BCD	2.3*10 <sup>4</sup> CDE
	1500	2.4*10 <sup>4</sup> D	2.0*10 <sup>4</sup> CD	1.6*10 <sup>4</sup> C	4.8*10 <sup>3</sup> CD	2.4*10 <sup>3</sup> DEF
	2000	3.2*10 <sup>3</sup> D	1.6*10 <sup>3</sup> D	1.0*10 <sup>3</sup> C	5.6*10 <sup>2</sup> D	5.2*10 <sup>2</sup> F
PAA ( $\mu\text{LL}^{-1}$ )	1000	1.2*10 <sup>5</sup> CD	1.0*10 <sup>5</sup> C	9.6*10 <sup>4</sup> C	4.4*10 <sup>4</sup> BC	3.0*10 <sup>4</sup> CD
	1500	2.2*10 <sup>4</sup> D	1.6*10 <sup>4</sup> CD	1.0*10 <sup>4</sup> C	7.4*10 <sup>3</sup> CD	6.6*10 <sup>3</sup> EF
	2000	1.2*10 <sup>3</sup> D	1.0*10 <sup>3</sup> D	8.6*10 <sup>2</sup> C	9.2*10 <sup>2</sup> D	9.0*10 <sup>2</sup> F
Fumispore OPP	8.2*10 <sup>5</sup> B	5.2*10 <sup>5</sup> A	8.0*10 <sup>5</sup> B	7.2*10 <sup>4</sup> B	5.0*10 <sup>4</sup> C	6.8*10 <sup>4</sup> B

<sup>x</sup> LSD Test: (P<0.05) önemlilik seviyesinde aynı harfler arasında istatistik anlamda fark bulunmamaktadır.

<sup>E</sup> İstatistik analizde her bir sütun kendi arasında tesadüf parselleri deneme desenine göre değerlendirilmiştir.

**Çizelge 3.** Sisleme şeklinde dezenfektan uygulamaları ve Fumispore OPP uygulamasının uygulama kabini havasında bulunan mikroorganizma sayıları üzerine etkisi

Uygulamalar	1.deneme			2.deneme			
	Toplam mikroorganizma	Fungus	Bakteri	Toplam mikroorganizma	Fungus	Bakteri	
K(-)	115.2 <sup>x</sup> A <sup>£</sup>	68.2 A	86.4 A	153 A	75.4 A	77.4 A	
K(+)	92.4 B	40.8 B	60.4 B	127 B	56.2 B	61.4 B	
ClO <sub>2</sub> (µLL <sup>-1</sup> )	1000	20.2 CD	6.6 CD	9.8 CD	16.6 C	8.4 CD	10.6 C
	1500	13.2 CDEF	4.8 CDE	6.4 CDE	7.6 E	5.4 CDE	6.2 DE
	2000	8.6 EF	2.8 DE	4.2 DE	4.6 E	2.2 DE	3.4 DEF
NaOCl (µLL <sup>-1</sup> )	1000	23.6 C	7.8 C	11.4 C	18.4 C	8.4 CD	11.0 C
	1500	14.2 CDEF	5.4 CDE	7.6 CDE	9.2 DE	5.4 CDE	6.8 D
	2000	7.4 EF	2.6 DE	5.2 CDE	6.4 E	2.8 DE	4.2 DEF
PAA (µLL <sup>-1</sup> )	1000	18.4 CDE	6.2 CD	6.8 CDE	15.4 CD	6.8 CDE	6.6 D
	1500	12.4 DEF	3.8 CDE	3.8 DE	6.3 E	4.2 CDE	2.8 EF
	2000	3.6 F	1.2 E	2.2 E	3.2 E	1.8 E	1.6 F
Fumispore OPP	14.0 CDEF	7.4 CD	9.6 CD	21.3 C	9.3 C	10.6 C	

<sup>x</sup> LSD Test: (P<0.05) önemlilik seviyesinde aynı harfler arasında istatistik anlamda fark bulunmamaktadır.

<sup>£</sup> İstatistik analizde her bir sütun kendi arasında tesadüf parselleri deneme desenine göre değerlendirilmiştir.

Bunun yanında Tekin ve ark. (2013), hastane ortamında havadaki mikroorganizma yükünü azaltmak amacı ile Fumispore OPP uygulaması yapmışlar ve bizim sonuçlarımıza (Çizelge 3) benzer şekilde bakteri sayısının; 258 cfu/m<sup>3</sup>'den, 20 cfu/m<sup>3</sup>'ye, fungus sayısının da 28 cfu/m<sup>3</sup>'den, 15 cfu/m<sup>3</sup>'e düştüğünü belirtmişlerdir.

Sisleme şeklindeki dezenfektan uygulamalarının ve Fumispore OPP uygulamasının havadaki mikroorganizma sayısını azalmasının önemli bir avantaj oluşturduğu düşünülmektedir. Çünkü paketleme evinin içinde özellikle enfekte olmuş meyvelerden kaynaklanan çok sayıda patojen sporu bulunmaktadır (Barkai-Golan 1966). Sisleme şeklinde uygulamalar ile sadece meyve ve paketleme evinin havasındaki değil aynı zamanda meyve işleme hatları ve meyve kasalarının yüzeylerinde bulunan patojen mikroorganizmalarda elimine edilebilir.

Sonuç olarak sisleme şeklinde dezenfektanların kullanılmasının meyve çürümesini azalttığı belirlenmiştir. Ancak Fumispore OPP uygulaması meyve çürümesini kontrol uygulamalarına göre önemli düzeyde azaltmamıştır. Sisleme şeklinde dezenfektan uygulamaları ve Fumispore OPP uygulaması meyve kaliksi içindeki ve uygulama kabini havasında bulunan mikroorganizma sayısını azalttığı belirlenmiştir.

## Kaynaklar

- Afek, U., Orenstein, J. and E. Nuriel. 1998. Increased quality and prolonged storage of sweet potatoes in Israel. *Phytoparasitica* 26 (4): 307-312.
- Afek, U., Orenstein J. and E. Nuriel . 1999. Fogging disinfectants inside storage rooms against pathogens of potatoes and sweet potatoes. *Crop Prot.* 18: 111-114.
- AİBGS, 2016. 2015-2016 Ocak-aralık dönemi Türkiye geneli yaş meyve ve sebze ihracat yapılan ilk 20 madde. Akdeniz İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği, yaş meyve ve sebze sektörü Türkiye geneli değerlendirme raporu (2015/2016 Ocak-Aralık ayı). <http://www.akib.org.tr/files/downloads/ArastirmaRaporlari/YSM/ocak-aralik-2016.pdf> . (Erişim tarihi: 24 Nisan, 2017).
- Allende, A., Selma, M.V., Lopez-Galvez, F., Villaescusa, R. and M.I. Gil. 2008. Role of commercial sanitizers and washing systems on epiphytic microorganisms and sensory quality of fresh-cut escarole and lettuce. *Postharvest Biol Technol.* 49: 155–163.
- Barkai-Golan, R. 1966. Reinfestation of citrus fruits by pathogenic fungi in the packing house. *Israel J Agric Res.* 16, 133–138.
- BÜGEM, 2016. Meyve üretim miktarları-2. <http://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BUGEM.pdf>. (Erişim tarihi: 24 Nisan, 2017).
- Delaqualis, P.J., Fukumoto, L.R., Toivonen, P.M.A. and M.A. Cliff. 2004. Implications of wash water chlorination and temperature for the microbiological and sensory properties of fresh-cut iceberg lettuce. *Postharvest Biol Technol.* 31: 81–91.
- Eckert, J.W. and N.F. Sommer. 1967. Control of diseases of fruits and vegetables by postharvest treatment. *Annu Rev Phytopathol.* 5: 391-428.
- Holmes, G.J. and J.W. Eckert. 1999. Sensitivity of *Penicillium digitatum* and *P. italicum* to postharvest citrus fungicides in California. *Phytopathol.* 89: 716-721.
- Hong, J.H. and K.C. Gross. 1998. Surface sterilization of whole tomato fruit with sodium hypochlorite influences subsequent postharvest behavior of fresh-cut slices. *Postharvest Biol Technol.* 13: 51–58.
- Kanetis, L., Förster, H. and J.E. Adaskaveg. 2008. Optimizing efficacy of new postharvest fungicides and evaluation of sanitizing agents for managing citrus green mold. *Plant Dis.* 92: 261-269.
- Karaçalı, İ. 2009. Bahçe ürünlerinin muhafazası ve pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 494, Bornova, İzmir. s. 486.
- Karabulut, O.A., İlhan, K., Arslan, U. and C. Vardar. 2009. Evaluation of the use of chlorine dioxide by fogging for decreasing postharvest decay of fig. *Postharvest Biol Technol.* 52: 313–315.
- Kobiler, I., Akerman, M., Huberman, L., D. Prusky. 2011. Integration of pre- and postharvest treatments for the control of black spot caused by *Alternaria alternata* in stored persimmon fruit. *Postharvest Biol Technol.* 59: 166–171.
- Leroux, P. 2007. Chemical control of *botrytis* and its resistance to chemical fungicides. In: *Botrytis: Biology, Pathology and Control*. Springer, pp. 195–222.
- Lisker, N., Keren-Shacham, Z., Sarig, P., Zutkhi, Y. and R. Ben-Arie. 1996. The biology and pathology of the fungus *Rhizopus stolonifer*, cause of black mould disease of table grapes in Israel. *Plant Pathol.* 45: 1099–1109.
- Mari, M., Cembali, T., Baraldi, E. and L. Casalini. 1999. Peracetic acid and chlorine dioxide for postharvest control of *Monilinia laxa* in stone fruits. *Plant Dis.* 83: 773-776.

- Mari, M., Gregori, R. I. Donati. 2004. Postharvest control of *Monilinia laxa* and *Rhizopus stolonifer* in stone fruit by peracetic acid. *Postharvest Biol Technol.* 33: 319–325.
- Martin, W.J. 1964. Effectiveness of fungicides in reducing soft rot in washed, cured, sweet potatoes. *Plant Disease Repr.* 48: 606-607.
- Mermelstein, N.H. 1998. Minimal processing of produce. *Food Technol.* 52: 84–86.
- Nanda, S., Sudhakar, Rao D.V. and S. Krishnamurthy. 2001. Effects of shrink film wrapping and storage temperature on the shelf life and quality of pomegranate fruits cv. Ganesh. *Postharvest Biol Technol.* 22: 61–69.
- Onur, C., Pekmezci, M., Tibet, H., Erkan, M., Kuzu, S. and P. Tandoğan. 1992. Hicaznarının soğukta muhafazası üzerinde bir araştırma. 1. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, İzmir. Cilt 1, s. 449-452.
- Palou, L., Crisosto, C.H. and D. Garner. 2007. Combination of postharvest antifungal chemical treatments and controlled atmosphere storage to control gray mold and improve storability of ‘Wonderful’ pomegranates. *Postharvest Biol Technol.* 43: 133–142.
- Pierson, C.F. 1960. Postharvest fungicide treatments for reduction of decay in Anjou pears. *Plant Disease Repr.* 44: 64-65.
- Scott, K.J. and E.A. Roberts. 1965. An evaluation of fungistats for Purple Cornichon grapes. *Australian J Exptl Agr Animal Husbandry*, S. 296-298.
- Scott, K.J., Beattie, B.B. and E.A. Roberts. 1966. Compounds of o-phenylphenol as postharvest fungistats against *Sclerotinia fruticola* on Elberta peaches. *Australian J Sci.* 29: 1, 22.
- Smith, W.L. and W.H. Redit. 1962. Reduction of peach decays by hydrocooling with chemical solutions and chemically treated ice. *Plant Disease Repr.* 46: 221-226.
- Snowdon, A.L. 1990. A color atlas of post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables. Vol. 1: General Introduction and Fruits. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Şehirli, S., Karabulut, Ö.A. ve K. İlhan. 2012. Kiraz meyvesinin hasat sonu hastalıklarının engellenmesinde su ile ön soğutma sisteminde kullanılan dezenfektanlar ve etkileri. 5. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu. 18-21, Eylül, İzmir. s: 16.
- Şen, F. Ve D. Eroğul. 2012. Adıyaman ilinde yetiştirilen ‘Hicaznar’ nar çeşidinin depolama sürecindeki kalite değişiminin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7(2): 103-111.
- Tedford, E.C., Adaskaveg, J. and A.J. Ott . 2005. Impact of Scholar (a new post-harvest fungicide) on the California pomegranate industry. *Plant Health Progress* DOI:10.1094/ PHP-2005-0216-01-PS. Online, www.plantmanagementnetwork.org.
- Tekin, A., Dal, T., Selçuk, C.T., Deveci, Ö., Tekin, R., Mete, M., Dayan, S. and S. Hoşoğlu . 2013. Orthophenylphenol in healthcare environments: a trial related to a new administration method and a review of the literature. *Turk J Med Sci.* 43: 805-809.
- Tomkins, R.G. 1937. Treated wraps for the prevention of totting. *Gt. Brit., Dept. Sci. Ind. Res., Food Invest. Board Rept.* 149-151.
- Tomkins, R.G. 1963. Use of paper impregnated with esters of o-phenylphenol to reduce the rotting of stored fruit. *Nature*, 199: 669-670.
- Vandekinderen, I., Devlieghere, F., Van Camp, J., Denon, Q., Sanchez Alarcon, S., Ragaert, P. and B. De Meulenaer. 2009. Impact of a decontamination step with peroxyacetic acid on the shelf-life sensory quality and nutrient content of grated carrots packed under equilibrium modified atmosphere and stored at 7°C. *Postharvest Biol Technol.* 54: 141–152.

- Van de Velde, F., Vaccari, M.C., Piagentini, A.M. and M.E. Pirovani 2016. Optimization of strawberry disinfection by fogging of a mixture of peracetic acid and hydrogen peroxide based on microbial reduction, color and phytochemicals retention. *Food Sci Technol Int.* 22 (6): 485–495.
- Vardar, C., Ilhan, K. and O.A. Karabulut. 2012. The application of various disinfectants by fogging for decreasing postharvest diseases of strawberry. *Postharvest Biol Technol.* 66: 30–34.
- Wilson, E.E. and J.M. Ogawa. 1979. Fungal, bacterial, and certain nonparasitic diseases of fruit and nut crops in California. University of California, Division of Agricultural Sciences, Berkeley, CA, USA, Pub. 4090.
- Zoffoli, J.P., Latorre, B.A., Rodriguez, E.J. and P. Aldunce. 1999. Modified atmosphere packaging using chlorine gas generators to prevent *Botrytis cinerea* on table grapes. *Postharvest Biol Technol.* 15: 135–142.





## Çanakkale İli Peyzaj Alanlarındaki Sulama Sistemlerinin İncelenmesi: Özgürlük Parkı ve Halk Bahçesi\*

Kürşad DEMİREL<sup>1\*</sup>, Gökhan ÇAMOĞLU<sup>2</sup>, Alper SAĞLIK<sup>1</sup>,  
Levent GENÇ<sup>3</sup>, Abdullah KELKİT<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü,  
Çanakkale, Türkiye

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü,  
Çanakkale, Türkiye

<sup>3</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama  
Bölümü, Çanakkale, Türkiye

\*e-posta: kdemirel@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 12.10.2017; Kabul Tarihi: 01.12.2017

**Öz:** Peyzaj alanlarında genellikle sulama suyu ihtiyacı göz önüne alınmadan sulamalar yapılmakta, sulama sistemi mevcut su kaynağına, alana, bitkiye ve toprağa göre tasarlanmamaktadır. Bu da, çok büyük oranda su israfına neden olmaktadır. Bu çalışmada, Çanakkale ilinde bulunan en büyük iki parkın (Halk Bahçesi ve Özgürlük Parkı) mevcut sulama sistemleri incelenmiştir. Her iki proje alanında sulama sistemleri uygun kriterlere göre yeniden tasarlanmıştır. Proje alanlarında yapılan ölçüm ve gözlemlere dayalı olarak, projelendirme ve işletme hatalarının sonucunda etkin bir sulama yapılmadığı ve her iki alanda gereğinden fazla sulama suyu uygulandığı saptanmıştır. Halk Bahçesi ve Özgürlük Parkı için sezonluk boş harcanan sulama suyu ücreti sırasıyla, 52800 TL ve 87720 TL olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucunda, alana uygun yapılan sulama sistemi projeleriyle; su tasarrufu sağlanmış ve estetik açıdan daha iyi bir görüntü elde edilmiştir. Ayrıca, bu çalışmanın, Çanakkale İli ve diğer şehirlerde planlanacak peyzaj alanları için örnek teşkil edeceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Sulama sistemi tasarımı, peyzaj, su tasarrufu, Halk Bahçesi, Özgürlük Parkı.

\* Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri FHD-2016-957 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

# Investigation of Irrigation Systems of Landscape Areas in Çanakkale: Özgürlük Parkı and Halk Bahçesi

**Abstract:** Irrigation is usually done irrespective of irrigation water needed in landscape, and irrigation systems are not designed for existing water supply, area, vegetation and soil. This causes a very large amount of water wasted. In this study, existing irrigation systems in the two largest gardens in Çanakkale (Özgürlük Parkı and Halk Bahçesi) have been examined. Irrigation systems in both project areas are redesigned according to appropriate criteria. In the project areas, there is no effective irrigation as a result of errors in design and operation and it was observed that both areas were applied to excessive irrigation water. The fee for seasonal irrigation water for Halk Bahçesi and Özgürlük Parkı is calculated as 52800 TL and 87720 TL, respectively. As a result of this study, irrigation system projects were water saved, aesthetically obtained a better image. This study has been a case study for landscaping areas planned in Çanakkale province and other cities.

**Keywords:** Irrigation system design, landscape, water saving, Halk Bahçesi, Özgürlük Parkı.

## Giriş

Sulamaya, peyzaj uygulamalarının ayrılmaz bir parçası gözüyle bakılmaktadır (Özden, 1993; Altunkasa, 1998). Son yıllarda, özellikle küresel ısınmanın etkisiyle suyun önemi giderek artmıştır. Buna ilaveten, nüfusun artmasıyla doğru orantılı olarak suyun peyzaj alanlarına iletilmesi ve bu alanlarda kullanılması giderek artan bir ihtiyaç haline gelmiştir. Sulama sistemi tasarımcılarının amacı, peyzaj alanlarının yıl boyunca yeşil kalmasını sağlamaktır (Smith, 1997). Günümüzde, su kullanımındaki artış ve enerji tüketim harcamalarının yoğunluğunun artması, tasarımcıları ve kullanıcıları su yönetimi konusunda daha dikkatli düşünmeye yöneltmiştir. Su yönetiminin hedefi; peyzaj alanlarının yıl boyunca yeşil yapısını korurken yıllık sulama suyu kullanımını ve enerji tüketimini minimize etmektir (Beccard, 1995; Yeşil, 2001). Sonuç olarak, peyzaj alanlarında su ve enerjiden tasarruf sağlamak için, sulama sistemlerinin doğru olarak projelendirilmesi ve işletilmesi gerekmektedir.

Peyzaj alanlarında çim alanların önemi büyük olmakla beraber, peyzaj alanlarının büyük bir kısmını kaplayabilmektedir. Çim bitkisinin su tüketimi diğer bitkilere oranla fazladır. Peyzaj alanlarında çim bitkisi ile birlikte değişik kök derinliğine ve farklı su ihtiyacına sahip ağaç, çalı, yer örtücü bitkiler, çiçekler vb. bitkilerin bulunması, genellikle eğimli ve dalgalı arazinin söz konusu olması ve alan içerisinde sulanmayacak bölgelerin bulunması sulama sistemi tasarımını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, çim alanlarının sulanmasında yeterli düzeyde eş su dağılımı sağlamak için farklı özellikte yağmurlama başlıklarının kullanılması ve farklı biçimde işletilen alt birimlerin oluşturulması zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır (Yıldırım, 1994).

Çanakkale ilinde diğer büyüyen kentlerimiz gibi yeşil alan oranının yetersiz olduğu görülmektedir. Şehirlerimizde mevcut olan peyzaj alanlarındaki yeşil vejetasyonun canlılığının sürdürülebilmesi için; peyzaj alanlarında eş su dağılımının sağlanmasına, daha iyi bir sulama programının yapılmasına, sulama sistemlerini projelirmede belli kriterlere uyulmasına ve bu kriterleri yerine getirecek kişilerin de konusunda uzman olan sulama mühendislerinin ve peyzaj mimarlarının olmasına bağlıdır. Özellikle rekreasyon alanlarının sulanmasında, sulama sistemini projelenecek sulama uzmanının toprak-bitki-su arasındaki

ilişkileri iyi bilen, bunlar ve sulama sisteminde kullanılacak elemanlar arasındaki kombinasyonu en iyi sağlayabilecek bilgi birikimine sahip olması gerekmektedir.

Peyzaj alanlarında yetiştirilen bitkiler ve sulama ile ilgili olarak; çim bitkisinde (Sass ve Horgan, 2006; Xinmin ve ark., 2007; Demirel ve Kavdır, 2013; Demirel, 2014), çalı ve süs bitkilerinde (Yıldırım ve ark., 2009; Bayramoğlu ve Demirel, 2014) yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Buna rağmen, ülkemizde peyzaj alanlarındaki sulama sistemlerinin değerlendirilmesi üzerine yapılmış az sayıda çalışma bulunmaktadır. Küçüksayan ve ark. (2011), Ankara’da Yenimahalle Belediyesine ait üç farklı peyzaj alanında sulama projesi tasarlamışlardır. Çalışma sonucunda, her peyzaj alanında sulama tekniğinin değişim gösterdiğini ve peyzaj alanlarında yer alan öğelerin ve coğrafi özelliklerin sulama sistemi seçimini değişik oranlarda etkilediğini bildirmişlerdir. İşbilir ve Erdem (2012), İstanbul’da 3 farklı rekreasyon alanında yapılmış sulama projelerini incelemişler ve yeniden tasarlanan projeler arasındaki farkları ortaya koymuşlardır. Sonuç olarak, bitkinin tükettiği su miktarı, sulama suyu miktarı, sulama süresi gibi ön projelendirme faktörlerinin doğru olarak elde edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Yazar (2013), Fethiye ilçe merkezindeki peyzaj alanlarının sulanmasında karşılaşılan sorunları incelemiş, çalışma sonucunda, sulama sistemlerinde homojen bir su uygulamasının olmadığını ve başlık debisi ve tertip aralığını belirlemek için infiltrasyon hızının ölçülmesi gerekliliğini belirtmiştir.

Ülkemizde sulama hala toprağın ıslatılması olarak düşünülmekte, toprağın ve bitkinin su istekleri göz önünde bulundurulmamaktadır. Sulama sistemlerinin projelendirilmesinde gerekli teknik özelliklere uyulmadan yapılan sulama estetik bir görüntü oluşturmadığı gibi suyun boş yere harcanmasına neden olmaktadır. Çanakkale’deki peyzaj alanlarında sulama sisteminin çok önemli bir parçası olan yağmurlama başlıklarının yanlış seçilmesi ve araziye düzensiz bir şekilde yerleştirilmesi hem eş olmayan bir su dağılımının meydana gelmesine, hem de aşırı su kullanımına sebep olmaktadır (Demirel ve ark., 2006).

Bu çalışmada, Çanakkale İlindeki en büyük park ve rekreasyon alanına sahip iki alandaki (Özgürlük Parkı ve Halk Bahçesi) sulama sistemlerinin mevcut durumları ile koşullara uygun olarak projelendirilen durumlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Yapılan bu çalışma ile mevcut sulama sistemleri incelenmiş ve suyun daha etkin nasıl kullanılabileceğini gösterecek sulama sistemleri tasarlanmıştır. Çalışma kapsamında i) etkin bir sulamanın yapılıp yapılmadığı incelenmiş, ii) uygulanan ve uygulanması gereken sulama suyu miktarları belirlenmiş, iii) mevcut alan ve bitkilendirmeye uygun sulama sistemlerinin tasarımı yapılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Çanakkale ilinin, Türkiye’nin kuzeybatı yönüne düşen Balkan Yarımadası’nın Doğu Trakya topraklarına bir kıstasla bağlanmış Gelibolu Yarımadası ile Anadolu’nun batı uzantısı olan Biga Yarımadası üzerinde toprakları bulunmaktadır. Çanakkale ili 23°35' ve 27°45' doğu boylamları ile 39°50' ve 40°45' kuzey enlemleri arasında 9737 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplamaktadır. Çanakkale İli 2013 yılı verilerine göre 145 000 m<sup>2</sup> park ve rekreasyon alanına sahiptir (Sağlık, 2014). Özgürlük Parkı (57 000 m<sup>2</sup>) ve Halk Bahçesi (34 188 m<sup>2</sup>) sırasıyla en büyük park alanına sahip alanlar olup, Çanakkale İli’nin park ve rekreasyon alanlarının % 63’üne sahiptir (Şekil 1).



**Şekil 1.** Özgürlük Parkı ve Halk Bahçesi alanlarının görünümü (Sağlık, 2014)

Çalışmada, söz konusu iki parkın sulama sistemleri; mevcut alan, bitki örtüsü, su kaynağı ve arazi durumuna göre tasarımı yapılmıştır. Toprağın infiltrasyon hızı ve borudan geçen suyun debisi sırasıyla mini disk taşınabilir infiltrometre (Decagon) ve portatif ultrasonik debimetre (Gentek) yardımıyla belirlenmiştir. Toprağın kullanılabilir su tutma kapasitesinin belirlenmesi amacıyla, Halk Bahçesi ve Özgürlük Parkı içerisinde farklı noktalardan toprak örnekleri alınmış ve laboratuvarında bünye analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda, Halk Bahçesi ve Özgürlük Parkında hakim toprak bünyelerinin sırasıyla killi-tın ve tınlı olduğu saptanmıştır. Yapılan bünye analizi sonucunda, toprağın kullanılabilir su tutma kapasite değerleri, Yıldırım ve Korukçu (1999)'nun değişik bünyeli topraklar için verdikleri kullanılabilir su tutma kapasitesi değerlerinden killi-tın bünye için ortalama 175 mm/m, tınlı bünyeli toprak için 160 mm/m olarak alınmıştır.

Rekreasyon alanlarında ağırlıklı olarak yetiştirilen ve en çok su tüketen bitki çimdir. Bu bağlamda, Halk Bahçesi ve Özgürlük Parkı için yapılacak sulama sistemleri çim bitkisine göre tasarlanmıştır. Çim bitkisinin su tüketiminin en yüksek olduğu aydaki su tüketimi 7 mm/gün olarak alınmıştır (Demirel ve ark. 2006). Halk Bahçesi'nde çim bitkisine ek olarak ağaç ve çalılar bulunmakta, Özgürlük Parkında ise çoğunlukla çim bulunmaktadır. Proje kapsamında, çim bitkisi için yağmurlama sulama sistemi, gerekli görüldüğü durumda ağaç ve çalılar için damla sulama sistemi kullanılmıştır.

## **Sulama Sistemi Tasarımı**

Yağmurlama başlığının seçiminde; sulanacak alanın büyüklüğü, şekli, engellerin sayısı ve tipi, toprak tipi ve maksimum yağmurlama hızı gibi unsurlar dikkate alınmıştır (Smith,

1997; Seçkin, 1998). İşletme giderlerini azaltmak amacıyla, sulama sistemlerinde kullanılacak yağmurlama başlıklarının, düşük bir işletme basıncına sahip olması ve belirli tertip aralıklarında eş bir su dağılımı sağlayacak özellikte olması istenmektedir (Yıldırım, 1996). Yağmurlama ve damla sulama sistemlerinin tasarımı; Güngör ve ark. (1996) ve Orta (2009)'da verilen ilkelere göre yapılmıştır. Su uygulama randımanı yağmurlama sulamada 0.80, damla sulamada ise 0.90 alınmıştır.

Her iki alanda da mevcut sistemlerde su kaynağı olarak şehir şebeke suyu kullanılmaktadır. Bu nedenle, söz konusu alanlar için hazırlanan projeler, şehir şebeke suyunun basıncı ve debisi göz önüne alınarak tasarlanmıştır. Halk Bahçesi'nde tek noktadan, Özgürlük Parkında ise iki noktadan şehir şebeke suyu su kaynağı olarak kullanılmaktadır. Projelemede de aynı noktalar su kaynağı olarak alınmıştır. Şehir şebeke suyunun basıncı, her iki alan için yapılan ölçümler ve Çanakkale Belediyesi'nden alınan bilgilere göre 5.5 bar ve debisi 5 L/sn olarak alınmıştır.

## Araştırma Sonuçları ve Tartışma

### Halk Bahçesi Sulama Sistemi Projesi

Halk Bahçesi sulama sisteminde, alana bağlı olarak 3 farklı ıslatma çapına ve debiye sahip döner yağmurlama başlığı (Hunter/PGP) kullanılmıştır. Bu başlıklara ilişkin teknik detaylar Çizelge 1'de verilmiştir. Sulama sistemine ait ana boru ve vana çapı sırasıyla 32-50 mm ve 1"-1<sup>1/4</sup>" arasında değişmiştir (Çizelge 2). Halk Bahçesi'nde, 17 alanda yağmurlama, 2 alan da damla sulama sistemi olmak üzere toplam 19 bölüme ayrılmıştır (Şekil 2). Mevcut su kaynağı ve arazi alanına göre aynı anda sulanacak bölümler 1-4, 5-8, 9-11, 12-17, 18 ve 19 olmak üzere 6 kısımdan oluşmuştur (Çizelge 3). Yağmurlama hızları 2.43-7.78 mm/h arasında değişmiştir. Yapılan infiltrasyon hızı ölçümlerinde Halk Bahçesi'nde toprağın infiltrasyon hızı 15.00-22.00 mm/h arasında bulunmuştur. Bu nedenle projelemede infiltrasyon ile ilgili olarak herhangi bir sorun oluşmamıştır. Debi değerleri 1.02-7.68 m<sup>3</sup>/h arasında değişmiştir (Çizelge 3). Buna göre günlük toplam sulama suyu ihtiyacı yağmurlama sulama sistemi ile sulanan parsellerde 8.75 mm, damla sulama ile sulanan parsellerde ise 7.77 mm olarak hesaplanmıştır. Damla sulamada toprak bünyesine uygun olarak hesaplanan 2 l/h debiye sahip damlatıcılar kullanılmıştır. Damlatıcılar sıra üzeri mesafe 33 cm ve sıra arası 50 cm olacak şekilde yerleştirilmiştir. Buna göre Halk Bahçesinde sulama süresi damla sulama için 0.64 saat ve yağmurlama sulama için 1.13-3.60 saat arasında değişmiştir (Çizelge 3).

**Çizelge 1.** Halk Bahçesi sulama sistemine ait yağmurlama başlığı bilgileri

Sulama Başlığı*	360°	270°	180°	90°
	Başlık Debisi (l/dk)			
Döner Başlık 3.4 bar r:5m Q:0.16m <sup>3</sup> /h	2.7	2.0	1.3	0.6
Döner Başlık 3.4 bar r:7m Q:0.34m <sup>3</sup> /h	5.7	4.3	2.9	1.4
Döner Başlık 3.4 bar r:10m Q:0.37m <sup>3</sup> /h	6.1	4.6	3.1	1.5

\*Döner Başlık: Hunter/PGP, r: atış yarıçapı, Q:başlık debisi

**Çizelge 2.** Halk Bahçesi sulama sistemine ait ana boru ve vana çapları

İşletme No	İşletme Ana Boru Çapı (mm)	Vana Çapı (inç)
1	Ø50	1 1/2"
2	Ø32	1"
3	Ø40	1 1/4"
4	Ø40	1 1/4"
5	Ø40	1 1/4"
6	Ø40	1 1/4"
7	Ø40	1 1/4"
8	Ø32	1"
9	Ø32	1"
10	Ø40	1 1/4"
11	Ø50	1 1/2"
12	Ø32	1"
13	Ø32	1"
14	Ø32	1"
15	Ø40	1 1/4"
16	Ø32	1"
17	Ø32	1"
18	Ø40	1 1/4"
19	Ø32	1"

**Çizelge 3.** Halk Bahçesi sulama sistemine ait teknik bilgiler

İşletme No	Çalışma Sırası	Debi (m <sup>3</sup> /h)	İşletme Alanı (m <sup>2</sup> )	Yağmurlama Hızı (mm/h)	Sulama Süresi (h)
1	1	6.24	2039	3.06	2.86
2	1	1.02	269	3.79	2.31
3	1	3.12	929	3.36	2.61
4	1	3.60	777	4.63	1.89
5	2	4.32	890	4.85	1.80
6	2	3.30	603	5.47	1.60
7	2	3.36	432	7.78	1.13
8	2	2.28	488	4.67	1.87
9	3	1.74	405	4.30	2.04
10	3	3.96	782	5.06	1.73
11	3	7.68	3161	2.43	3.60
12	4	1.38	305	4.52	1.93
13	4	2.28	369	6.18	1.42
14	4	1.38	327	4.22	2.07
15	4	3.30	1177	2.80	3.12
16	4	2.40	460	5.22	1.68
17	4	2.70	632	4.27	2.05
18	5	4.50	364	-	0.64
19	6	3.00	200	-	0.64

## Özgürlük Parkı Sulama Sistemi Projesi

Özgürlük Parkı'nın sulama sisteminde, alana bağlı olarak 3 farklı atış çapına ve debiye sahip döner yağmurlama başlığı (Rainbird/3500/5000/8005) kullanılmıştır. Başlıklarda 3500 performans döner başlığı için 0.75 ve 1.50 nozulları, 5000 plus düşük açılı döner başlığı için 1.5 nozulu, 8005 rotor başlığı için 4, 8 ve 12 nozulları kullanılmıştır. Bu başlıklara ilişkin teknik detaylar Çizelge 4'de verilmiştir. Sulama sistemine ait işletme debisi, ana boru ve vana çapı sırasıyla 10-294 l/dk, 32-75 mm ve 1"-2<sup>1/2</sup>" arasında değişmiştir (Çizelge 5). Özgürlük Parkı, tüm parsellerde yağmurlama sulama sistemi kullanılmak üzere toplam 17 parsel ayrılmıştır (Şekil 3).

**Çizelge 4.** Özgürlük Parkı sulama sistemine ait yağmurlama başlığı bilgileri

Sulama Başlığı*	360°	270°	180°	90°
	Başlık Debişi (l/dk)			
Döner Başlık Nozul 0.75, 3.5 bar, r:5.4m Q:0.19m <sup>3</sup> /h	3.2	2.4	1.6	0.8
Döner Başlık Nozul 1.5, 3.5 bar r:7.3m Q:0.36m <sup>3</sup> /h	6.0	4.5	2.0	1.0
Döner Başlık Nozul 1.5, 3.5 bar r:9.4m Q:0.38m <sup>3</sup> /h	6.3	4.8	3.2	1.6
Döner Başlık Nozul 04, 3.5 bar r:11.9m Q0.86m <sup>3</sup> /h	14.3	10.8	7.2	3.6
Döner Başlık Nozul 08, 3.5 bar r:14.9m Q1.59m <sup>3</sup> /h	26.5	19.9	13.3	6.6
Döner Başlık Nozul 12, 3.5 bar r:17.5m Q2.52m <sup>3</sup> /h	42.0	31.5	21.0	10.5

\*Döner Başlık: Rainbird, r: atış yarıçapı, Q:başlık debisi

**Çizelge 5.** Özgürlük Parkı sulama sistemine ait ana boru ve vana çapları

İşletme No	İşletme Ana Boru Çapı (mm)	Vana Çapı (inç)
1	Ø75	2 <sup>1/2</sup> "
2	Ø75	2 <sup>1/2</sup> "
3	Ø63	2"
4	Ø75	2 <sup>1/2</sup> "
5	Ø50	1 <sup>1/2</sup> "
6	Ø63	2"
7	Ø40	1 <sup>1/4</sup> "
8	Ø63	2"
9	Ø63	2"
10	Ø50	1 <sup>1/2</sup> "
11	Ø32	1"
12	Ø63	2"
13	Ø32	1"
14	Ø32	1"
15	Ø50	1 <sup>1/2</sup> "
16	Ø32	1"
17	Ø40	1 <sup>1/4</sup> "

**Çizelge 6.** Özgürlük Parkı sulama sistemine ait teknik bilgiler

İşletme No	Çalışma Sıraları	Debi (m <sup>3</sup> /h)	İşletme Alanı (m <sup>2</sup> )	Yağmurlama Hızı (mm/h)	Sulama Süresi (h)
1	1	17.52	2495	7.02	1.25
2	2	17.64	2330	7.57	1.16
3	6	10.74	2101	5.11	1.71
4	3	15.66	2399	6.53	1.34
5	4	6.72	1871	3.59	2.44
6	4	10.08	2034	4.96	1.77
7	8	4.56	715	6.38	1.37
8	5	8.94	2011	4.45	1.97
9	7	11.10	1881	5.90	1.48
10	8	6.30	1050	6.00	1.46
11	6	2.40	546	4.40	1.99
12	9	12.00	2486	4.83	1.81
13	9	1.80	312	5.77	1.52
14	6	1.32	268	4.93	1.78
15	8	4.80	967	4.96	1.76
16	4	0.60	117	5.13	1.71
17	9	3.72	804	4.63	1.89

Mevcut su kaynağı ve alana göre aynı anda sulanacak parseller 1; 2; 4; 5; 6 ve 16; 8; 3, 11 ve 14; 9; 7, 10 ve 15; 12, 13 ve 17 olmak üzere 9 parçaya ayrılmıştır (Çizelge 6). Yağmurlama hızları 3.59-7.57 mm/h arasında değişmiştir. Yapılan infiltrasyon hızı ölçümlerinde Özgürlük Parkı'nda toprağın infiltrasyon hızı 11.00-19.00 mm/h arasında bulunmuştur. Bu nedenle, infiltrasyon ile ilgili olarak herhangi bir sorun oluşmamıştır. Özgürlük Parkı'nın neredeyse tamamı çim bitkisi ile kaplıdır. Buna göre günlük toplam sulama suyu ihtiyacı yağmurlama sulama sistemi ile sulanan parsellerde 8.75 mm olarak hesaplanmıştır. Bu durumda, Özgürlük Parkı'nda sulama süresi 1.16-2.44 saat arasında değişmiştir (Çizelge 6).

