

# MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES



**Volume: 32**  
**Number: 1**  
**Year: April 2019**

**E-ISSN: 2528-9675**

## MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES

Eski adı: AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ  
Old Name: Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesinin hakemli bilimsel ve süreli yayın organıdır.  
The peer reviewed scientific journal of Akdeniz University Faculty of Agriculture

Yılda üç kez yayımlanır: Nisan, Ağustos ve Aralık  
Three issues are published per year in April, August and December

Derginin kısaltması: **Mediterr Agric Sci**  
Abbreviation of the journal: **Mediterr Agric Sci**

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi adına Sahibi  
Owned on behalf of Akdeniz University, Faculty of Agriculture

**Prof. Dr. Davut KARAYEL**  
(Dekan/Dean)

Yayın Yönetmeni/Publishing Manager

**Prof. Dr. Murad ÇANAKCI**

Yönetim Adresi/Administration Address

Akdeniz Üniversitesi  
Ziraat Fakültesi  
07058 Antalya, Türkiye  
Tel: +90 242 310 2411  
Faks: +90 242 227 4564  
E-Posta (E-Mail): ziraatdergi@akdeniz.edu.tr  
**Web adresi (Web site):** www.dergipark.gov.tr/mediterranean

Yayımcı/Publisher

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
07058 Antalya, Türkiye  
Tel.: +90 242 310 2412  
Faks: +90 242 227 4564

Abone Koşulları/Subscription

Derginin tüm içeriğine ücretsiz olarak erişilebilir.  
Open access journal.

Ücretsiz internet erişimi/Online access free of charge  
**www.dergipark.gov.tr/mediterranean**

Kapak tasarımı/Cover design  
**Doç. Dr. Süleyman ÖZDERİN**

### AMAÇ VE KAPSAM

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES, tarım ve yaşam bilimleri ile ilgili alanlardaki araştırmaları Türkçe ve İngilizce dillerinde yayımlayarak bilginin ulusal ve uluslararası düzeyde paylaşımını amaçlamaktadır. Bu nedenle dergi ilişkili bilim alanlarının çok disiplinli bir platformudur. Dergide öncelikli olarak bahçe bitkileri, bitki koruma, biyoenerji, biyometri ve genetik, doğal kaynaklar, gıda bilimi ve teknolojisi, hayvancılık, peyzaj ve doğa koruma, tarım ekonomisi, tarım makineleri, tarımsal biyoteknoloji, tarımsal yapılar ve sulama, tarla bitkileri, toprak bilimi ve bitki besleme alanlarındaki özgün araştırma makaleleri basılmakta ve sınırlı sayıda çağrılı derlemeye yer verilmektedir.

### AIM AND SCOPE

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES aims to share knowledge at both national and international levels by publishing the results of research in agriculture and life sciences in both Turkish and English. Consequently this journal is a multidisciplinary platform for related scientific areas. The journal primarily publishes original research articles and accepts a limited number of invited reviews in the areas of agricultural biotechnology, agricultural economics, agricultural machinery, animal husbandry, bioenergy, biostatistics and genetics, farm structure and irrigation, field crops, food science and technology, horticulture, landscape and nature conservation, natural resources, plant protection, soil science and plant nutrition.

### TARANMA VE DİZİNLENME

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES, **CABI** veri tabanları (**CAB Direct**), **TÜBİTAK-ULAKBİM** (Ulusal Veri Tabanları, Yaşam Bilimleri Veri Tabanı), **CLARIVATE ANALYTICS, SCIENCE MASTER JOURNAL LIST** (Zoological Records) ve **DRJI** (Directory of Research Journals Indexing) tarafından taranmakta ve dizinlenmektedir.

### ABSTRACTS AND INDEXING

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES is indexed and abstracted in **CABI** data bases (**CAB Direct**), **TUBITAK-ULAKBIM** (National Data Bases-Data Base of Life Sciences), **CLARIVATE ANALYTICS, SCIENCE MASTER JOURNAL LIST** (Zoological Records) and **DRJI** (Directory of Research Journals Indexing).

### TELİF HAKLARI

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES dergisinde basılan makalelerin telif hakları Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesine aittir.

### © COPYRIGHTS

The copyrights of published articles in the MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES belong to the Akdeniz University Faculty of Agriculture.



e-ISSN 2528-9675

[www.dergipark.gov.tr/mediterranean](http://www.dergipark.gov.tr/mediterranean)

## MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES

Dergi 2016 yılına kadar AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ (*Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*) adıyla ve ISSN 1301-2215 numarası ile basılmıştır.

Cilt/Vol.: **32**

Sayı/Number: **1**

Yıl/Year: Nisan/April **2019**

### Editörler Kurulu/*Editorial Board*

#### Baş Editör/*Editor-in-Chief*

**Prof. Dr. Fehmi GÜREL**

E-Posta (*e-mail*): ziraatdergi@akdeniz.edu.tr

#### Editörler/*Editors*

**Doç. Dr. Harun KAMAN**

E-Posta (*e-mail*): hkaman@akdeniz.edu.tr

**Prof. Dr. Mehmet TOPAKCI**

E-Posta (*e-mail*): mtopakci@akdeniz.edu.tr

**Prof. Dr. Ersin POLAT**

E-Posta (*e-mail*): polat@akdeniz.edu.tr

**Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Aydın AKBUDAK**

E-Posta (*e-mail*): akbudak@akdeniz.edu.tr

**Dr. Öğr. Üyesi Nisa MENCET YELBOĞA**

E-Posta (*e-mail*): nmencet@akdeniz.edu.tr

**Doç. Dr. Aşkın GALIÇ**

E-Posta (*e-mail*): galic@akdeniz.edu.tr

**Prof. Dr. Taner AKAR**

E-Posta (*e-mail*): tanerakar@akdeniz.edu.tr

**Doç. Dr. İrfan TURHAN**

E-Posta (*e-mail*): iturhan@akdeniz.edu.tr

**Prof. Dr. Erdem YILMAZ**

E-Posta (*e-mail*): erdemyilmaz@akdeniz.edu.tr

**Prof. Dr. Meryem ATİK**

E-Posta (*e-mail*): meryematik@akdeniz.edu.tr

**Dr. Öğr. Üyesi Fatih DAĞLI**

E-Posta (*e-mail*): fdagli@akdeniz.edu.tr

**Prof. Dr. A. Michele Stanca**

E-Posta (*e-mail*): michele@stanca.it

#### İdari editör/*Managing Editor*

**Dr. Buket YETGİN UZ**

E-Posta (*e-mail*): buketyetginuz@akdeniz.edu.tr

#### Danışma Kurulu/*Advisory Board*

**Assoc. Prof. Dr. Gerard C. ADAMS**

Michigan State University, United States

**Prof. Dr. Ali Ramazan ALAN**

Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

**Prof. Dr. Vedat CEYHAN**

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

**Prof. Dr. Mahmut ÇETİN**

Çukurova Üniversitesi, Türkiye

**Prof. Dr. Anne FRARY**

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Türkiye

**Prof. Dr. Jörg HINRICHS**

Hohenheim University, Germany

**Prof. Dr. Nilgül KARADENİZ**

Ankara Üniversitesi, Türkiye

**Prof. Dr. Mathias KONDOLF**

University of California Berkeley, United States

**Assoc. Prof. Dr. Mosbah M. KUSHAD**

University of Illinois, United States

**Assist. Prof. Dr. Efstratios LOIZOU**

TEI of Western Macedonia, Greece

**Dr. Marcello MASTRORILLI**

CRA-Research Unit, Italy

**Prof. Dr. Andrew OGRAM**

University of Florida, United States

**Prof. Dr. Hüseyin ÖĞÜT**

Selçuk Üniversitesi, Türkiye

**Prof. Dr. Nihat ÖZEN**

Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi, KKTC

**Prof. Dr. Hakan ÖZER**

Atatürk Üniversitesi, Türkiye

**Dr. Sylvie SARRADELL**

Ecole Nationale de Formation Agronomique, France

**Prof. Dr. David L. THOMAS**

University of Wisconsin-Madison, United States

**Dr. Hari D. UPADHYAYA**

International Crops Research Institute, India

**Prof. Dr. Ertan YILDIRIM**

Atatürk Üniversitesi, Türkiye





## İçindekiler/Contents

### Peyzaj Mimarlığı/Landscape and Nature Conservation

- Köy tasarım rehberlerinin hazırlanmasında kırsal peyzaj karakterlerinin yeri: Antalya Elmalı örneği**  
The role of rural landscape characters in the preparation of village design statements: the case study of Elmalı, Antalya  
**S. BALTA, M. ATİK.....** 1-9
- Kentsel yeşil alan varlığının Niğde kenti örneğinde değerlendirilmesi**  
Evaluation of presence of urban green space in the case of Niğde city  
**R. OLGUN, T. YILMAZ.....** 11-20

### Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği/Agricultural Machinery and Technologies Engineering

- Mısır yetiştiriciliğinde sırta ekimde farklı tohum yatağı hazırlama yöntemlerinin ekim kalitesine etkisi**  
Effects of different seedbed preparation methods performing ridge sowing technique on sowing quality in maize cultivation  
**A. BOLAT, H. A. KARAAĞAÇ.....** 21-24

### Tarımsal Biyoteknoloji/Agricultural Biotechnology

- Türkiye’de yetiştirilen bazı sığır ırklarında *MBL-1* gen polimorfizminin araştırılması**  
Investigation of *MBL-1* gene polymorphism in some cattle breeds raised in Turkey  
**E. G. AKSEL, K. ARSLAN, F. ÖZDEMİR, B. AKYÜZ.....** 25-30
- Genome-wide identification and annotation of microsatellite markers in white truffle (*Tuber magnatum*)**  
Beyaz trüf mantarında (*Tuber magnatum*) mikrosatelit markörlerinin tüm genom düzeyinde tanımlanması ve anotasyonu  
**A. O. UNCU, A. T. UNCU.....** 31-34
- Expression patterns of ROS responsive genes on boron-stressed canola (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) following selenium treatment**  
Bor stresine maruz bırakılmış kanola bitkilerinde (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) selenyum uygulaması sonrası ROS tepki genlerinin ifadelerinin belirlenmesi  
**M. Ö. ÖZEN, Ş. KAYA, S. UYLAŞ, D. ÇETİN, E. ARI, M. A. AKBUDAK.....** 35-41
- Farklı genetik kaynaklardan elde edilen F2 biber genotiplerinde (*Capsicum annuum* L.) TSWV’ye dayanıklılığın moleküler analizi**  
Molecular screening for TSWV resistance in F2 pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes from different genetic background  
**H. İKTEN.....** 43-48
- One step modification of *Chlamydomonas reinhardtii* BACs using the RED/ET system**  
*Chlamydomonas* BAC vektörlerinin RED/ET yöntemiyle tek basamakta modifikasyonu  
**M. AKSOY, C. L. FOREST.....** 49-55

### Tarımsal Yapılar ve Sulama/Farm Structure and Irrigation

- Yeşil renkli gölgeleme ağlarının bazı radyometrik özellikleri ve ortam mikrokliması ile bitki gelişimi üzerine etkisi**  
Some radiometric properties of green coloured shade nettings and its effect on ambient microclimate and plant growth  
**N. Y. TEZCAN.....** 57-64
- Isı gereksinimine ve çiğlenme sıcaklığına göre ipekböceği yetiştiriciliğinde uygun besleme döneminin ve çatı örtü malzemesinin belirlenmesi**  
Determination of appropriate rearing period and roof covering material for silkworm rearing by heat requirement and dew point temperature  
**S. GENÇOĞLAN, A. BAŞPINAR, C. GENÇOĞLAN.....** 65-71

<b>Siirt ve Antalya illeri için seraların ısı gereksiniminin belirlenmesi ve karşılaştırılması</b> Determination and comparison of the heat requirement of greenhouses for Siirt and Antalya provinces <b>B. SALTUK, Y. AYDIN, N. MİKAIL</b> .....	73-78
<b>UV-B ışın uygulamalarının domates, hıyar ve patlıcan fidelerinde fide gelişimi ve kalitesi üzerine etkileri</b> The effects of UV-B irradiation on development and quality of tomato, cucumber and eggplant seedlings <b>S. CANBAY, E. POLAT</b> .....	79-84
<b><u>Tarla Bitkileri/Field Crops</u></b>	
<b>Ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) genotiplerinin verim ve verim unsurları ile glutenin ve gliadin bant desenlerinin belirlenmesi</b> Determination of yield, yield components, glutenin and gliadin patterns of bread wheat ( <i>Triticum aestivum</i> L.) genotypes <b>B. AKTAŞ, S. Ü. İKİNCİKARAKAYA</b> .....	85-93
<b><u>Toprak Bilimi ve Bitki Besleme/Soil Science and Plant Nutrition</u></b>	
<b>Greenhouse gas footprint of replacing nutrients lost through soil erosion due to root and tuber crops harvesting</b> Kök ve yumru bitkilerin hasadıyla oluşan toprak erozyonunda kaybolan besin maddelerinin sera gazı ayak izi değerleri <b>M. PARLAK</b> .....	95-99
<b>Tavuk gübresi uygulamalarının domates (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) gelişimi ve verim üzerine etkilerinin belirlenmesi</b> Determination of the effects on tomato ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) growth and yield of poultry manure application <b>İ. SÖNMEZ, A. Ş. MALTAŞ, H. Ş. SARIKAYA, A. DOĞAN, M. KAPLAN</b> .....	101-107
<b><u>Zootekni/Animal Science</u></b>	
<b>Giresun ilindeki sığırcılık işletmelerinin genel yapısının belirlenmesi</b> Determination of general structure of cattle enterprises in Giresun province <b>S. ALKAN, H. ÜNLÜ</b> .....	109-115



## Köy tasarım rehberlerinin hazırlanmasında kırsal peyzaj karakterlerinin yeri: Antalya Elmalı örneği

The role of rural landscape characters in the preparation of village design statements:  
the case study of Elmalı, Antalya

Sıla BALTA<sup>id</sup>, Meryem ATİK<sup>id</sup>

Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 07070, Antalya, Türkiye

Sorumlu yazar (Corresponding author): S. Balta, e-posta (e-mail): silabalta00@gmail.com

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): meryematik@akdeniz.edu.tr

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 26 Ekim 2018  
Düzeltilme tarihi 04 Aralık 2018  
Kabul tarihi 14 Ocak 2019

### Anahtar Kelimeler:

Elmalı  
Kırsal peyzaj  
Köy tasarım rehberi  
Peyzaj karakteri

### ÖZ

Geleneksel alan kullanımları ve doğal çevre ile şekillenen ve kültürel peyzajların en belirgin özelliklerini barındıran kırsal peyzajların ve özellikle de kırsal yerleşimlerin geleneksel dokusunu koruyabilmek ve kırsal yaşantının sürekliliğini sağlamak sürdürülebilir gelişme için önemlidir. Türkiye’de On Dört İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Yedi İlçe Kurulması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair 6360 sayılı Kanun ile kırsal yerleşimler olan köyler mahalle statüsüne geçmiştir. Söz konusu kanun ile kırsal yerleşimlerin kentlerdeki imar uygulamalarına açılması gündeme gelmiştir. Kırsal yerleşimlerin mekânsal karakterini korumayı amaçlayan Köy Tasarım Rehberleri ise imar uygulamaları açısından kırsal karakterin korunmasında etkin bir araç olacak niteliktedir. Bu çalışma ile Antalya, Elmalı İlçesi örneğinde Köy Tasarım Rehberlerinin, peyzaj ölçeğinde ve kırsal peyzaj karakterleri bağlamında incelenmesi amaçlanmıştır. Kırsal peyzajların çeşitliliği ile öne çıkan Elmalı ilçesindeki 51 köy yükselti, konum ve yerleşim formları ile analiz edilmiş; Düden, Armutlu, Yalnızdam, Yılmazlı, Bozhüyük ve Gümüşyaka olmak üzere 6 köyde kırsal peyzaj karakterleri ışığında yerleşim özellikleri, yapı özellikleri, parsel ve bahçe özellikleri, kültürel değerler başlıkları altında her bir köy için Köy Tasarım Rehberi bileşenleri tanımlanmıştır. Elmalı’da 6360 sayılı Kanunun uygulanması için temel bilgiler içeren çalışma sonuçları; bu çalışmanın alan kullanım faaliyetleri peyzaj deseni, doğal çevre ilişkisi, kültürel yapı ve gelenekler, bağlantı ağları, sınır elemanları, alan kullanımlarına bağlı bitki örtüsü, yerleşimler, binalar ve yapılar gibi yöreye özgü kırsal peyzaj karakterleri ile köy tasarım rehberleri için önemli bilgiler sunduğunu göstermiştir.

### ARTICLE INFO

Received 26 October 2018  
Received in revised form 04 December 2018  
Accepted 14 January 2019

### Keywords:

Elmalı  
Rural  
Village design statement  
Landscape character

### ABSTRACT

It is important for sustainable development to maintain the traditional texture of rural landscapes and especially rural settlements, which are characterized by traditional field uses and natural environment and which have the most prominent characteristics of cultural landscapes, and to ensure the continuity of rural life. According to Recent Law Numbered 6360 on Setting Great Municipalities in Fourteen Cities and Twenty-seven Towns rural settlements has become city neighborhoods. With the law, rural settlements have been brought to the agenda in urban areas. Village Design Statement (VDS) aiming to preserve the spatial character of rural settlements will be an effective tool in the preservation of rural character in terms of zoning practices. In this study, it was aimed to examine the VDS in landscape sample and rural landscape characters in Elmalı, Antalya. 51 villages in Elmalı, which stand out with the diversity of rural landscapes, have been analyzed by elevation, location and settlement forms; VDS components were defined for each village with settlement and characteristics, garden features, cultural values in the light of rural landscape characters in 6 villages including Düden, Armutlu, Yalnızdam, Yılmazlı, Bozhüyük and Gümüşyaka. The results of the study, showed that field use activities, landscape design, natural environment relationship, cultural structures and traditions, connection networks, border elements, vegetation due to the use of areas, settlements, buildings and structures provide important information for VDS with characters and for the implementation of Law No. 6360 in Elmalı.

## 1. Giriş

Kırsal peyzajlar köyler, geleneksel alan kullanımları ve doğal çevre ile şekillenen alanlardır. Cullotta ve Barbera (2011) kırsal peyzajları geleneksel kültürel peyzajlar olarak tanımlamışlardır. Amerikan Peyzaj Mimarları Federasyonu (ASLA 2006)'na göre kırsal peyzajlar insan ve doğanın uyumlu ortaklık içinde oldukları mekanlardır ve insanoğlunun yaratıcılığına güçlü imkanlar sunmaktadır.

Peyzaj karakteri bir peyzajı diğerinden ayıran, iyi veya kötü olduğu yargısına ulaştıran, belirgin, tanınabilir ve sürekliliği olan özelliğidir (Swanwick 2002; Heritage Council 2006) ve kırsal peyzajlar; doğal çevre unsurları, yerleşimler, geleneksel yapılar ve alan kullanımları ile sınır elemanlarının ilginç ve yöreye özgü karakterlerini sergilemektedir. Peyzaj karakter analizi (PKA) ise peyzajlar arasındaki farklılıkları anlamaya ve tanımayı yardımcı olan bir yaklaşımdır. PKA yerel farklılıklara saygı duyan bir karar verme için çerçeve sunmakta; peyzajı "çözmeye" izin vermekte ve farklı unsurların mekân duygusunda nasıl bir payı olduğunun anlaşılmasına yardımcı olmaktadır (Landscape Character Network 2018). Özellikle de kırsal alanların ve karakterlerin anlaşılmasında detaylı bilgilere ulaşılmasını mümkün kılmaktadır.

Ülkemizde köylerin en büyük yerleşim birimi olarak kabul edildiği kırsal peyzajlar 1924 yılında 442 sayılı Köy Kanunu (Resmi Gazete 1924) ile ele alınmıştır. 2000'li yıllarda mülga Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın çalışmaları ile köy yerleşim planları ve doğal ve kültürel yapıya, yöresel mimariye uygun yapı projeleri geliştirilmiştir.

Son olarak On Dört İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Yedi İlçe Kurulması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair 6360 sayılı Kanun (Resmi Gazete 2012) ile kırsal alanlara, özellikle de kırsal yerleşimlere yönelik imar uygulamaları Köy Tasarım Rehberlerini gündeme getirmiştir. Kanun kapsamında Büyükşehir Belediye sınırlarının il sınırına genişletilmesi ile mahallelere dönüştürülen köyler için belediyelerin imar uygulamaları geçerli olacaktır.

Bu kanuna göre, köylerin tüzel kişiliği kalkarak mahalleye dönüştürülmüş olup, ilçe belediyeleri veya ilçe belediyelerinin talep etmeleri halinde büyükşehir belediyeleri köylerde yapılacak olan ticari amaç taşımayan yapılar için yürürlükteki imar mevzuatı doğrultusunda yörenin geleneksel, kültürel ve mimari özelliklerine uygun tip mimari projeler yapar veya yaptırır durumda olacaklardır. Alan sınırının belirlenmesinde ise ilgili ilçe belediyesi yetkili olacaktır. Söz konusu imar uygulamalarının kentsel dokunun ve yapı yoğunluğunun kırsal alanlara da taşınacak olması kırsal peyzaj karakterine sahip Köy Tasarım Rehberlerini Türkiye için de bir ihtiyaç haline getirmiştir.

Köy Tasarım Rehberleri kırsal peyzaj karakterlerini esas alan ve köylerdeki yapılaşma ve fiziksel plan gelişimlerini tanımlayan açıklayıcı belgelerdir. Eminağaoğlu ve Çevik (2007)'e göre Köy Tasarım Raporları ve Köy Tasarım Rehberleri ile kırsal peyzajların özgün karakterlerinin korunması yönünde çalışmalar ilk olarak İngiltere'de başlatılmıştır. Bugün pek çok ülkede kırsal alanların gelişmesi ve kırsal peyzajların korunması ve geliştirilmesini amaçlayan Köy Tasarım Rehberleri önemli bir fiziksel plan altlığı olarak kullanılmaktadır.

Ülkemizde ise Köy Tasarım Rehberleri çalışmaları ilk olarak [Kastamonu Küre Ersizlere Köy Tasarım Rehberi](#)

(2015) örneği ile başlamış; Küre Dağları Milli Parkı Bartın Bölümü Köyleri (Görmüş ve ark. 2015); Erdek, Yukarıyapıcı (Öğdül ve ark. 2018) ve Ödemiş Bademli (Görgün ve Yörür 2018); Denizli Merkezefendi ve Pamukkale ilçeleri (Özdemir 2015); ile devam etmiştir. Kaş, Bezirgan Köyü Köy Tasarım Raporu çalışmaları ise halen devam etmektedir ([Antalya Büyükşehir Belediyesi 2015](#)).

Ülkemizdeki mevcut çalışmalar Mimarlık ve Şehir ve Bölge Planlama disiplinlerinin bakış açısı ile çoğunlukla köylerin yapısal özellikleri ve mimarisi üzerine yoğunlaşmaktadır. Diğer yandan Köy Tasarım Rehberleri yerleşim, yapı, parsel ve bahçe özellikleri, kültürel değerler üzerinde çoklu kriterlere dayanmaktadır. Bu bağlamda Köy Tasarım Rehberlerinin hazırlanmasında kırsal peyzaj karakterlerinin yerinin belirlenmesi amacıyla bu çalışma yürütülmüş ve örnek alan olarak Antalya, Elmalı İlçesi seçilmiştir. Mevcut çalışmalardan farklı olarak kırsal peyzajlar, kırsal peyzaj karakterleri ve kırsal peyzajlarda önemli bir yer tutan köyler peyzaj ölçeğinde incelenmiş ve Köy Tasarım Rehberlerinin hazırlanması süreci peyzaj mimarlığı bakış açısı ile ele alınmıştır.