## **Sulama Sistemlerinin Mevcut Durumları ile Güncel Durumlarının Karşılaştırılması**

Halk Bahçesi'ndeki mevcut sulama sisteminin detayları sistemin çok eskiden yapılmış olması nedeniyle tam olarak bilinmemekle beraber, uygun bir sulama sistemi olmadığı yapılan ölçümler ve gözlemlerle belirlenmiştir. Halk Bahçesinde çok yıllık ağaçlar, çalılar, çim ve süs bitkileri gibi farklı bitkiler bulunmaktadır. Özgürlük Parkında ise çim ekili alan ağaç ve çalı türlerine oranla çok daha fazladır. Her iki alandaki sulama sistemi bitki su tüketimi en fazla olan bitkiye yani çim bitkisine göre tasarlanmıştır. Halk Bahçesi genel olarak düz ve Özgürlük Parkı ise eğimli bir alana sahiptir. Bu nedenle, projelirmede sadece Özgürlük Parkı için yapılan hesaplamalarda kot farkı göz önüne alınmıştır. Özgürlük Parkında mevcut bir sulama sistemi bulunmamaktadır. Her parselde su çıkış noktaları konulmuş ve alınan su klasik yağmurlama başlıkları yardımıyla alana uygulanmaktadır. Bu



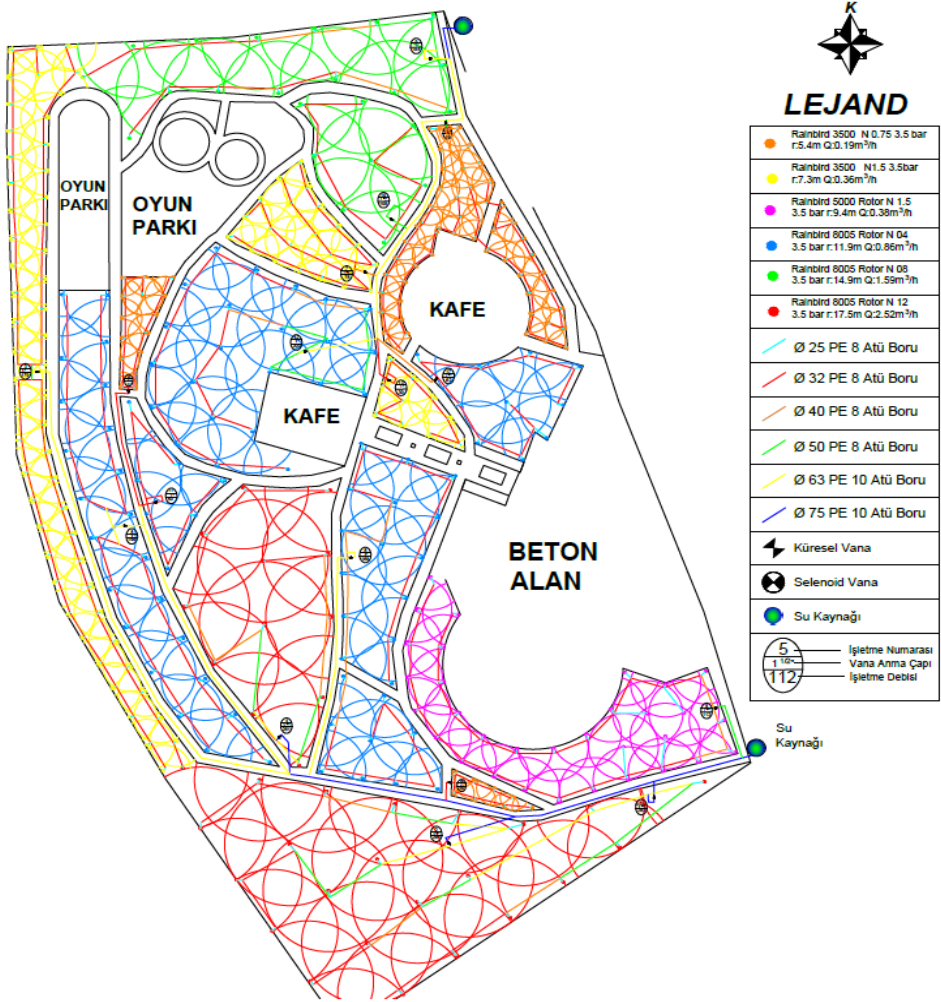
da, çok büyük ve görsel bir alanda kötü bir görünüme ve bitkilerin yeteri kadar suyu alamamasına neden olmaktadır. Buna ek olarak, sulama sezonunda iş yükünü artırdığı görülmüştür. Halk Bahçesinde sulama zamanı planlaması olmadığından sulamaların gün içerisinde ve gelişigüzel yapıldığı belirlenmiştir. Yapılan bu çalışma ile bu gibi sorunların ortadan kaldırılması mümkün olacaktır.

Halk Bahçesi'nin ve Özgürlük Parkının sulanabilir yeşil alanı sırasıyla yaklaşık olarak 15000 m<sup>2</sup> ve 25000 m<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Bu değerler her iki park alanının yaklaşık olarak yarısına tekabül etmektedir. Demirel ve ark. (2006) Halk Bahçesinde 362 m<sup>2</sup>'lik küçük bir alanda yaptıkları çalışmada toplam mevsimlik su kullanımını 693 m<sup>3</sup> olarak hesaplamışlardır. Aynı oran, Halk Bahçesi ve Özgürlük Parkı'nda mevcut koşullarda sulama sezonu boyunca harcanan toplam sulama suyu sırasıyla tahmini 28700 m<sup>3</sup>, Özgürlük Parkında ise 47800 m<sup>3</sup> olarak bulunulmuştur. Projeleme sonucunda sezonluk sulama suyu ihtiyacı CROPWAT programı yardımıyla yaklaşık 740 mm olarak tespit edilmiştir. Bu durumda Halk Bahçesi için 11100 m<sup>3</sup> ve Özgürlük Parkı için 18500 m<sup>3</sup> sulama suyunun sezon boyunca yeterli olduğu belirlenmiştir. Buna göre, projeleme sonucunda her iki alan için de yaklaşık % 60 oranında su tasarrufu sağlanabileceği tespit edilmiştir. Demirel ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada bu oranı % 50 olarak bulmuşlardır.

Belediyeden alınan güncel verilere göre konutlara verdiği suyun 1m<sup>3</sup>'nün ücreti yaklaşık olarak 3 TL'dir. Buna göre Halk Bahçesi ve Özgürlük Parkı için sezonluk boşa harcanan suyun ücreti sırasıyla, 52800 TL ve 87720 TL'dir. Halk Bahçesi ve Özgürlük Parkında doğru sulama sistemi tasarımıyla sulama suyuna ayrılan bütçeden büyük oranda kar sağlanacağı görülmektedir.



**Şekil 2.** Halk Bahçesinin sulama sistemi tasarımı



**Şekil 3.** Özgürlük Parkının sulama sistemi tasarımı

## Sonuç

Çalışmada, Çanakkale İli'ndeki en büyük peyzaj alanına sahip olan Halk Bahçesi ve Özgürlük Parkı'nın sulama sistemleri; su kaynağı, alan, arazi şekli, eğim, bitki örtüsü gibi faktörler göz önüne alınıp yeniden tasarlanmıştır. Çalışma kapsamında yapılan incelemeler sonucunda, her iki peyzaj alanında da sulama sisteminin iyi tasarlanmadığı ortaya çıkmıştır. Söz konusu alanlarda yanlış sulamalar sonucu mevsimlik boşa harcanan sulama suyunun maliyetinin oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Her iki peyzaj alanı için yapılan sulama sisteminin maliyetinin, mevcut koşullarda boşa harcanan sulama suyundan tasarruf ile yaklaşık üç yıl içinde karşılanabileceği söylenebilir. Gelecekte su maliyetinin daha da

artacağı düşünülürse sulama sistemlerinin peyzaj alanlarında doğru tasarımının yapılması daha da önemli olacaktır.

Sonuç olarak, yapılan bu çalışma, Çanakkale İli başta olmak üzere ülkemizdeki tüm peyzaj alanları için örnek teşkil edecektir. Ülkemizde belediyelerin veya özel firmaların yaptıkları sulama projelerinin değerlendirilmesi hakkındaki çalışmaların artırılması gerekmektedir.

## **Kaynaklar**

- Altunkasa, M.F. 1998. Peyzaj Mühendisliği. Çukurova Üniv. Ziraat Fak Yayınları No:123, Adana.
- Bayramoğlu, E. ve Ö. Demirel. 2014. Peyzaj Alanlarında Kullanılan Berberis Thunbergii 'Atropurpurea Nana' ve Ilex Aquifolium Bitkilerinin Su Tüketimlerinin Karşılaştırılması. Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi. 1.163-172.
- Beccard, B. 1995. Taking Control, Landscape Design, USA.
- Demirel, K., M. Yıldırım ve G. Çamoğlu. 2006. Çanakkale İli Belediye Sınırları İçerisindeki Peyzaj Alanlarında Sulama Sistemlerinin Projelenmesi ve İşletilmesindeki Hatalar. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Derg. 37(1). 81-90.
- Demirel, K. ve Y. Kavdır. 2013. Effect of Soil Water Retention Barriers on Turfgrass Growth and Soil Water Content. Irrig. Sci. 31(4). 689-700.
- Demirel, K. 2014. Effect of Irrigation and Nitrogen Levels on Plant Characteristics in Perennial Ryegrass. Fresenius Environmental Bulletin, 23(8a). 1971-1978.
- Güngör, Y., A.Z. Erözel ve O. Yıldırım. 1996. Sulama. A.Ü. Ziraat Fakültesi No: 1443, Ders Kitabı: 424, Ankara.
- İşbilir, H. ve T. Erdem. 2012. Rekreasyon Alanı Sulama Projelerinin Tasarım ve Uygulama Aşamalarında Ortaya Çıkan Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 9(2). 57-66.
- Küçükşayan, C., S. Gülez ve B. Cengiz. 2011. Peyzaj Alanlarında Otomatik Sulama Sistemi Uygulamasının İrdelenmesi: Ankara Kenti Örneği. Bartın Orman Fakültesi Dergisi. 13(19). 52-62.
- Orta, H. 2009. Rekreasyon Alanlarında Sulama, Namık Kemal Üni. Ziraat Fakültesi, Tekirdağ.
- Özden, M.A. 1993. Peyzaj Çalışmalarında Farklı Sulama Tekniklerinin Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma, Ankara Üniv. Fen Bil.Enst. Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Sağlık, A. 2014. Çanakkale Kenti Rekreasyon Potansiyelinin Kentlerin Yaşanabilirliği Açısından Değerlendirilmesi", Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Çanakkale.
- Sass, J.F and B.P. Horgan. 2006. Irrigation Scheduling on Sand Based Creeping Bentgrass: Evaluating Evapotranspiration Estimation, Capacitance Sensors, and Deficit Irrigation in the Upper Midwest. Applied Turfgrass Science doi:10.1094/ATS-2006-0330-01-RS.
- Seçkin, Ö.B. 1998. Peyzaj Uygulama Tekniği. İ.Ü. Yayın No:4105, İstanbul.
- Smith, W.S. 1997. Landscape Irrigation Design and Management, John Wiley& Sons, Inc, New York.
- Xinmin, Z., H. Lin, B. Xiuju, Z. Bingxiang, C. Fahe and S. Xinzhang. 2007. The Most Economical Irrigation Amount and Evapotranspiration of the Turfgrasses in Beijing City, China. Agricultural Water Management. 89. 98-104.

- Yazar, K. 2013. Fethiye İlçe Merkezindeki Peyzaj Alanlarının Sulanmasında Karşılaşılan Sorunlar ve Alternatif Çözüm Önerileri, Adnan Menderes Üni. Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- Yeşil, D. 2001. Yeşil Alanlarda Sulama Sorunları ve Karşıyaka Muammer Aksoy Parkı Örneğinde Sulama Projesi Oluşturulması, E.Ü. Fen Bil. Enst. Y.Lisans Tezi, İzmir.
- Yıldırım, O. 1994. Çim Alanlarının Sulanması. Çağdaş Yaşamda Çim Alanlar Sempozyumu II ve III. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:2. 16-46.
- Yıldırım, O. 1996. Sulama Sistemleri 2 Kitabı. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:1449, Ankara.
- Yıldırım, O. ve A. Korukçu. 1999. Damla Sulama Sistemlerinin Projelenmesi. A.Ü.Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ders Notları, Ankara.
- Yıldırım, M., A. Akçal ve K. Kaynaş. 2009. The Response of Cyclamen Hederifolium to Water Stress Induced by Different Irrigation Levels, African Journal of Biotechnology. 6.1069-1073.





# Tuz Stresi Koşullarında Polietilen Glikol Ön Uygulamalarının Kamışsı Yumağın (*Festuca arundinacea* Schreb.) Tohumlarının Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

Yasin ÖZTÜRK<sup>1</sup>, Nigar TATAR<sup>1</sup>, Emine BUDAKLI ÇARPICI<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, Türkiye

<sup>2</sup>Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye

\*e-posta: ebudakli@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 02.11.2017; Kabul Tarihi: 05.12.2017

**Öz:** Bu araştırma, polietilen glikol (PEG) ön uygulamasının (kontrol, -6, -8 ve -10 bar) tuz stresi koşullarında (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 ve 350 mM NaCl) kamışsı yumağın çimlenme özellikleri üzerine etkilerini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre dört tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Petriler 22 ±1 °C sıcaklığa ayarlı çimlendirme kabineye konulmuş ve 21 gün sonra çimlenme yüzdesi, sapçık uzunluğu, kökçük uzunluğu, sapçık yaş ağırlığı, kökçük yaş ağırlığı, vigor indeksi ve tuza tolerans indeksi gibi özellikler incelenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre; PEG ön uygulamalarının sapçık uzunluğu, kökçük uzunluğu, kökçük yaş ağırlığı ve vigor indeksi üzerine etkileri % 1, çimlenme yüzdesi üzerine etkisi ise % 5 olasılık düzeyinde önemli olmuştur. Diğer taraftan tuz konsantrasyonlarının etkileri ise incelenen tüm özellikler üzerinde % 1 olasılık düzeyinde çok önemli çıkmıştır. Ayrıca, PEG ön uygulaması x tuz konsantrasyonu interaksyon etkisi ise sapçık ve kökçük uzunluğu ile vigor indeksi üzerinde önemli olmuştur. Araştırmada, tüm PEG ön uygulamaları çimlenme yüzdesini artırmıştır. Ayrıca, PEG ön uygulamaları sapçık uzunluğunu olumsuz yönde, kökçük uzunluğu ve yaş ağırlığını ise olumlu yönde etkilemiştir. Artan tuz konsantrasyonları başlangıçta kamışsı yumağın çimlenme yüzdesini etkilememiş, ancak 200 mM tuz konsantrasyonundan sonra çimlenme yüzdesi giderek azalmıştır. Tuz konsantrasyonundaki artışlar sapçık ve kökçük uzunluğu, sapçık ve kökçük yaş ağırlığı, vigor indeksi ve tuza tolerans indeksi gibi özellikleri olumsuz yönde etkilemiştir. PEG ön uygulaması x tuz konsantrasyonu interaksyonlarına bakıldığında ise incelenen özellikler bakımından en yüksek değerlerin kontrol grubundan elde edildiği görülmüştür. Sonuç olarak; PEG ön uygulamaları tuzlu koşullarda kamışsı yumağın çimlenme özelliklerini iyileştirmemiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kamışsı yumağın, tuz stresi, polietilen glikol, ön uygulama, çimlenme.

# The Effects of Polyethylene Glycol Primings of Tall Fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) Seeds on Germination Characters of Seeds on Salt Stress Conditions

**Abstract:** This experiment was carried out to examine the effects of polyethylene glycol (PEG) primings (control, -6, -8 ve -10 bar) of tall fescue seeds on germination characters of seeds exposed to different salt concentrations (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 and 350 mM NaCl). Experiment was designed as to the “Completely Randomized Design” with four replication. Petries containing seeds were placed into germinating cabin tuned for temperature of  $22\pm 1$  °C and the germination percent, shoot lenght, root lenght, shoot and root fresh weight, vigor index and salt tolerance index were examined 21 days later. Variations analysis indicated that the effects of PEG primings on shoot lenght, root lenght, root fresh weight and vigor index were significant at 1 %, germination percentage was significant at 5 % probability level. On the other hand, salt concentrations have significantly affected all of the parameters determined in the experiment at 1 % probability level. At the same time, shoot length, root lenght and vigor index have been significantly affected by interaction of PEG primings and salt concentrations. In the study, all PEG primings increased the germination percentage. In addition, PEG primings affected negatively the shoot length, positively the root length and fresh weight. Increased salt concentrations initially did not affect the germination percentage of tall fescue, but germination percentage gradually decreased after 200 mM salt concentration. The increases in salt concentration affected negatively the characteristics such as shoot and root length, shoot and root fresh weight, vigor index and salt tolerance index. When PEG primings x salt concentration interactions were examined, it was seen that the highest values were obtained from the control in terms of the properties examined. As a result; PEG primings have not improved the germination properties of tall fescue on saline conditions.

**Keywords:** Tall fescue, salt stress, polyethylene glycol priming, germination.

## Giriş

Tuz stresi, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde bitkilerin gelişimini etkileyerek ürün verimliliğini sınırlandıran en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir. Bitkilerde osmotik ve iyon stresine neden olarak büyümeyi ve gelişmeyi etkileyen tuz stresinin bu olumsuz etkileri; tuzun çeşidine, stresin düzeyine ve süresine, strese maruz kalan bitkinin genotipine ve gelişim evresine bağlı olarak değişmektedir (Çulha ve Çakırlar, 2011). Tuz stresi bitkilerin tüm gelişme dönemlerini etkilemesine rağmen, pek çok bitki türünde tuz stresine en hassas dönemin çimlenme dönemi olduğu bildirilmektedir (Khan ve ark. 2009; Kuşvuran ve ark. 2007; Zamani ve ark. 2010). Nitelikli bir yeşil alan oluşturulmasında bitki seçimi, kullanım amacı, yetiştirilecek ortam ve kabul edilebilir sürdürülebilirlik düzeyinin ne olacağı gibi konulara dikkat edilmesi gerekmektedir. Her bir çim türünün olumlu veya olumsuz özellikleri, güçlü ve zayıf yönleri bulunmaktadır (Demiroğlu Topçu ve Özkan, 2016). Başarılı bir yeşil alan tesisinin ön şartı, tohum ekimi ve uygun koşullarda yeterli çimlenmenin sağlanmasıdır. Bu sayede birim alanda istenen bitki sıklığı elde edilmekte ve daha üniform bir yüzey oluşturulabilmektedir (Avcıoğlu, 1997).

Geniş uyum yeteneğine sahip olan kamışsı yumak, buğdaygil yem bitkileri içerisinde en verimli türlerden biridir. Uygun bölgelerde 100-150cm’ye kadar boylanabilen ve derin kökleri ile toprağa iyice tutunabilen kurağa dayanıklı bir bitkidir (Açıkgöz, 2001; Demiroğlu et al., 2010). Özellikle orta seviyede tuza tolerans gösteren bir bitki olup, artan



tuz konsantrasyonlarından çimlenme ve fide gelişimi olumsuz yönde etkilenmektedir (Tilaki ve ark. 2010; Wang ve Zhang, 2011; Zhang ve Rue, 2012; Demiroğlu Topçu ve ark., 2016). Bu nedenle, olumsuz koşullarda (tuzluluk, düşük ve yüksek sıcaklık vb.) çimlenmeyi teşvik etmek amacıyla farklı ön uygulamalarla çalışmalar yapılmıştır. Örneğin; Tilaki ve ark. (2010), 15 ve 30 dS/m NaCl ile hidropriming ön uygulamalarının tuzlu koşullarda çimlenmeyi teşvik ettiğini ve özellikle çimlenme döneminde tuzlu koşullarda 15 dS/m NaCl ön uygulamasının başarı ile kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Rouhi ve ark. (2011), kamışsı yumakta farklı sürelerde uygulanan (12, 24, 36 ve 48 saat) farklı PEG (-8, -10, -12, -14 ve -16 bar) ön uygulamalarının iki farklı sıcaklıktaki (15 ve 25 °C) çimlenme özelliklerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, 15 °C sıcaklıkta 12 saat -8 bar PEG uygulamasının kontrole oranla daha iyi sonuçlar verdiğini vurgulamışlardır. Zhang ve Rue (2012), bazı buğdaygil yem bitkilerinde glisinbetain (GB) ön uygulamasının tuz stresi koşullarında çimlenme üzerine etkilerini inceledikleri bir çalışmada; ön uygulamanın tuzlu koşullarda çimlenmeyi kontrole oranla % 13.9, fide büyümesini ise % 20.7 oranında artırdığını tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada, tuzlu koşullarda kamışsı yumağın çimlenme özellikleri üzerine PEG ön uygulamalarının etkileri incelenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

Araştırma Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bitki Fizyolojisi Laboratuvarında yürütülmüştür. Denemede bitki materyali olarak Olympus kamışsı yumak çeşidi kullanılmıştır. Araştırmada dört farklı PEG ön uygulaması (kontrol, -6, -8 ve -10 bar) ile sekiz farklı tuz konsantrasyonu (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 ve 350 mM NaCl) ele alınmıştır. Tuz konsantrasyonlarına ait EC değerleri sırasıyla 0.0024 ds/m, 5.34 ds/m, 10.33 ds/m, 15.12 ds/m, 19.92 ds/m, 24.9 ds/m, 29.3 ds/m ve 34.1 ds/m'dir. Tuz stresi oluşturmak için NaCl, PEG uygulaması için de PEG-6000 kullanılmıştır.

Araştırma Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çimlendirme öncesinde tohumlar yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur. Bu amaçla % 5'lik sodyum hipoklorit kullanılmıştır. Tohumlar 5 dak. sodyum hipoklorit ile çalkalanmış ve ardından saf su ile iyice yıkanmıştır (Tilaki ve ark. 2010). Yüzey sterilizasyonu yapılan tohumlar farklı PEG çözeltilerinde (-6, -8 ve -10 bar) 12 saat süreyle karanlık ortamda 15 °C sıcaklıkta bekletilmiştir (Rouhi ve ark. 2011). Çözeltilerde 12 saat süreyle bekletilmiş tohumlar, çözeltiye aktarılmadan önceki nem içeriklerine dönünceye kadar oda koşullarında 24 saat kurutma kağıtları üzerine alınarak kurutulmuştur. Ardından içerisinde çift katlı çimlendirme kağıdı (Whatman No.2) bulunan petri kaplarına 50 adet tohum yerleştirilmiştir. Çift katlı çimlendirme kağıtları arasına konulan tohumların üzerine 8.5 ml farklı NaCl yoğunluklarını içeren solüsyonlar dökülmüştür. Bu işlemlerden hemen sonra petri karanlık koşullara sahip 22±1 °C sıcaklığa ayarlı çimlendirme kabinine konulmuş ve burada 21 gün muhafaza edilmiştir. Deneme süresince iki günde bir petri kaplarındaki çimlendirme kâğıtları değiştirilmiştir. Denemede kökçük uzunluğu 2 mm'yi geçen tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (Tilaki ve ark. 2010). 21. günün sonunda çimlenen tohumlar sayılarak çimlenme yüzdesi (%) belirlenmiştir. Çimlenmenin 21. gününde her bir petri kabından 10 sürgün, örnek olarak alınmış ve bu örneklerde sapçık ve kökçük uzunlukları ölçülmüş ve ardından sapçık ve kökçük yaş ağırlıkları tespit edilmiştir. Vigor indeksi ve tuza tolerans indeksi aşağıda verilen formüllere göre hesaplanmıştır.

Vigor indeks = [Çimlenme yüzdesi x (kökçük uzunluğu + sapçık uzunluğu)] (Hu ve ark., 2005)

Tuza tolerans indeksi =  $(S_x \text{'deki toplam yaş ağırlık} / S_0 \text{'daki toplam yaş ağırlık}) \times 100$  (Kuşvuran ve ark. 2015)  $S_x$ : tuz konsantrasyonu,  $S_0$ : kontrol

Araştırmadan elde edilen veriler, Tesadüf Parselleri Deneme Desenine uygun olarak varyans analizine tabi tutulmuştur (Turan, 1995). Bütün hesaplamalar bilgisayarda MINITAB ve MSTAT-C paket programlarından faydalanılarak yapılmıştır. Önemlilik testlerinde % 1 ve % 5, farklı grupların belirlenmesinde ise % 5 olasılık düzeyi kullanılmıştır. Farklı grupların belirlenmesinde LSD testinden yararlanılmıştır.

## Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Varyans analiz sonuçlarına göre; PEG ön uygulamalarının sapçık uzunluğu, kökçük uzunluğu, kökçük yaş ağırlığı ve vigor indeksi üzerine etkileri % 1, çimlenme yüzdesi üzerine etkisi % 5, tuz konsantrasyonlarının ise incelenen tüm özellikler üzerine etkisi % 1 olasılık düzeyinde önemli olmuştur. PEG ön uygulama x tuz konsantrasyonu interaksiyonunun etkisi ise sapçık uzunluğu üzerine % 1, kökçük uzunluğu ve vigor indeksi üzerine ise % 5 olasılık düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Farklı PEG ön uygulamaları yapılan ve değişik tuz konsantrasyonlarında çimlendirilen kamışsı yumağa ait varyans analiz sonuçları (kareler ortalaması)

V.K.	SSD <sup>a</sup>	SSD <sup>b</sup>	ÇY	SU	KU	SYA	KYA	Vİ	TTİ
PEG	3	3	84.58*	3.172**	1.634**	0.29	0.8212**	78425**	25,2
Tuz (T)	7	6	1870.93**	256.664**	60.577**	562.88**	6.3224**	4746185**	22007,0**
PEG x T	21	18	32.73	0.653**	0.319*	0.75	0.2114	15771*	32,2
Hata	96	84	29.56	0.245	0.188	0.87	0.1423	8409	32,3

<sup>a</sup>: çimlenme yüzdesi (ÇY), sapçık uzunluğu (SU), kökçük uzunluğu (KU), sapçık yaş ağırlığı (SYA), kökçük yaş ağırlığı (KYA) ve vigor indeksine (Vİ) ait serbestlik derecesi.

<sup>b</sup>: Tuza tolerans indeksine (TTİ) ait serbestlik derecesi

V.K.: Varyasyon kaynağı

\*, \*\*: Sırasıyla % 5 ve % 1 olasılık düzeyinde önemlidir.

PEG ön uygulamasının çimlenme yüzdesi üzerine etkisi istatistiki anlamda % 5 olasılık düzeyinde önemli olmuş ve kontrole oranla tüm ön uygulamalar çimlenme yüzdesini artırmıştır. Artan tuz konsantrasyonları başlangıçta çimlenmeyi teşvik etmiş, ancak bu etki 150 mM tuz konsantrasyonuna kadar devam etmiştir. Bu dozdan sonra çimlenme yüzdesi giderek azalmıştır (Çizelge 1 ve Çizelge 2). Elde ettiğimiz sonuçlar Demiroğlu Topçu ve ark. (2016) ile uyumlu bulunmuştur. PEG ön uygulaması x tuz konsantrasyonu interaksiyon etkisi çimlenme yüzdesini istatistiki anlamda etkilememiştir. Buna karşılık bazı araştırmacılar tuzlu koşullarda kamışsı yumak ve diğer bazı bitkilerde olumlu sonuçların elde edildiğini bildirmişlerdir. Örneğin; Tilaki ve ark. (2010) kamışsı yumakta yapılan NaCl ön uygulamaların tuzlu koşullarda çimlenmeyi teşvik ettiğini rapor etmişlerdir. Zhang ve Rue (2012), bazı buğdaygil yem bitkilerinde glisinbetain (GB) ön uygulamasının tuz stresi koşullarında çimlenmeyi kontrole oranla artırdığını bildirmişlerdir. Tekin ve Bozcuk (1998)

ayçiçeğinde çimlenme döneminde yapılan putresin uygulaması ile tuzlu koşullarda çimlenme yüzdesinin arttığını tespit etmişlerdir. Çavuşoğlu ve Kabar (2008) arpa bitkisinde GA<sub>3</sub> ön uygulamasının tuz stresinin çimlenme üzerindeki olumsuz etkisini hafiflettiğini bildirmişlerdir. Diğer taraftan Rouhi ve ark. (2011) normal koşullarda kamışsı yumakta -8 bar uygulamasının çimlenme yüzdesini kontrole oranla önemli ölçüde artırdığını tespit etmişlerdir.

Sapçık uzunluğu üzerine PEG ön uygulamaları ve tuz konsantrasyonları ile PEG ön uygulaması x tuz konsantrasyonu interaksyonunun etkisi % 1 olasılık düzeyinde çok önemli olmuştur. PEG ön uygulaması sapçık uzunluğunu kontrole oranla azaltmış ve bu olumsuz etki -8 ve -10 bar'da daha fazla olmuştur. Tuzun düşük konsantrasyonu (50 mM) sapçık uzunluğunu etkilememiş, ancak yüksek konsantrasyonlar sapçık gelişimini olumsuz yönde etkilemiştir. İnteraksiyon etkisine bakıldığında ise PEG ön uygulamalarının artan tuz konsantrasyonlarında sapçık gelişimini teşvik etmediği görülmüştür (Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3). Artan tuz konsantrasyonlarının sapçık gelişiminde azalmalara neden olduğu ve bunun sonucunda da sapçık uzunluğunun giderek azaldığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Pessarakli ve Kopec, 2009; Nizam, 2011, Kuşvuran ve ark. 2015). Farklı kimyasallarla yapılan ön uygulamaların tuzlu ve tuzsuz koşullarda kamışsı yumakta olumlu gelişmelere neden olduğu tespit edilmiştir. Örneğin; Tilaki ve ark. (2010) 15 dS/m NaCl ön uygulamasının kamışsı yumakta tuzlu koşullarda sapçık uzamasını teşvik ettiğini tespit etmişlerdir. Rouhi ve ark. (2011) normal koşullarda 12 saat -8 bar PEG ön uygulamasının kökçük uzunluğunu artırdığını ve bu nedenle bu dozun önerilebileceğini bildirmişlerdir.

PEG ön uygulamaları ve tuz konsantrasyonlarının kökçük uzunluğu üzerine etkisi istatistiki anlamda % 1, PEG ön uygulaması x tuz konsantrasyonu interaksyonunun etkisi ise % 5 olasılık düzeyinde önemli çıkmıştır. -6 bar PEG ön uygulaması kökçük uzunluğunu kontrole oranla olumsuz yönde etkilemiş ancak artan dozların kökçük uzunluğu üzerindeki olumsuz etkisi ortadan kalkmıştır. Bunun sonucunda da en uzun kökçükler kontrol, -8 ve -10 bar uygulamalarından elde edilmiştir. Tuz konsantrasyonlarındaki artış 150 mM'a kadar kökçük uzunluğunu etkilememiş ancak bu dozdan sonra kökçük uzunluğunda kısalmalar tespit edilmiştir. İnteraksiyon etkisi incelendiğinde; PEG uygulamalarının artan tuz konsantrasyonlarında kökçük uzunluğunu teşvik etmediği görülmüştür (Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3). Rouhi ve ark. (2011) normal koşullarda 12 saat -8 bar PEG ön uygulamasının kökçük uzunluğunu teşvik ettiğini bildirmişlerdir. Çavuşoğlu ve Kabar (2008) farklı bitki büyüme düzenleyicileri kullanılarak yapılan ön uygulamaların arpa bitkisinde tuzlu koşullarda kökçük uzamasını teşvik ettiğini ve tuzun olumsuz etkisinin bu uygulamalar ile ortadan kalktığını tespit etmişlerdir.

Sapçık yaş ağırlığı üzerine PEG ön uygulamalarının etkisi önemsiz olmuş ve sapçık yaş ağırlığı genel olarak 7.17-7.38 mg arasında değişmiştir. Tuz konsantrasyonları arttıkça sapçık yaş ağırlığı da giderek azalmış ve en düşük değerler 0.14 ve 0.54 mg ile 350 ve 300 mM konsantrasyonlarından elde edilmiştir. İnteraksiyon etkisinin sapçık yaş ağırlığı üzerine etkisi ise önemsiz çıkmıştır (Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3). Demiroğlu Topçu ve ark. 2016) tuz stresinin kamışsı yumakta yaş biyokütle verimini olumsuz yönde etkilediğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, tuz konsantrasyonlarındaki artışın İngiliz çiminde sapçık yaş ağırlığını azalttığı birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Nizam, 2011 ve Kuşvuran ve ark. 2015). Bulgularımız, diğer araştırmacıların sonuçlarıyla da uyumlu bulunmuştur.

PEG ön uygulamasının kökçük yaş ağırlığı üzerine etkisi istatistiki anlamda önemli olmuş ve en yüksek değer 1.36 mg ile -10 bar uygulamasından elde edilmiştir. Çimlenme evresindeki tuz uygulamalarında kökçük yaş ağırlığı en yüksek 50 mM tuz konsantrasyonunda tespit edilmiş ve ancak bu dozdan sonra azalmıştır. Bulgularımız, artan tuz konsantrasyonlarının kökçük yaş ağırlığını azalttığını bildiren Nizam (2011) ve Kuşvuran ve ark. (2015)'nin sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur. PEG ön uygulaması x tuz konsantrasyonu interaksiyon etkisinin kökçük yaş ağırlığı üzerine etkisi ise önemsiz çıkmıştır (Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3).

**Çizelge 2.** Farklı PEG ön uygulamaları ile tuz konsantrasyonlarının kamışsı yumak bitkisinde çimlenme yüzdesi (%), sapçık uzunluğu (cm), kökçük uzunluğu (cm), sapçık yaş ağırlığı (mg), kökçük yaş ağırlığı (mg), vigor indeksi ve tuza tolerans indeksi (%) değerleri üzerine etkisi.

PEG (bar)	ÇY (%)	SU (cm)	KU (cm)	SYA (mg)	KYA (mg)	Vİ	TTİ (%)
Kontrol	80,88 <sup>b</sup>	5,09 <sup>a</sup>	2,80 <sup>a</sup>	7,35	1,08 <sup>b</sup>	708,95 <sup>a</sup>	43,60
-6 Bar	82,06 <sup>ab</sup>	4,32 <sup>c</sup>	2,28 <sup>b</sup>	7,17	0,99 <sup>b</sup>	588,51 <sup>c</sup>	42,65
-8 Bar	84,13 <sup>a</sup>	4,71 <sup>b</sup>	2,64 <sup>a</sup>	7,38	1,08 <sup>b</sup>	659,25 <sup>b</sup>	44,56
-10 Bar	84,19 <sup>a</sup>	4,67 <sup>b</sup>	2,67 <sup>a</sup>	7,25	1,36 <sup>a</sup>	658,13 <sup>b</sup>	44,68
<b>Tuz (mM NaCl)</b>							
0	91,63 <sup>a</sup>	9,06 <sup>a</sup>	5,19 <sup>a</sup>	14,61 <sup>a</sup>	1,59 <sup>b</sup>	1305,3 <sup>a</sup>	-
50	91,75 <sup>a</sup>	9,28 <sup>a</sup>	4,71 <sup>b</sup>	13,81 <sup>b</sup>	2,02 <sup>a</sup>	1284,3 <sup>a</sup>	95,16 <sup>a</sup>
100	88,13 <sup>a</sup>	8,21 <sup>b</sup>	4,05 <sup>c</sup>	11,70 <sup>c</sup>	1,83 <sup>ab</sup>	1082,5 <sup>b</sup>	81,40 <sup>b</sup>
150	89,50 <sup>a</sup>	6,16 <sup>c</sup>	3,06 <sup>d</sup>	9,17 <sup>d</sup>	1,28 <sup>c</sup>	825,6 <sup>c</sup>	62,80 <sup>c</sup>
200	88,25 <sup>b</sup>	3,79 <sup>d</sup>	1,92 <sup>e</sup>	6,46 <sup>e</sup>	0,66 <sup>d</sup>	505,5 <sup>d</sup>	42,77 <sup>d</sup>
250	77,88 <sup>c</sup>	0,88 <sup>e</sup>	1,35 <sup>f</sup>	1,84 <sup>f</sup>	0,59 <sup>d</sup>	176,8 <sup>e</sup>	14,62 <sup>e</sup>
300	73,88 <sup>d</sup>	0,17 <sup>f</sup>	0,38 <sup>g</sup>	0,54 <sup>g</sup>	0,53 <sup>d</sup>	40,4 <sup>f</sup>	6,43 <sup>f</sup>
350	61,50 <sup>d</sup>	0,01 <sup>f</sup>	0,13 <sup>g</sup>	0,14 <sup>g</sup>	0,51 <sup>d</sup>	9,2 <sup>f</sup>	3,91 <sup>g</sup>

ÇY: Çimlenme yüzdesi, SU: sapçık uzunluğu, KU: kökçük uzunluğu, SYA: sapçık yaş ağırlığı, KYA: kökçük yaş ağırlığı, Vİ: vigor indeksi, TTİ: tuza tolerans indeksi

Vigor indeksi bakımından en yüksek değer kontrol grubundan elde edilmiş ve ön uygulamaların etkisi olumsuz yönde olmuştur. Artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak 50 mM konsantrasyonundan sonra vigor indeksi giderek azalmış ve en yüksek tuz konsantrasyonlarında (300 ve 350 mM) en düşük değerlere ulaşmıştır. İkili interaskiyona bakıldığında; özellikle 200 mM tuz konsantrasyonunda, - 8 bar PEG ön uygulaması vigor indeksini kontrole oranla artırmıştır (Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3). Elde ettiğimiz sonuçların aksine Rouhi ve ark. (2011) kamışsı yumakta normal koşullar için 36 saat -10 bar uygulamasının vigor indeksini artırdığını bildirmişlerdir.

Araştırmada PEG ön uygulamaları kamışsı yumak bitkisinin tuza tolerans indeksini istatistiki anlamda etkilememiş ve genel olarak % 42.65-44.68 arasında değişmiştir. Artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak tuza tolerans indeksi giderek azalmış ve 350 mM tuz konsantrasyonunda % 3.91 olmuştur. Bulgularımız, artan tuz konsantrasyonlarının tuza tolerans indeksinin giderek azalmasına neden olduğunu bildiren Kuşvuran ve ark. (2015)'nin sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur. İnteraksiyon etkisinin tuza tolerans indeksi üzerine etkisi önemli olmamıştır (Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3).

Sonuç olarak, PEG ön uygulamaları kamışsı yumak bitkisinin çimlenme yüzdesi, kökçük uzunluğu ve kökçük yaş ağırlığını olumlu yönde etkilemiştir. Artan tuz konsantrasyonları çimlenme döneminde kamışsı yumak bitkisinin gelişimi engellemiştir. PEG ön uygulaması x tuz konsantrasyonu interaksyonu değerlendirildiğinde ise ön uygulamalarının tuzlu koşullarda incelenen çimlenme özelliklerini olumlu yönde etkilemediği tespit edilmiştir.