Zengin tarihi geçmişi ve doğal yapısı ile Antalya ili, Elmalı İlçesi kırsal ve kültürel peyzaj özelliklerinin çoğunluğunu hala korumaktadır. İlçede yer alan ambarlar, arı serenleri, geleneksel mimari dokusu ve kırsal yerleşim yapısı gibi kırsal ve kültürel özellikleri Elmalı kırsal peyzaj karakterlerinin tanımlanmasında etkin rol oynamaktadır. Çalışmada, Köy Tasarım Rehberleri oluşturulması kapsamında Elmalı İlçesi'nde, geleneksel mimari dokunun yanında, mahallelerin yerleşim dokusu ve konum özellikleri ışığında örneklenen köyler kırsal peyzaj karakterleri ve Köy Tasarım Rehberi bileşenleri açısından analiz edilmiştir. İncelenen örneklerde Köy Tasarım Rehberlerinin ağırlık verdiği başlıklardan olan yapısal doku ve mimariye ek olarak; bu rehber yöre peyzajı ölçeğinde ve kırsal peyzaj karakterleri ile tanımlanmaya çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı olarak Antalya İli, Elmalı İlçesi seçilmiştir. Elmalı ilçesi Akdeniz Bölgesi'nde, Toros Dağları'nın ve Antalya Körfezi'nin batısında, Teke Yarımadası'nın orta bölümünde yer almaktadır. Elmalı, kuzeyde Korkuteli, doğuda Kumluca, güneydoğuda Finike, güneyde Kaş, batıda Muğla ile komşudur ([Şekil 1](#)).

Araştırma materyali olarak, Elmalı İlçesi kırsalında bulunan ve 2012 yılında kabul edilen 6360 sayılı Büyükşehir Yasası ile mahalleye dönüştürülen kırsal yerleşimlerden Düden, Armutlu, Yalnızdam, Yılmazlı, Bozhüyük ve Gümüşyaka köyleri seçilmiştir.

Elmalı yöresi Akdağ, Yumrucağ, Elmalı ve Kızılca dağları ile çevrelenmiş Elmalı Ovasını içinde ve çevresinde konumlanmış kırsal yerleşimleri ile öne çıkmaktadır.

Köylere dair kırsal peyzaj karakterleri; özellikle de konum, yerleşim formu ve tipi, ortak mekanları ile yerleşim özellikleri ve konutlar başta olmak üzere geleneksel yapıları araştırma materyali olarak detaylı bir şekilde incelenmiştir.

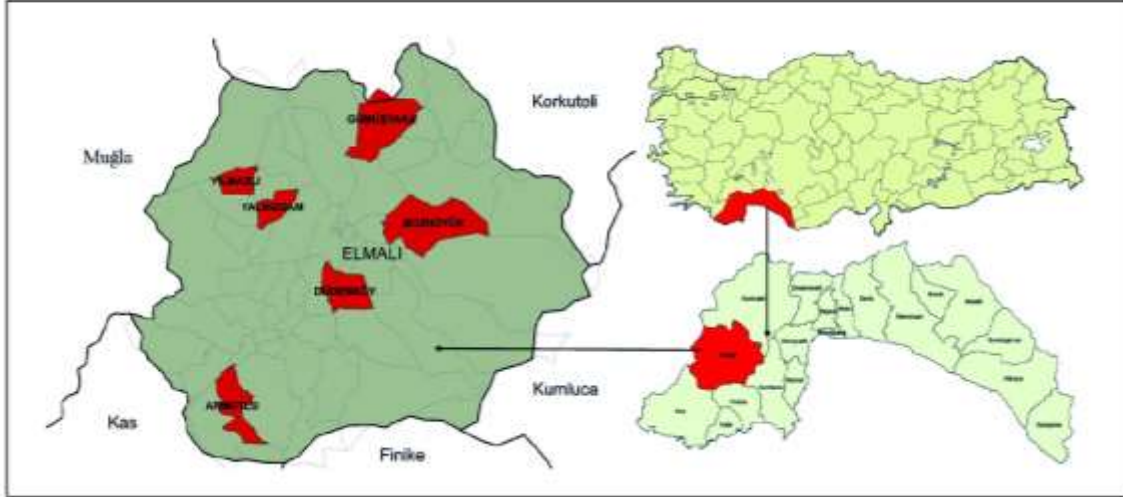
Araştırmada yardımcı materyal olarak özellikle de araştırma alanına ait doğal verilerin analizinde ve haritaların üretilmesinde; Harita Genel Komutanlığı tarafından hazırlanan topografya haritaları, Maden Tetkik ve Arama Kurumu'na hazırlanan jeoloji haritaları, mülga Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'ndan elde edilen toprak haritaları, mülga Orman Bakanlığı'ndan sağlanan orman meşçere haritaları ve doğal

bitki örtüsü hakkında dokümanlar, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nden elde edilen hidrolojik yapıyla ilgili haritalar, Sosyal ve demografik yapı ile ilgili gerekli literatür ve istatistiksel veriler kullanılmıştır.

Çalışma yöntemi Elmalı ilçesi kırsal peyzaj karakterlerinin konum, form, ortak mekânlar gibi yerleşim özellikleri; yapı stili ve malzemesi gibi mimari özellikleri; bağ, bahçe, tarla gibi kırsal alan kullanımlarının incelemeleri ışığında ortaya çıkan

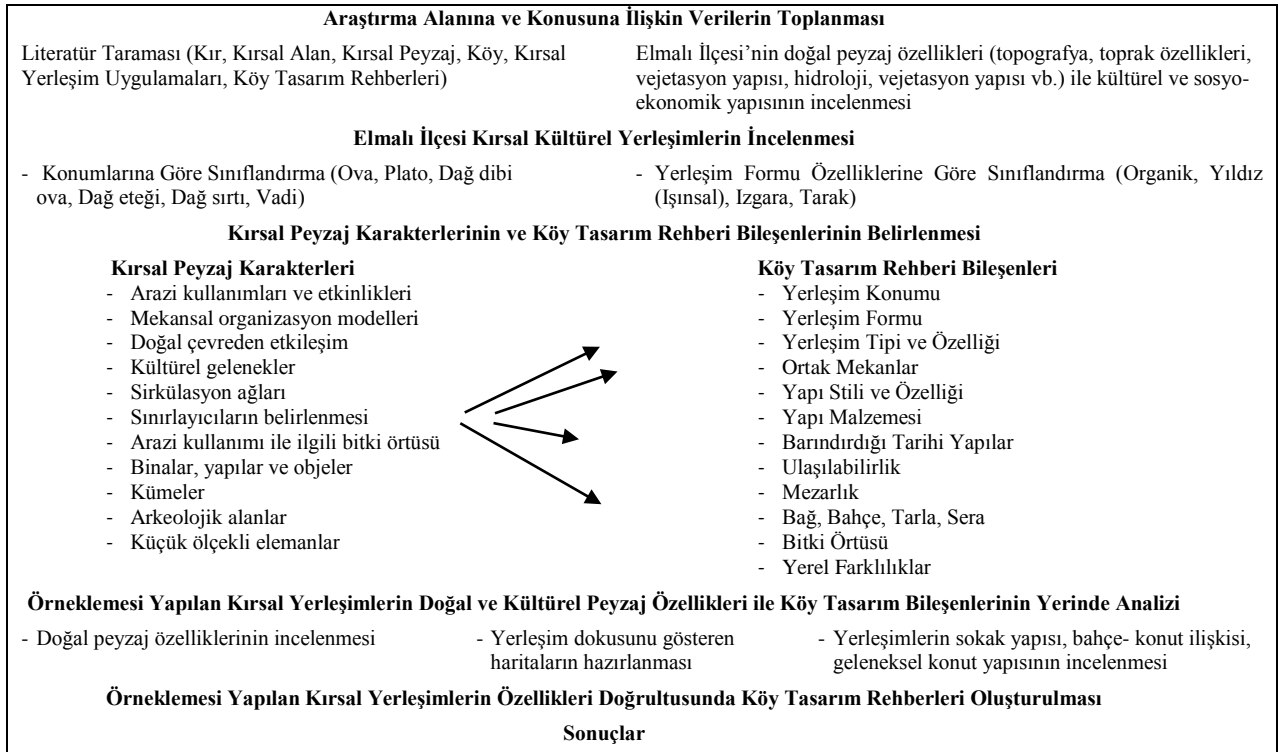
Köy Tasarım Rehberleri bileşenleri ile ilişkilendirilmesi temeline dayanmaktadır (Şekil 2).

Çalışmanın birinci aşamasında araştırma alanı olan Elmalı İlçesi kırsal ve kültürel peyzajları, yerleşim dokusu, bahçe ve geleneksel mimari yapısına ilişkin veriler ile Köy Tasarım Rehberlerine ait çalışmalar incelenmiş, ayrıntılı bir literatür taraması yapılmış, ve alanın doğal yapısına ilişkin veriler temin edilerek haritalanmıştır.



Şekil 1. Araştırma alanı genel konumu ve örneklenen köyler (Orijinal 2018).

Figure 1. Location of research area and selected villages (Orijinal 2018).



Şekil 2. Çalışmanın akışı.

Figure 2. Flow of the study.



Çalışmanın ikinci aşamasında örnekleme için seçilen köyler incelenmiştir. Köyler, peyzaj karakter farklılığını ortaya koyabilmek ve rehberler açısından değerlendirmesini yapabilmek amacıyla konum ve yerleşim formu özelliklerinin çeşitliliği dikkate alınarak seçilmiştir. Kırsal yerleşim dokusu **Avcı (2016)**'dan yola çıkılarak izgara, lineer, yıldız (ışınsal), tarak, yay ve organik olarak belirlenmiştir ve belirlenen yerleşim formlarının Elmalı İlçesi kırsal yerleşimindeki dağılımı gösterilmiştir. Bu kriterler doğrultusunda üçüncü aşamada Elmalı İlçesi'nde bulunan mahalleler arasından yerleşim dokusunun incelenmesi amacıyla 6 adet kırsal yerleşim örneği seçilmiş ve detaylı incelemeler yapılmıştır. Burada öncelikle **Swanwick (2002)**, **Atik ve Ortaçşme (2010)**'ye göre Kırsal Peyzaj Karakterleri incelenmiştir.

Elmalı İlçesi'ndeki geleneksel ve kültürel elemanlarını yerinde incelemek amacıyla yapılan arazi çalışmalarında, Elmalı İlçesi'nde örnekleme için seçilen Düden, Armutlu, Yalnızdam, Yılmazlı, Bozhüyük ve Gümüşyaka köylerinin kuruluşu, tarihi, gelenekleri, devam eden kırsal alan kullanımları ve gelenekler ile geleneksel konut özellikleri ve yapılarına ilişkin bilgiler toplanmıştır. Aynı zamanda köyde cereyan etmiş doğal afetler, köyde geçmişte ve bugün halen kullanılan merkez noktaları, buluşma mekanları tanımlanmıştır.

Kırsal peyzaj karakterlerine yönelik olarak Düden, Armutlu, Yalnızdam, Yılmazlı, Bozhüyük ve Gümüşyaka köyleri örneklerinde alan kullanım faaliyetleri peyzaj deseni, doğal çevre ilişkisi, kültürel yapı ve gelenekler, bağlantı ağları, sınır elemanları, alan kullanımlarına bağlı bitki örtüsü, yerleşimler, binalar ve yapılar konusunda arazi gözlemleri gerçekleştirilmiş; yerleşimin doğal peyzaj özellikleri, yerleşim içinde yer alan cami, çeşme, okul, kahve, sağlık ocağı ile varsa köy meydanı olarak tanımlanacak ortak kullanımı gösteren alanlar tanımlanmıştır.

Elde edilen sonuçları ile bu çalışma, Elmalı İlçesinden seçilen Düden, Armutlu, Yalnızdam, Yılmazlı, Bozhüyük ve Gümüşyaka köyleri için hem Köy Tasarım Raporları hem de Köy Tasarım Rehberleri niteliği taşımaktadır. Köy Tasarım Rehberleri bileşenleri Kırsal peyzaj karakterleri ile fiziksel plan altlıklarına dönüştürülebilir. Bu açıdan çalışma sonuçları Antalya Büyükşehir Belediyesi'nin ilçeler ölçeğinde Köy Tasarım Rehberlerine yönelik köy karakterlerinin tanımlanmasına önemli katkı sunacak niteliktedir.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Çalışma alanı doğal yapısı

Elmalı, 1000 metre üzerindeki yüksek dağ düzlükleri olan Elmalı Ovası ve ovayı çevreleyen yüksek dağ geçişleri ile şekillenmiştir. Akdeniz Bölgesi sınırları içerisinde yer almasına rağmen deniz seviyesinden 1050 m yükseklikteki ovalar ve dağ etekleri üzerine yerleşmiş olması, denizden iç kısımda yer alması ve çevresinde yüksek dağlar bulunmasından dolayı kara iklimi özelliği taşımaktadır. Yerleşim bölgeleri çoğunlukla, 1050 m yüksekliğindeki düzlük alanlar ile 1050 ve 1500 m arasındaki dağ yamaçlarında yer almaktadır (**Danacı 2012**). Elmalı, zengin yüzey suyu kaynaklarına sahip olmakla beraber Karapınar, Kırkpınar, Gökpınar, Kazanpınar bu kaynaklardan birkaçıdır. Aynı zamanda Elmalı İlçesi'nde, Karagöl ve Avlan olmak üzere iki göl bulunmaktadır. Elmalı İlçesi, Akdeniz doğal bitki örtüsünün 1000 m üzerindeki çam ve sedir herdem yeşil ormanları yanında; ardıç, karaçam, kızılçam, meşe, sedir, servi türlerinin bireysel ve karışık ormanlar ile tanımlanmaktadır.

#### 3.2. Sosyo-ekonomik yapı

Elmalı İlçesi'nin tarihsel süreç içerisindeki, nüfus ve demografik yapısı incelendiğinde, Elmalı İlçesi'nde, merkezde Müslüman ve azınlık nüfusun ve çevresinde ise dağınık göçebe halkın yaşadığı olduğu belirtilmektedir (**Özdemir 1992; Ekiz 2001**).

Elmalı İlçesi'nde nüfusun çoğunluğu tarım ile geçimini sağlamaktadır. Bölgede bitkisel üretimin yanı sıra hayvansal üretim de ekonomik faaliyetler arasındadır. Elmalı'da yetiştirilen başlıca ürünler arasında kuru mahsuller, elma, şeker pancarı yer almaktadır. Son yıllarda seracılık da ilerleme göstermekte ve sera sebzeçiliği yaygınlaşmaktadır. İlçede, büyükbaş ve çoğunlukla küçükbaş yetiştirilmektedir.

#### 3.3. Tarihi kültürel yapı

Çok sayıdaki Höyük ile geçmişi tarih öncesi dönemlere uzanan Elmalı Bölgesi'nde yaşayan birçok uygarlığın izleri bulunmaktadır. Cilalı Taş Devrinden, Likyalılar, Romalılar, Bizanslıların hüküm sürdüğü bölge 1080 yılında Selçuklu, 1423'te de Osmanlı hakimiyetine geçmiştir (**Çizelge 1**). Elmalı ilçe merkezinde halen kullanılan tarihi geleneksel konut dokusu ve cami, hamam gibi tarihi yapılar bulunmaktadır.

**Çizelge 1.** Elmalı Bölgesi tarihsel gelişimi (**Ekiz 2001; Özgen 2008; Danacı 2012**).

**Table 1.** Historical development of Elmalı district (**Ekiz 2001; Özgen 2008; Danacı 2012**).

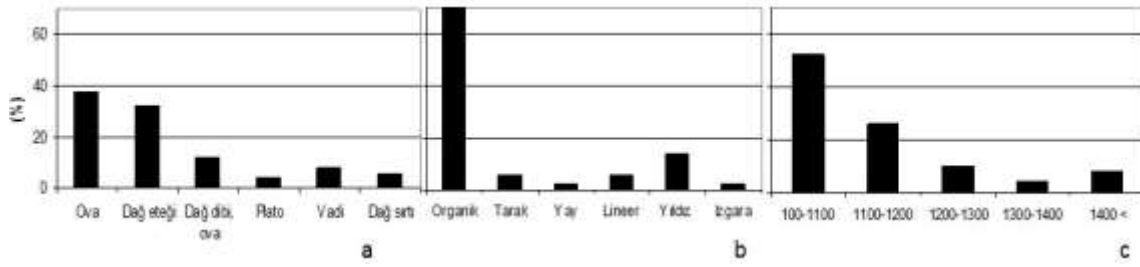
Yıllar	Dönemler
.....	Cilalı Taş, Bakır, Tunç, Demir Çağı
M.Ö. IX- M.Ö. 546	Likyalılar
M.Ö. 546- M.Ö. 333	Pers (Satraplar)
M.Ö.333-M.Ö.188	Büyük İskender ve halefleri devri
M.Ö. 188-M.S. 395	Romalılar
M.S. 395-M.S. 1080	Bizanslılar
M.S. 1080-M.S. 1324	Selçuklular
M.S. 1324-M.S. 1423	Teke Beyliği
M.S. 1423-M.S. 1920	Osmanlılar
M.S. 1923	Cumhuriyet Dönemi

#### 3.4. Elmalı ilçesi kırsal yerleşimleri

Köy Tasarım Rehberleri'nin ana bileşeni olan "kırsal yerleşimler" aynı zamanda kırsal peyzaj karakterlerinden biridir ve çoğu zaman da içinde buldukları doğal peyzaj karakterlerinin etkisi ile şekillenmektedir. Elmalı İlçesi ölçeğinde köylerin yükseklik, konum ve yerleşim formlarına bakıldığında; Elmalı ilçesi kırsal yerleşimlerinin % 38'inin ova konumunda; ve % 70 oranla organik yerleşim formunda yer aldığı görülmektedir (**Şekil 3**).

Elmalı kırsal yerleşimleri ortalama yükseklik; ova, dağ dibi ova, dağ eteği, dağ sırtı, plato ve vadi olmak üzere konum ve tarak, yıldız (ışınsal), izgara, lineer, yay ve organik olmak üzere yerleşim formu özellikleri arasındaki korelasyon analizi, özellikle ortalama yükseklik ile konum arasında istatistiksel anlamda  $P < 0.01$  düzeyinde önemli bir ilişki olduğunu göstermiştir (**Çizelge 2**).

Korelasyon analizi esas olarak Elmalı İlçesinde yer alan toplam 51 köy yerleşiminin ortalama yükseklikleri 6 kategoride sınıflandırılarak  $X^2$  analizlerine gidilmiş ve kırsal yerleşimlerin konum ve form özelliklerinin yükseklik durumuna göre dağılımları incelenmiştir (**Çizelge 3**).



Şekil 3. Elmalı Bölgesi kırsal yerleşimleri konum (a); yerleşim formu (b); yükseklik (c) dağılımları.

Figure 3. Elmalı rural settlements location (a); settlement form (b); height (c) distributions.

Çizelge 2. Elmalı kırsal yerleşimleri yükseklik, konum ve yerleşim formu arasındaki korelasyon analizi.

Table 2. Correlation analysis between Elmalı rural settlements, elevation, location and settlement form.

	Ortalama Yükseklik	Konum	Yerleşim Formu
Ortalama Yükseklik	1	.385**	.247
Konum		1	.080
Yerleşim Formu			1

( $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$  ve  $P < 0.001$ )

Çizelge 3. Kırsal yerleşimlerin konum ve form özelliklerinin yükseklik durumuna göre dağılımları (%).

Table 3. Distribution of location and form characteristics of rural settlements according to elevation (%).

Konum ve Form	Kırsal Yerleşimlerin Yükseklik Dağılımları (metre)					
	1030-1050	1050-1100	1100-1200	1200-1300	1300-1400	1400-1500
<b>Konum</b>						
<i>Ova</i> ,	42.1	26.3	21.1	10.5	0.0	0.0
<i>Dağ dibi Ova</i>	14.3	28.6	28.6	14.3	14.3	0.0
<i>Dağ Eteği</i>	25.0	18.8	37.5	6.2	12.5	0.0
<i>Dağ Sırtı</i>	0.0	0.0	33.3	0.0	33.3	33.3
<i>Plato</i>	25.0	25.0	0.0	25.0	25.0	0.0
<i>Vadi</i>	0.0	50.0	0.0	0.0	50.0	0.0
<b>Yerleşim Formu</b>						
<i>Tarak</i>	25.0	50.0	25.0	0.0	0.0	0.0
<i>Yıldız (Işinsal)</i>	42.9	0.0	42.9	14.3	0.0	0.0
<i>İzgara</i>	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Lineer</i>	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0	0.0
<i>Yay</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
<i>Organik</i>	25.7	22.9	22.9	11.4	14.3	2.9

Buna göre ova yerleşimlerinin % 42.1'i ve dağ dibi, ova yerleşimlerinin % 25'i 1020-1050 metre yükseltilerde bulunurken, dağ eteği yerleşimlerinin % 37.5'i 1100-1200 metreler arasında yer almaktadır. Vadi yerleşimleri ise ağırlıklı olarak 1050-1100 metre ve 1300-1400 metre yüksekliklerde görülmektedir.

Yükseltinin değeri ve köy sınırları içerisindeki değişiklik gösterme durumu yerleşimde bitki örtüsü çeşitliliği, üretilen tarım ürünü deseni, doğal çevreden etkileşim, mimari yapıda kullanılan malzemeler gibi etmenleri şekillendirmektedir.

Yerleşim konumu ova, vadi plato, kıyı, dağ sırtı, dağ yamacı gibi farklı özelliklerde olmakla birlikte arazi kullanımı, kültürel peyzaj özelliklerinin gelişimini de etkilemektedir. Doğal çevreden etkileşim çoğu zaman konum, yöreye özgü yapılarda kullanılan malzeme ve yerleşim dokusunun yoğunluğu üzerinde etkili olmaktadır. Bu etkileşim ile yerleşimlerin tarım terasları, üretim çeşidi, geleneksel yapı malzemeleri ve yapı türleri de çeşitlilik göstermektedir.

Yerleşim formlarının oluşumunda topografya, hidroloji, konum özellikleri, vadi yapısı ve bu özelliklerin etkileri belirleyici olmakla birlikte aynı özellikler yerleşimin toplu veya dağınık olma durumunu da etkilemektedir.

### 3.5. Düden, Armutlu, Yalnızdam, Yılmazlı, Bozhüyük ve Gümüşyaka örneğinde köy tasarımı rehberi bileşenlerinin analizi

Çalışma alanının büyüklüğü de dikkate alınarak Kırsal Peyzaj Karakterleri ve Köy Tasarım Rehberleri bileşenlerin daha detaylı bir şekilde incelenebilmesi ve köy tasarımı raporu ve rehberi konusunda daha somut bilgilere ulaşabilmek için genel özellikleri incelenen köyler arasında Düden, Armutlu, Yalnızdam, Yılmazlı, Bozhüyük ve Gümüşyaka olmak üzere 6 adet örnekleme alanı seçilmiştir. Bu köylerin mahalle'lerin seçiminde farklı konum ve yerleşim formu özellikleri dikkate alınmıştır.