**Çizelge 3.** PEG ön uygulaması x tuz konsantrasyonu interaksyon etkisinin sapçık uzunluğu (cm), kökçük uzunluğu (cm) ve vigor indeksi üzerine etkisi

PEG (bar)	Tuz (mM NaCl)	Sapçık Uzunluğu (cm)	Kökçük uzunluğu (cm)	Vigor indeksi
Kontrol	0	10,11 <sup>a</sup>	5,74 <sup>a</sup>	1426,0 <sup>a</sup>
	50	10,07 <sup>a</sup>	5,41 <sup>ab</sup>	1454,7 <sup>a</sup>
	100	8,79 <sup>b-d</sup>	4,53 <sup>de</sup>	1213,4 <sup>bc</sup>
	150	6,80 <sup>f</sup>	3,40 <sup>f</sup>	889,2 <sup>f</sup>
	200	4,22 <sup>h</sup>	1,73 <sup>l-k</sup>	520,3 <sup>hi</sup>
	250	0,63 <sup>j-l</sup>	1,13 <sup>k</sup>	131,8 <sup>j-l</sup>
	300	0,06 <sup>kl</sup>	0,37 <sup>l</sup>	29,1 <sup>kl</sup>
	350	0,01 <sup>l</sup>	0,12 <sup>l</sup>	7,0 <sup>l</sup>
-6 bar	0	8,78 <sup>b-d</sup>	4,75 <sup>c-e</sup>	1247,5 <sup>b</sup>
	50	8,66 <sup>b-d</sup>	4,35 <sup>e</sup>	1187,0 <sup>bc</sup>
	100	7,56 <sup>e</sup>	3,30 <sup>f</sup>	965,1 <sup>ef</sup>
	150	5,28 <sup>g</sup>	2,53 <sup>gh</sup>	688,5 <sup>g</sup>
	200	3,19 <sup>i</sup>	1,64 <sup>jk</sup>	415,4 <sup>i</sup>
	250	0,75 <sup>jk</sup>	1,18 <sup>k</sup>	147,9 <sup>jk</sup>
	300	0,31 <sup>kl</sup>	0,36 <sup>l</sup>	49,5 <sup>kl</sup>
	350	0,02 <sup>l</sup>	0,11 <sup>l</sup>	7,2 <sup>l</sup>
-8 bar	0	8,58 <sup>cd</sup>	5,12 <sup>b-d</sup>	1294,4 <sup>b</sup>
	50	9,02 <sup>bc</sup>	4,43 <sup>e</sup>	1210,0 <sup>bc</sup>
	100	8,19 <sup>de</sup>	4,20 <sup>e</sup>	1051,1 <sup>de</sup>
	150	6,76 <sup>f</sup>	3,02 <sup>fg</sup>	884,9 <sup>f</sup>
	200	3,94 <sup>h</sup>	2,27 <sup>hi</sup>	565,6 <sup>gh</sup>
	250	1,00 <sup>j</sup>	1,57 <sup>jk</sup>	216,8 <sup>j</sup>
	300	0,14 <sup>kl</sup>	0,36 <sup>l</sup>	38,1 <sup>kl</sup>
	350	0,03 <sup>l</sup>	0,17 <sup>l</sup>	13,1 <sup>l</sup>
-10bar	0	8,77 <sup>b-d</sup>	5,16 <sup>a-c</sup>	1253,4 <sup>b</sup>
	50	9,35 <sup>b</sup>	4,65 <sup>c-e</sup>	1285,5 <sup>b</sup>
	100	8,31 <sup>d</sup>	4,18 <sup>e</sup>	1100,2 <sup>cd</sup>
	150	5,78 <sup>g</sup>	3,28 <sup>f</sup>	839,6 <sup>f</sup>
	200	3,83 <sup>hi</sup>	2,05 <sup>h-j</sup>	520,9 <sup>hi</sup>
	250	1,13 <sup>j</sup>	1,53 <sup>jk</sup>	210,9 <sup>j</sup>
	300	0,19 <sup>kl</sup>	0,41 <sup>l</sup>	44,9 <sup>kl</sup>
	350	0,01 <sup>l</sup>	0,14 <sup>l</sup>	9,7 <sup>l</sup>

PEG ön uygulaması x tuz konsantrasyonu interaksyonlarına ait önemli çıkan ortalamalarda her sütunda aynı harfi taşıyan değerler arasında 0.05 olasılık düzeyinde fark yoktur.

## Kaynaklar

- Açıkğöz, E., 2001. Yem Bitkileri, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Yayın No:182, Vıpaş Yayınları: 58, 584s, Bursa.
- Avciođlu, R., 1997. Çim Tekniği, Yeşil Alanların Ekimi, Dikimi ve Bakımı, Ege Üniversitesi Ziraat Fakóltesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Çavuşoğlu, K. and K. Kabar. 2008. Bazı bitki büyüme düzenleyicilerinin tuzlu koşullar altındaki arpa tohumlarının çimlenmesi üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması. Sci. Eng. J. Firat Univ. 20(1): 43-55.
- Çulha Ş. and H. Çakırlar. 2011. The effect of salinity on plants and salt tolerance mechanisms. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi. 11(2): 11-34.
- Demiroğlu Gülcan, H. Geren, B. Kır, R. Avcioğlu 2010. Performances of some cool season turfgrass cultivars in Mediterranean Environment:II. *Festuca arundinaceae* Schreb., *Festuca ovina* L., *Festuca rubra* spp. rubra L., *Festuca rubra* spp. *trichophylla* Gaud and *Festuca rubra* spp. *commutata* Gaud.. Turkish Journal of Field Crops, 15(2), 180-187.
- Demiroğlu Topçu, G., A.E. Çelen, E. Kuru ve Ş.S. Özkan. 2016. Farklı tuz konsantrasyonlarının kamışsı yumak (*Festuca arundinaceae*) ve mavi ayrık (*Agropyron intermedium*) bitkilerinin çimlenme ve erken gelişme dönemindeki etkileri üzerine araştırma. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. 25(2): 219-224.
- Demiroğlu Topçu, G., Özkan, Ş.S., 2016. Turf ecology. International Ecology 2016 Adnan Aldemir Symposium, 16-19 May 2016, The Abstract Book, Pp:63, Kars/Turkey.
- Hu, J., ZY. Zhu, W.J. Song, J.C. Wang and W.N. Hu. 2005. Effects of sand priming on germination and field performance in direct sown rice (*Oryza sativa* L.). Seed Sci. Technol. 33: 243-248.
- Khan, H.A., C.M. Ayub, M.A. Pervez, R.M. Bilal, M.A. Shahid and K. Ziaf. 2009. Effect of seed priming with NaCl on salinity tolerance of ot pepper (*Capsicum annum* L.) at seedling stage. Soil & Environ. 28(1): 81-87.
- Kuşvuran, Ş., Ş. Ellialtıoğlu, K. Abak ve F. Yaşar. 2007. Bazı kavun (*Cucumis sp.*) genotiplerinin tuz stresine tepkileri. Journal of Agricultural Sciences. 13(4): 39-404.
- Kuşvuran, A., R.İ. Nazlı and Ş. Kuşvuran. 2015. The effects of salinity on seed germination in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) varieties. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi. 2(1): 78-84, 201.
- Nizam, I., 2011. Effects of salinity stress on water uptake, germination and early seedling growth of perennial ryegrass. African Journal of Biotechnology. 10(51): 10418- 10424.
- Pessaraki, M., and D.M. Kopec. 2009. Screening various ryegrass cultivars for salt stress tolerance. Journal of Food, Agriculture and Environment. 7(3-4): 739-743.
- Rouhi, H.R., M.A. Aboutalebian and F. Sharif-Zadeh. 2011. Seed priming improves the germination traits of Tall Fescue (*Festuca arundinacea*). Not. Sci. Biol. 3(2): 57-63.
- Tekin, F. ve S. Bozcuk. 1998. *Helianthus annuus* L. Var. *santafe* (Ayçiçeği) Tohumlarının çimlenmesi ve erken büyüme üzerine tuz ve dışsal putresin'in etkileri. Tr. J. of Biology. (22): 331-340.
- Tilaki, G.A.D., B. Shakarami, B. Tabari and B. Behtari. 2010. Increasing salt tolerance in tall fescue (*Festuca arundinacea schreb*) by seed priming techniques during germination and early growth. Indian J. Agric. Res. 44 (3) : 177 – 182.
- Turan, Z. M. 1995. Araştırma ve deneme metodları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Ders Notları, No:62, Bursa, s 121.

- Wang, S., and Q. Zhang. 2011. Evaluation of Salinity Tolerance of Prairie Junegrass, a Potential Low-maintenance Turfgrass Species. *HortScience*. 46(7): 1038-1043.
- Zamani S, M.T. Nezami, D. Habibi and B. Khorshidi. 2010. Effect of quantitative and qualitative performance of four canola cultivars (*Brassica napus* L.) to salinity conditions. *Advances in Environmental Biology*. 4(3): 422-427.
- Zhang, Q., and K. Rue. 2012. Glycinebetaine Seed Priming Improved Osmotic and Salinity Tolerance in Turfgrasses. *HortScience*. 47(8): 1171-1174.







## Çiftlik Hayvanları ve Küresel İklim Değişikliği Arasındaki Etkileşim

Mehmet KOYUNCU<sup>1\*</sup>, Hilal AKGÜN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Bursa, Türkiye  
\*e-posta: koyuncu@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 14.04.2017; Kabul Tarihi: 10.05.2017

**Öz:** İnsanlar tarafından atmosfere salınan gazların sera etkisi yaratması sonucunda küresel ısınma ortaya çıkmaktadır. Hayvancılık sektörü antropojenik metan emisyonların %25-40'ını oluşturmaktadır. Bu değer enterik fermantasyon sürecinde geviş getiren hayvanların selülozu parçalaması sonucu ortaya çıkmaktadır. Hayvancılıkta metan üretiminin yaklaşık % 10'u anaerobik gübre depolanmasından üretilmektedir. Ancak hayvanlar otlatıldığında gübre doğrudan topraklara bırakılır bu da hayvan gübresinden kaynaklanan emisyonları azaltır.

Hayvansal üretim CO<sub>2</sub> emisyonunun %9'u, CH<sub>4</sub> emisyonunun %35-40'ı ve N<sub>2</sub>O emisyonunun %65'ini oluşturan payı ile küresel ısınmaya etki yapmaktadır. Diğer taraftan küresel ısınma ile ortaya çıkan yüksek sıcaklık ve kuraklık, sürdürülebilir hayvansal üretim sistemleri ve çeşitli ekosistemlerin hayatta kalmasına karşı tehdit olarak görülmektedir. Hayvansal üretim, mera/yem bitkisi miktar ve kalitesi, yoğun yem hammaddesi üretimi ve fiyatı, hastalık, zararlıların gelişimi, yayılması ile sıcaklık ve su varlığındaki değişimlerden etkilenir. Hayvan yetiştiriciliği, en büyük arazi kullanan sektör olup, küresel biyokütlenin yaklaşık % 60'ını oluşturmaktadır. Gelecek yıllarda gelişmesi beklenen iklim değişikliği olguları, hayvansal üretiminin doğal kaynağını oluşturan arazi ve yem bitkisinin verimliliğini de etkileyecektir. Çiftlik hayvanlarının üretim sisteminde sera gazı salınımını azaltma yüksek öncelikli olarak görülmesine rağmen, emisyonun azaltılması stratejileri ile işletmelerin ekonomik güçlerinin zayıflaması kaçınılmazdır. Bu derlemede; hayvancılığa bağlı sera gazı emisyonlarını azaltma yolları ve küresel ısınma ile hayvancılık sektörü arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sera gazı, Küresel ısınma, Antropojenik, Çiftlik hayvanları, Emisyon, Enterik fermantasyon.

# Interaction between Livestock and Global Climate Change

**Abstract:** Global warming occurs as a result of gases emitted by humans into the atmosphere, creating greenhouse effect. The livestock sector contributes between 25 and 40 % of anthropogenic methane emissions. This value arises as a result of cellulose disintegration of ruminant animals in the enteric fermentation process. Approximately 10% of methane production in animal husbandry is produced from anaerobic fertilizer storage. However, when the animals are grazed, the fertilizer is left directly in the soil, which reduces the emissions from animal manure.

Human-derived animal production effects to global warming by providing 9 % of CO<sub>2</sub> emissions, 35-40 % of CH<sub>4</sub> emissions and 65 % of N<sub>2</sub>O emissions. On the other hand, as a result of global warming and high temperature and drought, sustainable animal production systems and threats to the survival of various ecosystems are seen. Livestock production will be affected by changes in temperature and water source through impacts on pasture and forage quantity and quality, concentrate feed and price, and disease and pest development.

Animal production is the world's largest land use sector and utilizes around 60 % of the global biomass harvest. In future years, climate change will affect the natural resource base of animal production, especially the productivity of range land and feed crop. Reducing greenhouse gas emissions in the livestock production system is not a high priority, but it is necessary to reduce the economic power of the business and the strategies to reduce emissions. In this review, ways to reduce greenhouse gas emissions due to animal husbandry and the interaction between global warming and the livestock sector will be discussed extensively.

**Keywords:** Greenhouse gases, Global warming, Anthropogenic, Livestock, Emission, Enteric fermentation.

## Giriş

İnsanlar tarafından atmosfere verilen gazların artması sera etkisine neden olmakta ve dünya yüzeyinde meydana gelen sıcaklık artışı da küresel ısınma olarak tanımlanmaktadır. İklimsel değişimlerde önemli bir yere sahip olan sera gazları, atmosfere geri yansıtılan uzun dalgalı kızılötesi ışınlarla tutunarak, atmosferin ısınmasına sebep olmaktadır. Sera gazları, doğal olarak bulunmanın yanında insanların çeşitli faaliyetleri sonucunda da ortaya çıkmaktadır (Köknaoğlu ve Akunal, 2010). Bugün dünya, sanayileşme ve şehirleşmenin yanında artan nüfusun ihtiyaçlarının karşılanması noktasında, bitkisel ve hayvansal üretimi artırmak için kullanılan teknolojik ve kimyasal uygulamaların yarattığı küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliği ile de karşı karşıyadır. IPCC (2007) raporuna göre 20.yüzyılın ortasından beri küresel sıcaklık ortalamalarında gözlenen artışın nedeni; %90'dan fazla oranda sera gazı emisyonlarındaki artıştan yani insan kaynaklıdır. Dünyayı tehdit eden bu sorunların yaratmış olduğu olaylar, henüz tam anlamıyla anlaşılmamış olmakla birlikte küresel ısınmanın ekonomik, ekolojik ve sosyolojik sorunları da beraberinde getirmesi kaçınılmaz görünmektedir (Demir ve Cevger, 2007).

Gelişmekte olan ülkelerdeki yaklaşık 2.5 milyar insanın geçimlerini tarımdan kazandıkları düşünüldüğünde iklim değişikliğinin insan refahı ve tarımsal üretimi ne oranda tehdit edeceği açık bir şekilde görülmektedir. Tarımsal faaliyetler sonucunda (enerji tüketimi, bitkisel ve hayvansal üretim, gübreleme, ilaç kullanımı vb.) meydana gelen CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ve N<sub>2</sub>O gibi sera gazları iklim değişikliğinin nedenleri arasında sayılmaktadır (Akalin, 2014). Ayrıca su buharı düzeyinin atmosferde artması da küresel ısınmaya neden olan bir

diğer faktör olarak görülmektedir. Doğal olarak üretilen bu gazlar atmosfere zararlı bir etkisi olmasının aksine atmosferde dünyadan uzaklaşan bir kısım ısının tutulmasına ve dünyada hayatın sürdürülebilmesine olanak sağlamaktadır.

20. yüzyılda dünyaya yakın yüzey sıcaklığı ortalama 0.6 °C derece artmış ve bunun yaklaşık olarak yarısı, yüzyılın ikinci yarısında meydana gelmiştir. Artan bu yüzey sıcaklığı antropojenik faaliyetlerden kaynaklanan sera gazı emisyonları sonucu ortaya çıkmıştır. Bu durumda, ortalama yüzey sıcaklığının 6 °C'ye kadar yükselmesinin 1000 yıl gibi uzun bir zaman alacağı tahmin edilmektedir. Ancak bugün meydana gelen gelişmeler sıcaklık artışının tahminlerin üstünde gerçekleşeceğini göstermektedir (Stern, 2007). Son 10.000 yıldaki verilere bakıldığında, iklim değişikliği ve buna bağlı olarak meydana gelebilecek olumsuz etkiler ile karşı karşıya kalılabileceğini öngörülmektedir. Bunun temel nedeni olarak da doğal sürecin yanı sıra insan faktörünün de devreye girmiş olması gösterilmektedir. Ancak bu süreçte hem etkileyen hem de etkilenen hayvancılık faaliyetleri büyük bir tehlikeyle karşı karşıyadır. Tarımsal faaliyetler, dünya üzerinde artan sera gazlarının yaklaşık %20'sinden sorumludur (Pathak ve Wassmann, 2007). Tarımsal faaliyetler sonucu (enerji tüketimi, üretim, hayvan yetiştirme, gübreleme, ilaç vb) CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ve N<sub>2</sub>O gibi sera gazları açığa çıktığından, tarımsal üretim iklim değişikliğinin nedenleri arasında sayılmaktadır (Houghton, 2003). Her ne kadar tarımsal üretim ve uygulamalarının, sera gazı emisyonu üzerinde olumsuz etkileri olsa da, bu faaliyetlerin dünya nüfusunun sağlıklı bir biçimde yaşamayı sürdürebilmesi için de son derece önemli olduğu da unutulmamalıdır (Akalin, 2014).

## **Çiftlik Hayvanları Üretim Sistemleri İle Ekosistem Arasındaki İlişki**

Dünya nüfusunun artması, et, süt ve yumurta gibi hayvansal ürünlere olan talepleri artırırken, pazardaki küreselleşme, ülkelerarası gıda giriş ve çıkışını hızlandırmış bu da hayvansal üretime dayalı sanayinin hızlı bir şekilde büyümesine neden olmuştur. Bu noktada, hayvancılık sektörü teknik ve coğrafi değişimin yaşandığı karmaşık bir süreç geçirmektedir (Anonim 2015a). Diğer taraftan kentlerin kırsal alanlara doğru kayması hayvancılığın sürdürüldüğü mera ve yem bitkileri üretim alanlarının azalmasına neden olmuştur. Özellikle domuz ve kanatlı üretiminde (genellikle endüstriyel) büyüme ile sığır, koyun ve keçi üretim potansiyelinde bazı bölgelerde bir duraklama sonucunu doğurmuştur. Bugün hayvancılıkta tahmin edilen büyümenin %80'nin endüstriyel hayvancılık işletmeleri temelinde dayandığı belirtilmektedir. Gelinen noktada yaşanan bu değişimler hayvancılık sektörünü azalan toprak, su ve diğer doğal kaynaklar ile doğrudan rekabetin içine sokmuştur. Her yıl yaklaşık 56 milyar kara hayvanı insan tüketimi için kesilmektedir (Anonim, 2015b). Tarım kaynaklı sera gazı salınımı, endüstriyel hayvancılık temelinde ele alındığında geleneksel karma üretim sistemlerine göre 2 kat, mera bazlı üretim yapan sistemlere göre ise 6 kat daha fazla olduğu saptanmıştır (Verge ve ark., 2007). Ekili tarım alanlarının %70'i ve dünya karasal alanlarının %30'u hayvansal üretim ile doğrudan ilişkilidir (FAO, 2006). Yem bitkileri üretimi için tüm ekilebilir arazinin yaklaşık üçte birine gereksinim duyulurken, otlama uygulaması dünya karasal alanının %26'sını kaplamaktadır. Kurak bölgelerdeki otlama arazilerinin yaklaşık % 70'inin genellikle aşırı otlamaya bağlı bozulma sonucu erozyona uğradığı ifade edilmektedir.

FAO (2009) bir raporunda hayvansal üretimin, küresel ısınma, arazilerin bozulması, hava ve su kirliliği ile biyolojik çeşitliliğin kaybı gibi dünyanın en önemli çevre

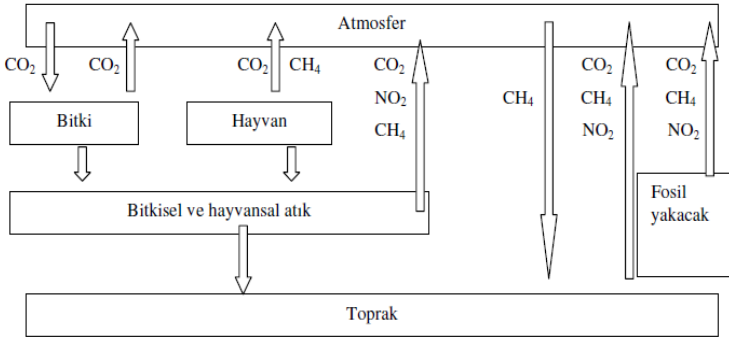
sorunlarının önemli nedenlerinden biri olduğunu ifade etmektedir. Tahminlere göre 2050 yılına kadar çiftlik hayvanları üretiminin tarımın diğer alt sektörlerine göre gelişmekte olan dünyada iki kat daha hızlı büyüyeceği tahmin edilmektedir. Sanayileşmiş hayvansal üretimin, sera gazı salınımının artması, topraklardaki verimsizleşme, su kirliliği gibi çevresel sorunlara ciddi katkı sağladığı ifade edilmektedir. Bu sorunlar işletmelerin daha fazla hayvana sahip entansif işletmelerden geleneksel ve ekstansif işletmelere dönüşemedikleri sürece daha da artarak devam edeceği belirtilmektedir. Entansif işletmeler; yüksek hayvan yoğunluğu, ekonomik ölçütler, mekanizasyon ve biyoteknoloji uygulamaları ile öne çıkmaktadırlar. Entansif hayvansal üretim Avrupa ve Kuzey Amerika’da varlığını uzun süredir devam ettirirken, Asya ve Latin Amerika’da da gelişme göstermeye başlamıştır. Afrika ve Asya’nın bazı bölgelerinde entansif yetiştiricilik uygulamaları görülmekle birlikte, genellikle geleneksel (ekstansif veya mera temelli) yetiştiricilik halen sürdürülmektedir (Anonim, 2010).

## Ekosistemde Mevcut Sera Gazı Üretimi

Sera gazları dünya atmosferine çok az (<%1) katkıda bulunmaktadır. Fakat bu gazlar insan, bitki ve hayvanların oluşturduğu ekosisteminin atmosfer sıcaklığını korunmak için önemli rol oynamaktadır (**Şekil 1**). Bu da sera gazları olmadan gezegendeki bitki ve hayvanların yaşamlarını sürdüremeyeceklerinin bir göstergesidir. Sera gazlarındaki artışın temel kaynağı olan antropojen etkiler ise; %49 enerji kullanımı; %24 endüstri; %14 ormansızlaşma ve %13 oranında tarımsal faaliyetlerdir. Bu tür etkinlikler sonucu atmosferde CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CFC gibi sera gazları birikerek doğal olmayan, antropojen etkenlere dayalı iklim değişikliğini meydana getirmektedir (Türkeş, 2007).

**Çizelge 1.** Sera gazının küresel ısınma potansiyeli ( Naqvi ve Sejian, 2011)

Sera Gazları	Ömür (yıl)	Radyoaktif verim	Küresel ısınma potansiyeli
Karbon dioksit (CO <sub>2</sub> )	>100	1.4 x 10 <sup>-5</sup>	1
Metan (CH <sub>4</sub> )	12	3.7 x 10 <sup>-4</sup>	21
Diazot oksit (N <sub>2</sub> O)	114	3.03 x 10 <sup>-3</sup>	310



**Şekil 1.** Tarımsal ekosisteme bağlı sera gazı kaynakları ve depoları (Köknaroglu ve Akünal, 2010)

## Metan (CH<sub>4</sub>) Emisyonu

Metan birincil olarak sera gazı etkisi yaratırken, CO<sub>2</sub> etkisi ikinci derecedir. Metanın atmosferde ısı yakalama kapasitesi, CO<sub>2</sub>'e göre 21 kat daha fazla olup, diğer gazlara göre ise ömrü daha kısadır (**Çizelge 1**). Toplam metan emisyonunun %30'unu doğal kaynaklar oluştururken, %70'ini insan kaynaklı faaliyetler oluşturmaktadır. Metan kömür, doğal gaz ve petrol üretimi ve taşınması sırasında atmosfere dahil olmaktadır. Ruminant hayvanlar başta olmak üzere gübrenin depolanması ve bununla ilişki faaliyetler sonucu metan gazı ortaya çıkmaktadır. Merada depolanan gübrelerde az miktarda da olsa metan salınımının olduğu ifade edilmektedir (Sherlock ve ark., 2002). Sanayi devriminden buyana atmosferdeki konsantrasyonunun yaklaşık iki kat arttığı belirtilmektedir (Atalık, 2005). Bundan dolayı, insan kaynaklı metan emisyonunun kontrolünü gerçekleştirebilmek için yüksek maliyetli teknolojilere ihtiyaç vardır. Ayrıca metan emisyonunun tüm ışımaya katkısı ise %13 civarındadır (**Çizelge 2**).

Ruminantlar özel bir sindirim sistemine sahip yapılarıyla tanımlanırlar. Bu sayede düşük kaliteli selülozca zengin materyalleri rahat sindirmeleri sonucunda ortaya çıkardıkları sera gazları ile ruminantlar önemli bir metan üreticisidirler. Aslında hayvanlar bireysel olarak çok az miktarda metan üretirler. Örneğin bir inek yılda yaklaşık 80-110 kg metan üretir. Ancak bu noktada ruminantların sorumlu tutulmalarındaki esas sorun üretmiş oldukları gaz miktarından ziyade dünya genelindeki ulaştıkları sayısal varlık öne çıkmaktadır. Bu da emisyonla önemli katkıda bulunmaları sonucunu doğurmaktadır.

**Çizelge 2.** Farklı kaynakların küresel metan emisyonuna etkileri (Naqvi ve Sejian, 2011)

Doğal kaynaklar (%30)	İnsan kaynaklı faaliyetler (%70)
Nemli toprak	Hayvancılık
Termitler	Pirinç ekimi
Okyanus	Kömür madenciliği
Gaz hidrat	Biokütle yakma
	Arazi dolguları
	Hayvan gübresi
	Atık su artıkları
	Doğalgaz ve petrol

Çiftlik hayvanlarında metan emisyonunu azaltmanın yolları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Naqvi ve Sejian, 2011);

1. Genetik seleksiyonda düşük metan üreten hayvanlar geliştirmek.
2. Hayvan beslemenin kaliteli ve stratejik temel besin maddeleri takviyesiyle iyileştirilmek
3. Otlak yönetimi ve kullanımını geliştirmek
4. Hayvanlara uygun bakım ve sağlık koşulları sağlamak
5. Rasyonlarında kaba yem oranı azaltıp, kesif yem oranını yükseltmek
6. Rasyonda amonyak ve melas yönünde yapılan değişikliklerle metan üretimini azaltmak
7. Daha az sera gazı salınımını sağlayan kaba yem ve mera yem bitkisi üretmek

8. Tanen ve saponin içeriği yüksek alternatif yem bitkileri ve kesif yemler kullanmak
9. Rumende protozoonların yok edilmesi ve rumene mikrobiyel müdahale etmek
10. Hayvansal ürün üretimini azaltmak
11. Rekombinant ve bağışıklık teknolojileri geliştirmek
12. Hayvanlarda verimliliğin artırılarak hayvan sayısının azaltmak
13. Uçucu yağlar gibi ikincil bitki bileşenlerinin hayvan beslemede kullanmak
14. Rasyona bitkisel yağları eklemek
15. Metanojen mikroorganizmaları baskılayacak ve onla yarışabilecek probiyotikleri kullanmak

## **Karbondiyoksit (CO<sub>2</sub>) Emisyonu**

Atmosferde yüksek düzeyde bulunan ve üzerinde önemle durulması gereken diğer bir sera gazı CO<sub>2</sub> dir. Atmosferdeki CO<sub>2</sub> düzeyinin son 250 yıl içinde artış göstermesi, orman alanlarındaki hızlı azalmalar ve fosil yakıtların yoğun olarak kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan organik maddelerin çürümesi, hayvan ve insanların solunumu gibi doğal olaylar ile de atmosfere salınmaktadır. CO<sub>2</sub> emisyonunda beslenme zincirinde kullanılan enerji ihtiyacı toplam emisyonun %10'unu oluşturmaktadır. Ortaya çıkan CO<sub>2</sub> emisyonunun en önemli kaynağının hayvansal üretim olduğu ve toplam emisyonun %9'una eşdeğer olduğu ifade edilmektedir (Clarke, 2001). Ortaya çıkan emisyonun kaynağı doğrudan hayvanın kendisi olmayıp, yem üretimi, gübre işleme, ürünlerin işlenmesi ve taşınmasında kullanılan enerji ile ortaya çıkan CO<sub>2</sub> de önemli bir pay oluşturmaktadır (Anonim, 2012).

## **Diazot oksit (N<sub>2</sub>O) Emisyonu**

Dünyada üretilen mısırın yaklaşık %50'si ve soyanın %80'i hayvansal üretimde kullanılmaktadır. Mısır üretimi önemli miktarda azotlu gübre kullanılmasını gerektirmektedir (HSUS, 2008). Bu zorunluğa karşılık azot toprak, su ve havayı önemli düzeyde kirletmektedir. Diğer taraftan büyük kapasiteli çiftliklerdeki gübre depolarında oluşan sızıntılar su kaynaklarının kirlenmesine neden olabilmektedir. Ayrıca işletmelerin gübre depolarından önemli miktarlarda diazot oksit gazı salınımı gerçekleşmektedir. Merada otlatma sonucu biriken idrar ve gübre veya meraya uygulanan gübre önemli N<sub>2</sub>O kaynağıdır (Janzen ve ark., 1998). Küresel olarak N<sub>2</sub>O sonucu ortaya çıkan emisyonun %70'i hayvansal ve bitkisel üretimden, bunun da %65'i hayvansal üretimden kaynaklanmaktadır (Görgülü ve ark., 2009). Diazot oksit emisyonunu azaltmak için gübreyle atılan azot miktarının düşürülmesinde hayvan sayısını azaltıp, verimliliği artırmak, toprağa verilen azot miktarını azaltmak ve rasyondaki azot miktarının düşürülmesi gibi hususlar öne çıkmaktadır.

## **Türler Bazında Üretilen Sera Gazının İklim Değişikliğine Etkisi**

### **Sığır**

Sığırların neden olduğu sera gazı emisyonu, hayvancılık sektöründen kaynaklanan toplam emisyonun yaklaşık % 65'ini (4.6 milyar ton CO<sub>2</sub> eşdeğeri) meydana getirir. Bu değer hayvancılık faaliyetleri sonucu ortaya çıkan sera gazının büyük bir kısmının sığır

kaynaklı olduğunu göstermektedir. Sığırlarda et üretimi toplam sera gazı emisyonunun % 41'ini oluştururken, süt üretimi ise sera gazı emisyonunun % 20 sini içermektedir. Diğer mal ve hizmetlerin meydana getirdiği emisyon ise 0.3 milyar tondur (**Çizelge 3**). Hayvanların beslenmesinde kullanılan yem hammaddelerinin üretimi için enerji ihtiyacı, toplam CO<sub>2</sub> emisyonunun %10'unu oluştururken, et ve süt üretiminde tüketilen enerji miktarı ise emisyonunda önemsiz kabul edilmektedir.

**Çizelge 3.** Sığır et ve süt üretimi, emisyon miktarı ve emisyon yoğunluğu (Anonim, 2013a)

Üretim Tipi	Sistem	Üretim (milyon ton)		Emisyon (milyon ton, CO <sub>2</sub> )		Emisyon Yoğunluğu (kg CO <sub>2</sub> eşdeğeri / kg ürün)	
		Süt	Et	Süt	Et	Süt	Et
Süt	Mera	77.6	4.8	227.2	104.3	2.9	21.9
	Karma	430.9	22.0	1104.3	381.9	2.6	17.4
	Toplam Süt	508.6	26.8	1331.5	486.2	2.6	18.2
Et	Mera		8.6		875.4		102.2
	Karma		26.0		1462.8		54.2
	Toplam Et		34.6		2338.2		67.6
Ürün İşleme				87.6	12.4		
Toplam		508.6	61.4	1419.1	2836.8	2.8	46.2

### Manda

Manda üretim faaliyeti sonucu ortaya çıkan sera gazı emisyonu toplam emisyonun %9'unu oluşturmaktadır. Bu değer süt üretiminde 390 milyon ton, et üretiminde 180 milyon ton diğer mal ve hizmetlerle birlikte toplamda 618 milyon ton CO<sub>2</sub> eşdeğerdır (**Çizelge 4**).

*Enterik fermantasyon ve yem bitkileri fertilizasyonu*; Manda gübresi ve süt üretiminde meydana gelen enterik fermantasyon % 60'ın üzerinde gerçekleşirken, sığırlarda bu oran %45 civarındadır. Ortaya çıkan bu fark, yemlerin sindirilebilirliğinden kaynaklanır. Yem bitkilerindeki üretiminde kullanılan gübreleme ise süt üretiminde %17 ve et üretiminde % 21 olarak ikinci en büyük emisyon kaynağıdır.

**Çizelge 4.** Mandalarda süt ve et üretimi, emisyon miktarı ve emisyon yoğunluğu (Anonim, 2013a)

Sistem	Üretim (milyon ton)		Emisyon (milyon ton, CO <sub>2</sub> )		Emisyon Yoğunluğu (kg CO <sub>2</sub> eşdeğeri / kg ürün)		
	Süt	Et	Süt	Et	Süt	Et	
Mera	2.7	0.1	9.0	4.7	3.4	36.8	
Karma	112.6	3.2	357.9	175.2	3.2	54.8	
Ürün işleme			23.0	0.3			
Toplam		115.3	3.3	389.9	180.2	3.4	53.4

## Koyun ve Keçi

Küçükbaş hayvanlardan elde edilen sera gazı emisyonu toplam emisyonun % 6.5' unu meydana getirmektedir. Koyun ve keçiden elde edilen yaklaşık 299 milyon ton et, 130 milyon ton süt, diğer mal ve hizmetlerle birlikte toplam 475 milyon ton CO<sub>2</sub> eşdeğer emisyon ortaya çıkmaktadır (**Çizelge 5**). Genellikle keçilerin süt veriminin koyunlara göre daha yüksek olması nedeniyle süt üretiminde koyuna göre daha düşük emisyon yoğunluğuna sahiptirler. Et üretimindeki emisyon yoğunluğu noktasında ise koyun ve keçi arasında büyük fark bulunmamaktadır.

*Enterik fermantasyon ve yem bitkileri fertilizasyonu*; Koyun ve keçiden elde edilen et ve süt kaynaklı emisyonun %55'inden fazlası enterik fermantasyon sonucu meydana gelmektedir. Ortaya çıkan bu değer % 35'ten fazlası yem üretiminden kaynaklanır. Küçükbaş hayvanlarda gübre emisyonlarının diğer hayvanlara göre daha düşük olmasında gübrenin genelde merada bırakılması etkilidir.

*Lif üretimi ve emisyon arasındaki ilişki*; Doğal kaynaklı lif üretimi noktasında öne çıkan ve yüksek ekonomik fayda sağlayan bölgelerde, elde edilen bu ürünlerin önemli bir kısmının emisyon salınımları temelinde süt ve et üretiminden kaynaklı emisyonlarının payını azaltıcı yönde fayda sağlamaktadır. Küresel olarak, dünyada elyaf üretimi sonucunda 45 milyon ton CO<sub>2</sub>, üretimi olduğu ifade edilmektedir.

**Çizelge 5.** Küçükbaş hayvanların üretimi, emisyon miktarı ve emisyon yoğunluğu (Anonim, 2013a)

Tür	Sistem	Üretim (milyon ton)		Emisyon (milyon ton, CO <sub>2</sub> )		Emisyon Yoğunluğu (kg CO <sub>2</sub> eşdeğeri / kg ürün)	
		Süt	Et	Süt	Et	Süt	Et
Koyun	Mera	3.1	2.8	29.9	67.3	9.8	23.8
	Karma	5.0	4.9	37.1	115.0	7.5	23.2
	Toplam	8.1	7.7	67.0	182.3	8.4	23.4
Ürün işleme				0.3	4.1		
Keçi	Mera	2.9	1.1	17.7	27.2	6.1	24.2
	Karma	9.0	3.7	44.3	84.5	4.9	23.1
	Toplam	11.9	4.8	62.0	111.7	5.2	23.3
Ürün işleme				0.4	1.0		
Toplam		20.0	12.5	129.7	299.1	6.55	23.85

## Domuz

Domuz eti üretiminde oluşan sera gazı emisyonu toplam emisyonun % 9'unu oluşturmaktadır. Bu değer yaklaşık olarak 668 milyon ton CO<sub>2</sub>'e eşdeğer gelmektedir. Dünyada çiftlik hayvanları gübresinden kaynaklanan metan emisyonunun yaklaşık yarısı domuz gübresinden kaynaklanmaktadır (**Çizelge 6**).



**Çizelge 6.** Domuz üretim değerleri, emisyon miktarı ve emisyon yoğunluğu (Anonim, 2013a)

Sistem	Üretim (milyon ton)	Emisyon (milyon ton, CO <sub>2</sub> )	Emisyon Yoğunluğu (kg CO <sub>2</sub> eşdeğeri / kg ürün)
Mera	22.9	127.5	5.6
Yarı entansif	20.5	133.9	6.5
Endüstriyel	66.8	406.6	6.1
Toplam	110.2	668.0	6.1

*Enterik fermantasyon ve yem bitkileri fertilizasyonu;* Domuz üretiminde yem kaynaklı emisyon %48'dir. Meydana gelen emisyonların yaklaşık %27'si makine ve nakliye kullanımından, yaklaşık % 17'si ise sentetik gübre ve gübrelemeden (N<sub>2</sub>O) kaynaklanmaktadır.

### Tavuk

Dünya'da tavuk üretimi kaynaklı ortaya çıkan emisyon salınımı 606 milyon ton CO<sub>2</sub> olup, bu miktar sektördeki emisyonun % 8'ini temsil etmektedir (**Çizelge 7**). Yem üretimi kaynaklı salınımın tavuk eti ve yumurta üretimine katkısı yaklaşık olarak %57 dir. Ortaya çıkan emisyon değerlerinin yaklaşık % 30'unu gübre yönetimini kaynaklı olup, et üretiminin % 7'si ve yumurta üretiminin ise %20'sini sentetik gübre ve gübre kalıntıları oluşturmaktadır.

**Çizelge 7.** Tavuk et ve yumurta üretimi, emisyon miktarı ve emisyon yoğunluğu (Anonim, 2013a)

Sistem	Üretim (milyon ton)		Emisyon (milyon ton CO <sub>2</sub> )		Emisyon Yoğunluğu (kg CO <sub>2</sub> eşdeğeri / kg ürün)	
	Yumurta	Et	Yumurta	Et	Yumurta	Et
Mera	8.3	2.7	35.0	17.5	4.2	6.6
Kafes	49.7	4.1	182.1	28.2	3.7	6.9
Broiler		64.8		343.3		5.3
Toplam	58.0	71.6	217.0	389.0	3.7	5.4

### Küresel Isınmanın Hayvancılık Üzerine Etkileri

Küresel ısınma hayvancılık üzerinde önemli etkiye sahip olup, hayvanların verimleri, yaşam biçimleri, dayanıklılığı ve çeşitliliği üzerinde yoğunlaşmaktadır (Öziş Altınçekiç ve Koyuncu, 2013). Hayvanlar üzerine biyolojik, fiziksel ve kimyasal çevre koşulları ya da iklim direk etkiye sahiptir. Aşırı sıcaklar, üretim performansı (büyüme, et, süt, yumurta verimi, vb.), üreme fizyolojisini, metabolizmayı ve bağışıklık sistemini olumsuz etkilemektedir. Küresel ısınmanın neden olduğu çölleşme süreci, yem bazlı ekili alanların taşıma kapasitesi ile tarımsal sistemlerin tamponlama kapasitelerinin azalmasına da neden olmaktadır.