Kırsal yerleşimlerin kurulum aşamasında etkili olan ve üretim faaliyetleri, bahçe dokusu ve yapılar ile kullanılan malzemelere kadar etkin rol oynayan kriter olarak kırsal yerleşimlerin konumları örnekleme alanlarının seçiminde etkili bir faktör olmuştur. Bu bağlamda Elmalı İlçesi'nde yer alan 51 kırsal yerleşim üzerinde konum özellikleri incelenmiş ve dengeli bir dağılım olması için her bir konumdan bir mahalle seçilmiştir. Örnekleme alanlarının seçiminde temel alınan faktörlerden biri de yerleşim formudur. Seçilen kırsal yerleşimlerin yerleşim formu özellikleri dikkate alınarak Elmalı İlçesi'nde belirlenen yerleşim formu örneklerinde de bir dağılım gözlemlenmiştir (Şekil 4).

Örnekleme için seçilen 6 köy için kırsal peyzaj karakterleri ve Köy Tasarım Rehberi bileşenleri belirlenmiş olup, öne çıkan özellikler Çizelge 4 ve Çizelge 5'te gösterilmiştir. Örneklenen 6 yerleşimde değerlendirilen kırsal peyzaj karakterlerinde ortak bazı kriterler gözlemlenmiştir. Bu kriterlerden alan kullanım faaliyetleri; tarımsal faaliyetler, sebze ve meyve üretimi ile hayvancılık olup bölge özelliklerinin bir sonucu olarak çoğunlukla tahıl, sebze ve meyve üretimi gerçekleştirilmektedir. Geleneksel olarak öne çıkan bölgeye has kültürün yansıması olarak köy düğünleri, pehlivan güreşleri, Hıdırellez kutlamaları yapılmaktadır. Seçilen kırsal yerleşimlerde mülkiyet tanımlamaları yığma taş duvarlar ve yer yer üzeri duvar çalı demetleri ile sağlanmıştır. Bozhüyük'te örneklenen diğer köylerden farklı olarak daha yüksek bahçe duvarları öne çıkmaktadır.

Yerleşim özellikleri içerisinde çoğunlukla köy camisi ve çevresi ile okul binasının ortak mekan olarak kullanıldığı görülmektedir. Armutlu köyünde farklılık gösteren meydan kullanımı köyün eski harman yerinde yer alan çamaşırılık alanında gerçekleşmektedir. Yapısal özellikler genel hatlarıyla malzeme ve yapım tekniği açısından benzerlik göstermekle birlikte çoğunlukla doğal taş, kerpiç ve ahşap hatıllı, tek ya da iki katlı geleneksel konutlar göze çarpmaktadır. Ambar, ahır, ahır-depo, samanlık gibi yapılar ile yer yer ağdalık ve ekmeklik

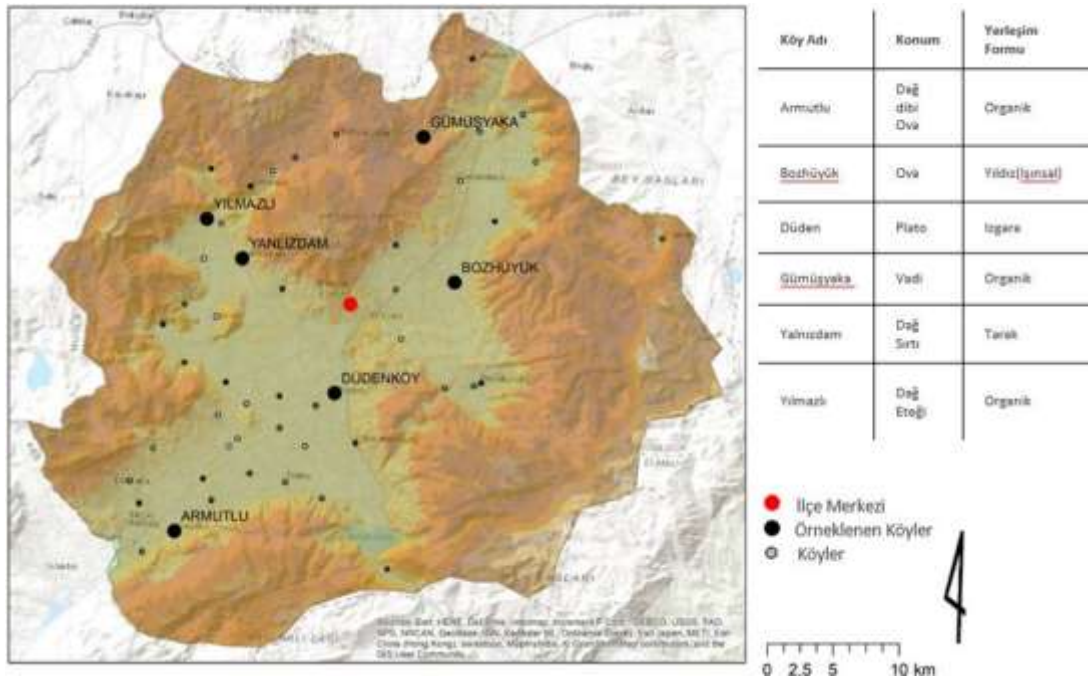
yapıları konutlarla birlikte bahçe organizasyonunu oluşturan yapı türleridir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Kırsal peyzaj karakterlerinin en belirleyici unsurları arasında kırsal yerleşimler, köyler gelmektedir. İklim, topografya, hidroloji gibi doğal çevrenin varlığı ile şekillenmiş, yörede bulunan erişilebilir yapım malzemeleri ile inşa edilmiş geleneksel yapılar ve bahçelerin iç içe geçtiği ve doğal çevreye uyumlu organik yapıdaki kırsal yerleşimler aynı zamanda kültürel miras alanlarıdır. Kırsal kültürel peyzajların en nitelikli örnekleri olan kırsal yerleşimlerin doğru araçlar ile yönetilebilmesi için her şeyden önce karakterlerinin bilinmesi gereklidir.

Türkiye'de Köy Tasarım Rehberlerinin hazırlanmasına yönelik çalışmalar 2012 yılından itibaren hız kazanmıştır. Burada 2012 tarihli On Dört İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Yedi İlçe Kurulması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun 6360 sayılı kanun (Resmi Gazete 2012) ile ortaya çıkan ve kırsal alanlarda başlayacak olan imar uygulamaları için ortaya çıkan bilgi ihtiyacı etkili olmuştur.

On Dört İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Yedi İlçe Kurulması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun ile 2018 yılı itibariyle Antalya gibi Büyükşehir Belediyelerinin imar uygulamaları kırsal alanlar içinde geçerli olacaktır. Kanun ile köy statüleri mahalleye dönüştürülmüş ve köy tüzel kişilikleri kaldırılmıştır. Kısa ve orta vadede ise kentlerdeki imar uygulamaları kırsal yerleşimler, köyler için de geçerli olacaktır. Söz konusu uygulama köylerin kentleşmesi ve kırsal karakterlerin kentsel dokuya dönüşmesine neden olacaktır. Bu çalışmada, 6360 sayılı kanun doğurduğu ihtiyaç da dikkate alınarak Antalya, Elmalı örneğinde kırsal peyzaj karakterleri



Şekil 4. Örnekleme yapılan köylerin konum ve yerleşim formu özellikleri.

Figure 4. Location and settlement form properties of selected villages.



**Çizelge 4.** Düden, Armutlu ve Yalnızdam Köyleri öne çıkan Kırsal Peyzaj Karakterleri ve Köy Tasarım Rehberi Bileşenleri.**Table 4.** Rural Landscape Characters and Village Design Guide Components of Düden, Armutlu and Yalnızdam Villages.

<b>DÜDEN KÖYÜ MAHALLESİ</b>		
<b>Kırsal Peyzaj Karakterleri</b>	<b>Köy Tasarım Bileşenleri</b>	
Peyzaj Deseni	<b>Yerleşim Özellikleri</b>	
	Yerleşim Konumu	Plato düzlüğü
	Yerleşim Formu	İçinden geçen karayolu bağlantıları ile ızgara formunda bir yerleşim dokusu söz konusudur.
Doğal Çevre İlişkisi	Yerleşim Formunun Oluşumunda Etkili Doğal Faktörler	Topoğrafik yapı ve plato düzlüğü Düden kırsal yerleşim dokusunun gelişiminde etkili faktördür.
	<b>Kültürel Değerler</b>	
	Barındırdığı Tarihi Yapılar	Üç katlı ambar-ev-ambar yapılarının yanı sıra, köye adını veren Düden Suyu ve geçmiş yıllarda mesire alanı olarak kullanılan Düden mevkii köyün tarihi açısından öne çıkan unsurlardır.
Bağlantı Ağları	Yerel Farklıklar	Izgara yerleşim yapısı, geniş bahçe alanı, diğer örneklere göre daha büyük ve geniş konut yapıları ile hayvancılığın bir göstergesi olan üstü depo, samanlık altı ahır olarak kullanılan geleneksel yapılarıdır.
<b>ARMUTLU KÖYÜ MAHALLESİ</b>		
<b>Kırsal Peyzaj Karakterleri</b>	<b>Köy Tasarım Bileşenleri</b>	
Peyzaj Deseni	<b>Yerleşim Özellikleri</b>	
	Yerleşim Konumu	Dağdibi ova
	Yerleşim Formu	Organik
Doğal Çevre İlişkisi	Yerleşim Formunun Oluşumunda Etkili Doğal Faktörler	Topoğrafik yapı Peynirgediği Tepesi ve hemen önündeki ova düzlüğü yerleşim dokusunun gelişiminde etkili faktördür.
	<b>Kültürel Değerler</b>	
	Barındırdığı Tarihi Yapılar	-Kültürel değer açısından köy içi ve çevresindeki "in" adı verilen kaya mezarları -Köy içinde 7 adet olan ve bugün hala kullanılabilir nitelikteki su kuyuları ve köy çamaşırlığı ile Yedi Kuyular mevkii -Eski Köy Harmanı
Bağlantı Ağları	Yerel Farklıklar	Peynirgediği Tepesi'nin oluşturduğu ilginç yapı, dağ eteği yerleşim yapısı, ova düzlüğünde karayolu ağları boyunca gelişen yeni yerleşim alanları, tarla ve bahçeleri tanımlayan toprak hendek kanalları ve ağaç koridorları
<b>YALNIZDAM KÖYÜ MAHALLESİ</b>		
<b>Kırsal Peyzaj Karakterleri</b>	<b>Köy Tasarım Bileşenleri</b>	
Peyzaj Deseni	<b>Yerleşim Özellikleri</b>	
	Yerleşim Konumu	Dağ sırtı yerleşimidir.
	Yerleşim Formu	Tarak yerleşim formu görülmektedir.
Doğal Çevre İlişkisi	Yerleşim Formunun Oluşumunda Etkili Doğal Faktörler	Kaklık Tepesi, Kurt Tepesi ile Kocain Göğü Deresi Yalnızdam kırsal yerleşim dokusunun gelişiminde etkili faktördür.
	<b>Kültürel değerler</b>	
	Barındırdığı Tarihi Yapılar	Ağdalık, ekmeçlik, ambar
Bağlantı Ağları	Yerel Farklıklar	-Konutların büyük oranda terk edilmiş olmasına rağmen, tahıl ambarlarının halen kullanılıyor olması -Bahçelerin ise sebze ve meyve üretimi ile halen canlı, kullanılıyor olması

**Çizelge 5.** Yılmazlı, Bozhüyük ve Gümüşyaka Köyleri öne çıkan Kırsal Peyzaj Karakterleri ve Köy Tasarım Rehberi Bileşenleri.**Table 5.** Rural Landscape Characters and Village Design Guide Components of Yılmazlı, Bozhüyük and Gümüşyaka Villages.