Meraya dayalı olmayan hayvancılık sistemleri, yeme dayalı maliyetin yüksek ve hayvan genotiplerinin adaptasyon yeteneklerinin düşük olmasına bağlı birçok riskle karşı karşıya kalabilirler (Nardone, 2002). Bunun yanı sıra yüksek sıcaklığın, sağmal hayvanlarda süt kalite ve kantitesi üzerinde olumsuz etkiler yarattığı, bazı çalışmalarda ise laktasyon süresinin kısalmasına neden olduğu belirtilmektedir. Ayrıca yaz aylarında süt sığırlarının süt verimi ve besi sığırlarının ise canlı ağırlık artışında azalma olduğu, süt sığırlarının yaz mevsimi boyunca gebelik oranında da %36'lık bir azalmanın olduğu saptanmıştır (Nardone ve ark., 2010). Bu noktada küresel ısınma nedeniyle hayvanların kış uykusuna ve yumurtlama dönemine beş gün erken başladığı, ayrıca göç etme süresinin de 2-3 gün geciktiği de örnek olarak verilebilir (Anonim, 2017a). Küresel ısınmanın, hayvansal üretimin yoğun olarak yapıldığı ülkelerde doğrudan etkilerinin yanı sıra su kıtlığı, kaba/kesif yem üretiminde azalma ve patojenler gibi dolaylı etkiler ile de hayvansal üretimi çok daha olumsuz etkileyebilmektedir.

İklim değişikliğinin dolaylı etkileri, hayvanların değişen iklim koşullarına adaptasyonu olumsuz etkileyen yem ve su kıtlığı, beslenme kaynaklı hastalıklar, bulaşıcı konukçuların direnci, vektör kaynaklı hastalıkların yayılması şeklinde ortaya çıkabilir. Yüksek sıcaklık patojen veya parazitlerin gelişimini desteklerken, rüzgarlardaki değişimler ise bazı patojen ve hastalık taşıyıcıların daha geniş bir alana yayılmasına yol açabilir. İklim değişikliği hastalıkların yayılımında değişimler yaratabildiği gibi bazı şiddetli hastalıklar önceden görülmeyen sürülerde de ortaya çıkabilir (Petrovica ve ark., 2015). Birçok araştırmada sıcak ve nemli ortamların bulaşıcı hastalıkların yanı sıra çiftlik hayvanlarında sıcaklık stresi meydana getireceği ve hayvanların iklim değişikliğine uyum sürecinde sıcaklık değişiklikleri ile başa çıkmaya çalışırken yem tüketiminde azalma, sağlığın bozulması, üreme etkinliği ve verimin düşmesi ile bağlantılı birçok fizyolojik fonksiyonlarda değişiklik, hastalıklara karşı hassasiyet gibi davranışsal ve metabolik değişimlere sebep olacağı belirtilmektedir (Thorne, 2007; Tirado ve ark., 2010). Çevresel uyaranlara karşı yanıt olarak hedef dokuları etkileyen hormonal salgı düzeylerindeki değişiklikler hayvanlarda yem tüketiminin azalmasına, solunum hızı ve su tüketiminin artmasına neden olmaktadır.

## **Hayvan Sağlığı Üzerindeki Etkileri**

İklim değişikliği insanlarda olduğu gibi, çiftlik hayvanların da doğrudan veya dolaylı olarak sağlıklarını etkilemektedir. Doğrudan etkiler, sıcaklığa bağlı meydana gelen hastalık ve ölüm gibi olaylardır. Dolaylı etkiler ise hayvanların üzerindeki termal çevre etkisi, vektör kaynaklı hastalıklar, enfeksiyon yapıcı patojenlere karşı direncin azalması, yem/su sıkıntısı ve beslenme kaynaklı hastalıklar olarak görünür. Ele alınan bazı hastalıklar tedavi masrafları, verim kayıpları ve bağışıklık sisteminde oluşturdukları hasarlardan dolayı hayvancılık faaliyetleri için önemli bir tehdit oluşturmaktadır (Nardone ve ark., 2010). Hayvanlarda üretilen tükürük miktarı ve tükürük HCO<sub>3</sub> (Bikarbonat) içeriğinde azalmanın rumene giren tükürük miktarında azalmaya ve bu da yem alımında düşmeyi ortaya çıkarmaktadır. Bu durumda hayvanlarda sıcaklık stresine bağlı olarak alt klinik ve akut rumen asidozuna karşı duyarlılıkları artar (Nardone ve ark., 2010). Wittmann ve ark. (2001) göre, sıcaklık değerlerindeki 2 °C'lik bir artış sonrası mevcut koşullar altında oluşturulan modeller, mavi dil virüsünün ana vektörünü temsil eden *Culicoides imicola*'nın önemli bir oranda yayılma olasılığını arttırdığını ortaya çıkarmıştır. Diğer taraftan potansiyel iklim

değişikliğine bağlı olarak vektör kenelerin yaşama sürelerinin uzayıp dirençlerinin yükseleceği ve bunun sonucunda hayvan hastalıklarının artacağı ifade edilmektedir.

Hava sıcaklığının yüksek olduğu dönemlerde mastitise yakalanma riskinin daha yüksek olduğunu saptanmış olmakla birlikte, yaz aylarda meme bezi enfeksiyonlarında artışa neden olan mekanizmalar halen aydınlatılamamıştır. Bu olayı açıklamak için öne sürülen varsayım, meydana gelen sıcaklık artışının patojen mikroorganizmaların hayatta kalmasına ve çoğalmasına neden olduğudur. Ayrıca vektörlerin bunu kolaylaştırabileceği olasılığı veya sıcaklık stresinin savunma mekanizmalarını olumsuz etkilediği de dikkate alınmaktadır (Nardone ve ark., 2010). İklim değişikliği nedeniyle epidemik hastalıklarda da artış beklenmektedir. Anılan sorunlara karşı daha dayanıklı olan ırkların geliştirilmesi yönünde ıslah çalışmalarına ağırlık verilmesi hayati bir önem taşımaktadır.

## **Üreme Üzerindeki Etkisi**

Yüksek çevre sıcaklıkları, çiftlik hayvanlarının her iki cinsiyetinde de üreme performansını olumsuz yönde etkiler. Dolayısıyla ortaya çıkan bu durumun hem verimliliği hem de seleksiyonu olumsuz yönde etkilenmesi kaçınılmazdır. Dünya sığır varlığının yaklaşık % 50'si tropik bölgelerde bulunmaktadır. Ayrıca sıcaklık stresinin dünyadaki süt sığırı işletmelerinin yaklaşık % 60'ında ekonomik kayıplara neden olduğu tahmin edilmektedir. Sıcaklık stresi, östrüs döngüsü sırasında LH, FSH ve progesteron salınımını etkileyerek hayvanların yumurta hücresi gelişimini olumsuz etkilemektedir. Kanatlıların, tavşanların ve atların yüksek sıcaklığa maruz kalması, hayvanlarda doğurganlığın azalmasına neden olmaktadır. Erkek kuşlarda sıcaklık stresine bağlı olarak kısırılık sorunları dişilere oranla daha fazla görülürken, sperma kalitesi iyi olan erkeklerde yüksek sıcaklığın daha fazla etkili olduğu saptanmıştır (Nardone ve ark., 2010).

Üreme üzerine yürütülen çalışmalarda genel olarak ortaya çıkan noktalar; döl veriminin düşmesi, östrüsün tam tespit edilememesinden dolayı ilk tohumlama süresinde uzama ve gebelik oranında düşme olarak sıralanabilir. Aynı zamanda yüksek atmosfer sıcaklığı ile artan vücut sıcaklığından dolayı uterusu gelen kan miktarında azalma ve buna bağlı olarak uterus içi sıcaklıkta artış, dölllenme oranında düşme, embriyonik gelişmede yavaşlama ve erken embriyonik ölümlerde artış olarak sıralanmaktadır (Lacetera ve ark., 2003).

## **Otlatma veya Mera Sistemleri Üzerine Etkisi**

İklim değişkenliğinin etkilerinin artması ile iklim belirsizliğine karşı koyma ve uyum yeteneği geliştirmiş olmasına rağmen meraya dayalı sistemler üzerinde güçlü bir etki yaratmaktadır (Nardone ve ark., 2010). Soğuk bölgelerde ısınmaya bağlı olarak çayır ve otlak alanların artmasının hayvancılığın gelişmesine katkıda bulunacağı, yüksek sıcaklığın olduğu bölgelerde ise kuraklığa bağlı olarak yem bitkileri üretiminin azalması ve hava sıcaklığındaki artış sonucunda şekillenecek sıcaklık stresinin hayvanlarda yem alımının düşmesine dolayısıyla verim kaybına neden olacağı belirtilmiştir (Demir ve Cevger, 2007).

## İklim Değişikliğinin Hayvan Refahı Üzerindeki Etkileri

Hayvansal üretimde sağlık ve refah çevresel sürdürülebilirliğin ayrılmaz birer parçasıdır. Entansif yetiştiricilikte hayvanlar yüksek yoğunlukta bir arada tutulmakta ve hayvanların normal davranışlarını sergilemeleri engellenmektedir. Üretim sırasında ortaya çıkan gübre ve çamur, iklim değişikliğini olumsuz etkilemenin yanında hayvanların refahını da azaltmaktadır. Bu da hayvanların sağlığını ve refahını tehdit eden önemli bir sorundur. Ayrıca kesim için uzak mesafelere hayvanların nakli hem taşıma sektörünün emisyonunu artırmakta hem de hayvanların refahını olumsuz etkilemektedir (Anonim 2013b). İklim değişikliği, hayvancılık üretim sistemlerinin güvenlik açığını artırırken, kuraklık gibi etkilerle mevcut sorunlar daha da derinleşecektir. Yerli ırklar endüstriyel işletmelerde yetiştirilen kültür ırklarından daha güçlü ve dayanıklıdır. Bu nedenle hayvanların refahının iyileştirilmesi iklim değişikliğinden kaynaklanan sorunların üstesinden gelmeleri noktasında avantaj sağlayacaktır.

Sonuç olarak küresel iklim değişikliği hayvanlara verilen yemin kalite ve miktarı, besleme stratejileri, meraların mevsimsel olarak kullanılabilirliği, genetik çalışmalar (melezleme vb.), hayvan sayısı, hayvan sağlığı gibi olgular doğrudan ve dolaylı etkili olabilmektedir. Hayvancılık sistemlerinde iklim değişikliğinin gelecekteki olası etkilerini önlemek büyük ölçüde bu süreçte yer alan bileşenlerin etkileşimlerine bağlı olacaktır. Hayvansal üretimin sürdürülebilir sistemlere dönüştürülmesi iklim değişikliğinin etkilerini azaltmaya önemli ölçüde katkı sağlayabilir. Bu kapsamda çiftlik düzeyinde uyarlanabilecek kısa ve uzun vadede adapte edilebilecek çözümler aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Anonim, 2017b);

- 1.İşletme yem kaynaklarının ekim tarihlerini doğru bir şekilde ayarlama
- 2.Hayvanları aşırı soğuk veya sıcaklardan koruma noktasında bina iklimlendirmesi noktasında teknik çözümler
- 3.Yetiştirme istekleri ve su kullanımı noktasında uygun aynı zamanda normalin dışındaki sıcaklık ve nem koşullarına uygun bitki çeşitlerinin seçilmesi
- 4.Var olan genetik çeşitlilik ve biyoteknoloji tarafından sunulan yeni olanaklar yardımıyla bu koşullara uygun bitkilerin kullanılması
- 5.Zararlı ve hastalık kontrolünün etkililiğini artırmak, örneğin daha iyi izleme, çeşitlendirilmiş ürün rotasyonları veya entegre haşere yönetimi yöntemlerini iyileştirmek
- 6.Su kayıplarını azaltarak, sulama uygulamalarını geliştirerek, suyun daha verimli bir şekilde kullanılması ve suyun geri dönüşümü veya depolanması
- 7.Toprak nemini korumak için su tutma oranını artırarak toprak yönetimini geliştirip ve arazi yönetimindeki yapılan girişimlerin hayvanların yaşamsal faaliyetlerinin sürdürülmesinde kolaylık sağlamak.
- 8.Yüksek sıcaklığa dayanıklı hayvan ırklarının tanıtılması ve hayvanlara verilecek rasyon modellerinin ısı stres koşulları altında onları rahatlatarak şekilde uyarlanması

## Kaynaklar

- Akalın, M. 2014. İklim Değişikliğinin Tarım Üzerindeki Etkileri: Bu Etkileri Gidermeye Yönelik Uyum ve Azaltım Stratejileri. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Sayı 2: 351-357.
- Anonim, 2010. Livestock and Climate Change, Livestock Thematic Papers Tools for Project Design, pp: 1-20, Rome, Italy.
- Anonim, 2012. The Impact of Livestock Agriculture on Climate Change, Agricultural Greenhouse Gas Research Centre, New Zealand.
- Anonim, 2013a. Emissions By Species, Tackling Climate Change Through Livestock, A Global Assessment of Emissions And Mitigation Opportunities, pp:23-44 (FAO), Rome.
- Anonim. 2013b. Impact of Climate Change on Animal Welfare. Veterinary Record, 2009: 165:7-8.
- Anonim, 2015a. Değişen Bir İklimde Yaşamak, Avrupa Çevre Ajansı (AÇA) İşaretler, s: 32-40.
- Anonim, 2015b. İklim Değişikliğinin Türler Üzerindeki Etkisi, WWF Küresel İklim ve Enerji Girişimi (14.11.2016).
- Anonim, 2017a. [docplayer.biz.tr/3770982-kuresel-isinma-ve-iklim-degisiklikleri-ile-hayvansal-beslenmenin-hayvancilik-sektoru-iliskileri-ve-sonuclari-bitkisel-gida-sektoru-ile.html](http://docplayer.biz.tr/3770982-kuresel-isinma-ve-iklim-degisiklikleri-ile-hayvansal-beslenmenin-hayvancilik-sektoru-iliskileri-ve-sonuclari-bitkisel-gida-sektoru-ile.html). (10.01.2017).
- Anonim, 2017b. Environmental Impacts on Food Production and Consumption. [http://www.defra.gov.uk/science/project\\_data/DocumentLibrary/EV02007/EV02007\\_4601\\_FRP.pdf](http://www.defra.gov.uk/science/project_data/DocumentLibrary/EV02007/EV02007_4601_FRP.pdf) (14.02.2017).
- Atalık, A. 2005. Küresel Isınma, Su kaynakları ve tarım Üzerine Etkileri. [http://www.zmo.org.tr/odamiz/kuresel\\_isinma.pdf](http://www.zmo.org.tr/odamiz/kuresel_isinma.pdf) (10.02.2017)
- Clarke, J. 2001. Potential Management Practices and Technologies to Reduce Nitrous Oxide, Methane and Carbon Dioxide Emissions From New Zealand Agriculture. <http://www.maf.govt.nz/mafnet/rural-nz/sustainable-resource-use/climate/green-house-gas-migration/ghg-mitigation.pdf>.
- Demir P., Cevger, Y. 2007. Küresel Isınma ve Hayvancılık Sektörü. Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, 78/1, S: 15-16, Ankara, Türkiye.
- FAO, 2006. Livestock a Major Threat to the Environment: Remedies Urgently Needed. Retrieved from: <http://www.fao.org/newsroom/en/news/2006/1000448/index.html>.
- FAO, 2009. Coping With A Changing Climate: Considerations for Adaptation and Mitigation in Agriculture Environment and Natural Resources, Management Series 15.
- Görgülü M., Darcan N., Göncü S. 2009. Hayvancılık ve Küresel Isınma, V. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi.
- Houghton, R.A. 2003. Why are Estimates of The Terrestrial Carbon Balance So Different, Global Change Biology, Vol.9, pp.500-509.
- HSUS, 2008. HSUS Fact Sheet: Animal Agriculture and Climate Change. [http://www.hsus.org/farm/resources/research/enviro/fact\\_sheet\\_climate\\_change.html](http://www.hsus.org/farm/resources/research/enviro/fact_sheet_climate_change.html).
- IPCC, 2007. Climate Change 2007, Impacts, Adaptation, Vulnerability. [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4\\_wg2\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4_wg2_full_report.pdf)
- Janzen, H.H., Desjardins, R.L., Asselin, J.M.R., Grace, B. 1998. The Health of Our Air: Toward Sustainable Agriculture in Canada. Agriculture and Agri-Food Canada Ottawa, ON. 98 pp.
- Köknaoğlu H., Akünel T. 2010. Küresel Isınmada Hayvancılığın Payı ve Zooteknist Olarak Bizim Rolümüz, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 5/1 s:67-75.

- Lacetera, N., Bernabucci, U., Ronchi, B., Nardone, A. 2003. Physiological and Productive Consequences of Heat Stress. The Case of Dairy Ruminants. In: Lacetera,N., Bernabucci,U., Khalifa,H.H.,Ronchi, B.,Nardone,A. (Eds.), Proc. of the Symposium on Interaction between Climate and Animal Production: EAAP Technical Series, No. 7, pp. 45-60.
- Naqvi, S.M.K., Sejian V. 2011. Global Climate Change: Role of Livestock, Asian Journal of Agricultural Sciences, 3:19-25.
- Nardone, A. 2002. Evolution of Livestock Production and Quality of Animal Products. Proc. 39th Annual Meeting of the Brazilian Society of Animal Science Brazil, 29th July-2nd August, pp. 486-513.
- Nardone A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M.S., Bernabucci, U. 2010. Effects of Climate Changes on Animal Production and Sustainability of Livestock Systems, Livestock Science, Sy. 57-69, Viterbo, Italia.
- Öziş Altınçekiç, Ş., Koyuncu, M. 2013. İklim Değişikliğinin Çiftlik Hayvanları Üzerindeki Etkileri. 8. Ulusal Zootečni Bilim Kongresi, Çanakkale 5 – 7 Eylül 2013. s: 330-336.
- Pathak, H., Wassmann, R. 2007. Introducing Greenhouse Gas Mitigation as A Development Objective in Rice-Based Agriculture: I. Generation of Technical Coefficients, Agricultural Systems, Vol.94, pp.807–825
- Petrovica Z., Djordjevic, V., Milicevic, D., Nastasijevic, I., Parunovic, N. 2015. Meat Production and Consumption: Environmental Consequences Procedia Food Science 5, Sy.235 – 238, Belgrade, Serbia.
- Sherlock, R.R., Sommer, S.G., Khan, R.Z., Wood, C.W., Guertal, E.A., Freney, J.R., Dawson, C.O., Cameron, K.C. 2002. Ammonia, Methane and Nitrous Oxide Emission from Pig Slurry Applied to a Pasture in New Zeland, Journal Environmental Quality, 31: 1491-1501.
- Stern, N. 2007. The Economics of Climate Change, The Stern Review, Cambridge.
- Thorne, P.S. 2007. Environmental Health Impacts of Concentrated Animal Feeding Operations: Anticipating Hazards-Searching For Solutions. Environ Health Perspect. 115: 296-297.
- Tirado, M.C., Clarke, R., Jaykus, L.A., McQuatters-Gollop, A., Frank, J.M. 2010. Climate Change and Food Safety: A review. Food Research International, 43 (7): 1745-1765.
- Türkeş, M. 2007. Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler, 1. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, 11-13 Nisan 2007, İTÜ, İstanbul.
- Verge XPC, De Kimpe C, Desjardins RL. 2007. Agricultural Production, Greenhouse Gas Emissions and Mitigation Potential. Agric. Forest Meteorol. 142:255–261.
- Wittmann, E. J., P. S. Mellor, and M. Baylis. 2001. Using climate data to map the potential distribution of *Culicoides imicola* (Diptera: Ceratopogonidae) in Europe. Revue Scientifique et Technique Office International des Epizooties 20:731-740.



## Bitkilerde Kök-Ur (*Meloidogyne* spp.) ve Kist Nematodları (*Heterodera* ve *Globodera* spp.)'nın Kanser Oluşum Mekanizmaları

Fatma Gül GÖZE ÖZDEMİR<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta, Türkiye  
\*e-posta: fatmagoze@sdu.edu.tr

Geliş Tarihi: 24.07.2017; Kabul Tarihi: 27.09.2017

**Öz:** Kök-ur (*Meloidogyne* spp.) ve kist (*Heterodera* ve *Globodera* spp.) nematodları ekonomik olarak en önemli bitki paraziti nematod türleridir. Obligat, sabit endoparazit beslenmeye sahip bu kozmopolit zararlılar konukçu parazitizminde özelleşmiş mekanizmalara sahiptirler. Konukçu bitkinin köklerinde beslenme bölgeleri oluşturarak kansere neden olmaktadır. Beslenme bölgelerinin oluşumu kök hücrelerinin modifikasyonu ile meydana gelmektedir ve yoğun sitoplazmalı, çok çekirdekli, fazla organelli bir yapıdadır. Bu dönüşümlerin yapılabilmesi için nematodun salgı bezlerinden üretilen fonksiyonları farklı çok sayıda salgı stilet, amphid ve phasmid aracılığıyla konukçu bitki hücrelerine bırakılmaktadır. Köklerde meydana gelen kanser sonucunda bitkideki su ve besin dolaşımı bozulmakta ve bitki gelişimi olumsuz etkilenmektedir. Bu derlemede nematod parazitizmi ve kanser oluşumları açıklanmaya çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Meloidogyne* spp., *Heterodera* spp., *Globodera* spp., kanser, efektör.

### Root Knot (*Meloidogyne* spp.) and Cyst Nematodes (*Heterodera* and *Globodera* spp.) Cancer Generation Mechanisms in Plants

**Abstract:** Root-knot (*Meloidogyne* spp.) and cyst (*Heterodera* and *Globodera* spp.) are the most economically important plant parasitic nematode species. These cosmopolitan pests are obligate, sedentary endoparasites and specialized mechanisms in host parasitism. They cause plant cancer that modifications of the host cell for feeding and it is characterized multicellular, more organellar structure with dense cytoplasm. A number of different secretory which produced nematode glands are secreted into the host through the stylet, amphid and phasmid to feeding site formation. As a result of cancer the roots, the circulation of water and nutrients in the plant is disturbed and plant growth is negatively affected. In this review, nematode parasitism and cancer occurrences were tried to be explained.

**Keywords:** *Meloidogyne* spp., *Heterodera* spp., *Globodera* spp., cancer, effector.

## Giriş

Kök-ur (*Meloidogyne* spp.) ve kist (*Heterodera* ve *Globodera* spp.) nematodları sabit endoparazit beslenmeye sahip olmaları, vaskular dokularda zarar meydana getirmeleri, konukçu bitkide özelleşmiş parazitizm mekanizmalarının olması, yılda verilen döl sayısının fazla olması (özellikle *Meloidogyne* spp.) ve dişi başına bırakılan yumurta sayısının yüksek olması nedeniyle ekonomik olarak en önemli bitki paraziti nematod türleridir. Bu iki bitki paraziti nematod grubunun arasında çok sayıda benzerlik olmasına rağmen önemli farklılıklar da bulunmaktadır (Çizelge 1). Kök-ur ve kist nematodlarının bitkide oluşturdukları kanserler; bitkideki su ve besin dolaşım düzenini bozar, gelişme gerilikleri, bodurlaşma, solgunluk, çiçek ve meyve dökümlerine yol açar. Eğer enfeksiyon ağır ise bitkiler tamamen kuruyabilir, genç fide döneminde ekim ve dikim tekrar yapılmak zorunda kalınabilir. Kanserli dokular üzerinde sekonder mikroorganizmaların gelişmesiyle bitkideki verim kaybı artmaktadır. Verim kaybı konukçu bitki, kültürel uygulamalar ve çevre koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Kök-ur ve kist nematodlarının yıllık ürün kaybının ekonomik değeri 90 milyar dolara ulaşmaktadır (Dhandaydhan ve ark. 2008).

### Çizelge 1. Kök-ur ve Kist Nematodları Arasındaki Temel Farklılıklar

<b>Kök-ur nematodları</b>	<b>Kist nematodları</b>
Yumurtalar dişi vücudu dışında jelatinimsi yumurta paketi içerisinde	Yumurtalar ölü dişi ile birlikte kist içerisinde
Larvaların çıkışı için özel bir uyarıya gerek yok	Larvaların çıkışı için Kisti uyaran eksudatlarla ihtiyaç var
Geniş konukçu dizisi	Sınırlı konukçu dizisi
Yumurtlamayla birlikte ergin dişinin beslenmesi devam etmekte	Yumurtlamayla birlikte ergin dişinin beslenmesi durmakta
Ergin dişi kök içerisinde	Ergin dişi kök dışında
Dev beslenme hücreleri	Synctium beslenme cepleri
Yüzeysel büyük galler	Doku içerisinde küçük kanserli dokular

Kök-ur nematodlarının infektif dönemi ikinci dönem larvalardır (J2), J2'ler köklere uç kısımdan giriş yapar ve epidermal hücreleri parçalar. Meristem dokuya ulaşmaya çalışan J2, kök içerisinde interselüler olarak hareket eder ve vaskular dokulara geldiğinde buraya yerleşir. Dokuda kendini sabitleyerek beslenir ve dev hücreler oluşturur. Üç deri değişiminden sonra ergin hale gelir ve toplu olarak yumurta paketleri içine yumurtalarını bırakır. Kışı, bitki köklerinde oluşturduğu ırlar içinde veya toprakta, larva ya da yumurta halinde geçirir. Bartlem ve ark. (2013), *Meloidogyne incognita* J2 'nin 24 saat içerisinde konukçu hücreye yerleştiğini ve 48 saat içerisinde nematod beslenme hücrelerinin oluşmaya başladığını, 3-4 gün sonra Nematod anteriörünü çevreleyen parankimatik hücrelerden dev hücrelerin oluştuğunu bildirmektedir.

Kist nematodlarında ise toprağa dökülen kistlerden çıkan 2. dönem infektif larvalar konukçularına yönelir, bitki kökünde stiletleri ile aramalar yaparlar ve beslenip hayatlarını devam ettirebilmek için en uygun hücreyi seçerler. Bu yerler genellikle ksileme yakındır. Larvalar beslenmeyle birlikte gelişmeye başlar. Gelişmeyle birlikte beslenme hücresi "syncytium" oluşumları meydana gelir. Deri değiştirip ergin hale geçip çiftleşirler. Enfekteli



köklerde beyaz kist şeklindeki dişiler; boyun kısmı kök dokusu içine girmiş, vücutları kök dışında aslı olarak görülebilir. Dişi yumurtalarını bıraktıktan sonra ölür ve vücut duvarı sertleşir ve koyulaşır. Dış şartlara dayanıklı, kahverengi bir kist halini alarak yumurta ve larvaları korur. Yumurtalar kistin içinde çok uzun yıllar toprakta canlı olarak kalabilirler (Wyss ve Grundler, 1992).

## **Bitkilerde Kök-ur (*Meloidogyne* spp.) ve Kist Nematodları (*Heterodera* ve *Globodera* spp.)'nın Kanseri Oluşum Mekanizmaları**

Tylenchida takımında bulunan *Meloidogyne* spp. ve *Heterodera-Globodera* spp. nematodlarının özofagal salgı bezleri; 2 subventral ve 1 dorsal salgı hücresi olarak basal bulbda ve stilet yakınında 1 adet dorsal özofagal salgı bezi olarak prokorpusta bulunmaktadır (Hussey ve Mims, 1991). Özofagal salgı bezlerinde üretilen salgılar stilet, amphid ya da phasmid aracılığıyla konukçu hücreye iletilmektedir. Genellikle salgıların iletiminde stilet önemli bir araçtır. Bu nematodlarda subventral özofagal bezler nematodun hareketli ikinci dönem larva döneminde bitkiye penetrasyon, infeksiyon ve uygun beslenme hücresi arama sırasında aktif durumdadır. Dorsal özofagal bezler ise beslenme hücrelerinin oluşturulması ve devamlılığında aktiftir (Hussey ve ark. 2002).

Sabit endoparazit beslenen Kök-ur ve Kist Nematodları hayatlarını devam ettirebilmek için özelleşmiş beslenme hücresi oluşturmak zorundadırlar ve bu yapılarına kanser denilmektedir. Kanseri oluşturma mekanizmaları oldukça karışıktır. Kök-ur nematodlarının beslenme hücrelerine **dev hücreler**, Kist nematodlarının beslenme hücrelerine ise **syncytia** denilmektedir. Dev hücreler sitokinesis olmaksızın ardışık mitozlar ve endoreduplikasyon dizisi sayesinde meydana getirilir. Hücreler büyüyerek çok çekirdekli bir yapı kazanır. Nükleer hiperplazi ve hücrel hipertrofi ksilem boyunca genişleyen ikincil hücre duvarı ifadeleri ile görünür hale gelmektedir. Amaç, çözünmüş maddelerin taşınımını kolaylaştırmaktır. Dev hücreler, normal hücrelerden 100 kat daha geniştir, organel sayısı, protein, lipid ve küçük vakuoller artmakta yoğun sitoplazma meydana gelmektedir (Bird ve Kaloshian, 2003). Dev hücrelerin oluşumunda bitki hücre iskelet yapısında değişiklikler meydana gelir, gelişim süresince Actin (ACT) ve tubulin genleri aktiftir. Aktin lifleri; hücre duvarı biogenesis, plasma membranının uzaması ve dev hücre oluşumlarını kontrol etmektedir. Formin-Actin-nucleating protein, aktin liflerinin de nova polimerizasyonunu uyarmaktadır. Üç formin genin, AthFH1, AtFH6 ve AtFH6 'nın dev hücre oluşumunu teşvik ettiği saptanmıştır. AtFH6 plasma membranı boyunca tekdüze bir dağılım göstermektedir, aktin liflerini kontrol ederek dev hücrenin büyümesini düzenlemektedir (Caillaud ve ark. 2008). Pentoz-fosfat patwayinde ana enzim kodlayan -rpe geninin dev hücrelerin formasyonunda önemli olduğu bulunmuştur (Favery ve ark. 1998). Kökü kuşatan gal sayılarında meydana gelen artışlar Kök-ur nematodlarının baş çevresinde bulunan pericycle ve kortikal hücrelerin çoğalmasından kaynaklanmaktadır (Jones ve Payne, 1978). Bu çoğalmı transcriptional düzenleyiciler PHAN ve KNOX ifadesindeki artışlarla ve dokudaki nodül mitogeni ENOD40 ile ilişkilidir (Gheysen ve Mitchum, 2008). Bu urlar hiperplazi (hücre sayısının artması) ve hipertrofi (hücre sayısının hacimsel genişlemesi) ile oluşmaktadır. Duyarlı bir bitkide ur büyüklüğü kök dokusundaki nematod türü ve sayısına göre değişmektedir. Ayrıca bitki türü de urların büyüklüğünü etkilemektedir. Genellikle *M. incognita*, *M. javanica* ve *M. arenaria* türlerinin oluşturdukları urlar morfolojik olarak

birbirine benzerken, *M. hapla*'nın urları çok daha küçüktür ve kökte oluşturduğu genel görünüm diğer türlerden çok farklıdır (Hussey, 1985).

Syncytia ise kist nematodlarının kendini sabitlediği ve beslenmeye başladığı ilk hücrenin etrafındaki hücrelerin duvarlarının eritilmesi sonucu hücrelerin birleşimiyle oluşmaktadır. Kanser oluşumu mitotik aktivitenin aksine hücre duvarlarının yıkımıyla multi çekirdekli hale gelmesi ile oluşur. Ksilem kanalları boyunca sitoplazmik yoğunluk artar. Syncytium oluşumunda hücre duvarını parçalayıcı enzimlerin aktiviteleri yüksektir ve çok sayıda enzim kullanıldığı görülmektedir. Kist nematodlarının meydana getirdiği kanser yapıları doku içerisinde ve dışarıdan görülmezler. Hipertrofi ve hiperplazi oluşumları yoktur. Hücrelerin birleşmesiyle çok çekirdekli yapı kazanıldığı için Kök-ur nematodlarının oluşturduğu beslenme hücrelerine göre daha az çekirdekli (Tytgat ve ark. 2002; Wicczorek ve ark. 2006, 2008; Szakasits ve ark. 2009; Haegeman ve ark. 2012; Bohlman ve Sobczak, 2014). Syncytiumu çevreleyen hücrelerde expansin, selüloz ve pektinaz ifadesi yüksektir (Wicczorek ve ark. 2006, 2008; Szakasits ve ark. 2009). Hücrelerin birleşmesiyle birlikte syncytia içerisindeki ozmotik basınç en dışdaki hücre duvarının kalınlaştırılması ile dengelenmektedir. *Arabidopsis thaliana* köklerinde *H. schachtii*'nin oluşturduğu syncytia içerisinde ozmotik basınç 10,000 hPa'ya ulaşmıştır (Böckenhoff ve Grundler, 1994).

Dev hücre ve syncytium oluşumları çok sayıda gen ve ürünlerinin kontrolü altındadır. Kök-ur (*Meloidogyne* spp.) ve kist (*Heterodera* ve *Globodera* spp.) nematodları'nda parazitizimden sorumlu çok sayıda gen tanımlanmış ve fonksiyonları ortaya çıkarılmıştır (Çizelge 2) (Çizelge 3) (Çizelge 4). Bu genlerin fonksiyonları olan çok farklı efektörler son yıllarda yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Çizelge 5).

**Çizelge 2.** Kök-ur nematodu parazitizm genleri ve fonksiyonları (Berg ve Taylor, 2009)

Gen	Nematod	Fonksiyonu	Kaynak
<b>pell</b>	<i>Meloidogyne incognita</i>	Pektatliyaz	Nyaku ve ark. 2013
<b>eng-2</b>	<i>M. incognita</i>	$\beta$ -1-4-endoglu kanaz	Nyaku ve ark. 2013
<b>eng-1</b>	<i>M. incognita</i>	$\beta$ -1-4-endoglu kanaz	Nyaku ve ark. 2013
<b>eng-7</b>	<i>M. incognita</i>	$\beta$ -1-4-endoglu kanaz	Nyaku ve ark. 2013
<b>Mi-crt</b>	<i>M. incognita</i>	Kalreticulin	Rosso ve ark. 2005
<b>Mj-cm-1</b>	<i>M. javanica</i>	Korizmate mutaz Selüloz	Lambert ve ark.1999
<b>Mj-cbp-1</b>	<i>M. javanica</i>	Selüloz	Lambert ve ark.1999
<b>Mi-XYL1</b>	<i>M. incognita</i>	Ksilenaz	Mitreva-Dautova ve ark. 2006
<b>Mi-pg-1</b>	<i>M. incognita</i>	Polygalakturonoz	Jaubert ve ark. 2002; Rossa ve ark. 2005
<b>16D10</b>	<i>M. incognita</i> <i>M. javanica</i> <i>M. arenaria</i> <i>M. chitwoodi</i> <i>M. hapla</i>	16D10 peptid	Huang ve ark. 2006 Dinh ve ark. 2014a,b
<b>Mi-cpl-1</b>	<i>M. incognita</i>	Kathepsin L sistein proteinaz	Shingles ve ark. 2007

Gen	Nematod	Fonksiyonu	Kaynak
<b>Mi-gsts-1</b>	<i>M. incognita</i>	Glutathion S transferaz	Dubreuil ve ark. 2007
<b>TP</b>	<i>M. incognita</i>	Tirozine fosfat	İbrahim ve ark. 2011
<b>MSP</b>	<i>M. incognita</i>	Mitokondrial stres-70 protein habercisi	İbrahim ve ark.2011
<b>LDH</b>	<i>M. incognita</i>	Laktat dehidrojenaz	İbrahim ve ark.2011
<b>Pos-1</b>	<i>M. incognita</i>	Posterior salgılar	Matsunaga ve ark. 2012
<b>Mi-spc-3</b>	<i>M. incognita</i>	Sinyal peptidaz	Charlton ve ark. 2010
	<i>M. artiella</i>	Kitin sentaz	Fanelli ve ark. 2005
<b>MjTis11</b>	<i>M. javanica</i>	Transkripsiyon faktör	Fairbaim ve ark. 2007
<b>8D05</b>	<i>M. incognita</i>		Xue ve ark. 2013
<b>Mjfar1</b>	<i>M. javanica</i>	Fatty asid bağlayıcı	Iberkleid ve ark. 2013
<b>flp-14, flp 18</b>	<i>M. incognita</i>	FMRF amide benzer peptid	Papulu ve ark. 2013
<b>MiMsp40</b>	<i>M. incognita</i>	MAPK, ETI köklü elicitors R3a/Avr3a	Niu ve ark. 2016

**Çizelge 3.** Kist nematodu parazitizm genleri ve fonksiyonları (Bohlmann ve Sobczak, 2014)

Gen	Nematod	Sınıf	Fonksiyon	Kaynak
<b>Hg-pel-1</b>	<i>H. glycines</i>	Pektatliyz	İnfeksiyon	De Boer ve ark.2002
<b>Hspel1</b>	<i>H. schachtii</i>	Pektatliyz	İnfeksiyon	Vanholme ve ark.2007
<b>Hspel2</b>	<i>H. schachtii</i>	Pektatliyz	İnfeksiyon	Vanholme ve ark.2007
<b>Gr-PEL1</b>	<i>G. rostochiensis</i>	Pektatliyz	Dokulara süzölmek	Popeijus ve ark.2000
<b>Gr-PEL2</b>	<i>G. rostochiensis</i>	Pektatliyz	Dokulara süzölmek	Kudla ve ark. 2007
<b>GR-ENG-1</b>	<i>G. rostochiensis</i>	Selöfaz	Carboxy methyl cellulose hidrolizi	Smant ve ark.1998
<b>GR-ENG-2</b>	<i>G. rostochiensis</i>	Selöfaz	Carboxy methyl cellulose hidrolizi	Smant ve ark.1998
<b>HG-ENG-1</b>	<i>H. glycines</i>	Selöfaz	Carboxy methyl cellulose hidrolizi	Smant ve ark.1998
<b>HG-ENG-2</b>	<i>H. glycines</i>	Selöfaz	Carboxy methyl cellulose hidrolizi	Smant ve ark.1998
<b>GR-ENG- 1/2/3/4</b>	<i>G. rostochiensis</i>	Selöfaz	İnfeksiyon	Chen ve ark.2005
<b>Gr-EXPB1</b>	<i>G. rostochiensis</i>	Expansin	Hücre duvarının uzatılması	Qin ve ark.2004; Kudla ve ark.2005
<b>Hs CBP</b>	<i>H. schachtii</i>	Cellulose binding protein	Bitki pectin methyl esterase(PME3) etkileşim, parazitizm	Hewezi ve ark.2008

**Çizelge 4.** Syncytia oluşumunu teşvik eden bitki genleri (Bohlmann ve Sobczak, 2014)

<b>Gen</b>	<b>Kodu (ismi)</b>	<b>Sınıfı</b>	<b>Fonksiyonu</b>	<b>Kaynak</b>
<i>At2g37640</i>	AtEXPA3	Expansin	Hücre duvarının gevşetilmesi	Wieczorek ve ark.2006
<i>At3g55500</i>	AtEXPA16	Expansin	Hücre duvarının gevşetilmesi	Wieczorek ve ark.2006
<i>At1g70710</i>	AtCel1	Selülaz	Beslenme hücresi teşvik edimi, syncytium oluşumu süresince hücre duvarının yumuşatılması	Mitchum ve ark.2004 Wieczorek ve ark.2008
<i>At1g02800</i>	AtCel2	Selülaz	Hücre duvarının yıkımı, kökte gelişen T-DNA mutant dişi sayısının azaltılması	Wieczorek ve ark.2008
<i>At4g24260</i>	AtKor3	Selülaz	Hücre duvarının yıkımı, kökte gelişen T-DNA mutant dişi sayısının azaltılması	Wieczorek ve ark.2008
<i>At3g14310</i>	Pme3	Pektinmetilesteraz	Syncytium gelişiminin erken safhasında, <i>H. schachtii</i> 'de salgılanan bir selüloz bağlayıcı protein ile etkileşim	Hewezi ve ark.2008
<i>At3g05910</i>	PAE(DiDi9C-12)	Pektinmetilesteraz	Genç syncytium etrafının regüle edilmesi	Vercauteren ve ark.2002
<i>At3g54920</i>	PMR6	Pektatliyaz	Syncytium oluşumunun düzenlenmesi, külleme duyarlılık geni olarak da bilinmektedir.	Vogel ve ark.2002 Szakasits ve ark.2009
<i>At1g14520</i>	MIOX1	Myo-inositol oksijenaz	Fazla myo-inositol uzaklaştırılması, Galaktinol seviyesinin azaltılması, syncytium güçlendirilmesi	Siddique ve ark.2009,2014
<i>At2g19800</i>	MIOX2	Myo-inositol oksijenaz	Fazla myo-inositol uzaklaştırılması, Galaktinol seviyesinin azaltılması, syncytium güçlendirilmesi	Siddique ve ark.2009,2014
<i>At4g26260</i>	MIOX4	Myo-inositol oksijenaz	Fazla myo-inositol uzaklaştırılması, Galaktinol seviyesinin azaltılması, syncytium güçlendirilmesi	Siddique ve ark.2009,2014
<i>At5g56640</i>	MIOX5	Myo-inositol oksijenaz	Fazla myo-inositol uzaklaştırılması, Galaktinol seviyesinin azaltılması, syncytium güçlendirilmesi	Siddique ve ark.2009,2014
<i>At5g39320</i>	UGD1	UDP-glukoz dehidrogenaz	Kanser alanının genişletilmesi	Siddique ve ark. 2012
<i>At3g29360</i>	UGD2	UDP-glukoz dehidrogenaz	Hücre duvarının genişletilmesi, syncytium alanının büyütülmesi	Siddique ve ark. 2012
<i>At5g15490</i>	UGD3	UDP-glukoz dehidrogenaz	Hücre duvarının genişletilmesi, syncytium alanının büyütülmesi	Siddique ve ark. 2012
<i>At1g26570</i>	UGD4	UDP-glukoz dehidrogenaz	Kanser alanının genişletilmesi	Siddique ve ark. 2012

## Çizelge 5. Bitki hücresinde çeşitli fonksiyonlara sahip olan efektörler

Hücre duvarını parçalayan efektörler	Beta 1-4 endoglukanaz, GHF5 selülozları, Pektat liyaz, Polygalakturonoz, Kitinaz, Ksilanaz, Arabinoz, Expansin, Selüloz bağlayan proteinler, Proteaz, Peptidaz
Hücre metabolizması ve taşınım faktörlerini etkileyen efektörler	Korizmate mutaz, Annexin, Kalretikulin
Hüresel düzenlemeye müdahale eden efektörler	NLPP, RanBPM, 14-3-3 protein ailesi, Ubiquitin
Bitki savunma cevaplarını hafifleten efektörler	Venom allergen proteinleri, Peroksidaz, FAR, SXP/RAL-2 protein, GST, SPRY SEC ailesi
Sinyallerin gizlenmesi	NemF, CLAVATA peptidleri, 10A06

Hagenhout ve ark. (2009), efektörleri, konukçu hücre yapısını değiştiren tüm patojen/zararlı proteinleri ve küçük moleküller olarak tanımlamıştır. Kvitko ve ark. (2009), efektör tanımını sadece proteinlerle kısıtlamıştır. *Meloidogyne* spp., *Heterodera* ve *Globodera* spp.'lerde tespit edilen efektörler Çizelge 6'da verilmiştir. Efektör içerisinde ilk sırayı alan bitki hücre duvarını parçalayan enzimlerdir. Hücre duvarının sert formu tüm bitki patojenleri için bariyer görevi yapmaktadır. Hücre duvarı selüloz, hemiselüloz ve pektinden oluşmaktadır (Cosgrove, 2005). Saldırgan infektif nematod stileti ile mekanik olarak hücre duvarına zarar verir ve genellikle hücre duvarını bozan ve yumuşatan karışık efektör kullanımı görülmektedir. Proteaz ve peptidazlar hücre duvarının parçalanması, konukçunun savunma proteinlerini baskılama ve hareketi kolaylaştırmakla görevlidir. Nematodlar yüzlerce proteaz kodlayan geni elinde bulundurduğu halde, yalnızca bu proteinlerin bir bölümü bitki dokusuna salgılanmaktadır (Castagnone-Sereno ve ark. 2011). Beta-1,4 endoglukanaz hücre duvarında selüloz liflerini rastgele kesmektedir ve bitki paraziti *Meloidogyne*, *Globodera*, *Heterodera*, *Pratylenchus*, *Radapholus* ve *Aphelenchus* cinslerinin salgılarında bu efektör saptanmıştır (Smant ve ark. 1998; Wang ve ark. 1999; De Boer ve ark. 1999; Goellner ve ark. 2000; Kikuchi ve ark. 2004; Ledger ve ark. 2006). *Meloidogyne incognita*'nın aspartyl proteazı hareket zamanında salgıladığı ve dev hücre duvarında biriktirdiği görülmüştür (Vieira ve ark. 2011). *Meloidogyne incognita* Kök-ur nematodunun Aminopeptidaz, Sistein proteaz, Metalloproteinaz ve Serine proteaz salgıladığı tespit edilmiştir (Dautova ve ark. 2001; Bellafiore ve ark. 2008). Kist nematodları *G. rostochienensis* de Metallopeptidaz, *Heterodera schachtii* de serine proteaz bildirilmektedir (Robertson ve ark. 1999; Vanholme ve ark. 2006). *Heterodera*, *Meloidogyne*, *Bursaphelenchus*, *Aphelenchus* ve *Pratylenchus* bitki paraziti nematodları Pektat liyaz efektörünü stiletleri ile konukçu bitkiye ulaştırmakta ve Pektat internal alfa-1,4 bağlarını ayırmaktadır (Popeijus ve ark. 2000b; Huang ve ark. 2005; Roze ve ark. 2008; Vanholme ve ark. 2007). Poly-galakturonaz pektat ve galakturonazların 1,4-alpha-D-galactosiduranic bağlarının hidrolizini sağlamak ve *Meloidogyne* cinsi efektörü olarak bilinmektedir (Haegeman ve ark. 2011a, 2012). Ksilanaz, ksilan'ın 1,4 beta bağlarının hidrolizinden sorumludur ve *Meloidogyne* - *Heterodera* cinsi efektörü olarak tanımlanmaktadır (Haegeman ve ark. 2009b, Mitreva-Dautova ve ark. 2006; Vanholme ve ark. 2006). Kök-ur ve kist nematodlarında Arabinogalactan, endo 1,4 betagalaktoz ve arabinose yan zincirlerinde pektin olan kompleks polisakaritlerin hidrolizini gerçekleştirmektedir (Opperman ve ark. 2008; Vanholme ve ark. 2009a; Danchin ve ark. 2010; Haegeman ve ark. 2011a). Expansin hücre duvarını parçalayan bir enzim değil

Polisakarit zincirlerinde non-kovalant bağları zayıflatarak hidrolitik enzimlerin ulaşabilirliğini kolaylaştıran bir proteindir. Expansin *Meloidogyne* ve *Globodera* cinsi nematod efektörüdür (Kudla ve ark. 2005; Danchin ve ark. 2010). Selüloz bağlayan proteinler (CBS), Sinyal peptidi ve karbonhidrat bağlayıcı modülden oluşur, hücre duvarında metil esterleşmeyi azaltarak hücre duvarının sağlamlığını ortadan kaldırmaktadır ve *Meloidogyne-Heterodera* cinslerinde tespit edilmiştir (Ding ve ark. 1998; Gao ve ark. 2004; Hewezi ve ark. 2008).

**Çizelge 6.** *Meloidogyne* spp., *Heterodera* ve *Globodera* spp. bitki paraziti nematodlarında tespit edilen efektörler

Nematod salgıları	Kist Nematodları	Kök-ur Nematodları
B-1,4 endoglukanaz	+	+
Pektat liyaz	+	+
Polygalakturonoz	-	+
Peroksidaz	+	+
Expansin	+	+
Annexin	+	-
Ksilenz	-	+
Selüloz bağlayıcı domain	+	+
Kalretikulin	-	+
Korizmate mutaz	+	+
RanBPM	+	-
Ubiquitin uzaması	+	-
CLAVATA3 peptidleri	+	+
14-3-3	-	+
Oksin	+	+
Sitokinin	-	+
Etilen	+	-
Fatty acid	+	-
Venom allergen proteinleri	+	+
SXP/RAL-2	+	+
GST	-	+
SPRY SEC	+	-
Nem F	-	+

Kök-ur ve Kist nematodları hücre duvarını parçalayıp kökte infeksiyon oluşturduktan sonra hayatlarını devam ettirebilmek için beslenme hücresi oluşturmaya başlarlar ve bu sırada yoğun bir şekilde bitkinin savunma cevaplarıyla karşılaşır. Bitkinin savunma cevaplarından kendilerini korumak amacıyla farklı efektörler salgılamaktadırlar. Bu efektörler hücre metabolizmasını ve taşınım faktörlerini etkilemektedir. Korizmate mutaz, Annexin ve Kalretikulin bitki savunma mekanizmasını baskılayan önemli efektörlerdir. Korizmate mutaz Şikimik patwayinde düzenleyici bir enzimdir, IAA (Indola asetik asit) biyosentezini etkilemektedir, fitoaleksinlerin oluşumunu engellemektedir ve *Meloidogyne*,

*Heterodera* ve *Pratylenchus* cinslerinde belirlenmiştir (Doyle ve Lambert 2003; Huang ve ark. 2005b; Long ve ark. 2006; Vanholme ve ark. 2009b; Haegeman ve ark. 2011a;2012). Annexin, beslenme hücrelerinin membranında iyon taşınımının düzenlenmesi ve Oksijen radikallerinin detoksifikasyonunu yaparak, bitkinin hipersensitif reaksiyon (HR) göstermesini engellemektedir. *Heterodera* cinsi kist nematodlarında Annexin efektorü bildirilmektedir (Fioretti ve ark. 2001; Clark ve ark. 2001; Gao ve ark. 2003; Lee ve ark. 2004; Patel, 2008). Bitkinin hücrel metabolizmasındaki tüm olayları nematod lehine çevirmede önemli bir efektor olan Kalretikulin ise çoğunlukla endoplazmik retikulumda bulunmaktadır ve şaperon proteini olarak görev yapmaktadır. Ayrıca mRNA indirgeme, hücre bağlılığı, hücre kalsiyum dengesinin sağlanması ve nüklear taşınımında sorumlu olduğu bulunmuştur. Farklı araştırmacılar *Meloidogyne* cins nematodlarında kalretikulin salgısının normal hücrelerin beslenme hücresine dönüştürülmeye başlanmasında önemli bir efektor olduğunu belirtmektedir (Borisjuk ve ark. 1998; Michalak ve ark. 2002).

Konukçudaki normal hücrelerin tam anlamıyla beslenme hücrelerine dönüştürülmesinde kullanılan efektörler ise bitki hücresindeki düzenlemeye doğrudan müdahale etmektedir. NLPP (Nuclear Localized Parasitism Protein) efektorü konukçudaki beslenme hücrelerinin içindeki nukleusların kontrolünden sorumludur ve mitotik aktivenin söz konusu olmasından dolayı kök-ur nematodlarında tespit edilmiştir (Huang ve ark. 2003; Tytgat ve ark. 2004; Elling ve ark. 2007). RanBPM (Ran-Binding Protein in the microtubule organizing center) efektorü konukçu hücrede mitoz süresince iğ oluşumundan sorumludur ve *Heterodera* cinsi nematodlarda saptanmıştır (Quin ve ark. 2000; Davis ve ark. 2008). 14-3-3 protein ailesi hücrel stres tepkilerinin düzenlenmesi, hücrel savunma, organeller arasında çapraz iletişim, hücrel döngüde şaperon olarak görev yapar. Konukçu hücreyi kendi lehine çalıştıracak şekilde ana metabolizmaya müdahale etmektedir. Kök-ur ve kist nematodlarında 14-3-3 protein ailesi bulunmuştur (Jaubert ve ark. 2005; Liu ve ark. 2011). Ubiquitin, protein yıkımında yıkıma uğrayacak protein dizilerini tutmakla sorumlu olan tanıma elementidir ve yıkıma uğraması için işaretlenen proteine yapışmaktadır. Konukçu hücrenin nukleosunu hedef aldığı için hücrel düzenlemede çok önemli bir efektorüdür. *Heterodera* ve *Globodera* spp. de belirlenmiştir (Estelle, 2001; Tytgat ve ark. 2004; Göhre ve ark. 2008; Bellafiore ve ark. 2008; Craig ve ark. 2009; Birch ve ark. 2009).

Kök-ur ve kist nematodları oluşturdukları beslenme hücresini sürekli korumak zorundadırlar, hücreye zarar gelirse nematod ölmektedir. Bu yüzden yaşam süresince bitkinin savunma mekanizmasını baskı altına almaya çalışmaktadırlar. Bitki ve nematod arasındaki bu ilişkide salgılanan enzim ve proteinlerin karşılıklı olduğu görülmektedir. Bitki salgılarının zıttı bileşiklerin ya da aynısının nematod tarafından salgılandığı bulunmuştur. Hymenoptera takımında salgılanan venom allergen proteininin *Heterodera* ve *Meloidogyne* cinsi nematodlarda parazitimin erken safhalarında salgılandığı bulunmuş ve kendini koruma amacıyla salgılandığı düşünülmektedir (Ding ve ark. 2000; Gao ve ark. 2001; Zhan ve ark. 2003; Vanholme ve ark. 2005; Wang ve ark. 2007; Davis ve ark. 2008; Lozano ve Smant, 2011). Peroksidazlar kök-ur ve kist nematodlarında kanser hücrelerinin sürekli korunmasında yoğun salgılanan bir efektorüdür ve hidrojen peroksidi metabolize etmektedir (Robertson ve ark. 2000; Jones ve ark. 2004; Bellafiore ve ark. 2008). *Globodera* cinsi kist nematodlarında fatty asitlerin jasmonik asit sinyal patwayini engellediği bulunmuştur (Prior ve ark. 2001). SXP/RAL-2 proteinleri (S-phase kinase-associated protein) beslenme hücresinin yüzeyel savunmasında *Globodera* spp. de

önemlidir (Jones ve ark. 2000; Davis ve ark. 2008). GST (Glutathion S transferaz) kök-ur nematodlarında konukçunun nematisidal bileşenlerinin detoksifikasyonundan sorumludur (Haegeman ve ark. 2012). SPRY SEC ailesi (secreted spry domain containing protein; SvG, subventral gland) kist nematodlarında HR oluşumunu engellemektedir (Rehman ve ark. 2009). CLAVATA peptidleri (CLE sinyali), 10A06 protein ailesi ve 16D10 peptidi konukçunun savunma mekanizmasının harekete geçmesi için gerekli olan sinyallerin gizlenmesinden sorumludur. *Heterodera*, *Globodera* ve *Meloidogyne* cinslerinde bulunan CLAVATA peptidleri bitkinin sinyal mekanizmasına müdahale ederek efektörlerinin algılanmasını engellemekte dolayısıyla bitkinin nematodu tanımını zorlaştırmaktadır (Fiers ve ark. 2005; Wang ve ark. 2005, 2011; Ito ve ark. 2006; Abad ve ark. 2008; Opperman ve ark. 2008; Whitford ve ark. 2008; Lu ve ark. 2009; Stahl ve ark. 2009; Jun ve ark. 2010; Hirakawa ve ark. 2010; Kondo ve ark. 2011). Kök-ur nematodu efektörü olarak belirlenen 10A06 protein ailesi, hormonal sinyallere dayanarak bitki savunma cevaplarını çevirmektedir (Hewezi ve ark. 2010). 16D10 peptidi kök-ur nematodunun beslenme hücresi oluşumu sırasında bitkiye ait transkript faktörlerine bağlanarak, konukçu bitkinin gen aktivitesini kendi çıkarları için kullanır (Huang ve ark., 2006).

Kök-ur ve kist nematodlarının bitki hormonları ile önemli ilişkileri söz konusudur. Özellikle oksin patwayini konukçularına yerleşmek ve gal oluşturmak için kendileri için kullandıkları bilinmektedir (Gowarse ve ark. 2000; Grunewold ve ark. 2009). Kist nematodları *Heterodera* ve *Globodera* bitkinin ürettiği etileni hücreye şekil vermek için kullanmaktadır. Ayrıca Syncitium'un oksinin teşvik ettiği etilen üretimiyle geliştiği düşünülmektedir (Jiang ve Fu, 2000; Saito ve ark. 2005). Bitki sitokininin hormonunun aksine nematodun kendi sitokinini kullandığı ve bunun nükleik asit degradasyonu sonucu oluşan atık ürünü olabileceği öne sürülmüştür. Nematod kökenli sitokinler kök-ur nematodlarında lokal hiperplaziden sorumludur (Dimalla ve Van Stoden, 1977; Lohar ve ark. 2004).

## Sonuç

Kist (*Globodera* ve *Heterodera* spp.) ve kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) konukçu parazitizminde özelleşmiş mekanizmalara sahiptirler. Kök-ur ve kist nematodları'nda parazitizmden sorumlu çok sayıda gen tanımlanmış ve fonksiyonları ortaya çıkarılmıştır ve nematod parazitizm genlerinin % 70'inden fazlasının veritabanlarında fonksiyonel olarak açıklanan genlerle homoloji taşımadığı tespit edilmiştir. Bu da sabit endoparazit nematodların konukçu bitkilerle olan eşsiz ve karmaşık etkileşimlerinin olduğunu göstermektedir (Hussey ve ark., 2002).

Nematod parazitizm genlerinin ürünleri olan efektörler özofagal gland hücrelerinde üretilmekte ve stilet aracılığıyla konukçu dokuya iletilmekte ve karmaşık parazitizm işlemi bundan sonra başlamaktadır. Kök-ur ve kist nematodları yaşam süresince çok sayıda ve farklı efektör salgılamaktadır. Sabit endoparazit beslenmeye sahip olan kök-ur ve kist nematodlarının yegâne besin kaynağı oluşturduğu beslenme hücreleridir. Bu yüzden konukçu bitkinin köklerinde efektörler yardımıyla normal hücreler beslenme hücrelerine dönüştürülerek bitki köklerinde kansere neden olunmaktadır. Bu süreçlerin anlaşılması nematod bitki parazitizmi ve bitkide nematod tarafından oluşturulan kanseri engelleyebilmeyi sağlayacaktır. Tarımda biyoteknolojinin kullanımı birçok alanda başarıyla sonuçlanmakta ve nematod parazitizm genlerinin keşfedilmesi biyoteknolojik nematod



mücadelesinde (dayanıklı çeşit geliştirme, yeni nematisitlerin geliştirilmesi, transgenik ürün (Yapay R geni)) bir fırsat sunmaktadır (Hussey ve ark., 2002).

Nematod-efektör araştırması alanında ilk çalışma 1998 yılında bildirilmiş ve bu zamana kadar çok büyük gelişmeler olmuştur (Smant ve ark., 1998; Haegeman ve ark., 2012). *Globodera pallida*, *G. rostochiensis*, *Meloidogyne arenaria* ve *M. javanica* üzerinde devam eden projelerle yakın gelecekte bu nematodların tam genomları dizilenecektir (Kumar ve Blaxter, 2011). Bu nematodların genom sekanslarının ortaya çıkarılması yeni çalışmalara ışık tutacak ve nematod parazitizm ve kanser mekanizmaları daha net ortaya çıkarılabilecektir. Bu derlemede kök ur ve kist nematodlarının kanser oluşturma mekanizmaları anlaşılma çalışılmış, bulmacanın birkaç parçası vurgulanmış ve daha fazla parça araştırmacılar tarafından tanımlanmak üzeredir. Ancak bu, nematodun parazitiziminin nasıl gerçekleştirdiğinin çok net olmadığı gerçeğini değiştirmemektedir.

## Teşekkür

Bu derlemenin düzenlenmesinde yardımlarını esirgemeyen Ziraat Yüksek Mühendisi Gülsüm Uysal'a teşekkür ederim.

## Kaynaklar

- Abad P., Gouzy J., Aury J.M., Castagnone-Sereno P., Danchin E.G.J., Deleury E., Perfus-Barbeoch L., Anthouard V., Artiguenave F., Blok, V.C., Caillaud M.C., Coutinho P.M., Dasilva C., De Luca F., Deau F., Esquibet M., Flutre T., Goldstone J.V., Hamamouch N., Hewezi T., Jaillon O., Jubin C., Leonetti P., Magliano M., Maier T.R., Markov G.V., McVeigh P., Pesole G., Poulain J., Robinson-Rechavi M., Sallet E., Séguens B., Steinbach D., Tytgat T., Ugarte E., van Ghelder C., Veronico P., Baum T.J., Blaxter M., Blevé-Zacheo T., Davis E.L., Ewbank J.J., Favery B., Grenier E., Henrissat B., Jones J.T., Laudet V., Maule A.G., Quesneville H., Rosso M.N., Schiex T., Smant G., Weissenbach J. and P. Wincker. 2008. Genome sequence of the metazoan plant-parasitic nematode *Meloidogyne incognita*. *Nature Biotechnology*. 26. 909–915.
- Bartlem D.G., Jones M.G.K. and U.Z. Hammes. 2013. Vascularization nutrient delivery at root-knot nematode feeding sites in host roots. *Journal of Experimental Botany*.
- Bellaïf, S., Z.X. Shen, M.N. Rosso, P. Abad, P. Shih and S.P. Briggs. 2008. Direct identification of the *Meloidogyne incognita* secretome reveals proteins with host cell reprogramming potential. *Plos Pathog.* 4. e1000192.
- Birch P.R.J., Armstrong M., Bos J., Boevink P., Gilroy E. M., Taylor R. M., Wawra S., Pritchard L., Conti L., Ewan R., Whisson S. C., van West P., Sadanandom A., and S. Kamoun. 2009. Towards understanding the virulence functions of RXLR effectors of the oomycete plant pathogen *Phytophthora infestans*. *J. Exp. Bot.* 60. 1133–1140.
- Bird D. McK. and I. Kaloshian 2003. Are roots special? Nematodes have their says?. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 62. 115-123.
- Böckenhoff, A., and F. M. W. Grundler. 1994. Studies on the nutrient uptake by the beet cyst nematode *Heterodera schachtii* by in situ microinjection of fluorescent probes into the feeding structures in *Arabidopsis thaliana*. *Parasitology*. 109. 249–254.
- Bohlmann, H., and M. Sobczak. 2014. The plant cell wall in the feeding sites of cyst nematodes. *Plant science*. 1-10.

- Borisjuk, N., L. Sitailo, K. Adler, L. Malysheva, A. Tewes, L. Borisjuk, and R. Manteuffel 1998. Calreticulin expression in plant cells: developmental regulation, tissue specificity and intracellular distribution. *Planta*. 206. 504-514.
- Caillaud, M.C., G. Dubreuil, M. Quentin, L. Perfus-Barbeoch, P. Lecomte, J.A. Engler, P. Abad, M.N. Rosso, and B. Favery. 2008. Root knot nematodes manipulate plant cell functions during a compatible interactions, *Journal of Plant Physiology*. 165. 104-113.
- Charlton W. L., H. Y. M. Harel., M. Bakhietia, J. K. Hibbard, H. J. Atkinson and M. J. McPherson 2010. Additive effects of plant expressed double-stranded RNAs on root-knot nematode development. *Int. J. Parasitol.* 40. 855–864.
- Chen Q., S. Rehman, G. Smant and J.T. Jones. 2005. Functional analysis of pathogenicity proteins of the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* using RNAi . *Molecular Plant Microbe Interactions*. 18. 621 – 625.
- Clark G.B., A. Sessions, D.J. Eastburn and S.J. Roux. 2001. Differential expression of members of the annexin multigene family in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*. 126. 1072 – 1084.
- Craig, A., R. Ewan, J. Mesmar, V. Gudipati and A. Sadanandom. 2009. E3 ubiquitin ligases and plant innate immunity. *J. Exp. Bot.* 60. 1123–1132.
- Cosgrove D.J. 2005. Growth of the plant cell wall. *Nat. Rev. Molec. Cell Biol.* 6. 850–861.
- Danchin, E.G.J., M. Rossoa, P. Vieiraa, J. de Almeida-Englera, P. M. Coutinhob, B. Henrissatb, and P. Abad. 2010. Multiple lateral gene transfers and duplications have promoted plant parasitism ability in nematodes. *Pnas* 107, 17651–17656.
- Davis E.L. and M.G. Mitchum. 2005. Nematodes: sophisticated parasites of legumes. *Plant Physiology*. 137. 1182 – 1188.
- Davis E.L., R.S.Hussey, M.G. Mitchum and T.J. Baum. 2008. Parasitism proteins in nematode–plant interactions. *Current Opinion in Plant Biology*. 11. 360–366.
- Dautova, M., M.N. Rosso, P. Abad, F.J. Gommers, J. Bakker and G. Smant. 2001. Single pass cDNA sequencing—a powerful tool to analyse gene expression in preparasitic juveniles of the southern root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Nematology*. 3. 129–139.
- Dhandaydham, M., L.Charles, H. Zhu, J.L Starr, T. Huguet, D.R. Cook, J.M. Prosperi and C. Opperman. 2008. Characterization of root-knot nematode resistance in *Medicago truncatula*. *J. Nematol.* 40. 46-54.
- DeBoer J.M., Y. Yan, X. Wang, G. Smant, R.S. Hussey, E.L. Davis and T.J. Baum. 1999. Developmental expression of secretory beta-1,4-endoglucanases in the subventral esophageal glands of *Heterodera glycines*. *Molec. Plant Micr. Inter.* 12. 663 – 669.
- De Boer, J.M., E. L. Davis, R. S. Hussey, H. Popeijus, G. Smant and T. J. Baum. 2002. Cloning of a putative pectate lyase gene expressed in the subventral esophageal glands of *Heterodera glycines*. *J. Nematol.* 34. 9–11.
- Dimalla, G.G. and J. Van Staden. 1977. Cytokinins in the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Plant Science Lett.* 10. 25 – 29.
- Dinh P. T. Y., L. Zhang, C. R. Brown and A. A. Elling. 2014a. Plant-mediated RNA interference of effector gene *Mc16D10L* confers resistance against *Meloidogyne chitwoodi* in diverse genetic backgrounds of potato and reduces pathogenicity of nematode offspring. *Nematology* 16. 669–682.
- Dinh, P. T. Y., C. R. Brown and A. A. Elling. 2014b. RNA interference of effector gene *Mc16D10L* confers resistance against *Meloidogyne chitwoodi* in *Arabidopsis* and Potato. *Phytopatholo.* 104. 1098–1106.
- Doyle, E.A. and K.N. Lambert. 2003. *Meloidogyne javanica* chorismate mutase 1 alters plant cell development. *Molec. Plant Micr. Interac.* 16. 123-131.

- Dubreuil, G., M. Magliano, E. Deleury, P. Abad and M.N. Rosso. 2007. Transcriptome analysis of rootknot nematode functions induced in the early stages of parasitism. *New Phytology*. 176. 426 – 436.
- Elling, A.A., E.L. Davis, R.S. Hussey and T.J. Baum. 2007. Active uptake of cyst nematode parasitism proteins into the plant cell nucleus. *Internat. Jour. Parasitol.* 37. 1269 – 1279.
- Estelle, M. 2001. Proteases and cellular regulation in plants. *Current Opin Plant Biology*. 4. 254 – 260.
- Fairbairn, D. J., A. S. Cavallaro, M. Bernard, J. Mahalinga-Iyer, M. W. Graham and J. R. Botella. 2007. Host-delivered RNAi: an effective strategy to silence genes in plant parasitic nematodes. *Planta*. 226. 1525–1533.
- Fanelli, E., M. Di Vito, J.T. Jones, and C. De Giorgi, 2005. Analysis of chitin synthase function in a plant parasitic nematode, *Meloidogyne artiellia*, using RNAi. *Gene*. 349. 87–95.
- Favery, B., P. Lecomte, N. Gil, N. Bechtold, D. Bouchez, A. Dalmaso and P. Abad. 1998. RPE, a plant gene involved in early developmental steps of nematode feeding cells. *Embo J*. 17. 6799–6811
- Fioretti, L., A. Warry, A. Porter, P. Haydock and R. Curtis. 2001. Isolation and localization of an annexin gene (*gp-nex*) from the potato cyst nematode, *Globodera pallida*. *Nematology*. 3. 45–54.
- Gao, B., R. Allen, T. Maier, E.L. Davis, T.J. Baum and R.S. Hussey. 2001. Identification of putative parasitism genes expressed in the esophageal gland cells of the soybean cyst nematode, *Heterodera glycines*. *Molec. Plant Micr. Interac.* 14. 1247 – 1254.
- Gao, B., R. Allen, T. Maier, E.L. Davis, T.J. Baum and R.S. Hussey. 2003. The parasitome of the phytonematode *Heterodera glycines*. *Molec. Plant Micr. Interac.* 16. 720–726.
- Gao, B., R. Allen, E.L. Davis, T.J. Baum and R.S. Hussey. 2004. Molecular characterisation and developmental expression of a cellulose-binding protein gene in the soybean cyst nematode *Heterodera glycines*. *International Journal of Parasitology*. 34. 1377–1383.
- Gheysen, G. and M. Mitchum. 2008. Meloecular insights in the susceptible plant response to nematode infection. 45-83. *Cell biology of plant nematode parasitism*, editors by Berg, R.H., Taylor, C.G., ISBN: 978-3-540-85213-1
- Goellner, M., G. Smant, J.M. de Boer, T.J. Baum and E.L. Davis. 2000. Isolation of beta-1,4-endoglucanase genes from *Globodera tabacum* and their expression during parasitism. *Journal of Nematology*. 32. 154–165.
- Gowere, A., H. Overmars, J. Engelbertink, A. Schots, J. Bakker and J. B. Helder. 2000. Induction and morphogenesis of cyst nematode feeding cells are mediated by auxin. *Molec. Plant Micr. Interac.* 13. 1121-1129.
- Göhre, V., T. Spallek, H. Häweker, S. Mersmann, T. Mentzel, T. Boller, M. de Torres, J.W. Mansfield and S. Robatzek. 2008. Plant pattern-recognition receptor FLS2 is directed for degradation by the bacterial ubiquitin ligase AvrPtoB. *Curr. Biol*. 18. 1824–1832.
- Grunewold, W., G. Noordan, G. Isterdael, T. Beeckman, G. Gheysen, and U. Mathesius. 2009. Manipulation of auxin transport in plant roots during *Rhizobium* symbiosis and nematode parasitism. *The plant cell*. 21.2553-2562.
- Haegeman, A., J. Jacob, B. Vanholme, T. Kyndt, M. Mitreva and G. Gheysen. 2009a. Expressed sequence tags of the peanut pod nematode *Ditylenchus africanus*: the first transcriptome analysis of an Anguinid nematode. *Molec. Bioch. Parasit.* 167. 32–40.
- Haegeman, A., B. Vanholme and G. Gheysen. 2009b. Characterization of a putative endoxylanase in the migratory plant-parasitic nematode *Radopholus similis*. *Molec. Plant Path.* 10. 389–401.
- Haegeman, A., S. Joseph, and G. Gheysen. 2011a. Analysis of the transcriptome of the root lesion nematode *Pratylenchus coffeae* generated by 454 sequencing technology. *Molecular Biochemical Parasitology*. 178. 7–14.

- Haegeman, A., J.T. Jones and E.G.J. Danchin. 2011b. Horizontal gene transfer in nematodes: a catalyst for plant parasitism. *Molec. Plant Micr. Interact.* 24. 879–887.
- Haegeman, A., S. Mentelin, J.T. Tones and G. Gheysen. 2012. Functional roles of effectors of plant-parasitic nematodes. *Gene.* 492. 19-31.
- Hogenhout, S.A., R.A.L. Van der Hoorn, R. Terauchi and S. Kamoun. 2009. Emerging concepts in effector biology of plant-associated organisms. *Mol. Plant Micr. Interact.* 22. 115–122.
- Hewezi, T., P. Howe, T. R Maier, R. S. Hussey, M. G. Mitchum, E. L. Davis and T.J. Bautum. 2008. Cellulose binding protein from the parasitic nematode *Heterodera schachtii* interacts with *Arabidopsis* pectin methylesterase: cooperative cell wall modification during parasitism. *Plant Cell.* 20. 3080–3093.
- Hirakawa, Y., Y. Kondo and H. Fukuda. 2010. Regulation of vascular development by CLE peptide-receptor systems. *J. Integr. Plant Biol.* 52. 8–16.
- Huang, G., B. Gao, T. Maier, R. Allen, E.L. Davis, T.J. Baum and R.S. Hussey. 2003. A profile of putative parasitism genes expressed in the esophageal gland cells of the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Mol Plant Microbe Interact.* 16. 376 – 381
- Huang, G.Z., R.H. Dong, R. Allen, E.L. Davis, T.J. Baum and R.S. Hussey. 2005a. Developmental expression and molecular analysis of two *Meloidogyne incognita* pectate lyase genes. *Int. J. Parasitol.* 35. 685–692.
- Huang, G.Z., R.H. Dong, R. Allen, E.L. Davis, T.J. Baum and R.S. Hussey. 2005b. Two chorismate mutase genes from the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Mol. Plant Pathol.* 6. 23–30.
- Huang, G.Z., R.H. Dong, R. Allen, E.L. Davis, T.J. Baum and R.S. Hussey. 2006a. A root-knot nematode secretory peptide functions as a ligand for a plant transcription factor. *Mol. Plant Microbe Interact.* 19. 463–470.
- Huang, G.Z., R. Allen, E.L. Davis, T.J. Baum and R.S. Hussey. 2006b. Engineering broad root-knot resistance in transgenic plants by RNAi silencing of a conserved and essential root-knot nematode parasitism gene. *Pnas* 103. 14302–14306.
- Hussey, R.S. 1985. Host-parasite relationships and associated physiological changes. In: Sasser JN, Carter CC. An advanced treatise on *Meloidogyne*, Vol. I. Biology and control. Raleigh, North Carolina State University Graphics. 143-15.
- Hussey, R.S. and C.W. Mims. 1991. Ultrastructure of feeding tubes formed in giant-cells induced in plants by the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Protoplasma* 162. 99 – 107.
- Hussey, R.S., E.L. Davis and T.J. Baum. 2002. Secrets in secretions: genes that control nematode parasitism of plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology.* 14(3).183-194.
- Hussey, R.S., G. Huang and R. Allen. 2011. Microaspiration of esophageal gland cells and cDNA library construction for identifying parasitism genes of plant-parasitic nematodes. *Methods Mol. Biol.* 712. 89–107.
- Iberkleid, I., P. Vieira, J. de Almeida Engler, K. Firester, Y. Spiegel, and S. B. Horowitz. 2013. Fatty Acid and Retinol-Binding Protein, Mj-FAR-1 induces tomato host susceptibility to root-knot nematodes. *PLoS ONE* 8:e64586.
- Ibrahim, H. M., N. W. Alkharouf, S. L. Meyer, M. A. Aly and E. A. K. Gamal. 2011. Post-transcriptional gene silencing of root-knot nematode in transformed soybean roots. *Exp. Parasitol.* 127. 90–99.
- Ito, Y., I. Nakanomyo, H. Motose, K. Iwamoto, S. Sawa, N. Dohmae, and H. Fukuda. 2006. Dodeca-CLE peptides as suppressors of plant stem cell differentiation. *Science.* 313. 842–845.
- Jaubert, S., T.N. Ledger, J.B. Laffaire, C. Piotte, P. Abad and M.N. Rosso. 2002a. Direct identification of stylet secreted proteins from root-knot nematodes by a proteomic approach. *Mol. Biochem. Parasitol.* 121. 205–211.

- Jaubert, S., J.B.Laffaire, P. Abad and M.N. Rosso. 2002b. A polygalacturonase of animal origin isolated from the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. FEBS Lett. 522. 109–112.
- Jiang, Y.M. and J.R. Fu. 2000. Ethylene regulation of fruit ripening: molecular aspects. Plant Growth Regulation. 30. 193–200.
- Jaubert, S., A.L. Milac, A.J. Petrescu, J. de Almeida-Engler, P. Abad and M.N. Rosso. 2005. In planta secretion of a calreticulin by migratory and sedentary stages of root-knot nematode. Mol Plant Microbe Interact. 18. 1277 – 1284.
- Jones, J.T., G. Smant and V.C.Blok. 2000. SXP/RAL-2 proteins of the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis*: secreted proteins of the hypodermis and amphids. Nematology. 2. 887–893.
- Jones, J.T., B.Reavy, G.Smant and A.E. Prior. 2004. Glutathione peroxidases of the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis*. Gene. 324. 47–54.
- Jones, J.D.G. and J.L. Dangl. 2006. The plant immune system. Nature. 444. 323–329.
- Kikuchi, T., J.T. Jones, T. Aikawa, H. Kosaka and N. Ogura. 2004. A family of glycosyl hydrolase family 45 cellulases from the pine wood nematode *Bursaphelenchus xylophilus*. FEBS Lett. 572. 201–205.
- Kondo, Y., Y. Hirakawa, J.J. Kieber and H. Fukuda. 2011. CLE peptides can negatively regulate protoxylem vessel formation via cytokinin signaling. Plant Cell Physiol. 52. 37–48.
- Kudla, U., L. Qina, A. Milac, A. Kielaka, C. Maissena, H. Overmars, H. Popeijusa, E.Rozea, A.Petrescu, G.Smanta, J. Bakker and J. Helder. 2005. Origin, distribution and 3D-modeling of Gr-EXPB1, an expansin from the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis*. FEBS Lett. 579. 2451–2457.
- Kudla, U., A.L. Milac, L. Qin, H. Overmars, E. Roze, M. Holterman, A.J. Petrescu, A. Goverse, J. Bakker, J. Helder, and G. Smant. 2007. Structural and functional characterization of a novel, host penetration-related pectate lyase from the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis*. Mol. Plant Pathol. 8, 293–305.
- Kumar S. and M. L. Blaxter. 2011. Simultaneous genome sequencing of symbionts and their hosts. Symbiosis. 55. 119–126.
- Kvitko, B.H., D.H. Park, A.C. Velásquez, C.F. Wei, A.B. Russell, G.B. Martin, D.J. Schneider and A. Collmer. 2009. Deletions in the repertoire of *Pseudomonas syringae* pv. tomato DC3000 type III secretion effector genes reveal functional overlap among effectors. PLoS Pathog. 5, e1000388.
- Lamb, C. and R.A. Dixon. 1997. The oxidative burst in plant disease resistance. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 48. 251–275.
- Ledger, T.N., S. Jaubert, N. Bosselut, P. Abad and M.N. Rosso. 2006. Characterization of a new beta-1,4-endoglucanase gene from the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* and evolutionary scheme for phytonematode family 5 glycosyl hydrolases. Gene 382. 121–128.
- Lee, S, E.J. Lee, E.J. Yang, J.E. Lee, A.R. Park, W.H. Song and O.K. Park. 2004. Proteomic identification of annexins, calcium-dependant membrane binding proteins that mediate osmotic stress and abscisic acid signal transduction in Arabidopsis. Plant Cell. 16. 1378 – 1391.
- Lohar, D.P, J.E. Schaff, J.G. Laskey, J.J. Kieber, K.D. Bilyeu and D.M. Bird. 2004. Cytokinins play opposite roles in lateral root formation, and nematode and Rhizobial symbioses. Plant J. 38. 203 – 214
- Long, H., X. Wang, and J. Xu. 2006. Molecular cloning and life-stage expression pattern of a new chorismate mutase gene from the root-knot nematode *Meloidogyne arenaria*. Plant Pathol. 55. 559–563.