<b>YILMAZLI KÖYÜ MAHALLESİ</b>			
<b>Kırsal Peyzaj Karakterleri</b>		<b>Köy Tasarım Bileşenleri</b>	
Peyzaj Deseni	Alan örtü organizasyonu açısından Yılmazlı'da yerleşim dokusu içinde kiremit ve çinko gibi çatı örtüsü, köyün hemen önüne açılan ovada ise tarla ve bahçeler ile seralar peyzaj deseninin tanımlayıcı unsurları olmuştur.	<b>Yerleşim Özellikleri</b>	
		Yerleşim Konumu	Dağ eteği yerleşimidir.
		Yerleşim Formu	Organik yerleşim formundadır.
Doğal Çevre İlişkisi	Köyün yer aldığı dağ ile ova arasındaki "eşik alan" ile köyün hemen önündeki tarım alanlarının içinden geçen Göğü Deresi doğal çevreyle olan ilişkisini tanımlamaktadır.	Yerleşim Formunun Oluşumunda Etkili Doğal Faktörler	Bahçklar ve Salur Dağları ile Göğü Deresi Yılmazlı kırsal yerleşim dokusunun gelişiminde etkili faktördür.
		<b>Kültürel değerler</b>	
		Barındırdığı Tarihi Yapılar	Köy çevresinde iki mağara bulunmaktadır. Ambar, ekmeçlik ve ahırlar geleneksel yapıları arasındadır.
Bağlantı Ağları	Köyün en önemli bağlantı ağı Göğü Deresidir.	Yerel Farklıklar	Altı tek oda ile konut üstü ise tahıl ambarı niteliğinde olan ev ambarlar Yılmazlı Köyüne özgü bir yapı sergilemektedir.
<b>BOZHÜYÜK KÖYÜ MAHALLESİ</b>			
<b>Kırsal Peyzaj Karakterleri</b>		<b>Köy Tasarım Bileşenleri</b>	
Peyzaj Deseni	-Alan örtü organizasyonu açısından Bozhüyük ortak bir merkezden çevreye doğru ışınsal bir gelişim formuna sahip kırsal yerleşimdir. -Yerleşim hemen çevresinde çoğunlukla seralar ile tarla ve bahçe tamamlanmaktadır.	<b>Yerleşim Özellikleri</b>	
		Yerleşim Konumu	Ova yerleşimidir.
		Yerleşim Formu	Işınsal yerleşim formu söz konusudur.
Doğal Çevre İlişkisi	Elmalı Ovası, ova düzlüğü Bozhüyük'ün doğal çevre ile olan en güçlü ilişkisini tanımlamaktadır.	Yerleşim Formunun Oluşumunda Etkili Doğal Faktörler	Elmalı Ovası, Göl Yeri, Göl Tarla olarak da bilinen geniş düzlükler
		<b>Kültürel değerler</b>	
		Barındırdığı Tarihi Yapılar	Ambar, Ağdalık, 1955 yapımı Taş Cami, Sarnıç
Bağlantı Ağları	Köyün en önemli doğal bağlantı ağı Elmalı'dan ulaşımın sağlandığı ana karayolu bağlantısıdır.	Yerel Farklıklar	-Yüksek bahçe duvarları -Kerpiç yapı malzemesi -Bahçe içindeki organizasyon
<b>GÜMÜŞYAKA KÖYÜ MAHALLESİ</b>			
<b>Kırsal Peyzaj Karakterleri</b>		<b>Köy Tasarım Bileşenleri</b>	
Peyzaj Deseni	Alan örtü organizasyonu açısından vadi yapısı sergilemektedir.	<b>Yerleşim Özellikleri</b>	
		Yerleşim Konumu	Vadi yerleşimi
		Yerleşim Formu	Organik yerleşim formu
Doğal Çevre İlişkisi	Köyün içinde su kaynakları ve vadi yapısı doğal çevre ile olan en güçlü ilişkisini tanımlamaktadır.	Yerleşim Formunun Oluşumunda Etkili Doğal Faktörler	Vadi yapısı, dereler
		<b>Kültürel değerler</b>	
		Barındırdığı Tarihi Yapılar	Kovanlar, Ambar, Ahşap cami
Bağlantı Ağları	Köyün içindeki ve çevresindeki vadiler en önemli doğal bağlantı ağlarını temsil etmektedir.	Yerel Farklıklar	-Ambarlar, doğal taş yapı malzemesi, bahçe içindeki organizasyon

temelinde Köy Tasarım Rehberlerinin tanımlanması amaçlanmıştır. Burada kırsal peyzaj karakterleri alan kullanım faaliyetleri peyzaj deseni, doğal çevre ilişkisi, kültürel yapı ve gelenekler, bağlantı ağları, sınır elemanları, alan kullanımına bağlı bitki örtüsü ile Köy Tasarım Rehberi bileşenleri ise yerleşim özellikleri, yapı özellikleri, parsel, bahçe özellikleri, kültürel değerler başlıkları altında detaylı olarak ele alınmıştır.

Mevcut çalışmalar ile karşılaştırıldığında [Kastamonu Küre Ersizlere Köy Tasarım Rehberi \(2015\)](#)'nde hane halkı anketleri ve odak grup görüşmeleri ile köy halkının tasarım sürecine katkısı sağlanmıştır. Elmalı örneğinde ise odak grup olarak değerlendirilebilecek köy muhtarları ile yapılan görüşmeler özellikle yerleşim tarihi ve yörenin kültürel yapısı ile ilgili bilgilerin rehberlere aktarılmasını mümkün kılmıştır. [Alvechurch Parish Design Statement \(2012\)](#) ile Alvechurch Bölgesi'nde yapılan rehber çalışmasında rehber daha çok sokak dokusunda yoğunlaşmıştır. 2008 yılında tamamlanan Doğu

Devon bölgesini kapsayan alan için yapılan "Landscape Character Assessment & Management Guideline" adlı çalışmada ise alan kullanımı üzerine incelemeler yapılmış ve mimari dokuya inilmediği görülmüştür. Bu çalışma, incelenen örnekler ile karşılaştırıldığında oluşturulan rehberlerin kırsal peyzaj karakterini belirleme ve mimari doku ile birlikte rehber entegrasyonu konusuna odaklanması aşamasında farklılık göstermektedir.

Kentlerdeki yapısal benzerliğin aksine, köylerde doğal çevrenin varlığı ile şekillenmiş kırsal peyzajların coğrafik açıdan farklılıklar içermesi beklenen bir durumdur. [Öğdül vd. \(2018\)](#) ölçek açısından Köy Tasarım Rehberleri arasında ülkelerin ayrıldığı İrlanda'da parsel, konum, yönlenme, bahçe düzeni gibi konut ölçeğinin; İngiltere'de ise daha çok köy ölçeğinde yerel kimliğin korunmasının öne çıktığını belirtmiştir. Bu çalışmada ise konut ölçeği ve köy ölçeği birlikte ele alınmış

olup kırsal peyzaj karakterleri ve köy tasarım rehberi bileşenleri altında değerlendirilmiştir.

İncelenen çalışma örneklerinden görüldüğü üzere rehberler farklı disiplinlerle işbirliği içinde gerçekleştirilmiştir. Bu durum rehberlerde yer alan meslek disiplinlerinin kendi alanları üzerinde yoğunlaşarak daha detaylı çalışmalar gerçekleştirilmesi ve sonuç olarak rehberin niteliklerini arttırması konusunda yarar sağlamıştır. Bu çalışma bir tez projesi olması açısından çokdisiplinli çalışmayı mümkün kılmamıştır. Bu yönüyle rehberi detaylandırma aşamasında geliştirilmeye açıktır.

## Kaynaklar

- Alvechurch Parish Design Statement (2012) The Parish of Alvechurch Bromsgrove District Worcestershire Village Design Statement, UK.
- Antalya Büyükşehir Belediyesi (2015) Bezirgan Köyü Tasarım Rehberi Çalışmaları- Analiz, Antalya Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığı, Antalya.
- ASLA (2006) "Rural Landscape, An ASLA Professional Practice Network". Fall 2006 <http://host.asla.org/groups/ruldgroup>. Erişim 24 Ağustos 2017.
- Atik M, Ortaçeşme V (2010) Peyzaj Karakter Analizi Yöntemi ile Antalya Side Bölgesi Kültürel Peyzajlarının Karakter Analizi. TÜBİTAK Projesi, Proje No: 108Y345.
- Avcı Ü (2016) Kırsal Kültürel Peyzajlarda Yerleşim Dokusu ve Geleneksel Konut Tipi Analizi: Antalya Korkuteli Örneği. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Doktora tezi, s. 214.
- Cullotta S, Barbera G (2011) Mapping traditional cultural landscapes in the Mediterranean area using a combined multidisciplinary approach: Method and application to Mount Etna (Sicily; Italy). *Landscape and Urban Planning*, 100(1-2): 98-108.
- Danacı HM (2012) Yöresel Mimari ve Kültürel Peyzaj Karakter Analizi: Antalya Elmalı Örneği. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, Antalya, s. 210.
- Ekiz A (2001) Düünden Bugüne Elmalı, Elmalı'yı Tanıtma ve Yardımlaşma Derneği, Tasarım ve Dizgi: Hüseyin Çimrin, Damla Ofset, Antalya, s. 159.
- Eminağaoğlu Z ve Çevik S (2007) Kırsal Yerleşmelere İlişkin Tasarım Politikaları ve Araçlar. Gazi Ü. Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi 22(1): 157-162.
- Görgün KE, Yörür N (2018) Kırsal Yerleşmelerde Özgün Dokunun Korunmasında Bir Araç Olarak Köy Tasarım Rehberleri: Ödemiş Bademli Örneği. TÜBA-KED 17/2018.
- Görmüş S, Atmış E, Artar M, Özkazanç NK, Günşen HB, Cengiz S, Tekebas S (2015) Küre Dağları Milli Parkı Köy Tasarım Rehberleri (Bartın Bölümü). Mutlu Basım Yayın, ISBN: 978-605-9895-05-7, İstanbul.
- Heritage Council (2006) Landscape Character Assessment (LCA) in Ireland: Baseline Audit and Evaluation. Final Report to the Heritage Council, Prepared by Julie Martin Associates in Association with Alison Farmer Associates, Dublin-Ireland.
- Kastamonu Küre Ersizlerdere Köy Tasarım Rehberi (2015) TC Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi.
- Landscape Character Network (2018) Guidance Landscape and seascape character assessments. <https://www.gov.uk/government/organisations/natural-england>. Erişim 04 Eylül 2018.
- Öğdül H, Kap Yücel SD, Ünsal BÖ, Aksümer G (2018) Kırsal Mekanda Yeni Düzenleme Araçları; Köy Tasarım Şeması, Köy Tasarım Rehberi ve Eylem Projeleri Bildiri Metni. Planlama 2018; (Ek Sayı 1): 52-72. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, İstanbul.
- Özdemir G (2015) Köy Tasarım Rehberleri Ve Denizli Örneğinde Kırsal Peyzaj Planlama Stratejileri. Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Bartın.
- Özgen İ (2008) Elmalı Ovası tarihi ve arkeolojik araştırmalar. R. Günay (editor), Elmalı ve Yöresel Mimarlığı, Ege Yayınları, İstanbul, 1-19. Resmi Gazete (1924) Köy Kanunu. 18/3/1924 tarih ve 442 sayılı Resmi Gazete.
- Resmi Gazete (2012) On Dört İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Yedi İlçe Kurulması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun (1) Kanun Numarası: 6360 Kabul Tarihi: 12/11/2012 6/12/2012 Tarih ve 28489 Sayılı Resmi Gazete.
- Swanwick C (2002) Landscape Character Assessment Guidance For England and Scotland. The Countryside Agency and Scottish Natural Heritage, England, pp. 84.