- Lozano, J and G. Smant. 2011. Survival of plant-parasitic nematodes inside the host. In: Perry RN, Wharton DA, editors. Molecular and physiological basis of nematode survival. London, CAB International Source, 28–65.
- Lu, S.-W., D.Tian, H.B. Borchardt-Wier and X. Wang. 2008. Alternative splicing: a novel mechanism of regulation identified in the chorismate mutase gene of the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis*. Mol. Biochem. Parasitol. 162. 1–15.
- Lu, S.W., S. Chen, J. Wang, H. Yu, D. Chronis, M.G. Mitchum and X. Wang. 2009. Structural and functional diversity of CLAVATA3/ESR (CLE)-like genes from the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis*. Mol. Plant Micr. Inter. 22. 1128–1142.
- Matsunaga, Y., K. Kawano, T. Iwasaki and T. Kawano. 2012. RNA interference-mediated growth control of the southern root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. Biosci. Biotech. Biochem. 76. 378-380.
- Michalak, M., J. M. Robert Parker and M. Opas. 2002. Ca<sup>2+</sup> signaling and calcium binding chaperones of the endoplasmic reticulum. Cell Calcium. 32.269-278.
- Mitchum, M., S. Sukno, Z. Shani, O. Shoseyov and E.L. Davis. 2004. The promoter of the *Arabidopsis thaliana* cell Endo-1, 4-β-glucanase gene is differentially expressed in plant feeding cells induced by root-knot and cyst nematodes. Molecular Plant Pathology. 5. 175–181.
- Mitchum, M.G., X.H. Wang and E.L. Davis. 2008. Diverse and conserved roles of CLE peptides. Curr. Opin. Plant Biol. 11. 75–81.
- Mitreva-Dautova, M., E. Roze, H. Overmars, Leo de Graaff, A. Schots, J. Helder, A. Goverse, J. Bakker and G. Smant 2006. A symbiont-independent endo-1,4-beta-xylanase from the plant-parasitic nematode *Meloidogyne incognita*. Mol. Plant Microbe Interact. 19.521–529.
- Niu, J., P. Liu, Q. Liu, C. Chen, Q. Guo, J. Yin, G. Yang, and H. Jan. 2016. Msp40 effector of root-knot nematode manipulates plant immunity to facilitate parasitism. www.nature.com/scientificreports/6:19443, DOI:10.1038/srep19443.
- Nyaku, S.T., R.S. Venkateswara, G. Wiley, F.Z. Najar, L.J. Cseke, G.C. Sharma, B.A. Roe, S.B.Cseke, E.Moss and R.V. Kantety. 2013. The expressed parasitism genes in the reniform nematode (*Rotylenchulus reniformis*). American Journal of Plant Sciences. 4. 780-791.
- Opperman, C.H., M.David, M. Birda, V. Williams, Dan S. Rokhsare, M. Burkea, J. Cohna, J. Cromera, S. Dienera, J. Gajana, S. Grahama, T. D. Houfeka, Q. Liud, T. Mitrosi, J. Schaffa, R. Schaffera, E. Scholla, Bryon R. Sosinskik, Varghese P. Thomasd, and E. Windhama 2008. Sequence and genetic map of *Meloidogyne hapla*: a compact nematode genome for plant parasitism. PNAS. 105. 14802–14807.
- Papolu, P. K., N. P. Gantasala, D. Kamaraju, P. Banakar, R. Sreevathsa and U. Rao 2013. Utility of host delivered RNAi of two FMRF amide like peptides, *flp-14* and *flp-18*, for the management of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. PLoS ONE 8:e80603.
- Patel, N., N.Hamamoucho, C. Li, R. Hussey, M. Mitchum, T. Baum, X. Wang and E.L. Davis. 2008. Similarity and functional analyses of expressed parasitism genes in *Heterodera schachtii* and *Heterodera glycines*. Journal of Nematology. 40. 299–310.
- Popeijus, H., V.C. Blok, L. Cardle, E. Bakker, M.S. Phillips, J. Helder, G. Smant and J. T. Jones. 2000a. Analysis of genes expressed in second stage juveniles of the potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* using the expressed sequence tag approach. Nematology. 2. 567–574.
- Popeijus, H., H. Overmars, J.T. Jones, V.C. Blok, A. Goverse, J. Helder, A. Schots, J. Bakker and G. Smant. 2000b. Enzymology-degradation of plant cell walls by a nematode. Nature 406. 36–37.
- Prior, A., J. T. Jones, V. C. Blok, J. Beauchamp, L. McDermott, A. Cooper and M. W. Kennedy. 2001. A surface-associated retinol- and fatty acid-binding protein (Gp-FAR-1) from the

- potato cyst nematode *Globodera pallida*: lipid binding activities, structural analysis and expression pattern. *Biochem. J.* 356. 387–394.
- Qin, L., U.Kudla, E.H. Roze, A. Goverse, H. Popeijus, J. Nieuwland, H. Overmars, J.T. Jones, A. Schots, G. Smant, J. Bakker and J. Helder. 2004. Plant degradation: a nematode expansin acting on plants. *Nature.* 427. 30.
- Rehman, S., W.Postma, T. Tytgat, P. Prins, L. Qin, H. Overmars, J. Vossen, L.N. Spiridon, A.J. Petrescu, A. Goverse, J. Bakker and G. Smant. 2009. A secreted SPRY domain-containing protein (SPRYSEC) from the plant-parasitic nematode *Globodera rostochiensis* interacts with a CC-NB-LRR protein from a susceptible tomato. *Mol. Plant Microbe Interact.* 22, 330–340.
- Robertson, L., W.M. Robertson and J.T. Jones. 1999. Direct analysis of the secretions of the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis*. *Parasitology.* 119. 167–176.
- Robertson, L., W.M. Robertson, M. Sobczak, J. Helder, E. Tetaud, M.R. Ariyanayagam, M.A. Ferguson, A. Fairlamb and J.T. Jones. 2000. Cloning, expression and functional characterisation of a peroxiredoxin from the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis*. *Mol. Biochem. Parasitol.* 111. 41–49.
- Rosso, M. N., M. P. Dubrana, N. Cimbolini, S.Jaubert and P. Abad. 2005. Application of RNA interference to root-knot nematode genes encoding esophageal gland proteins. *Mol Plant Microbe Interact.* 18. 615 – 620.
- Saito, Y., S.Yamasaki, N. Fujii and H. Takahashi, 2005. Possible involvement of CS-ACS1 and ethylene in auxin-induced peg formation of cucumber seedlings. *Annu Bot (Land)* 95. 413–422.
- Shingles, J., C. J. Lilley, H.J. Atkinson and P.E. Urwin. 2007. *Meloidogyne incognita*: molecular and biochemical characterisation of a cathepsin L cysteine proteinase and the effect on parasitism following RNAi. *Exp. Parasitol.* 115. 114–120.
- Siddique, S., S. Endres, J. M. Atkins, D.Szakasits, K. Wieczorek, J. Hofmann, C. Blaukopf, P.E. Urwin, R. Tenhaken, F.M. Grundler, D.P. Kreil and H. Bohlmann. 2009. Myo-inositol oxygenase genes are involved in the development of syncytia induced by *Heterodera schachtii* in Arabidopsis roots. *New Phytol.* 184. 457–472.
- Siddique, S., M. Sobczak, R. Tenhaken, F.M. Grundler and H. Bohlmann. 2012. Cell wall ingrowths in nematode induced syncytia require UGD2 and UGD3. *PLoS ONE* 7:e41515.
- Siddique, S., S. Endres, M. Sobczak, Z. S. Radakovic, L. Fagner, F. M. Grundler, W. Weckwerth, R. Tenhaken and H. Bohlmann. 2014. Myo-inositol oxygenase is important for the removal of excess myo-inositol from syncytia induced by *Heterodera schachtii* in Arabidopsis roots. *New Phytol.* 201. 476–485.
- Smant, G., P.W.G. Jack, Y. Stokkermans, J.Yan, M. De Boer, T. J. Baum, X. Wang, R. S. Hussey, F. J. Gommers, B. E. Henrissat, L. Davis, J. Helder, A. Schots and J. Bakker. 1998. Endogenous cellulases in animals: Isolation of beta-1,4-endoglucanase genes from two species of plant-parasitic cyst nematodes. *PNAS.* 95. 4906–4911.
- Smant, G., and J.T. Jones. 2011. Suppression of plant defences by nematodes. In: Jones, J.T., Gheysen, G., Fenoll, C. (Eds.), *Genomics and Molecular Genetics of Plant–Nematode Interactions*. Springer, Heidelberg. 273–286.
- Stahl, Y., R.H. Wink, G.C. Ingram and R. Simon. 2009. A signaling module controlling the stem cell niche in Arabidopsis root meristems. *Curr. Biol.* 19. 909–914.
- Szakasits, D., P. Heinen, K. Wieczorek, J. Hofmann, F. Wagner, D. P. Kreil, P. Sykacek, F. M W Grundler, and H. Bohlmann. 2009. The transcriptome of syncytia induced by the cyst nematode *Heterodera schachtii* in Arabidopsis roots. *Plant J.* 57. 771–784.

- Tytgat, T., J. De Meutter, B. Vanholme, M. Claeys, L. Verreijdt, G. Gheysen and A. Coomans. 2002. Development and pharyngeal gland activities of *Heterodera schachtii* infecting *Arabidopsis thaliana* roots. *Nematology*. 4. 899–908.
- Tytgat, T., B. Vanholme, J.D. Meutter, M. Claeys, M. Couvreur, I. Vanhoutte, G. Gheysen, W.V. Crieckinge, G. Borgonie, A. Coomans and G. Gheysen 2004. A new class of ubiquitin extension proteins secreted by the dorsal pharyngeal gland in plant parasitic cyst nematodes. *Mol. Plant Microbe Interact.* 17. 846–852.
- Vanholme, B., M. Mitreva, W.V. Crieckinge, M. Logghe, D. Bird, J. P. McCarter and G. Gheysen. 2006. Detection of putative secreted proteins in the plant-parasitic nematode *Heterodera schachtii*. *Parasitol. Res.* 98, 414–424.
- Vanholme, B., W. Van Thuyne, K. Vanhouteghem, J. De Meutter, B. Cannoot and G. Gheysen. 2007. Molecular characterization and functional importance of pectate lyase secreted by the cyst nematode *Heterodera schachtii*. *Mol. Plant Pathol.* 8. 267–278.
- Vanholme, B., A. Haegeman, J. Jacob, B. Cannoot and G. Gheysen. 2009a. Arabinogalactan, endo-1,4-beta-galactosidase: a putative plant cell wall-degrading enzyme of plantparasitic nematodes. *Nematology*. 11. 739–747.
- Vanholme, B., P. Kast, A. Haegeman, J. Jacob, W. Grünwald and G. Gheysen. 2009b. Structural and functional investigation of a secreted chorismate mutase from the plant-parasitic nematode *Heterodera schachtii* in the context of related enzymes from diverse origins. *Mol. Plant Pathol.* 10. 189–200.
- Vercauteren, I., J. De Almeida Engler, R. De Grootd, and G. Gheysen, 2002. An *Arabidopsis thaliana* pectinacetyltransferase gene is upregulated in nematode feeding sites induced by root-knot and cyst nematodes. *Mol. Plant Microbe. Interact.* 15. 404–407.
- Vieira, P., E.G.J. Danchin, C. Neveu, C. Crozat, S. Jaubert, R. S. Hussey, G. Engler, P. Abad, J. de Almeida-Engler, P. Castagnone-Sereno and M.N. Rosso. 2011. The plant apoplasm is an important recipient compartment for nematode secreted proteins. *J. Exp. Bot.* 62. 1241–1253.
- Vogel, J. P., T. K. Raab, C. Schiff, and S. C. Somerville. 2002. PMR6, a pectate lyase-like gene required for powdery mildew susceptibility in *Arabidopsis*. *Plant Cell*. 14. 2095–2106.
- Wang, X., D. Meyers, Y. Yan, T. Baum, G. Smant, R. Hussey and E. Davis. 1999. In planta localization of a beta-1,4-endoglucanase secreted by *Heterodera glycines*. *Mol. Plant Microbe Interact.* 12. 64–67.
- Wang, X., M.G. Mitchum, B. Gao, C. Li, H. Diab, T.J. Baum, R.S. Hussey and E.L. Davis. 2005. A parasitism gene from a plant-parasitic nematode with function similar to CLAVATA3/ESR (CLE) of *Arabidopsis thaliana*. *Mol. Plant Pathol.* 6. 187–191.
- Wang, X., Replogle A., Davis E.L. and M.G. Mitchum. 2007. The tobacco *Cel7* gene promoter is auxin responsive and locally induced in nematode feeding sites of heterologous plants. *Mol. Plant Pathology*. 8. 423 – 436.
- Wang, J., A. Replogle, R. Hussey, T. Baum, X. Wang and E.L. Davis. 2011. Identification of potential host plant mimics of CLAVATA3/ESR (CLE)-like peptides from the plant-parasitic nematode *Heterodera schachtii*. *Mol. Plant Pathol.* 12. 177–186.
- Whitford, R., A. Fernandez, R. De Grootd, E. Ortega and P. Hilson. 2008. Plant CLE peptides from two distinct functional classes synergistically induce division of vascular cells. *PNAS*. 105. 18625–18630.
- Wieczorek, K., B. Golecki, L. Gerdes, P. Heinen, D. Szakasits, D.M. Durachko, D.J. Cosgrove, D.P. Kreil, P.S. Puzio, H. Bohlmann and F.M.W. Grundler. 2006. Expansins are involved in the formation of nematode-induced syncytia in roots of *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.* 48. 98 – 112.



- Wieczorek, K., J. Hofmann, A. Biochl, D. Szakasits, H. Bohlmann and F.M.W. Grundler. 2008. Arabidopsis endo-1,4- $\beta$ -glucanases are involved in the formation of root syncytia induced by *Heterodera schachtii*. *Plant J.* 53. 336 – 351
- Xue, B., N. Hamamouch, C. Li, G. Huang, R. S. Hussey, T. J. Baum and E.L. Davis. 2013. The 8D05 parasitism gene of *Meloidogyne incognita* is required for successful infection of host roots. *Phytopathology.* 103. 175–181.
- Zhan, B., Y. Liu, M. Badamchian, A. Williamson, J. Feng, A. Loukas, J.M. Hawdon and P.J. Hotez. 2003. Molecular characterization of the Ancylostoma -secreted protein family from the adult stage of *Ancylostoma caninum*. *Int J Parasitol.* 33. 897 – 907.





## Akarlarda Feromonlar

Rana AKYAZI<sup>1\*</sup>, Yunus Emre ALTUNÇ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ordu, Türkiye.  
\*e-posta: ranaakyazi@odu.edu.tr

Geliş Tarihi: 19.07.2017; Kabul Tarihi: 02.10.2017

**Öz:** Feromon bir birey tarafından vücut dışına salgılanan ve aynı türün diğer üyeleri tarafından algılandığında, özel bir takım reaksiyonların oluşmasına neden olan kimyasal bileşenlerdir. Akarlarda, günümüze kadar dört tip feromonun varlığından bahsedilmiştir. Bunlar alarm, eşey, toplanma ve iz-işaret feromonlarıdır. Genellikle her bir akar türünde tek tip feromonal aktivasyon belirlenmiştir. Ancak birden fazla feromonal etkiye sahip olan akar türleri de bulunmaktadır. Bu durum, ya bir akarın farklı feromonal bileşenler bulundurması ya da tek bileşenin farklı koşullar altında, farklı feromonal aktivasyon göstermesi ile sağlanmaktadır. Böceklerde her bir feromon farklı bir bezden salgılanırken, astigmatid akarlarda üç farklı feromon (toplanma, eşey, alarm), tek bir bezde (opisthonotal bezler) üretilebilmektedir. Akar feromonları içerisinde üzerinde en çok çalışılan ve en iyi bilineni alarm feromonlarıdır. Akar feromonlarına yönelik üzerinde en fazla çalışılan grup ise astigmatid'lerdir. Yirmi astigmatid türde alarm feromonunun var olduğu bilinmektedir. Ayrıca astigmatid akarlardan 20 civarında türde eşey, 7 türde toplanma feromonu tespit edilmiştir. Sınırlı sayıda da olsa, bazı prostigmatid, mesostigmatid ve metastigmatid akar türlerindeki feromonlara yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Diğer yandan, feromonların böceklere karşı çeşitli amaçlarla (izleme, kitle yakalama, çiftleşme davranışının bozulması vb.) kullanımından başarılı sonuçlar elde edilmişken, akarlarda böylesi çalışmalar sınırlıdır. İlk kez, *V. destructor*'un eşey feromonu, akarın çiftleşme davranışını bozmak amacı ile kullanılmıştır. Sonuçlar akarların feromonlara dayalı biyoteknik mücadeleleri açısından umut verici olmuştur. Diğer yandan, *Dermatophagoides farinae* (Hughes) ve *D. pteronyssinus* (Trouessart) (Astigmata: Pyroglyphidae)'un toplanma feromonunun (neryl formate), toz akarlarının tuzaklanarak mücadelesinde önemli potansiyele sahip olabileceği de belirtilmiştir. İleriki araştırmalarda özellikle bitki koruma açısından önemli akarlardaki feromonal bileşenler ve feromonların ekonomik önemli türlerin biyoteknik mücadelesindeki potansiyellerinin incelenmesi gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Akar, alarm, biyoteknik mücadele, eşey, iz- işaret, toplanma.

## Pheromones in Mites

**Abstract:** Pheromones are chemical compounds that are secreted to the outside of the body and cause other individuals of the same species to have specific reactions. So far, four types of pheromones have been mentioned in the mites. These are alarm, sex, aggregation and trail-marking pheromones. There is generally a single type of pheromonal activation in each mite species. But, there are also mite species having more than one pheromonal effect. This is achieved either by the presence of different pheromonal compounds in a mite or by the single compound showing different pheromonal activation under different conditions. Whereas insects have a different gland for each pheromone, astigmatic mites can produce three different pheromones (alarm, sex, aggregation) from a single gland (opisthonotal gland). Alarm pheromones are the most studied and well-known in the mite pheromones. Astigmatids is the most studied group of mites on pheromones. To date, alarm pheromones are known from about 20 astigmatid species. Moreover, sex pheromones in about 20 species and aggregation pheromones in 7 species from astigmatic mites have been identified. Although limited, there are some studies about the pheromones in prostigmatid, mesostigmatid ve metastigmatid mite species too. On the other hand, whereas successful results have been obtained from the use of pheromones for various purposes (monitor, mass-trap, disrupt the mating process etc.) against many insect pests, such studies have been limited in mites. For the first time, sexual pheromone of *V. destructor* was used for disrupting the mating behaviour of the *Varroa* mite. The results represented a promising road to the first biotechnical control method based on pheromones in mites. It has also been claimed that the aggregation pheromone (neryl formate) of *Dermatophagoides farinae* (Hughes) and *D. pteronyssinus* (Trouessart) (Astigmata: Pyroglyphidae) has the potential to be used as part of a novel lure-and-kill system for house dust mite control. Future studies can provide detection of pheromones of important mite species for plant protection and their potential for biotechnical control of economically important species.

**Keywords:** Mites, alarm, biotechnical control, sex, trail marking, aggregation.

## Giriş

Arachnida sınıfı, Acari alt sınıfında yer alan akarlar 0.2- 0.5 mm boyutlarında mikroskopik canlılardır (Krantz ve Walter, 2009). Uygun koşullar altında gerek bitkisel üretim gerekse depolama alanlarında yüksek yoğunluklara ulaşarak önemli zararlara neden olabilmektedirler. Onlarla mücadelede ilaçların yaygın ve bilinçsiz kullanımı, insan sağlığı, çevre ve doğal denge üzerinde olumsuz etkiler yaratmakta, zararlılarda direnç sorununu ortaya çıkarmakta ve üründe kalıntı problemlerine neden olmaktadır. Tüm bu olumsuzluklar nedeni ile son yıllarda ilaçlı mücadeleye alternatif yöntemlerin araştırılması ve kullanımı önem kazanmıştır. Biyoteknik mücadele, ilaçlı savaşıma alternatif sunan yöntemlerden biridir. Son derece emniyetli ve kalıntı sorunu oluşturmayan biyoteknik savaş; Gençlik (juvenil) hormon analogları, uzaklaştırıcılar (repellentler), beslenmeyi önleyiciler (antifeedings) ve feromonlar gibi bazı maddeler kullanılarak, zararlıların biyolojik, fizyolojik özellikleri ve davranışlarını etkileyerek yapılan tarımsal mücadele yöntemidir (Hekimoğlu ve Altındağ, 2006). Bu açıdan akardaki feromon yapılarının bilinmesi oldukça önemlidir. Bu kapsamdaki çalışmalar, akarların sosyal yaşantılarının ve bireyler arası iletişim şekillerinin anlaşılması, onları daha yakından tanıyarak mücadelelerinde etken yolların bulunmasında yardımcı olacaktır. Akar feromonları konusunda, üzerinde en fazla çalışma yapılan grup astigmatidlerdir (Kuwahara, 2004; 2010). Diğer yandan Mesostigmata, Metastigmata ve Prostigmata'dan bazı akar türlerindeki

feromonların varlığından bahseden yayınlarda bulunmaktadır (Cone ve ark. 1971a; Hislop ve Prokopy, 1981; Hoy ve Smilanick, 1979; Janssen ve ark. 1999; Le Goff ve ark. 2010; Royalty ve ark. 1992; 1993a; Smith ve Florentino, 2004; Sonenshine, 2006; Ziegelmann ve ark. 2013a; 2014).

Dünyada akar feromonlarına yönelik yapılmış çalışmalar olmasına rağmen, Türkiye’de bu konuda yapılmış detaylı bir araştırma bulunmamaktadır. Sadece Türkuçar ve Toros, (1992) kısaca akarlardaki alarm feromonunun varlığından ve bileşenlerinden bahsetmişlerdir. İlk kez bu derleme ile akar feromonlarına ilişkin günümüze değin yapılan çalışmalar mümkün olduğunca derlenerek sunulacaktır. Çalışma ile amaçlanan, akar feromonlarına yönelik çalışmalar ışığında, akarlardaki feromon tipleri, bileşenleri, etki şekilleri, sentezlenme ve algılanmalarına yönelik bilgiler vermek ve bu konuda bir farkındalık oluşturmaktır.

## **Akarlarda Feromonlar**

### **Akarlarda Feromon Tipleri**

Akarlarda günümüze kadar alarm, toplanma, eşey ve iz- işaret olmak üzere 4 tip feromonun bahsi geçmiştir. Ancak iz- işaret feromonlarına yönelik detaylı çalışmalar bulunmamakta olup, bu konudaki tek bildirim Hislop ve Prokopy, (1981)’e aittir. Akar feromonları içerisinde en fazla çalışılan alarm feromonları olmuştur (Schulz ve ark. 2004). Genellikle bir akardan tek tip feromon elde edilmiştir. Fakat iki farklı feromonal aktiviteye sahip olan türlerde vardır. Hatta *Rhizoglyphus setosus* (Manson) (Astigmata: Acaridae) da alarm, eşey ve toplanma olmak üzere 3 farklı feromonal aktivasyon birden tespit edilmiştir. Bu farklı feromonal etkiler ya farklı feromonal bileşenlere sahip olunarak, ya da tek bileşenin farklı etkiler altında, farklı aktiviteler göstermesi ile sağlanmaktadır (Kuwahara, 2010).

### **Alarm Feromonları**

Bazı akar türlerinin, herhangi bir stres veya tehlike anında, diğer bireylerle iletişim kurmak amacıyla alarm feromonu salgıladıkları tespit edilmiştir. Özellikle pek çok astigmatid türde alarm feromonunun varlığı kanıtlanarak, bileşenleri tanımlanmış, aktiviteleri tespit edilmiştir (Çizelge 1).

İlk feromon çalışması Kuwahara ve ark. (1975) tarafından, *Tyrophagus putrescentiae* (Schränk) (Astigmata: Acaridae) üzerinde yapılmıştır. Araştırmacılar, koloni merkezindeki bir veya birkaç akar, fırça yardımı ile rahatsız edildiğinde ya da ezildiğinde, bunların etrafında toplanan akarların hızlıca kaçtıkları ve koloninin birkaç dakika içinde dağıldığını gözlemlemişlerdir. Benzer bir kaçış davranışı da, küçük bir parça filtre kağıdına, akar vücudunun pentan ekstraktı emdirilip, koloninin merkezine bırakıldığında gerçekleşmiştir. Bu bulgular, *T. putrescentiae*’nin, stres veya tehlike altında iken alarm feromonu salgıladığı şeklinde yorumlanmıştır. Araştırmacılar, akar vücudunu ezerek elde ettikleri vücut sıvısından, alarm feromonu bileşeni nerylformat’ı tanımlamışlardır. *T. putrescentiae*’ye ek olarak *Rhizoglyphus robini* (Claparede), *R. setosus* (Manson), *Rhizoglyphus* sp. ‘mori’ (Astigmata: Acaridae), türlerinde neryl format’ın, her tür için sırası ile 10, 100, 100 ve 10-100 ng dozda alarm feromonu aktivitesi açıkça görülmüştür (Kuwahara, 2010).

**Çizelge 1.** Alarm feromonu tespit edilen astigmatid akarlar ve tanımlanan bileşenler\*

Takım	Familiya	Tür	Feromonal Bileşen	Referanslar
Sarcoptiformes	Carpoglyphidae	<i>Carpoglyphus lactis</i> L.	Neral	Kuwahara ve ark. 1980b
	Tyroglyphidae	<i>Glycyphagus domesticus</i> (De Geer)	Neral	Kuwahara ve ark. 1991a
	Histiostomidae	<i>Histiostoma laboratorium</i> (Hughes)	Geranial	Kuwahara ve ark. 1991b
	Winterschmidtidae	<i>Oulenzia</i> sp.	Neral	Shimizu ve ark. 2004
	Suidasiidae	<i>Suidasia medanensis</i> (Oudemans)	Neral	Leal ve ark. 1989a
		<i>Tortonia</i> sp.	Z,Z-6,9-Heptadecadiene	Kuwahara ve ark. 1995
	Acaridae	<i>Histiogaster rotundus</i> (Woodring)	Neryl formate	Hiraoka ve ark. 2003a
		<i>Histiogaster</i> sp. 'A096'	Dehydrogeranial	Hiraoka ve ark. 2003b
		<i>Lardoglyphus konoii</i> (Sasa ve Asanuma)	Neral	Kuwahara ve ark. 1980b
		<i>Rhizoglyphus robini</i> (Claparede)	Neryl formate	Kuwahara ve ark. 1988
		<i>Rhizoglyphus setosus</i> (Manson)	Neral	Baker ve Krantz, 1984
		<i>Rhizoglyphus</i> sp. 'mori'	Neryl formate	Akiyama ve ark. 1997
		<i>Rhizoglyphus</i> sp. 'oki'	Neryl formate	Akiyama ve ark. 1997
		<i>Schwiebea elongata</i> (Banks)	Neral	Kuwahara ve ark. 2001
		<i>Tyroborus lini</i> (Oudemans)	Neryl formate	Tomita ve ark. 2003
		<i>Tyrophagus longior</i> (Gervais)	β-Acaridial	Noguchi ve ark. 1998
	Acaridae	<i>Tyrophagus neiswanderi</i> (J. & B.)	Hydrocarbon mix.	Kuwahara ve ark. 1989a
		<i>Tyrophagus perniciosus</i> (Zakhvatkin)	2-hydroxy-6-methyl benzaldehyde	Leal ve ark. 1988
		<i>Tyrophagus putrescentiae</i> (Sch.)	Neryl formate	Kuwahara ve ark. 1975
		<i>Tyrophagus putrescentiae</i> (Sch.)	Neral	Kuwahara ve ark. 1975
Acaridae	<i>Tyrophagus similis</i> (Volgin)	S(+)-Isopiperitenone	Kuwahara ve ark. 1987	

\*Kuwahara (2010) temel alınarak hazırlanmıştır.

Ayrıca, *Carpoglyphus lactis* (L.) (Astigmata, Carpo-glyphidae), *Aleuroglyphus ovatus* (Troupeau) (Astigmata: Acaridae), *Lardoglyphus konoi* (Sasa ve Asanuma) (Astigmata: Acaridae) ve *Dermatophagoides farinae* (Hughes) (Astigmata: Pyroglyphidae) türlerinin heksan ekstraktları'nın *T. putrescentiae* üzerinde alarm feromonu aktivitesi gösterdiği belirlenmiştir. İzole edilen bu feromonal bileşen citral olarak tanımlanmıştır (Kuwahara ve ark. 1980a). Kuwahara ve ark. (1980b) ise, *A. ovatus* ve *C. lactis* türlerinde rahatsız edilmenin etkisini incelemiştir. Araştırmacılar, rahatsız edilen akarlardan çevreye yayılan citral miktarının, edilmeyenlerden 10-50 kat daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, *T. putrescentiae*, *A. ovatus*, *L. konoi*, *C. lactis* ve *D. farinae* türlerinin, neryl formata olan hassasiyetlerini azalan sıra ile *L. konoi* > *T. putrescentiae* > *C. lactis* > *A. ovatus* > *D. farinae* olarak, citral'e karşı hassasiyetlerini ise *L. konoi* > *C. lactis* ≈ *T. putrescentiae* > *A. ovatus* ≈ *D. farinae* şeklinde belirlemiştir (Çizelge 2).

Ayrıca, bu beş akar türünün hemolimf ve ham ekstraktları elde edilmiş ve aynı akarlar üzerindeki alarm feromonu etkisi ölçülmüştür. Bu amaçla her filtre kağıdı için yaklaşık 100 akardan elde edilen hemolif ekstaktı kullanılmışken, ham heksan ekstraktının her 2 ml'si, 1 gr akardan elde edilmiştir. Sonuçlar alarm feromonlarına karşı hassasiyetlerin azalan sıra ile; *L. konoi* > *C. lactis* > *T. putrescentiae* > *A. ovatus* > *D. farinae* şeklinde olduğunu göstermiştir (Kuwahara ve ark. 1980b) (Çizelge 3).

Özellikle sosyal böceklerde, alarm feromonları, diğer feromonlar arasında türe spesifikliğı en az olan feromonlardır. Bu nedenle taksonomik ilişkili birçok türde aynı aktif bileşinlerin paylaşıldığı iyi bilinmektedir. Çizelge 2-3'de verilen bilgiler, aynı durumun akarlar için geçerliliğini, akar alarm feromonlarının sadece tür içi değil türler arası etkide gösterebildiklerini ortaya koymaktadır (Franz ve ark. 2001, Kuwahara ve ark. 1980b).

**Çizelge 2.** Neryl format ve citral bileşenlerinin, farklı konsantrasyonlarda, bazı akarid akarlar üzerindeki alarm feromonu aktiviteleri (Kuwahara ve ark. 1980b).

Bileşen	Konsantrasyonu (ppm)	TP	AO	LK	CL	DF
Neryl Format	10.000	-	-	-	-	+
	1.000	+	+	‡	+	-
	100	+	-	+	±	-
	10	-	-	+	-	-
	1	-	-	+	-	-
Citral	1,000	+	+	‡	+	+
	100	±	-	‡	±	-
	10	-	-	+	-	-
	1	-	-	+	-	-
	0	-	-	±	-	-

‡ : Tam repellent etki, + : Neredeyse tam repellent etki, ± : Kısmen repellent etki, - : Repellent etki yok, TP: *T. putrescentiae*, AO: *Aleuroglyphus ovatus*, LK: *Lardoglyphus konoi*, CL: *Carpoglyphus lactis*, DF: *Dermatophagoides farinae*

**Çizelge 3.** Bazı astigmatid akarlardan elde edilen hemolimf (Hm) ve hekzan (Hk) ekstraktlarının alarm feromonu aktiviteleri (Kuwahara ve ark. 1980b).

Ekstraktı kullanılan tür	Feromon aktivitesi izlenen akar türü									
	TP		AO		LK		CL		DF	
	Hm	Hk	Hm	Hk	Hm	Hk	Hm	Hk	Hm	Hk
TP	+	(+)	-*	-	∥		±		-	-
AO	-*	(-)	-*	(-)	∥		+	(±)	-	-
LK	-*	(-*)	-*	(-)	∥	(∥)	-*	(-*)	-	-
CL	-*	(±)	-*	(±)	∥		∥	(+)	-	-
DF	-*		-*		∥		+		-	-

(-) : herhangi bir repellent etki ya da toplanma görülmemiştir, -\* : filtre kağıtlarına doğru toplanma eğilimi ve repellent etki, ∥ : Tam repellent etki, + : Neredeyse tam repellent etki, ± : Kısmen repellent etki, - : Repellent etki yok, TP: *Tyrophagus putrescentiae*, AO: *Aleuroglyphus ovatus*, LK: *Lardoglyphus konoii*, CL: *Carpoglyphus lactis*, DF: *Dermatophagoides farinae*

Ayrıca, bazı alarm feromonu bileşenlerinin antifungal etkileri de belirlenmiştir. *A. ovatus* akarı ve *Aspergillus fumigatus* (Fresenius) (Eurotiomycetes: Trichocomaceae) fungusu ile yapılan bir çalışmada, yoğun akar bulaşık besi ortamında, *A. fumigatus*'un gelişemediği gözlenmiştir. Akar olmayan ortamlarda ise fungal gelişim devam etmiştir. Ayrıca 10 gram *C. lactis* akarı ezilerek, 10 ml su ile karıştırılıp, agar (Sabouraud) ortasına bulaştırıldığında, bulaşık bölgede *A. fumigatus* gelişimi inhibe olmuştur. Citral'in hekzan ekstraktı ile yapılan, alarm feromonu-antifungal etki çalışmasında ise, filtre kağıdına citral (0.04 ml) emdirilip deney ortamına bırakılmış ve kağıttan buharlaşan citral'in anti-fungal etkisi ölçülmüştür. Sonuçlar 50 mg/ml citral ile fungal gelişimin ilk iki gün, 100 mg/ml citral ile 6 gün tam olarak inhibe edildiğini göstermiştir (Matsumoto ve ark. 1979).

Astigmatid akarlar dışında ergin *Tetranychus urticae* (Koch) (Prostigmata: Tetranychidae)'nin, predatör akar *Phytoseiulus persimilis* A.-H. (Mesostigmata: Phytoseiidae)'in varlığında, bazı uçucu bileşenler ürettiği tespit edilmiştir (Janssen ve ark. 1997). Janssen ve ark. (1999) bunların muhtemelen diğer akarları uyarmak için alarm feromonu aktivitesi gösteren bileşenler olduklarını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, *T. urticae*'nin, diğer predatörleri ile karşılaştıklarında da, aynı bileşeni üretebilme ihtimallerinden de bahsetmişlerdir. Ancak söz konusu feromonal bileşenin tanımlanması ve aktivitesinin tam olarak tespitine yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

## Eşey Feromonları

Akarların kur yapma-çiftleşme davranışlarında eşey feromonları önemli bir yere sahiptir. Erkek eşey feromonu, dişileri cezp etmek ve yakalamak, dişi eşey feromonları da, erkekleri cezp edip, çiftleşmeye uyarmak amacıyla salınmaktadır (Franz ve ark. 2001). Akarlarda çoğunlukla dişi eşey feromonu tespit edilmiştir. Ancak, Levinson ve ark. (1989), *Acarus siro* (Linnaeus) (Astigmata: Acaridae), Sato ve ark. (1993) ise, *Acarus immobilis* (Griffiths) (Astigmata: Acaridae)'in her iki eşeyinde de eşey feromonunun varlığını rapor etmişlerdir. *Schwiebea* sp. 'chiba' da ise Neryl formate'in, erkek eşey feromonu aktivitesi gözlenmiştir (Kuwahara, 2010).



Eşey feromonu rosefuran, *Caloglyphus* sp. (Astigmata: Acaridae)' de, dişi ve erkek bireylerin yanısıra nimf dönemlerinde de tespit edilmiştir. Feromon konsantrasyonlarının dişi birey başına  $87 \pm 14.2$  ng ve erkek birey başına  $10.4 \pm 2.5$  ng olduğu hesaplanmıştır. Eşeyler arasındaki miktar farklılıklarının, erkeklerin dişileri ayırt etmelerinde yardımcı olabileceği ifade edilmiştir (Mori ve ark. 1998).

Diğer türlerden *T. putrescentiae* ve *Caloglyphus polyphyllae* (Zakhvatkin) (Astigmata: Acaridae)'den elde edilen  $\beta$ -acaridial (Leal ve ark. 1989b, 1989c, Maruno ve ark. 2006) bileşeni eşey feromonu olarak tanımlanmıştır.  $\alpha$ -Acaridial, S-(+)- isorobinal, ve  $\gamma$ -acaridial ise, sırasıyla *R. robini*, *R. setosus* ve *Rhizoglyphus* sp. 'mori' türleri için eşey feromonu olarak rapor edilmişlerdir (Kuwahara, 2010). Mori ve Kuwahara, (1995) ise, *Caloglyphus* sp.'de (2R,3R)-epoxyneral ((2R,3R)-Epoxy-3,7-dimethyl-6-octenal) bileşenini eşey feromonu olarak tanımlamışlardır.

Astigmatid akarlardan 61 türde eşey feromonlarına yönelik çalışmalar sonucunda, 20 civarında türün eşey feromonuna sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4). Hatta birçok feromon bileşeni izole edilerek, etkin olan dozları biyo-deneylemler ile belirlenmiştir.

**Çizelge 4.** Eşey feromonu tespit edilen astigmatid akarlar ve tanımlanan bileşenler\*

Takım	Familya	Tür	Feromonal Bileşen	Feromonal Aktivite	Referanslar
Sarcoptiformes	Acaridae	<i>Acarus immobilis</i> (Griffiths)	2-Hydroxy-6-methylbenzal-dehyde	Dişi eşey	Sato ve ark. 1993
		<i>Acarus siro</i> (Linnaeus)	-	Erkek eşey	Levinson ve ark. 1989
		<i>Aleuroglyphus ovatus</i> (Troupeau)	2-Hydroxy-6-methylbenzal-dehyde	Dişi eşey	
		<i>Caloglyphus polyphyllae</i> (Zakh.)	$\beta$ -Acaridial	Dişi eşey	Leal ve ark. 1989c
		<i>Caloglyphus rodriguezii</i> (Samsinak)	Undecane	Dişi eşey	Mori ve ark. 1995
		<i>Caloglyphus</i> sp. 'MJ'	(2R,3R)-epoxyneral	Dişi eşey	Mori ve ark. 1996
		<i>Caloglyphus</i> sp. 'HP'	Rosefuran	Dişi eşey	Mori ve ark. 1998
		<i>Caloglyphus</i> sp. 'sasagawa'	Rosefuran	Dişi eşey	Unpubl.
		<i>Cosmoglyphus hughesi</i> (Samsinak)	2-Hydroxy-6-methylbenzal-dehyde	Dişi eşey	Ryono ve ark. 2001
		<i>Histiogaster</i> sp.	Neral	Dişi eşey	Hiraoka ve ark. 2002
		<i>Rhizoglyphus robini</i> (Claparède)	$\alpha$ -Acaridial	Dişi eşey	Mizoguchi ve ark. 2003
		<i>Rhizoglyphus setosus</i> (Manson)	S-(+)-Isorobinal	Dişi eşey	Mizoguchi ve ark. 2005
		<i>Rhizoglyphus</i> sp. 'mori'	$\gamma$ -acaridial	Dişi eşey	Murakami ve ark. 2006
		<i>Schwiebea similis</i> (Manson)	$\alpha$ -Acaridial	Dişi eşey	Nishimura ve ark. 2004
		<i>Schwiebea</i> sp. 'chiba'	Neryl formate	Erkek eşey	Unpublished
		<i>Tyrophagus putrescentiae</i> (Sch.)	$\beta$ -Acaridial	Dişi eşey	Maruno ve ark. 2006
<i>Tyrophagus similis</i> (Volgin)	S(+)-Isopiperitenone	Alarm <sup>¶</sup>	<sup>¶</sup> Kuwahara ve ark. 1987		
<i>Tyrophagus perniciosus</i> (Zach.)	2-Hydroxy-6-methylbenzal-dehyde	Dişi eşey*	<sup>¶</sup> Leal ve ark. 1988		
Pyroglyphididae		<i>Dermatophagoides farinae</i> (H.)	2-Hydroxy-6-methylbenzal-dehyde	Dişi eşey	Tatami ve ark. 2001
		<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i> (Trouessart)	Z-8-Heptadecene	Dişi eşey	Steidle ve ark. 2014

\*Kuwahara (2010) temel alınarak, sonraki yıllarda yapılan araştırmalar eklenerek hazırlanmıştır.

Ancak bazı türler için alarm feromu olarak tanımlanmış bileşenler, akarın bulunduğu çevre koşulları, yaşam alanı ve bileşenlerin dozlarındaki değişimlere bağlı olarak, farklı etkiler gösterebilmektedir. Bu durum bazı akarlarda bulunan tek bir aktif feromonal bileşenin farklı koşullarda birden fazla fonksiyon göstermesi ile sonuçlanmıştır. Örneğin, S-(+)-Isopiperitenone, *Tyrophagus similis* (Volgin) (Astigmata: Acaridae)’den izole edilmiş ve minimum 100 ng dozda alarm feromonu olarak tanımlanmıştır (Kuwahara ve ark. 1987). Ancak Maruno ve ark. (2012) S-(+)-Isopiperitenone bileşeninin, aynı türde, maksimum 10 ng doz eşğine kadar eşey feromonu etkisi gösterdiğini bulmuşlardır. Benzer şekilde 2.6-HMB ise, *T. perniciosus*’dan elde edilmiş ve 100 ng dozda, alarm feromonu aktivasyonu göstermiştir (Leal ve ark. 1988). Ancak aynı bileşenin, 10 ng dozda eşey feromonu aktivitesi de tespit edilmiştir (Kuwahara, 2010). Rahatsız edilen akarların, bu bileşenden yüksek miktarda salgıladıkları ve her iki tür için alarm feromonu etkisi oluşturduğu gözlenmiştir. Halbuki aynı bileşen, bireylerin rahatsız edilmediği koşullarda, eşey feromonu aktivitesi sergilemiştir (Kuwahara, 2010; Maruno ve ark. 2012) (Çizelge 5).

**Çizelge 5.** Eşey feromonlarına yönelik üzerinde çalışmalar yapılan diğer akar türleri

Takım	Familya	Tür	Referans
Trombidiformes	Arrenuridae	<i>Arrenurus manubriator</i> (Marshall)	Smith ve Florentino, 2004
		<i>A. megalurus</i> (Marshall)	Smith ve Florentino, 2004
		<i>A. major</i> (Marshall)	Smith ve Florentino, 2004
		<i>A.marshallae</i> (Piersig)	Smith ve Florentino, 2004
		<i>A.birgei</i> (Marshall)	Smith ve Florentino, 2004
		<i>A. apetirolatus</i> (Piersig)	Smith ve Florentino, 2004
		<i>A. americanus</i> (Marshall)	Smith ve Florentino, 2004
		<i>A. n. sp. near reflexus</i>	Smith ve Florentino, 2004
		<i>A. pseudosuperior</i> (Cook)	Smith ve Florentino, 2004
		<i>A. rufopyriformis</i> (Habeeb)	Smith ve Florentino, 2004
	Tetranychidae	<i>Tetranychus urticae</i> (Koch)	Cone ve ark. 1971a; b; Royalty ve ark. 1992; 1993a; b
Ixodida	Ixodidae	<i>Dermacentor variabilis</i> (Say)	Sonenshine ve ark. 1985, Borges ve ark. 2002, Sonenshine, 2004
Mesostigmata	Phytoseiidae	<i>Neoseiulus (=Amblyseius) fallacis</i> (Garman)	Rock ve ark. 1976
		<i>Metaseiulus occidentalis</i> (Nesbitt)	Hoy ve Smilanick 1979
	Varroidae	<i>Varroa destructor</i> (Anderson and Trueman)	Ziegelmann ve ark. 2013a; b

Alarm feromonlarında olduğu gibi bazı eşey feromonu bileşenlerinde de antifungal etkiler tespit edilmiştir. Eşey feromu bileşenlerinden  $\alpha$ -acaridial ve  $\beta$ -acaridial’in fungus türlerinden *Penicillium vermiculatum*, *Aspergillus niger*, *Fusarium oxysporum*, *Alternaria alternata*’ya karşı, antifungal etkileri kanıtlanmıştır (Kuwahara ve ark. 1989b).

Astigmatid akarlar dışında, bazı prostigmatid ve mesostigmatid türlerde ki eşey feromonlarından bahseden çalışmalar da mevcuttur (Çizelge 5). Örneğin *T. urticae*’nin vücut ekstraktları elde edilerek feromonal aktiviteleri incelenmiştir. Araştırmalar socunda erkek bireylerin durgun dişi deutonomimler tarafından eşey feromonu ile cezp edildiği ve akabinde erkeğin, ergin çıkışına kadar dişiyi beklediği belirlenmiştir (Cone ve ark. 1971a,

b, Royalty ve ark. 1992, 1993a, b). Ancak *T. urticae* de bu feromonal aktivasyonu ortaya koyan bileşene ilişkin detaylı bilgiye ulaşılamamıştır.

Hydrachnid (Prostigmata) akarlardan ise, bazı *Arrenurus* türlerinde eşey feromonunun varlığı kanıtlanmıştır (Çizelge 5). Feromonların dişi bireyler tarafından salındığı ve erkek bireyleri cezp ettiği belirlenmiştir. Feromonların tür içi etkileri gözlemlendiği gibi türler arası etkileri de incelenmiştir (Smith ve Florentino, 2004).

Phytoseiid akarlar da eşey feromonlarının ilk tespiti Rock ve ark. (1976) tarafından yapılmıştır. Araştırmacılar deneyler sonucunda erkek *Neoseiulus fallacis* (Garman) (Mesostigmata: Phytoseiidae) bireylerinin, dişi akarların ether ekstraktlarına maruz kaldıklarında bazı davranışsal değişiklikler gösterdiklerini ifade etmişlerdir. Bu tepkilerin eşey feromonu etkisi ile olabileceği belirtilmiştir. Ardından, Hoy ve Smilanick (1979), *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) (Mesostigmata: Phytoseiidae) dişi deutonimfinin, erkek bireyi cezbeden kontak eşey feromu ürettiğini ifade etmişlerdir. Dişi deutonimfinin, erkek tarafından korunmayı sağlamak ve ergin olur olmaz kısa sürede çiftleşmek amacıyla bu davranışı sergiledikleri belirtilmiştir.

Diğer bir mesostigmatid akar *Varroa destructor* (Veerson ve Trueman) (Mesostigmata: Varroidae) da ise eşey feromonlarının ilk tespiti Ziegelmann ve ark. (2013a) tarafından yapılmıştır. Dişi bireylerin erkekleri cezp etmede kullandığı feromonal bileşenler ise palmitik asit, stearik asit, oleik asit, ethyl palmitate, ethyl stearate, ethyl oleate yağ asitleri olarak verilmiştir (Ziegelmann ve ark. 2013b). Dahası Ziegelmann ve ark. (2014), ilk kez akar mücadelesinde biyoteknik savaşımın etkinliğini araştırmışlardır. Çalışmada, *V. destructor* eşey feromonu bileşenleri, erkek bireylerin çiftleşme başarısını bozmak ve popülasyon gelişimini engellemek amacı ile kullanılmıştır. Denemeler kontrollü koşullar yanı sıra, ilk kez doğal bal arısı kolonisinde yürütülmüştür. Erkek *V. destructor* bireylerinin çiftleşme ritüelleri tam anlamıyla engellenemese de feromonal uygulamanın çiftleşmeyi geciktirerek akarın üreme başarısını azaltığı tespit edilmiştir. Ayrıca dişi bireylerde spermatoza sayısının azaldığı, hatta %20'inde sıfırlandığı gözlenmiştir.

Ayrıca Khalil, (1984) *Argas (P.) arboreus* (Ixodida: Argasidae) tarafından, popülasyon yoğunluğu çok yükseldiğinde, doğurganlığı düşüren bir feromonal bileşenin salındığını belirtmiştir (Sonenshine, 2006).

## Toplanma Feromonları

Akarlarda toplanma feromonları, feromonu algılayan bireylerde toplanma-birleşme davranışı meydana getirir. Astigmatid akarlardaki toplanma feromonlarının varlığına dair ilk ipuçları, My-Yen ve ark. (1980) tarafından tespit edilmiştir. Araştırmacılar, astigmatid akarlarda kaçma ve ardından korunaklı alanlarda toplanma davranışı gözlemlenmişlerdir. Bu durum akarlarda toplanma feromonunun var olabileceği ihtimalini ortaya koymuştur. Ardından *L. kanoi* de toplanma feromonunun bulunduğu tespit edilmiştir. Hatta, türden elde edilen hemolimf ve ham ekstraktlarının, *C. lactis*, *A. ovatus* ve *T. putrescentiae* türleri üzerinde de toplanmayı cezp ettiği belirlenmiştir (Çizelge 6). Kuwahara ve ark. (1982) ise, *L. kanoi*'nin toplanma feromonu bileşeninin lardolure olduğunu ortaya koymuşlardır.

**Çizelge 6.** Türlerle özgül toplanma feromonu aktiviteleri (My Yen ve ark. 1980).

Ekstrakte edilen akar	Ekstrakta tabii tutulan akar				
	TP	CL	AO	LK	DF
TP	-	-	-	-	-
CL	-	-	-	-	-
AO	-	-	-	-	-
LK	+	+	+	+	-
DF	-	-	-	-	-

TP: *Tyrophagus putrescentiae*, AO: *Aleuroglyphus ovatus*, LK: *Lardoglyphus konoi*, CL: *Carpoglyphus lactis*, DF: *Dermatophagoides farinae*, +: feromon etkisi var, -: feromon etkisi yok

Böceklerde toplanma feromonu olarak tanımlan guaninin, *A. siro* tarafından da salgılandığı ve toplanma feromonu etkisine sahip olduğu belirlenmiştir (Levinson ve ark. 1991). Ayrıca *Chortoglyphus arcuatus* (Astigmata: Chortoglyphidae), (4R,6R,8R)-4,6,8-trimethyldecan-2-one (4R,6R,8R-8)'ni majör bileşen olarak salgılamakta ve her iki eşeyde toplanma feromonu işlevi görmektedir (Schulz ve ark. 2004). Skelton ve ark. (2010), sentetik nerly format'ın *D. farinae* ve *D. pteronyssinus*'un her iki eşeyini sırası ile 10 ng ve 100 ng dozda önemli derecede cezp ettiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, akarların yetiştirme ortamlarında, kolonileşmelerin bulunduğu bölgelerden, nerly format bileşenini elde etmiş ve bileşenin toplanma feromonu etkisini ortaya koymuşlardır. Ayrıca feromonun, toz akarlarının tuzaklanarak öldürülmesi şeklinde, biyoteknik mücadele yöntemi olarak önemli bir potansiyele sahip olduğunu da belirtmişlerdir.

Alarm feromonlarında olduğu gibi tek bir eşey feromonu, farklı koşullar altında farklı feromonal aktivite gösterebilmektedir. Daha öncede bahsedildiği gibi,  $\beta$ -acaridial *C. polyphyllae*'nin eşey feromonu olarak tanımlanmıştır (Leal ve ark. 1989c). Ancak,  $\beta$ -acaridial'ın, akarlar için uygun koşullar sağladığında eşey feromonu (Leal ve ark. 1989c), uygusuz ortamlarda ise toplanma feromonu etkisi gösterdiği belirlenmiştir (Shimizu ve ark. 2001). Bu kayıt bir feromonal bileşenin, akarın karşılaştığı koşullara bağlı olarak iki farklı fonksiyon gösterebileceğinin ilk bulgusudur (Shimizu ve ark. 2001). *R. setosus* türü için ise, nerly formate hem alarm feromonu (Akiyama ve ark. 1997), hem de toplanma feromonu aktivitesi oluşturmaktadır (Kuwahara, 2010). *Schwiebea elongata* (Banks) (Astigmata: Acaridae) türünde, neral bileşeninin, 30 ng dozda alarm feromonu (Kuwahara ve ark. 2001), 1-3 ng doz aralığında ise, toplanma feromonu etkisi belirlenmiştir (Nishimura ve ark. 2002; Kuwahara, 2010).

Sonuç olarak diğer feromonlarda olduğu gibi toplanma feromonlarına yönelik üzerinde en fazla çalışma yapılan grup astigmatid akarlar olmuş ve farklı türlerde feromonların varlığı ve bileşenleri tespit edilmiştir (Çizelge 7).

**Çizelge 7.** Toplanma feromonu tespit edilen astigmatid akarlar ve tanımlanan bileşenler\*

Takım	Familya	Tür	Feromonal Bileşen	Feromonal Aktivite	Referanslar
Sarcoptiformes	Pyroglyphididae	<i>Dermatophagoides farinae</i> (Hughes)	Neryl formate	Toplanma	Skelton ve ark. 2010
		<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i> (Trouessart)	Geranial* Pentadecane <sup>h</sup> Neryl propionate <sup>h</sup> Neryl formate <sup>f</sup>	Toplanma	*Unpublished, <sup>h</sup> Steidle ve ark. 2014 <sup>f</sup> Skelton ve ark. 2010
	Acaridae	<i>Caloglyphus</i> sp. 'sasagawa'	β-Phenylethanol	Toplanma	Kuwahara, 1990
		<i>Lardoglyphus konoi</i> (Sasa and Asanuma)	R,R,R,R-Lardolure	Toplanma	Kuwahara ve ark. 1982 My-Yen ve ark.1980 Mori ve Kuwahara 1986a;b
		<i>Caloglyphus polyphyllae</i> (Zakhvatkin)	β-Acaridial	Dişi eşey <sup>y</sup> Toplanma*	<sup>y</sup> Leal ve ark. 1989c *Shimizu ve ark. 2001
		<i>Rhizoglyphus setosus</i> (Manson)	Neryl formate	Alarm <sup>y</sup> Toplanma*	<sup>y</sup> Akiyama ve ark. 1997 *Unpublished
		<i>Schwiebea elongata</i> (Banks)	Neral	Alarm <sup>y</sup> Toplanma*	*Nishimura ve ark. 2002 <sup>y</sup> Kuwahara ve ark. 2001

\*Kuwahara (2010)' dan, sonraki yıllarda yapılan araştırmalar eklenerek hazırlanmıştır.

Astigmatid akarlar dışında, *T. urticae*'de topluluklarının oluşturulmasında, aynı türden bireylerin tanınması ve popülasyonun büyüklüğünün tahmini için feromonlar veya dokunsal algılardan yararlanıldığı ifade edilmiştir (Le Goff ve ark. 2010). Ancak söz konusu feromonlara yönelik detaylı herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ixodida takımından ise dört farklı türde toplanma feromonunu ve bileşenleri tespit edilmiştir (Çizelge 8).

**Çizelge 8.** Ixodida takımından toplanma aktivitesi gösteren feromonal bileşenlerin tespit edildiği türler (Sonenshine, (2006)'dan uyarlanmıştır).

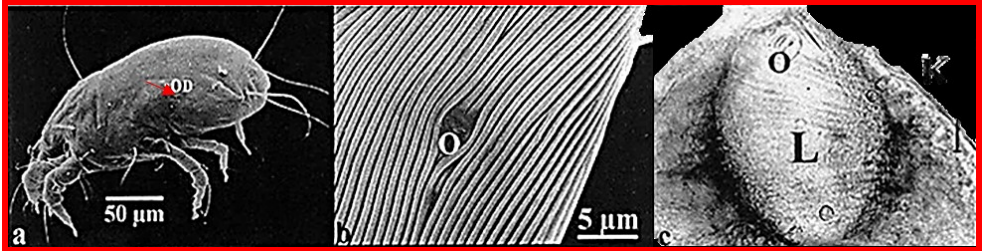
Takım	Familya	Tür	Tanımlanan Bileşenler	Referans
Ixodida	Argasidae	<i>Argas persicus</i> (Latereille)	Guanine, xanthine, hematin, ammonia	Neitz ve Göthe, 1984 Grenacher ve ark. 2001 Sosenshinne ve ark. 2003
		<i>Ornithodoros</i> spp.	Guanine, xanthine, hematin, ammonia	Neitz ve Göthe, 1984 Grenacher ve ark. 2001 Sosenshinne ve ark. 2003
	Ixodidae	<i>Ixodes scapularis</i> (Say)	Guanine, xanthine, hematin, ammonia	Neitz ve Göthe, 1984 Grenacher ve ark. 2001 Sosenshinne ve ark. 2003
<i>Amblyomma variegatum</i> (Fabricius)		<i>o</i> -nitrophenol, methyl salicylate	Maranga ve ark. 2003 Norval ve ark. 1991	

## İz İşaret Feromonu

İz- İşaret feromonu, bir birey tarafından bırakılan, diğer bireyler tarafından hissedilerek davranışsal cevaplar oluşturan kimyasal madde izleridir (Ersoy, 2015). Akarlardaki iz- işaret feromonlarına yönelik detaylı çalışmalar bulunmamaktadır. Sadece Hislop ve Prokopy, (1981), *A. fallacis* ve *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Mesostigmata: Phytoseiidae)'in avları *T. urticae*'yi aradıkları yerlere iz işaret feromonu bıraktıkları, bu şekilde avlarını daha kısa sürede buldukları fikrini öne sürmüşlerdir. Bu amaçla öncelikle *T. urticae* tarafından ağ örülmüş disklerle denemenin başlamasından 30-40 dakika önce *A. fallacis* ve *P. macropilis* bireyleri konularak diskte dolaşmalarına izin verilmiştir. Ardından bu türler disklerden uzaklaştırılarak, aynı türden başka bireyler bu disklere salınmışlardır. *A. fallacis* ve *P. macropilis*'in, daha önce predatör konulmuş disklerde ağ arama süreleri sırasıyla, 55.3 ve 107.2 sn olarak bulunmuş iken, bu süre kontrol grubunda 496.1 ve 492.3 sn olarak belirlenmiştir. Aynı deney *P. macropilis* metanol ekstraktları ile de yapılmıştır. *P. macropilis* dişi bireyinin, yalnızca metanol ile muamele edilen kontrol grubu disklerde ağları arama süresi 129 sn, akar vücudunun metanol ekstraktı ile muamele edilen disklerde ise 98 sn olarak gözlemlenmiştir. Tüm bu bulgular araştırmacılar tarafından *A. fallacis* ve *P. macropilis* türlerinin konukçu arama davranışı boyunca iz işaret feromonu salgıladıkları şeklinde yorumlanmıştır. Hislop ve Prokopy (1981), bu tespitin predatör akarlar için ilk olduğunu belirtmişlerdir. Ancak bu çalışmanın ardından akar iz işaret feromonlarına yönelik başka bir araştırmaya rastlanılmamıştır.

## Akarlarda Feromonların Salgılandığı Yerler

Böcekler sahip oldukları her bir feromon için farklı bezlere sahipken, astigmatid akarlarda üç farklı feromon (toplanma, eşey, alarm) aynı bezde üretilerek salınmaktadır (Kuwahara, 2010). Bugüne kadar yapılan çalışmalar, astigmatid akarlarda feromonların opisthotal bezlerden salgılandığını göstermiştir (Şekil 1). Bu bezler dorso-lateral opisthosomada (Kuwahara 2004), 12. ve 13. çift lateral setalar arasında konumlanmış, oldukça büyük deri bezleridir. Renksiz, sarı, kahverengi ya da kırmızı renkli sıvılar içerirler. Bu bez kanalları, hilal şekilli açıklık ve açıklığı kapatmaya yarayan bir kütikular kapak ihtiva ederler. Her bez, tek bir hücre ve kütikula ile çevrili bir lumen içermektedir (Franz ve ark. 2001).



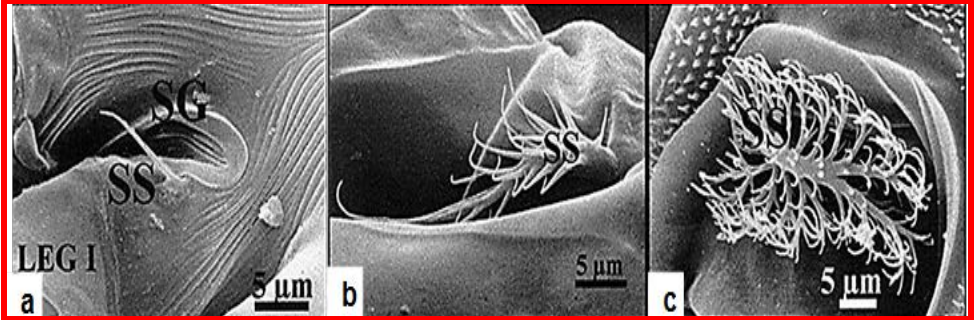
**Şekil 1.** *Dermatophagoides pteronyssinus* dişi bireyinde opisthosomatik bez yüzey açıklığı (OD) (a); opisthosomatik bez açıklığının (O) yakın görüntüsü (b); *D. farinae*'nin opisthosomatik bezinin ışık mikroskobu görüntüsü (c) (K:kütikula, L:lümen, O: bez açıklığı) (ölçek = 10 µm) (Franz ve ark. 2001).

## Akarlarda Feromonların Algılandığı Yerler

Akarlarda feromonların algılandığı yerleri tespit etmek üzere astigmatid akarlar üzerinde çalışmalar yürütülmüştür. Bu çalışmalarda algılama ile ilgili ismi geçen yapılardan biri external scapular setalardır. Bu setalar, astigmatid akarlarda propodosomanın lateral anteriorunda vertikal external setanın arkasında yer almaktadır (Colloff, 2009). Leal ve ark. (1989c), *C. polyphyllae*' nin eşey feromonu  $\beta$ -acaridial'in, external scapular setalardan algılandığını öne sürmüştür. Bu amaçla, araştırmacılar eşeysel aktiflikteki erkek bireylerin external scapular setalarını mikrocerrahi yöntemle farklı oranlarda uzaklaştırmışlardır. Ardından, türün,  $\beta$ -acaridial eşey feromonu bileşeni, filtre kağıdına emdirilerek, akarın bu feromona tepkisi test edilmiştir. Setaları kısmen kesilen bireyler 100 ppm gibi yüksek feromon konsantrasyonunda ancak cezp edilebilmişlerdir. Setası tamamen uzaklaştırılan bireyler ise 1000 ppm konsantrasyona dahi tepki verememişlerdir. Kontrol grubu normal erkek bireyler ise, setası tamamen kesilmiş bireylerden 5 dakika sonra deney alanına taşınmış ve kısa bir süre içerisinde tüm bireylerin filtre kağıdı tarafından cezp edildiği gözlenmiştir.

Aynı şekilde Leal ve Mochizuki, (1990) *R. robini*' nin alarm feromon bileşiği neryl format ile yaptıkları deneyde, external scapular setası uzaklaştırılmayan bireylerde, 1 ppm'lik feromon konsantrasyonunda kaçma davranışı gözlemişlerdir. Ancak, setası tamamen uzaklaştırılmış bireyler 1000 ppm kadar yüksek dozda dahi, herhangi bir tepki gösterememişlerdir.

Diğer yandan Franz ve ark. (2001), external scapular setaların gerçek kıllar olduğunu ve kimyasal reseptörler olarak işlev göremeyeceklerini belirtmişlerdir. Akar beyninin, birinci çift bacakların üzerinde, singangliyon nodları olarak uzadığını ve akar vücudunda bu bölgede bulunan tek reseptör benzeri yapının, supracoxal setalar (Şekil 2) olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar birinci çift bacakların trochanter'inin üst kısmına konulan bu setaların, kimyasal reseptör olarak tanımlanabileceklerini ve ancak bu setaların feromon reseptörü olabileceğini öne sürmüşlerdir.



Şekil 2. *D. pteronyssinus*' un taramalı elektron mikroskop görüntüsü; SS: Supracoxal seta, SG: Supracoxal bez (a); *Acarus farris* (Astigmata: Acaridae)' in supracoxal setası (SS) (b); *Glycyphagus domesticus* (Astigmata: Glyciphagidae)' un supracoxal setası (c) (Franz ve ark. 2001).

Feromonların algılanmasında bir diğer görüş de Haubermann ve ark. (2015)'na aittir. Araştırmacılar *V. destructor* erkek bireylerinin, dişi eşey feromonlarını, birinci çift

bacaklarının tarsuslarının uç kısmında bulunan duyu organı (sensory pit organ) ile algıladığını öne sürmüşlerdir. Bu duyu organı, birinci çift bacağın tarsusunun ucunda yer alan, dokuz iç (S1-S9) ve dokuz dış (R1-R9) sensillaya sahip olan bir yapıdadır (Dillier ve ark. 2006; Ramm ve Böckeler, 1989; Rosenkranz ve ark. 2010).

Haubermann ve ark. (2015) *V. destructor* erkek bireylerinin 1 çift bacaklarında bulunan duyu organını oje ile kaplamışlardır. Tarsus ucundaki sensör organları ojelenen erkeklerde, çiftleşme davranışlarının bozulduğu gözlemlenmiştir. Bu durum araştırmacılar tarafından *V. destructor* erkek bireylerinde dişi eşey feromonunun algılandığı vücut kısmının, birinci çift bacaklarda tarsusun ucunda bulunan duyu organı olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

## Tartışma ve Öneriler

Akar feromonlarına ilişkin çalışmalar, yaklaşık 42 yıl öncesine dayanmaktadır. Bu süreçte daha çok astigmatid akarlardaki feromonlar tespit edilerek, feromonal bileşenler tanımlanmıştır. Ancak, *T. urticae* ve *V. destructor* ile bazı phytoseiid, hyrachnid ve kene türlerinde ki feromonlara yönelik çalışmalar da mevcuttur (Cone ve ark. 1971a; Hislop ve Prokopy, 1981; Hoy ve Smilanick, 1979; Janssen ve ark. 1999; Le Goff ve ark. 2010; Royalty ve ark. 1992; 1993a; Smith ve Florentino, 2004; Sonenshine, 2006; Ziegelmann ve ark. 2013a; 2014).

Bugüne değin akarlarda alarm, eşey, toplanma ve iz işaret feromonu olmak üzere, dört tip feromonun bahsi geçmiştir. Alarm feromonları, akarlarda ilk tespit edilen (Kuwahara ve ark. 1975) ve üzerinde en fazla çalışılan (Schulz ve ark. 2004) feromonlar olmuştur. Astigmatid akarlardan 20 civarında türde alarm feromonunun varlığı kanıtlanmıştır (Kuwahara, 2010). Astigmatidler dışında *T. urticae* erginlerinin predatörleri ile karşılaştıklarında uçucu bileşenler ürettiği (Janssen ve ark. 1997), bu bileşenlerin alarm feromou etkisi gösterebileceği ifade edilmiştir (Janssen ve ark. 1999).

Ayrıca, 20 civarında astigmatid türde (Kuwahara 2010, Maruno ve ark. 2012, Steidle ve ark. 2014), bazı *Arrenurus* türlerinde, *T. urticae* (Cone ve ark. 1971a, b, Royalty ve ark. 1992, 1993a, b), *N. fallacis* (Rock ve ark. 1976), *M. occidentalis* (Hoy ve Smilanick 1979), *V. destructor* (Ziegelmann ve ark. 2013a, 2013b) ve *D. variabilis* (Sonenshine ve ark. 1985, Borges ve ark. 2002, Sonenshine, 2004) de eşey feromonlarına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Akarlarda çoğunlukla dişi eşey feromonu bulunsada, *A. siro* (Levinson ve ark. 1989), *A. immobilis* (Sato ve ark. 1993) ve *Schwiebea* sp. 'chiba' (Kuwahara, 2010) da erkek eşey feromonu aktivitesi gözlenmiştir. Eşey feromonu ergin bireylerin yanısıra, *T. urticae* (Cone ve ark. 1971a, b, Royalty ve ark. 1992, 1993a, b), *M. occidentalis* (Hoy ve Smilanick 1979) ve *Caloglyphus* sp. (Mori ve ark. 1998)' de nimf dönemlerinde de tespit edilmiştir.

Akarlarda toplanma feromonlarından ilk bahseden araştırmacılar ise, My-Yen ve ark. (1980) olmuştur. O günden buyana yaklaşık 7 astigmatid (Kuwahara, 2010, Skelton ve ark. 2010, Steidle ve ark. 2014), 4 ixodid türde (Sonenshine 2006) toplanma feromonunun varlığından bahsedilmiştir.

İz- işaret feromonlarına sahip olduğu iddia edilen akarlar ise *A. fallacis* ve *P. macropilis* (Hislop ve Prokopy, 1981) olmuştur.



Ayrıca, akarlarda alarm (Franz ve ark. 2001, Kuwahara ve ark. 1980b), eşey (Smith ve Florentino, 2004) ve toplanma (My Yen ve ark. 1980) feromonlarının sadece tür içi değil türler arası etkide gösterebildikleri ifade edilmiştir.

Böcekler sahip oldukları her bir feromon için farklı bezlere sahipken, astigmatid akarlarda üç farklı feromon (toplanma, eşey, alarm) tek bir bezden (opisthonotal bezler) salınmaktadır (Kuwahara, 2010). Salınan feromonlar, bir kısım araştırmacılara göre external scapular setalar (Leal ve ark. 1989c, Leal ve Mochizuki 1990, Colloff, 2009), bir kısmına göre supracoxal setalar (Franz ve ark. 2001) ile algılanmaktadır. Haubermann ve ark. (2015) ise, *V. destructor* dişi eşey feromonunun, erkeğin birinci çift bacağındaki tarsal duyu organı ile algılandığını öne sürmüşlerdir.

Bugüne kadar yapılan çalışmalar, tespit edilen feromonların, akar mücadelesinde kimyasal yöntemlere alternatif sunmada önemli potansiyele sahip olabileceğini işaret etmektedir. Feromon temelli kitle halinde yakalama, uzaklaştırma ve çiftleşmeyi engelleme gibi metotların, akar mücadelesine uyarlanabileceği düşünülmektedir. Nitekim, Ziegelmann ve ark. (2014), *V. destructor* eşey feromonunu kullanarak akarın üreme başarısını etkileyebilmiştir. Skelton ve ark. (2010) ise, sentetik nerly format (toplanma feromonu bieleşeni)'in, toz akarlarının tuzaklanarak öldürülmesindeki potansiyelinden bahsetmişlerdir. Derlenen çalışmalar, bitki koruma açısından önemli akar türlerine yönelik feromonal çalışmaların eksikliğini ortaya koyar niteliktedir. Bu nedenle, ileriki çalışmalarda özellikle bu grup akarlardaki feromonlara yönelik detaylı çalışmaların yapılması gerekmektedir. Ayrıca feromonların ekonomik önemli akarların mücadelesindeki potansiyelleri de araştırılmalıdır.

## Teşekkür

Çalışmada faydalanılan bazı kaynak ve resimlerin kullanım izin ve teminindeki katkılarından dolayı Prof. Dr. Stefan Schulz (Institute of Organic Chemistry, Germany)'a teşekkür ederiz. Ayrıca, çalışmayı değerlendirmek için harcadıkları zaman ve eserin geliştirilmesi yönünde yapmış oldukları değerli tavsiyelerinden dolayı sayın hakemlere teşekkürü borç biliriz.

## Kaynaklar

- Akiyama, M., T. Sakata, N. Mori, T. Kato, H. Amano and Y. Kuwahara. 1997. Chemical Ecology of Astigmatid Mites. XLVI. Neryl formate, The Alarm Pheromone of *Rhizoglyphus setosus* Manson (Acarina: Acaridae) and The Common Pheromone Component Among Four *Rhizoglyphus mites*. Applied Entomology and Zoology, 32. 75-79.
- Baker, G.T. and G.W. Krantz. 1984. Alarm Pheromone Production of the Bulb Mite, *Rhizoglyphus robini* Claparède, and Its Possible Use As A Control Adjuvant in Lily Bulb. Acarology. 6(2).686-692.
- Borges, L., A.E. Eiras, P.H. Ferri and A.C.C. Lobo. 2002. The role of 2,6-dichlorophenol as sex pheromone of the tropical horse tick *Anocentor nitens* (Acari: Ixodidae). Exp. Appl. Acarol. 27.223-30.
- Colloff, M.J. 2009. Dust mites. Dordrecht: CSIRO Publishing and Springer Science, 583 p.

- Cone, W.W., LL.M. McDonough, J.C. Maitlen and S. Burdajewicz. 1971a. Pheromone Studies of the Twospotted Spider Mite. 1. Evidence of a Sex Pheromone. *Journal of Economic Entomology*. 64(2). 355-358.
- Cone, W.W., S. Predki and E.C. Klostermeyer. 1971b. Pheromone Studies of the Twospotted Spider Mite. 2. Behavioral Response of Males to Quiescent Deutonymphs. *Journal of Economic Entomology*. 64(2). 379-382.
- Dillier, F.X., P. Fluri, and A. Imdorf. 2006. Review of the Orientation Behavior in the Bee Parasitic Mite *Varroa destructor*: Sensory Equipment and Cell Invasion Behavior. *Rev. Suisse. Zool.* 133 (4). 857–877.
- Ersoy, İ. 2015. Böceklerde Davranış Değiştiren Kimyasallar. <http://www.plantdergisi.com /ya zi-ismail-ersoy-114.html>
- Franz, J.T., S. Shulz, J. Fuhlendorff, G. Masuch, K.C. Bergmann and H. Müsken. 2001. Language of astigmatic mites - pheromones – a possible mite avoidance measure?. XXth Congress of the European Academy of Allergology and Clinical Immunology POSTER EAACI 2001: 56-68. 09-13. 05. 2001, Berlin, Germany.
- Grenacher, S., T. Kröber, P. M. Guerin and M. Vlimant. 2001. Behavioral and Chemo-Receptor Cell Responses of the Tick, *Ixodes ricinus*, to Its Own Faeces and Faecal Constituents. *Experimental and Applied Acarology*. 25. 641-660.
- Haubermann, C.K., B. Ziegelmann, P. Bergmann and P. Rosenkranz. 2015. Male Mites (*Varroa destructor*) Perceive The Female Sex Pheromone With The Sensory Pit Organ on the Front Leg Tarsi. *Apidologie*, Springer Verlag. 46 (6). 771-778.
- Hekimoğlu, B. ve M. Altındeğer. 2006. Organik tarım ve bitki koruma açısından organik tarımda kullanılacak yöntemler. ss: 200, T.C. Samsun Valiliği Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü.
- Hiraoka, H., N. Mori, K. Okabe, R. Nishida and Y. Kuwahara. 2002. Chemical Ecology of Astigmatid Mites LXVII. Neral [Z-3,7-dimethyl-2,6-octadienal]: the Female Sex Pheromone Of An Acarid Mite, *Histiogaster* sp. (Acari: Acaridae). *Journal of the Acarological Society of Japan*. 11. 17-26.
- Hiraoka, H., N. Mori, K. Okabe, R. Nishida and Y. Kuwahara. 2003a. Chemical Ecology of Astigmatid Mites. LXIX. Neryl formate [3,7-Dimethyl-(Z)-2,6-octadienyl formate] as the Alarm Pheromone Of Acarid Mite *Histiogaster rotundus* Woodring (Acari: Acaridae). *Applied Entomology and Zoology*. 38. 379-385.
- Hiraoka, H., K. Noge, N. Mori, K. Okabe, K. Tagami, R. Nishida and Y. Kuwahara. 2003b. Chemical Ecology of Astigmatid Mites. LXXIV. 4(E)-Dehydrogeranial [(2E,4E)-3,7-dimethyl- 2,4,6-octatrienal] as the Alarm Pheromone Of Acarid Mite *Histiogaster* sp. A096 (Acari: Acaridae). *Japanese Journal of Environmental Entomology and Zoology*. 14. 233-240.
- Hislop, R.G. and R.J. Prokopy. 1981. Mite Predator Responses to Prey and Predator-Emitted Stimuli. *Journal of Chemical Ecology*. 7(5). 895-904
- Hoy, M.A. and J.M. Smilanick. 1979. A sex Pheromone Produced by Immature and Adult Females of the Predatory Mite, *Metaseiulus occidentalis*, Acarina: Phytoseiidae. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 26. 291–300.
- Janssen, A., J. Bruin, G. Jacobs, R. Schraag and M.W. Sabelis. 1997. Predators Use Odours to Avoid Prey Patches With Conspecifics. *Journal of Animal Ecology*. 66. 223–232.
- Janssen, A., A. Pallini, M. Venzon and M.W. Sabelis. 1999. Absence of Odour-Mediated Avoidance Of Heterospecific Competitors by The Predatory Mite *Phytoseiulus persimilis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 92. 73–82.