## Kentsel yeşil alan varlığının Niğde kenti örneğinde değerlendirilmesi

### Evaluation of presence of urban green space in the case of Niğde city

Rifat OLGUN<sup>id</sup>, Tahsin YILMAZ<sup>id</sup>

Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 07070, Antalya, Türkiye

Sorumlu yazar (Corresponding author): R. Olgun, e-posta (e-mail): rifatolgun@akdeniz.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): tahsin@akdeniz.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 22 Kasım 2018  
Düzeltilme tarihi 24 Şubat 2019  
Kabul tarihi 25 Şubat 2019

#### Anahtar Kelimeler:

Kentsel yeşil alan  
Aktif yeşil alan  
Park  
Niğde

#### ÖZ

Dünya nüfusunda yaşanan artışa bağlı olarak kentsel alanlardaki yapısal unsurlarda da hızlı bir artış meydana gelmektedir. Yapısal unsurlarda ortaya çıkan bu artış kentsel alanlardaki yeşil alanların zaman içerisinde azalmasına hatta yok olmasına neden olmaktadır. Özellikle de kentlerin gelişiminde önemli bir yere sahip olan mekânsal planlarda yeşil alanların dikkate alınmaması bu alanların kaybını hızlandırmaktadır. Bu çalışmada, orta ölçekli kent olan Niğde kenti içerisinde yer alan mevcut yeşil alanlar ile imar planlarında planlanan yeşil alanların niceliksel olarak sahip oldukları değerlerin karşılaştırılarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada ilgili kurum ve kuruluşlardan, arazi çalışmalarından ve çalışma alanı ile ilgili literatürden elde edilen veriler aracılığıyla gerçekleştirilen analizler sonucunda mevcut durumda 589 276.01 m<sup>2</sup>lik alana sahip 177 adet aktif yeşil alan olduğu ve kişi başına 4.09 m<sup>2</sup> aktif yeşil alan düştüğü belirlenmiştir. 2035 yılı projeksiyonuna göre hazırlanan uygulama imar planında ise 2 717 293.15 m<sup>2</sup>lik alana sahip 647 aktif yeşil alan bulunmaktadır. İmar planında yer alan aktif yeşil alanlar uygulandığı zaman mevcut nüfusa göre kişi başına düşen aktif yeşil alan miktarı 18.87 m<sup>2</sup> iken, plan kapasite nüfusuna göre kişi başına düşen aktif yeşil alan miktarının 6.29 m<sup>2</sup> olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda araştırma alanı içerisinde yer alan aktif yeşil alanların yetersiz olduğu tespit edilmiş olup, araştırma alanındaki yeşil alanların nicel artışını sağlamaya yönelik bir takım öneriler geliştirilmiştir.

#### ARTICLE INFO

Received 22 November 2018  
Received in revised form 24 February 2019  
Accepted 25 February 2019

#### Keywords:

Urban green space  
Active green space  
Park  
Niğde

#### ABSTRACT

Due to the increase in world population, there is a rapid increase in the structural elements in urban areas. This increase in structural elements causes the reduction of green spaces in urban areas over time. Particularly in the spatial plans that have an important place in the development of cities, not taking into account the green spaces accelerates the loss of these areas. In this study, it is aimed to determine the quantitative values of the green spaces planned in the zoning plans and the existing green spaces within the city of Niğde which is one of the medium-sized cities. In this context, the data obtained from the related institutions and organizations, field studies and the literature related to the study area is analyzed. As a result of analyzes, it has been determined 177 active green spaces (589 276.01 m<sup>2</sup>) and an active green space of 4.09 m<sup>2</sup> per capita in the current situation. In the application zoning plan prepared according to the projection of 2035, there are 647 active green spaces with a total area of 2 717 293.15 m<sup>2</sup>. When active green spaces in the application zoning plan are applied, it is determined that the active green space per capita is 6.29 m<sup>2</sup>, while the active green space per capita is 18.87 m<sup>2</sup> according to current population. In this context, active green spaces within the research area have been determined to be insufficient and a number of recommendations have been developed in order to ensure the quantitative increase of the green spaces in the research area.

## 1. Giriş

Kentler, dünyada yaşanan nüfus artışı ve göçler nedeniyle sosyo-kültürel, sosyo-ekonomik, ekolojik ve fiziksel olarak sürekli değişim halindedir (Aida ve ark. 2016; Chan ve Vu 2017) Kentlerde yaşanan bu değişim planlarda uygulanan hedeflere, stratejilere ve gerçekleştirilen faaliyetlere bağlı olarak

kentleri olumlu veya olumsuz yönde etkilemektedir. Ülkemizde de gerek nüfusun artması gerekse de kırsal bölgelerde yaşayan bireylerin kentlere göç etmesinden dolayı kentsel nüfus artmaktadır. Yaşanan nüfus artışına bağlı olarak kentler, hazırlanan mekânsal planlara (mekânsal strateji planları, çevre

düzeni planları ve imar planları) göre gelişim göstermektedir. Fakat çok sayıda faktörün dikkate alınarak multidisipliner çalışmalarla hazırlanması gereken bu planlar, birçok kurum tarafından yeterli teknik altyapı ve elemanın bulunmamasından dolayı ayrıntılı olarak hazırlanamamaktadır. Bu nedenle ekolojik temele dayalı bir gelişim gösteremeyen kentler zaman içerisinde sahip oldukları doğal ve kültürel ekolojik değerleri kaybetmektedir (Jaligot ve ark. 2018; Luo ve ark. 2018).

Kentlerin planlanmasına yönelik ülkelere göre farklılık gösteren ve her ülkenin kendi iç dinamiklerine göre belirlediği yasalar ve yönetmelikler bulunmaktadır. Türkiye'de de kentlerin planlanmasına yönelik farklı dönemlerde yayımlanarak yürürlüğe giren yasal mevzuatlar bulunmaktadır (Olgun ve Yılmaz 2017). Günümüzde kentsel yeşil alanların planlanmasına yönelik yasal boyutu 9 Mayıs 1985 tarihinde 18749 sayılı resmi gazetede yayınlanan 3194 sayılı imar kanunu ve 2 Eylül 1999 tarihinde 23804 sayılı resmi gazetede yayınlanan "İmar Planı Yapılması ve Değişikliklerine Ait Esaslara Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılması Hakkında Yönetmelik" oluşturmaktadır. Kanun ve yönetmelik kapsamında belediye ve mücavir alan sınırları içerisinde kişi başına düşmesi gereken aktif yeşil alan miktarı 10 m<sup>2</sup>, mücavir alan sınırları dışında ise 14 m<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Fakat ülkemizdeki birçok kent yasal mevzuatta belirlenen kişi başına düşmesi gereken aktif yeşil alan miktarını sağlayamamaktadır (Manavoğlu ve Ortaçesme 2015; Özındar 2015; Çatalbaş 2016).

Bu kapsamda çalışmada, Niğde kenti içerisinde yer alan mevcut yeşil alanlar ile imar planlarında planlanan yeşil alanların niceliksel olarak sahip oldukları değerlerin belirlenmesi ve kentin yeşil alan ihtiyacının karşılanmasına yönelik önerilerin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Niğde ili, İç Anadolu Bölgesi'nin güneydoğusunda bulunan Orta Toroslar içinde, Bolkarlar ile Aladağlar'ın kuzeyinde yer almaktadır (İri ve ark. 2010). İlin yüzölçümü 7 795.22 km<sup>2</sup> olup denizden yüksekliği 1 229 metredir (Altay 2016).

Araştırmanın ana materyalini, Niğde ili merkez ilçesinde yer alan Niğde Belediyesi mücavir alan sınırı, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, organize sanayi bölgesi ve kent ormanının içerisinde bulunduğu 25 mahalle ve 1 köyden oluşan alan oluşturmaktadır (Şekil 1). Toplam 7 886.83 hektarlık bir alana sahip olan araştırma alanının 2016 yılı TÜİK verilerine göre nüfusu 143 976 kişidir (Çizelge 1).

Araştırma alanı sınırları içerisinde yer alan bölgelerin imar planları ile plan notları ve raporları, Niğde Belediyesi ve Niğde İl Özel İdaresinden temin edilmiştir. Elde edilen verilerin bir kısmı sayısal ortamda iken özellikle daha önceden köy statüsünde bulunan Kumluca ve Hamamlı Mahalleleri ile kent ormanı, organize sanayi bölgesi ve merkez Fertek köyünün çalışma alanı sınırları içerisine giren kısımlarına ait veriler raster veri (.jpg) formatındadır. Bu kapsamda raster veri formatındaki veriler Netcad programında sayısallaştırılmıştır. Ayrıca sayısal ortamda birbirinden ayrı olarak elde edilen I. ve II. etap Efendibey kentsel dönüşüm alanı imar planları, Kayaardı ve Tepebağları mevkii sürdürülebilir koruma ve kontrollü kullanım alanları koruma amaçlı imar planlarına ait veriler aynı koordinat sisteminde bütünleştirilmiştir. Niğde Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü'nden alınan 91 parkın peyzaj projesi de Autocad programında gerekli ön işlemler yapıldıktan sonra projeksiyon dönüşümleri gerçekleştirilerek Netcad programında imar planlarına işlenmiştir. Uygulama imar

planı üzerinden mahalle ve çalışma alanına yönelik belirli bir nüfus projeksiyonu ortaya koymak, planlarda öngörülen yapılaşma sonucu yeşil alanların durumunu tespit etmek ve mevcut durum ile karşılaştırmalarda bulunabilmek amacıyla planlarda yazı katmanı olarak bulunan yapı nizamı, taks, kaks (emsal) ve bina yükseklikleri gibi mülkiyet yapısına ve imar adasına ait veriler ArcGIS programı içerisinde bulunan mekânsal katılım fonksiyonuyla veri tabanı içerisine işlenmiştir. Elde edilen veri tabanı içerisindeki veriler Microsoft Access "ilişkisel veri tabanı yönetim sistemi" uygulamasıyla değerlendirilmiştir.

Oluşturulan veri tabanı ile mevcut yeşil alanlar ve planlanan yeşil alanlara (uygulama imar planına göre) yönelik; aktif yeşil alan (park, spor alanı, çocuk oyun alanı) varlığı analizi (sayı, alan, kişi m<sup>2</sup>), aktif yeşil alan yüzey dağılımı analizi, kişi başına düşen aktif yeşil alan dağılımı, aktif yeşil alan tiplerinin dağılımı analizleri ve aktif yeşil alanlara yönelik etki alanı (erişilebilirlik) analizleri gerçekleştirilmiştir.

## 3. Bulgular

Araştırma kapsamında bulgular mevcut durum ve imar planlarındaki durum olmak üzere iki aşamada değerlendirilmiştir.