- Khalil, G. 1984. Fecundity-reducing pheromone in *Argas (Persicargas) arboreus* (Ixodoidea: Argasidae). *Parasitologia*. 88.395–402.
- Krantz, G.W. and D.E. Walter. 2009. *A Manual of Acarology*. 3rd ed. Lubbock (TX), Texas Tech University Press, 816 pp.
- Kuwahara, Y. 1990. Pheromone Studies on Astigmatid Mites – Alarm, Aggregation and Sex. In Dusbabek F., Bukva V., (eds). *Modern Acarology* pp. 43-52. Academia, Prague, Czech Republic, and SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands.
- Kuwahara, Y. 2004. Chemical Ecology in Astigmatid Mites. In: Cardé R.T., Millar J.G. (eds). *Advances in Insect Chemical Ecology* Cambridge University Press, pp.76- 109, Cambridge, UK.
- Kuwahara, Y. 2010. How astigmatic mites control the emission of two or even three types of pheromones from the same gland. *Proceedings of the 12th International Congress, Trends in Acarology*. 241-247.
- Kuwahara, Y., S. Ishii and H. Fukami. 1975. Neryl formate: Alarm Pheromone of the Cheese Mite, *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Acarina, Acaridae). *Experientia*. 31. 1115-1116.
- Kuwahara, Y., H. Fukami, S. Ishii, K. Matsumoto and Y. Wada. 1980a. Pheromone Study on Acarid Mites III Citral: Isolation and Identification From Four Species of Acarid Mites, and Its Possible Role. *Japanese Journal of Sanitary Zoology*. 31(1). 49-52.
- Kuwahara, Y., K. Matsumoto and Y. Wada. 1980b. Pheromone Study on Acarid Mite IV. Citral: Composition and Function as an Alarm Pheromone and Its Secretory Gland in Four Species of Acarid Mites. *Japanese Journal of Sanitary Zoology*. 31. 73-80.
- Kuwahara, Y., L.T. My-Yen, Y. Tominaga, K. Matsumoto and Y. Wada. 1982. 1,3,5,7-Tetramethyldecyl Formate, Lardolure: Aggregation Pheromone of the Acarid Mite, *Lardoglyphus konoi* (Sasa et Asanuma) (Acarina: Acaridae). *Agr Biol Chem*. 46. 2283-2291.
- Kuwahara, Y., K. Akimoto, W.S. Leal, H. Nakao and T. Suzuki. 1987. Isopiperitenone: a New Alarm Pheromone of the Acarid Mite, *Tyrophagus similis* (Acarina, Acaridae). *Agr Biol Chem*. 51. 3441-3442.
- Kuwahara, Y., C. Shibata, K. Akimoto, M. Kuwahara and T. Suzuki. 1988. Pheromone Study on Acarid Mites. XIII. Identification of Neryl Formate as an alarm Pheromone from the Bulb Mite, *Rhizoglyphus robini* (Acarina: Acaridae). *Applied Entomology and Zoology*. 23. 76–80.
- Kuwahara, Y., W. S. Leal, Y. Nakono, Y. Kaneko, H. Nakao and T. Suzuki. 1989a. Pheromone Study on Astigmatid Mites XXIII. Identification of the Alarm Pheromone on the Acarid Mite, *Tyrophagus neiswveeri* and Species Specificities of Alarm Pheromones Among Four Species of the Same Genus. *Applied Entomology and Zoology*. 24. 424–429.
- Kuwahara, Y., W.S. Leal and T. Suzuki. 1989b. Antifungal Activity of *Caloglyphus polyphyllae* Sex Pheromone and Other Mite Exudates XXIV [1]. *Naturwissenschaften* 76. 578- 579.
- Kuwahara, Y., T. Koshii, M. Okamoto, K. Matsumoto and T. Suzuki. 1991a. Chemical Ecology on Astigmatid Mites. XXX. Neral as the Alarm Pheromone of *Glycyphagus domesticus* (De Geer) (Acarina: Glyciphagidae). *Japanese Journal of Sanitary Zoology*.42.29–32.
- Kuwahara, Y., T. Sato and T. Suzuki. 1991b. Chemical Ecology on Astigmatid Mites. XXXI. Geranial as the Alarm Pheromone of *Histiostoma laboratorium* Hughes (Astigmata: Histiostomidae). *Applied Entomology and Zoology*. 26. 501–504.
- Kuwahara, Y., M. Sato, T. Koshii and T. Suzuki. 1992. Chemical Ecology of Astigmatid Mites XXXII. 2-Hydroxy-6-methyl-benzaldehyde, the Sex Pheromone of the Brown-Legged

- Grain Mite, *Aleuroglyphus ovatus* (Troupeau) (Acarina: Acaridae). Applied Entomology and Zoology. 27. 253-260.
- Kuwahara, Y., M. Ohshima, M. Sato, K. Kurosa, S. Matsuyama and T. Suzuki. 1995. Chemical Ecology of Astigmatid Mites XL. Identification of the Alarm Pheromone and New C17 Hydrocarbons from a *Tortonia* sp., a Pest Attacking the Nest of *Osmia cornifrones*. Applied Entomology and Zoology. 30. 177–184.
- Kuwahara, Y., T. Ibi, Y. Nakatani, A. Ryouno, N. Mori, T. Sakata, K. Okabe, K. Tagami and K. Kurosa. 2001. Chemical Ecology of Astigmatid Mites. LXI. Neral, the Alarm Pheromone of *Schwiebea elongata* (Acari: Acaridae). Journal of the Acarological Society of Japan. 10. 19-25.
- Le Goff, G.J., A.C. Maillieux, C. Detrain, J.L. Deneubourg, G. Clotuche and T. Hamce. 2010. Group Effect on Fertility, Survival and Silk Production in the Web Spinner *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) During Colony Foundation. Behaviour. 147. 1169-1184.
- Leal, W.S., Y. Nakano, Y. Kuwahara, H. Nakao and T. Suzuki. 1988. Pheromone Study on Acarid Mites. XVII. Identification of 2-hydroxy-6-methyl-benzaldehyde as the Alarm Pheromone of the Acarid Mite, *Tyrophagus perniciosus* (Acarina: Acaridae), and its Distribution Among Related Mites. Applied Entomology and Zoology. 23. 422-427.
- Leal, W.S., Kuwahara Y., Suzuki T. and Kurosa K. 1989a. The Alarm Pheromone of the Mite *Suidasia medanensis* Oudemans, 1924 (Acariformes, Suidasiidae). Agricultural and Biological Chemistry, 53, 2703–2709.
- Leal, W.S., Y. Kuwahara and T. Suzuki 1989b. 2(E)- (4-Methyl-3-pentenylidene)-butanedial,  $\beta$ -Acaridial: A New Type of Monoterpene from the Mold Mite *Tyrophagus putrescentiae* (Acarina, Acaridae). Agricultural and Biological Chemistry. 53(3). 875-878.
- Leal, W.S., Y. Kuwahara, T. Suzuki and K. Kurosa. 1989c.  $\beta$ -Acaridial, the Sex Pheromone of the Acarid Mite *Caloglyphus polyphyllae*. Pheromone Study of Acarid Mites, XXI. Naturwissenschaften. 76. 332-333.
- Leal, W.S. and F. Mochizuki. 1990. Chemoreception in Astigmatid Mites. Naturwissenschaften. 77. 593- 594.
- Levinson, A.R., H.Z. Levinson and U. Oelker. 1989. Two Sex Pheromones Mediate Courtship and Mating in the Flour Mite. Naturwissenschaften. 76. 176-177.
- Levinson, H.Z., A.R. Levinson and K. Mueller. 1991. Functional Adaptation of Two Nitrogenous Waste Products in Evoking Attraction and Aggregation of Flour Mites (*Acarus siro* L.). Anz Schadlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz, 64, 55-60.
- Maranga, R., A. Hassanali, G.P. Kaaya and J.M. Mueke. 2003. Attraction of *Amblyomma variegatum* (ticks) to the Attraction-Aggregation-Attachment Pheromone with or without Carbon Dioxide. Experimental and Applied Acarology. 29. 121–30.
- Maruno, G., N. Mori, R. Nishida and Y. Kuwahara. 2006. Chemical Ecology of Astigmatid Mites. LXXXII.  $\beta$ -Acaridial as a Female Sex Pheromone of the Mold Mite *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Acaridae). Japanese Journal of Environmental Entomology and Zoology. 16. 167-173.
- Maruno, G., N. Mori and Y. Kuwahara. 2012. Chemical Ecology of Astigmatid Mites LXXXVII. S-(+)-Isopiperitenone: Re-identification of the Alarm Pheromone as the Female Sex Pheromone in *Tyrophagus similis* (Acari: Acaridae). Journal of Chemical Ecology. 38. 36-41 Doi 10.1007/s10886-012-0059-0.
- Matsumoto, K., Y. Wada and M. Okamoto. 1979. The Alarm Pheromone of Grain Mites and Its Antifungal Effect, Recent Advances in Acarology. 1. 243-249.

- Mizoguchi, A., N. Mori, R. Nishida and Y. Kuwahara. 2003.  $\alpha$ -Acaridial a Female Sex Pheromone from an Alarm Pheromone Emitting Mite *Rhizoglyphus robini*. *Journal of Chemical Ecology*. 29(7). 1681-1690.
- Mizoguchi, A., K. Murakami, N. Shimizu, N. Mori, R. Nishida and Y. Kuwahara. 2005. S-Isorobinal as the Female Sex Pheromone from an Alarm Pheromone Emitting Mite *Rhizoglyphus setosus*. *Experimental and Applied Acarology*. 36. 107-117.
- Mori, K. and S. Kuwahara. 1986a. Synthesis of Both the Enantiomers of Lardolure, the Aggregation Pheromone of the Acarid Mite, *Lardoglyphus konoi*. *Tetrahedron*. 42. 5539-5544.
- Mori, K. and S. Kuwahara. 1986b. Stereochemistry of Lardolure, the Aggregation Pheromone of the Acarid Mite, *Lardoglyphus konoi*. *Tetrahedron*. 42. 5545-5550.
- Mori, N. and Y. Kuwahara. 1995. Synthesis of (2r,3r)-Epoxyneral, a Sex Pheromone of the Acarid Mite, *Caloglyphus* sp. (Astigmata: Acaridae). *Tetrahedron Letters*. 36(9). 1477-1478.
- Mori, N., Y. Kuwahara, K. Kurosa, R. Nishida and T. Fukushima. 1995. Chemical Ecology of Astigmatid Mites. XLI. n-Undecane: the Sex Pheromone of the Acarid Mite *Caloglyphus rodriguezii* Samsinak (Acarina: Acaridae). *Applied Entomology and Zoology*. 30. 415-423.
- Mori, N., Y. Kuwahara and K. Kurosa. 1996. Chemical Ecology of Astigmatid Mites. XLV. (2R,3R)-Epoxyneral: Sex Pheromone of the Acarid Mite *Caloglyphus* sp. (Acarina: Acaridae). *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. 4. 289-295.
- Mori, N., Y. Kuwahara and K. Kurosa. 1998. Rosefuran: the Sex Pheromone of the Acarid Mite *Caloglyphus* sp. *Journal of Chemical Ecology*. 24. 1771-1779.
- Murakami, K., K. Noge, N. Mori and Y. Kuwahara. 2006. Chemical Ecology of Astigmatid Mites. LXXX.  $\gamma$ -Acaridial (3-hydroxy-benzene-1,2- dicarbaldehyde) as a Female Sex Pheromone from an Alarm Pheromone- Emitting Unidentified *Rhizoglyphus mite* (Acari: Acaridae). *Japanese Journal of Environmental Entomology and Zoology*. 17. 99-105.
- My-Yen, L.T., Y. Wada, K. Matsumoto and Y. Kuwahara. 1980. Pheromone Study on Acarid mites. VI. Demonstration and Isolation of an Aggregation Pheromone in *Lardoglyphus konoi* Sasa et Asanuma. *Japanese Journal of Sanitary Zoology*. 31. 249-254.
- Neitz, A.W.H. and R. Göthe. 1984. Investigations Into the Volatility of Females Pheromones and the Aggregation Inducing Property of Guanine in *Argas (Persiargus) walkerae*. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. 51. 197-201.
- Nishimura, K., N. Shimizu, N. Mori and Y. Kuwahara. 2002. Chemical Ecology of Astigmatid Mites. LXIV. The Alarm Pheromone Neral Functions as an Attractant in *Schwiebea elongata* (Banks) (Acari: Acaridae). *Applied Entomology and Zoology*. 37. 13-18.
- Nishimura, K., N. Mori, K. Okabe and Y. Kuwahara. 2004. Chemical Ecology of Astigmatid Mites. LXXVI. Identification of  $\alpha$ -Acaridial as the Female Sex Pheromone of *Schwiebea similis* (Acari: Acaridae). *Japanese Journal of Environmental Entomology and Zoology*. 15. 107-117.
- Noguchi, S., N. Mori, K. Kurosa and Y. Kuwahara. 1998. Chemical Ecology of Astigmatid Mites XLIX.  $\beta$ -Acaridial (2(E)-(4-methyl-3-pentenylidene)-butanedial), the Alarm Pheromone of *Tyrophagus longior* Gervais (Acarina: Acaridae). *Applied Entomology and Zoology*. 33.53-57.
- Norval, R.A.I., T. Peter, C.E. Yunker, D.E. Sonenshine and M.J. Burrdige. 1991. Responses of the Ticks, *Amblyomma hebraeum* and *A. variegatum* to Known or Potential Components of the Aggregation-Attachment Pheromone. 2. Attachment Stimulation. *Experimental and Applied Acarology*. 13. 19-26.

- Ramm, D. and W. Böckeler. 1989. Ultrastrukturelle Darstellungen der Sensillen in der Vordertarsengrube von *Varroa jacobsoni* (Acari). Zool. JB. Anat. 119. 221–236.
- Rock, G.C., R.J. Monroe and D.R. Yeragan. 1976. Demonstration of a Sex Pheromone in the Predaceous Mite *Neoseiulus fallacis*. Environmental Entomology. 5. 164-166.
- Rosenkranz, P., P. Aumeier and B. Ziegelmann. 2010. Biology and Control of *Varroa destructor*. Journal of Invertebrate Pathology. 103. 96–119.
- Royalty, R.N., P.L. Phelan and F.R. Hall. 1992. Arrestment of Male Twospotted Spider Mite Caused by Female Sex Pheromon. Journal of Chemical Ecology. 18(2). 137-153.
- Royalty, R.N., P.L. Phelan and F.R. Hall. 1993a. Quantitative and Temporal Analysis of Effects Of Twospotted Spider Mite (Acari: Tetranychidae) Female Sex Pheromone On Male Guarding Behavior. Journal of Chemical Ecology. 19(2). 211-223.
- Royalty, R.N., P.L. Phelan and F.R. Hall. 1993b. Comparative Effects of Form, Colour, and Pheromone of Twospotted Spider Mite Quiescent Deutonymphs on Male Guarding Behaviour. Physiofological Entomology. 18. 303-316.
- Ryono, A., N. Mori, K. Okabe and Y. Kuwahara. 2001. Chemical Ecology of Astigmatid Mites. LVIII. 2-Hydroxy-6-methylbenzaldehyde: Sex Pheromone of *Cosmoglyphus hughesi* (Acari: Acaridae). Applied Entomology and Zoology. 36. 77-81.
- Sato, M., Y. Kuwahara, S. Matsuyama and T. Suzuki. 1993. Male and Female Sex Pheromones Produced by *Acarus immobilis* Griffiths (Acaridae: Acarina). Chemical Ecology of Astigmatid Mites XXXIV. Naturwissenschaften. 80: 34-36.
- Schulz, S., J. Fuhlendorff, J.L.M. Steidle, J. Collatz and J.T. Franz. 2004. Identification and Biosynthesis of an Aggregation Pheromone of the Storage Mite *Chortoglyphus arcuatus*, ChemBioChem. 5. 1500 – 1507. doi: 10.1002/cbic.200400110.
- Shimizu, N., N. Mori and Y. Kuwahara. 2001. Aggregation Pheromone Activity of the Female Sex Pheromone,  $\beta$ -acaridial, in *Caloglyphus polyphyllae* (Acari: Acaridae). Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry. 65. 1724-1728.
- Shimizu, N., N. Mori, R. Nishida and Y. Kuwahara. 2004. Chemical Ecology of Astigmatid Mites. LXXIII. Neral as the Alarm Pheromone of the Acarid Mite, *Oulenzia* sp. (Astigmata: Winterschmitiidae). Journal of the Acarological Society of Japan. 13. 57-64.
- Skelton, A.C., M.M. Cameron, J.A. Pickee and M.A. Birketi. 2010. Identification of Neryl Formate as the Airborne Aggregation Pheromone for the American House Dust Mite and the European House Dust Mite (Acari: Epidermoptidae). Journal of Medical Entomology. 47(5). 798-804. doi: 10.1603/ME09295.
- Smith, B.P. and J. Florentino. 2004. Communication via Sex Pheromones Within and Among *Arrenurus* spp. Mites (Acari: Hydrachnida; Arrenuridae). Experimental and Applied Acarology. 34. 113–125.
- Steidle, L.M.J., E. Barcari, M. Hradecky, S. Trefz, T. Tolasch, C. Gantert and S. Schulz. 2014. Pheromonal Communication in the European House Dust Mite, *Dermatophagoides pteronyssinus*. Insects. 5. 639-650. doi:10.3390/insects5030639.
- Sonenshine, D.E., D. Taylor and G. Corrigan. 1985. Studies to Evaluate the Effectiveness of Sex Pheromone-Impregnated Formulations for Control of Populations of the American Dog Tick, *Dermacentor variabilis* (Say) (Acari: Ixodidae). Experimental and Applied Acarology. 1. 23-34.
- Sonenshine, D.E., T. Adams, S.A. Allan, J. McLaughlin and F.X. Webster. 2003. Chemical Composition of Some Components of the Arrestment Pheromone of the Black-Legged Tick,

- Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) and Their Use in Tick Control. *Journal of Medical Entomology*. 40(6).849–859. doi: 10.1603/0022-2585-40.6.849.
- Sonenshine, D.E. 2004. Pheromones and Other Semiochemicals of Tick and Their Use in Tick Control. *Parasitology*, 129, 405–425. doi: 10.1017/S003118200400486X.
- Sonenshine, D.E. 2006. Tick Pheromones and Their Use in Tick Control. *Annual Review of Entomology*. 51. 557-580.
- Tatami, K., N. Mori, R. Nishida and Y. Kuwahara. 2001. 2-Hydroxy-6- methylbenzaldehyde: the Female Sex Pheromone of the House Dust Mite *Dermatophagoides farinae* (Astigmata: Pyroglyphidae). *Japanese Journal of Sanitary Zoology*. 52. 269-277.
- Tomita, A., N. Shimizu, N. Mori, R. Nishida, H. Nakao and Y. Kuwahara. 2003. Chemical Ecology of Astigmatid Mites. LXXI. Neryl formate (Z)-3,7-dimethyl-2,6-octadienyl Formate as the Alarm Pheromone of *Tyroborus lini* Oudemans 1924, and its Recovery After Forced Discharge. *Journal of the Acarological Society of Japan*. 12. 11-19.
- Türkuçar, A.S. and S. Toros. 1992. Böceklerde and Akarlarda Alarm Feromonları, *Türkiye Entomoloji Dergisi-Turkish Journal of Entomology*. 16(2). 115-128. Glossary of Acarine Terms.
- Walter, D.E., 2005. Glossary of Acarine Terms. [http://itp.lucidcentral.org/id/mites/invasive\\_mite/Invasive\\_Mite\\_Identification/key/0\\_Glossary/Mite\\_Glossary.htm](http://itp.lucidcentral.org/id/mites/invasive_mite/Invasive_Mite_Identification/key/0_Glossary/Mite_Glossary.htm)
- Ziegelmann, B., A. Lindenmayer, J. Steidle and P. Rosenkranz. 2013a. The Mating Behavior of *Varroa destructor* is Triggered by a Female Sex Pheromone. *Apidologie*, Springer Verlag. 44(3). 314-323.
- Ziegelmann, B., T. Tolasch, J. Steidle and P. Rosenkranz. 2013b. The Mating Behavior of *Varroa destructor* is Triggered by a Female Sex Pheromone. Part 2: Identification and Dose-Dependent Effects of Components of the *Varroa* Sex Pheromone. *Apidologie*, Springer Verlag. 44(4). 481-490.
- Ziegelmann, B. and P. Rosenkranz. 2014. Mating Disruption of the Honeybee Mite *Varroa destructor* Under Laboratory and Field Conditions. *Chemoecology*. 24.137–144. doi 10.1007/s00049-014-0155-4.







T.C.  
**ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**  
**ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ**  
**YAYIN İLKELERİ**



Görükle Kampüsü 16059 BURSA / TÜRKİYE

Tel: 0224 294 14 07

e-mail: [zfergisi@uludag.edu.tr](mailto:zfergisi@uludag.edu.tr)

Faks: 0224 294 14 02

<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

1. Metin A4 (210 x 297 mm) formunda beyaz kağıda, Microsoft Word formatında, üstten **4.5 cm**, alt, sağ ve soldan **4 cm** boşluk bırakılarak 1,5 satır aralığı ile 10 punto Times New Roman yazı karakterinde yazılmalı ve metin **iki yandan hizalanmış (justified)** olmalıdır.
2. **Başlık:** Times New Roman yazı karakterinde **14 punto**, koyulaştırılmış (bold) olarak ve başlıktaki her kelimenin ilk harfi büyük olacak şekilde 1,5 satır aralığı ile yazılmalı ve sayfaya ortalanmalıdır. Başlığın bittiği en son karakterine yayın bir tezden ya da bir projeden yapılmış ise üssel harf sel atıf verilmelidir.
3. **Yazar Adları:** Yazarların açık adları unvan belirtilmeden ad ve soyadların ilk harf büyük olacak şekilde koyulaştırılmış, başlıktan bir satır boşluk bırakılarak ve sayfaya ortalanarak Times New Roman yazı karakterinde **11 punto** yazılmalıdır. Soyadların bittiği en son karakter üzerine üssel olarak rakam ile yazar adresine atıfta bulunulmalıdır.
4. Yazarlara ilişkin verilen rakamsal atıflara ait adresler Times New Roman yazı karakterinde **9 punto** olarak yazar adlarının altında bir satır boşluk verilerek belirtilmelidir.
5. **Öz:** Yazar atıflarının ardından iki satır boşluk bırakılarak **Times New Roman yazı** karakterinde **10 punto** olarak yazılmalı ve 300 kelimeyi geçmemelidir. Paragrafın bitiminde bir satır boşluk bırakılarak **Times New Roman yazı** karakterinde **9 punto** olmak üzere **anahtar kelimeler** yazılmalıdır. Anahtar kelimelerin sayısı 6'yı aşmamalıdır.
6. **İngilizce Başlık:** Anahtar kelimeleri takiben iki satır boşluk kalacak şekilde **Times New Roman yazı** karakterinde **12 punto** koyulaştırılmış olarak sayfayı ortalayacak şekilde makalenin İngilizce başlığı konulmalıdır.
7. **Abstract:** İngilizce başlığın ardından bir satır boşluğu bırakılarak **Times New Roman yazı** karakterinde **10 punto** olarak yazılmalıdır.
8. **Giriş:** Giriş bölümü ve metinler **"Keywords"** den bir satır boşluk bırakılarak yazılmalıdır.
9. Giriş bölümünden itibaren tüm bölüm başlıkları sadece ilk harfleri büyük olacak şekilde küçük harflerle koyulaştırılmış **Times New Roman 10** punto yazı karakterinde ve bölüm başlıkları üstten birer boşluk kalacak şekilde yerleştirilecektir. Ana başlıklar sola yaslı ve koyulaştırılmış, metinler ise **0.6 cm** paragraf girintisi yapılarak yazılmalıdır.
10. Şekil ve fotoğraflar sayfa kenar boşlukları göz önünde bulundurulacak şekilde ayarlanmalıdır.
11. Şekillerin açıklaması, şekillerin altında **Times New Roman 10 punto** ile yazılmalıdır.
12. Şekil ve resimlerin numaralandırması ise **Şekil 1, Şekil 2**. vb şeklinde **Times New Roman 10 punto** ile koyulaştırılarak verilmelidir. Şekil açıklamalarının ardından bir boşluk bırakılarak paragraflar arasında bir boşluk kalacak şekilde ana metin (**Times New Roman 10**) yazılmalıdır.
13. Metin içerisinde yer alan çizelgeler **Çizelge 1, Çizelge 2**. şeklinde **Times New Roman 10** karakterinde koyulaştırılarak çizelgenin üzerine yazılmalı açıklamaları ise koyulaştırılmamış şekilde olmalı ve çizelge üst sınırı ile açıklama yazısı arasında boşluk bırakılmamalıdır.
14. Yazarlar yayınlamak istedikleri makale ile ilgili olarak gerekli olan etik kurul onayını aldıkları kurumu ve onay numarasını Materyal ve Metod bölümünde belirtmelidirler. Yayın kurulu gerekli gördüğünde "Etik Kurul Onay Belgesini" ayrıca isteyebilir.
15. Kaynaklar bölümünde literatürler aşağıdaki gibi gösterilmeli ve tüm kaynaklar alfabetik sıra içerisinde verilmelidir. Bu bölümde karakter büyüklüğü olarak **Times New Roman 10** punto kullanılmalıdır.

16. Makalenin bilimsel sorumlulukları yazarlarına aittir.
17. Bir yazarın aynı sayıda ilk isim olarak en fazla iki makalesine yer verilir.
18. Yazarlara telif ücreti ödenmez.
19. Makale başvurusunda, makale ile birlikte başvuru formu ve tüm yazarlar tarafından imzalanmış telif hakkı devir formunun taranmış kopyasının da elektronik formatta “zfdergisi@uludag.edu.tr” adresine gönderilmesi gerekmektedir.
20. Dergiye başvurusu yapılan makaleler, hakemlik sürecine alınmadan önce intihal programında taratılmaktadır.
21. Dergimize yaptığımız atıflarda “**Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.**” kısaltması kullanılmalıdır.
22. Yayınlanması için gönderilen eser, yayın ilkeleri doğrultusunda editör tarafından ön incelemeye alınır. Editör, dergide yayınlanabilecek nitelikte bulmadığı makaleleri hakemlere göndermeden yazara/yazarlara iade kararı verme hakkına sahiptir. Ayrıca yazım kurallarına uymayan veya anlatım dili yetersiz olan makaleler, düzeltilmek üzere yazara/yazarlara iade edilir. Değerlendirmeye alınan makaleler, incelenmek üzere en az 2 hakeme gönderilir. Hakem değerlendirmesinden geçen makalelere ait düzeltmeler, düzeltmeler listesiyle birlikte en kısa sürede dergiye gönderilmelidir. Editör, hakem raporlarını ve/veya istenilen düzeltmelerin yeterli olup olmamasını dikkate alarak makalenin yayımlanıp yayımlanmamasına yönelik nihai karar vericidir.

**Atıflar/Kaynakça:** Makale içindeki atıflarda “yazar, yıl” sistemi kullanılmalıdır, Smith (2007), cümle sonunda ise (Smith, 2007). İki yazarlı ise Smith ve Cash (2007). Üç ve daha fazla yazarlı ise “ilk yazar ve ark.” (Smith ve ark. 2007) şeklinde belirtilmelidir. Kaynaklar; ilk yazarın soyadına göre alfabetik sıra ile yazılmalıdır. İki ya da daha fazla yazarlı kaynaklarda

yazarlar “ve” ile ayrılmalıdır. Ör.: Şeker, M., Z. Yücel ve E. Nurdan, 2004.

#### **Makale:**

Kamalak, A., Ö. Canbolat, Y. Gürbüz and O. Özyay.2005. Prediction of Dry Matter Intake and Dry Matter Digestibilities of Some Forages Using Gas Production Technique on Sheep. Turk. J. Vet Anim Sci. 29. 517-523.

#### **Kitap:**

Yıldırım, O. 1996. Bahçe Bitkileri Sulama Tekniği. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 1438, Ders Kitabı: 420, Ankara.

Ensminger, M.E., J.E. Oldfield and W.W. Heinemann. 1990. Feed and Nutrition. The Ensminger Publishing Company, 1544 pp.

#### **Kitabın bir bölümü:**

Fıratlı, Ç. 1993. Arı Yetiştirme. s: 239–270. Editör: M. Ertuğrul. Hayvan Yetiştirme. Baran Ofset, Ankara.

#### **Bildiri kitabı:**

Kara, Z. ve N. Beyoğlu. 1995. Konya ili Beyşehir yöresinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin göz verimliliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. Bildiriler (II): 524–528. 3-6 Ekim 1995, Adana.

#### **Tez:**

Scheffe, H. 1973. Symptotic Theory of Sequential Fixed- Width Confidence Intervals. Unpublished Ph.D. dissertation, Florida State University, Dept. of Statistics.(Author, A. (Year), ‘Title of Thesis’, degree and type of thesis, Name of University and Dep.)

#### **Yazarı belirtilmeyen kurum yayınları:**

Anonim 2005. Tarımsal Yapı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enst. Yayın No: 1579, Ankara. <http://www.agri.ankara.edu.tr/tarimbilimleri> (alıntının yapıldığı tarih).

<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

**ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ (THE JOURNAL of AGRICULTURAL FACULTY of ULUDAG UNIVERSITY)**

**ISSN: 1301-3165**



T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ  
YAYIN İLKELERİ



Görükle Kampüsü 16059 BURSA / TÜRKİYE

Tel: 0224 294 14 07

e-mail: [zfdergisi@uludag.edu.tr](mailto:zfdergisi@uludag.edu.tr)

Faks: 0224 294 14 02

<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

Sahibi: Prof. Dr. Uğur BİLGİLİ (Dekan)

Yazı İşleri Sorumlusu: Doç. Dr. Hakan ÇELİK

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi yılda iki kez yayınlanır ve bahçe bitkileri, bitki koruma, gıda mühendisliği, gıda bilimi ve teknolojisi, su ürünleri ve balıkçılık, süt teknolojisi, tarım ekonomisi, tarım makinaları, tarımsal yapılar ve sulama, tarla bitkileri, toprak bilimi ve bitki besleme ve zootekni gibi tüm ziraat alanları ile ilgili özgün araştırma makaleleri, derleme makaleler ve editöre mektupları kabul etmektedir. Sunulan makaleler özgün olmalı ve Türkçe ya da İngilizce yazılmalıdır. Yayınlanan makalelerin tüm hakları Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisine aittir. Sunulan makaleler başka hiçbir yerde yayınlanmamış olmalıdır. Ancak, bir kongre ya da sempozyumda sadece özet kısmı yayınlanan makalelerin tam metinleri yayınlanmak üzere sunulabilir.





# “JOURNAL OF AGRICULTURAL FACULTY OF ULUDAG UNIVERSITY”



## INSTRUCTION TO AUTHOR(S)

Uludağ University, Görükle Campus 16059 BURSA / TÜRKİYE

Phone : 0224 294 14 07

e-mail: [zfdergisi@uludag.edu.tr](mailto:zfdergisi@uludag.edu.tr)

Fax : 0224 294 14 02

<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

1. Manuscript should be written in 10 point Times New Roman font with 1,5 line space, in white paper A4 (210 x 297 mm) form with **4.5 cm** top margin and **4 cm** bottom, right, left margins and justified. The file type/format of the manuscript must be in the Microsoft Word format.
2. **Title:** Title must be typewritten in **bold 14-point** font Times New Roman, centered, with 1½ line space and **title case**. If manuscript from a thesis or a project, it should referenced by using a superscript number at the last character of title.
3. **Name(s) of the author(s):** The first letters of the name(s) of the author(s) without a title should be capital in **11-point** font Times New Roman, centered, with one line space with the title. Address(es) of the author(s) should be indicated with a superscript(s) number(s) under the name(s) as centered.
4. Address(es) of the authors should be written in **9-point** font Times New Roman with one line space between each other.
5. **Abstract:** Abstract should be written with two line space between author(s) reference(s) in **10-point font Times New Roman** and must not exceed 300 words. Below the abstract “**keywords**” should be written with one line space in **9-point font Times New Roman**. Keywords must not exceed 6.
6. **Turkish Title:** Turkish title should be written with two line space between key words, in **bold 12-point font Times New Roman**, centered.
7. **Abstract (in Turkish):** Abstract (in Turkish) should be written with two line space between author(s) reference(s) in **10-point font Times New Roman**. Below the abstract “Keywords-Anahtar Kelimeler” should be written with one line space in **9-point font Times New Roman**.
8. **Introduction:** The introduction section should be written below key words with one line space.
9. Beginning with the introduction section, all section headings should be written with **title case** in **10-point font Times New Roman bold**. Section headings should be written with one line space. Main headings should be left-aligned and bold First-line indents should be **0.6 cm**.
10. Figures and photographs should be adjusted by taking into consideration page margins.
11. The description of the figures should be written in **10-point font Times New Roman** under the figures.
12. Enumerating of figures and photographs should be in format of **Figure 1, Figure 2** etc. in **10-point font Times New Roman bold**. Main text should be written in **10-point font Times New Roman** with one line space between figure description.
13. Enumerating of tables should be in format of **Table 1, Table 2** etc. in **10-point font Times New Roman bold**. Table description should be written in normal font with no space between table and description.
14. Authors should indicate the name of institute approves the necessary ethical commission report and the serial number of the approval in the material and methods section. If necessary, editorial board may also request the official document of the ethical commission report.
15. Citations and references should be listed as described below and all citations and references should be in alphabetical order. Citations and references should be written in **10-point font Times New Roman**.
16. Authors are responsible for the scientific content of the article to be published.
17. Only two manuscripts of the same first author are allowed to be published in the same issue.
18. No royalty is paid to the authors.

19. Each manuscript must be accompanied by scan copy of signed copyright release form and application form. Manuscripts and the scan copy of signed copyright release form and application form should be sent in electronic format to [zfdergisi@uludag.edu.tr](mailto:zfdergisi@uludag.edu.tr)
20. Submitted manuscripts are scanned for plagiarism before the evaluation process has started.
21. The title of the journal should be cited as “**Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.**”
22. Papers should be written with fluent English without any grammatical and typographical errors. Manuscripts with any of those errors will be rejected and sent to the authors for corrections before submission and review. The journal uses double-blind system for peer-review; both reviewers and authors’ identities remain anonymous. The paper will be peer-reviewed at least by two reviewers and one editor from the journal. The authors should send the correction form and answers to the reviewers’ comments immediately after receiving the comments.

**Citations/References:** Citations in the text should be indicated using “author, year” format; Smith (2007), moreover, (Smith, 2007) if it is placed at the end of the sentence. For two authors, they are indicated as Smith and Cash (2007). Where three or more authors exist for a cited reference, the citation should be formatted as “first author et al. year”; Smith et al. (2007). References should be listed in alphabetical order according to the last name of the first author. Use “and” in listing two or more than two authors. Example: Şeker, M., Z. Yücel and E. Nurdan, 2004.

#### **Journal:**

Kamalak, A., Ö. Canbolat, Y. Gürbüz and O. Özay. 2005. Prediction of Dry Matter Intake and Dry Matter Digestibilities of Some Forages Using Gas Production Technique on Sheep. *Turk. J. Vet Anim Sci.* 29. 517-523.

Wang, T.L., C. Domoney, C.L. Hedley, R. Casey and M.A. Grusak. 2003. Can we improve the nutritional quality of legume seeds? *Plant Phys.* Vol. 131: 886–891.

#### **Book:**

Gaugler, R. and H. K. Kaya. 1990. *Entomopathogenic nematodes in biological control*, CRC Press, Boca Raton, FL, 365 pp.

Ensminger, M.E., J.E. Oldfield and W.W. Heinemann. 1990. *Feed and Nutrition*. The Ensminger Publishing Company, 1544 pp.

#### **Book Chapter:**

Poinar, G. O. 1990. Biology and taxonomy of Steinernematidae and Heterorhabditidae. (R. Gaugler and H. K. Kaya eds.), *Entomopathogenic nematodes in biological control*, CRC Press, Boca Raton, FL, p. 23-58.

#### **Proceedings:**

Susurluk, A., S. Hollmer, U.K. Mehta, R. Han, E. Tarasco, O. Triggian, A. Peters and R.-U. Ehlers. 2003. Molecular identification of entomopathogenic nematodes from Turkey, India, China, Italy, Norway, Albania and Germany by PCR-RFLP. 9<sup>th</sup> European Meeting of the IOBC/WPRS Working Group, p:101-103, 23-29 May 2003, Schloss Salzau, Germany.

#### **Thesis:**

Scheffe, H. 1973. *Symptotic Theory of Sequential Fixed-Width Confidence Intervals*. Unpublished Ph.D. dissertation, Florida State University, Dept. of Statistics.

#### **Anonymous:**

Anonymous 2005. Tarımsal Yapı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enst. Yayın No: 1579, Ankara. <http://www.agri.ankara.edu.tr/tarimbilimleri> (add to received date)

<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

**ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ (THE JOURNAL of AGRICULTURAL FACULTY of ULUDAG UNIVERSITY)**

**ISSN: 1301-3165**



**“JOURNAL OF AGRICULTURAL  
FACULTY OF ULUDAG  
UNIVERSITY”**



**INSTRUCTION TO AUTHOR(S)**

Uludag University, Görükle Campus 16059 BURSA / TÜRKİYE

Phone : 0224 294 14 07

e-mail: [zfdergisi@uludag.edu.tr](mailto:zfdergisi@uludag.edu.tr)

Fax : 0224 294 14 02

<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

**Prof. Dr. Uğur BİLGİLİ (Dean of Agricultural Faculty of Uludağ University)**

**Assoc. Prof. Dr. Hakan ÇELİK (Editor in Chief)**

The Journal of Agricultural Faculty of Uludag University is biannually published and the journal welcomes original research articles, review articles and letters to editor on all aspects of agriculture, plant protection, horticulture, animal science, fisheries and aquaculture, dairy technology, food engineering, food science and technology, field crops, agricultural economics, agricultural machineries, farm buildings and irrigation, soil science and biological sciences. Submitted manuscript must be original and written in English or Turkish language. All rights to article published in this Journal are reserved by Agriculture Faculty of Uludağ University. Submitted study has not been published before. However, only abstract of the submitted manuscript may be previously presented or published in a congress or symposium.