### 3.1. Mevcut durumda yeşil alan varlığı analizi

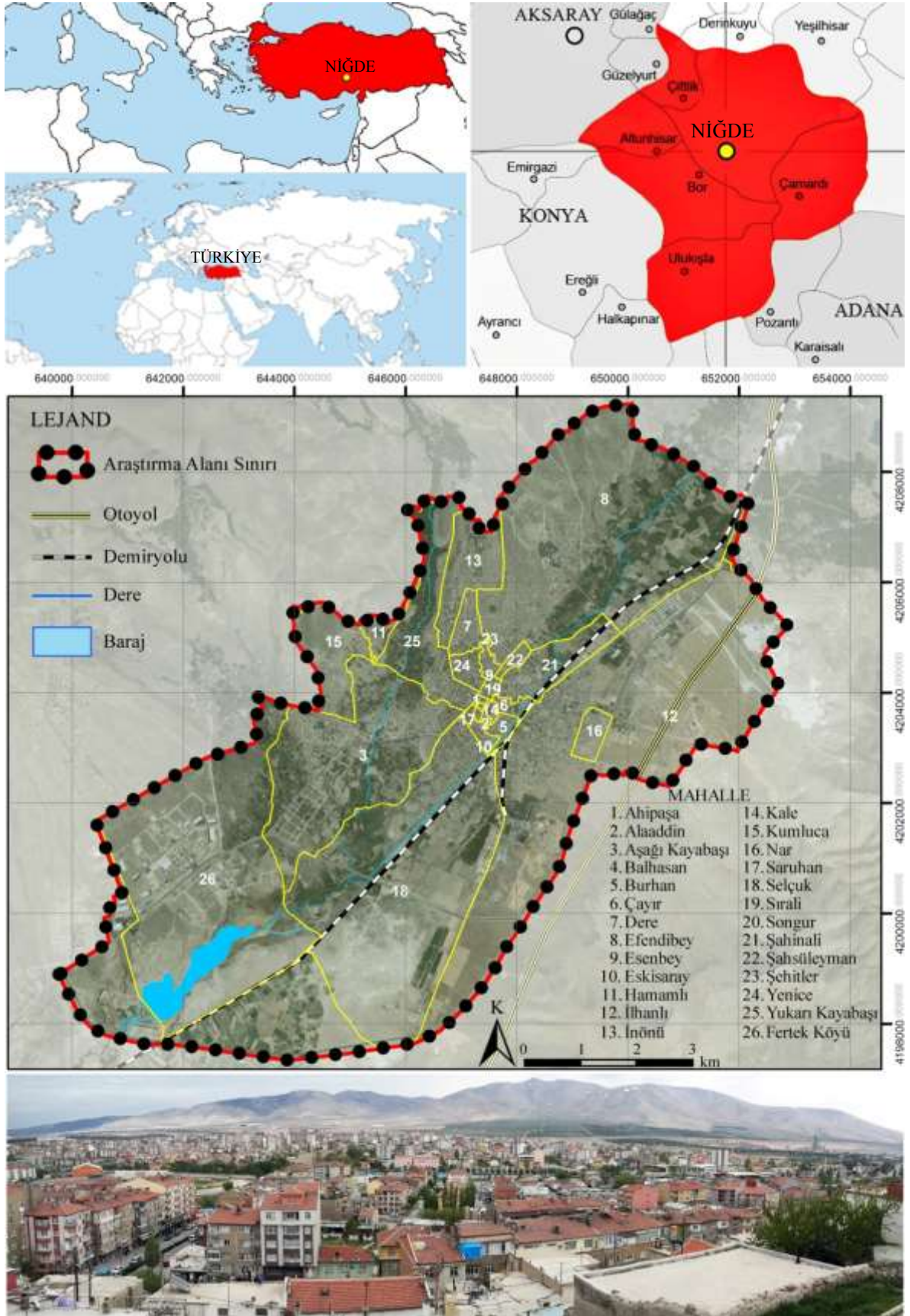
Araştırma alanı içerisinde mevcut durumda 589 276.01 m<sup>2</sup>lik alana sahip 177 adet aktif yeşil alan, 2 418 689.46 m<sup>2</sup>lik alana sahip 86 adet pasif yeşil alan olmak üzere toplam 3 007 965.47 m<sup>2</sup> yeşil alan bulunmaktadır. Aktif yeşil alanların 92 tanesini (462 368.70 m<sup>2</sup>) parklar, 23 tanesini (110 085.73 m<sup>2</sup>) semt spor alanları ve 62 tanesini (16 821.58 m<sup>2</sup>) özellikle de parklar içerisinde yer alan çocuk oyun alanları oluşturmaktadır (Şekil 2).

Araştırma alanı içerisinde yer alan aktif yeşil alanlar kent bütünü içerisinde homojen bir dağılıma sahip değildir. Mahalle bazında park alanlarında yetersizlik olmasına rağmen özellikle de semt spor alanları ve çocuk oyun alanları birçok mahallede bulunmamaktadır (Çizelge 2). 2014 yılında Niğde Belediyesi mücavir alan sınırları içerisine dâhil olan Hamamlı ve Kumluca Mahallelerinde park ve spor alanı bulunmazken Hamamlı Mahallesinde 1, Kumluca Mahallesinde 2 tane çocuk oyun alanı bulunmaktadır. Ayrıca Şahinalı, Şahsüleyman ve Şehitler Mahallelerinde semt spor alanı bulunmazken Ahipaşa ve Saruhan Mahallelerinde semt spor alanı ve çocuk oyun alanı bulunmamaktadır. Bu kapsamda toplam 7 mahallede (Alaaddin, Balhasan, Burhan, Esenbey, Eskişaray, Sıralı ve Songur Mahalleleri) aktif yeşil alan bulunmamaktadır (Çizelge 2).

Araştırma alanı içerisinde yer alan yeşil alanların tamamı araştırma alanının % 3.81'ini oluştururken, aktif yeşil alan miktarı % 0.75'ini oluşturmaktadır. Mahalle yüzölçümüne göre sahip oldukları aktif yeşil alan miktarı bakımından en yüksek değere sahip mahalleler % 29.10 ile Çayır Mahallesi ve % 20.39 ile Kale Mahallesi'dir.

Araştırma alanında kişi başına düşen aktif yeşil alan miktarı 4.09 m<sup>2</sup>'dir. Mahalle ölçeğinde incelendiğinde, Çayır Mahallesi sınırları içerisinde bulunan spor alanları, Kale Mahallesi nüfusunun az olması ve sınırları içerisinde rekreasyon alanı bulunması ve Fertek Köyü sınırları içerisinde kent ormanının bulunması nedeniyle kişi başına düşen aktif yeşil alan miktarı yasal mevzuatta yer alan 10 m<sup>2</sup> standardının üzerindeyken diğer mahallelerin sahip olduğu kişi başına düşen aktif yeşil alan miktarı bu standardın oldukça altındadır (Çizelge 2).



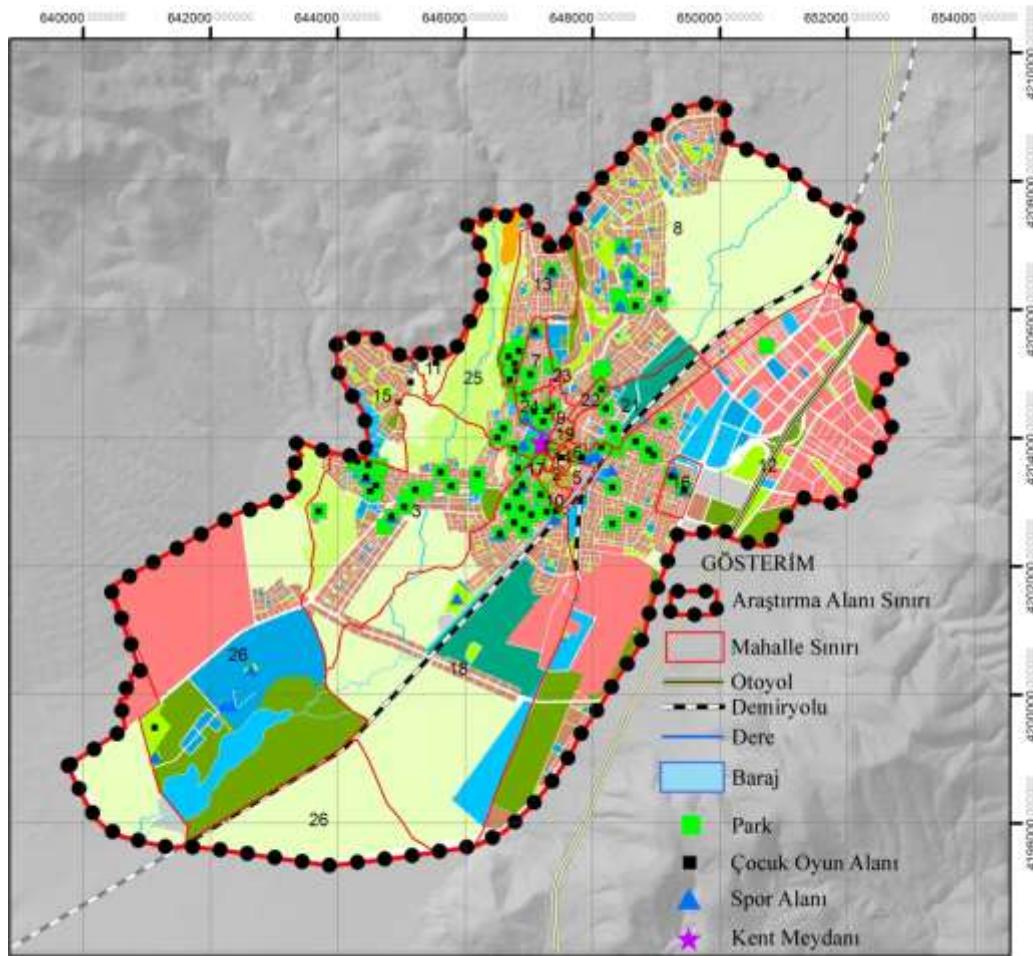


Şekil 1. Araştırma alanının konumu.

Figure 1. Location of the research area.

**Çizelge 1.** Araştırma alanındaki mahallere ait nüfus bilgileri (TÜİK 2016).**Table 1.** Population information of the neighborhoods in the research area (TÜİK 2016).

Sıra	Mahalleler	Çocuk Nüfusu	Toplam Nüfus	Sıra	Mahalleler	Çocuk Nüfusu	Toplam Nüfus
1	Ahipaşa	76	256	14	Kale	145	448
2	Alaaddin	66	223	15	Kumluca	364	1048
3	A. Kayabaşı	8343	29090	16	Nar	860	2309
4	Balhasan	77	315	17	Saruhan	255	1165
5	Burhan	656	1984	18	Selçuk	5818	20520
6	Çayır	432	1479	19	Sıralı	276	975
7	Dere	2405	6840	20	Songur	138	536
8	Efendibey	4917	14377	21	Şahinalı	2609	8027
9	Esenbey	418	1299	22	Şahsüleyman	1369	4353
10	Eskisaray	788	2801	23	Şehitler	871	3121
11	Hamamlı	37	173	24	Yenice	1630	5776
12	İlhanlı	5769	18016	25	Y. Kayabaşı	1599	5463
13	İnönü	2066	6600				

**Şekil 2.** Mevcut durumda aktif yeşil alan varlığı ve dağılımı.**Figure 2.** The presence and distribution of active green space in the current situation.

Aktif yeşil alan tanımı içerisinde yer alan çocuk oyun alanları araştırma alanı sınırları içerisinde toplam 16 821.58 m<sup>2</sup>'lik bir alana sahiptir. Hamamlı ve Kumluca Mahallelerinde park alanlarından ayrı olarak oluşturulan çocuk oyun alanlarının dışındaki diğer çocuk oyun alanları, mahallelerde park alanları ile birlikte düzenlenmiştir. Kentteki parklar içerisinde bulunan toplam 62 çocuk oyun alanından en fazla çocuk oyun alanına sahip mahalle 12 adet ile

Aşağıkayabaşı ve Selçuk Mahalleleridir. Mahalle ölçeğinde çocuk başına düşen çocuk oyun alanı miktarı 0.39 m<sup>2</sup>'dir. Hamamlı, Kale ve Kumluca Mahalleleri dışında kalan mahallelerde çocuk başına düşen çocuk oyun alanı miktarı 1 m<sup>2</sup>'nin altında iken bu mahallelerde çocuk sayısının da az olması nedeniyle çocuk başına düşen çocuk oyun alanı miktarı 1 m<sup>2</sup>'nin üzerindedir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Mevcut durumda aktif yeşil alan varlığı.**Table 2.** The presence of active green space in the current situation.

No	Mahalle İsimleri		Mevcut Aktif Yeşil Alan			TOYA	m <sup>2</sup> kişi	ÇOA m <sup>2</sup> kişi	MYY (%)
			PA	SA	ÇOA				
1	Ahipaşa Mahallesi	Sayı	1	-	-	1	4.97	-	4.17
		Alan (m <sup>2</sup> )	1273.07	-	-	1273.07			
2	Alaaddin Mahallesi	Sayı	-	-	-	-	-	-	-
		Alan (m <sup>2</sup> )	-	-	-	-			
3	Aşağı Kayabaşı Mahallesi	Sayı	22	2	12	36	2.78	0.72	1.13
		Alan (m <sup>2</sup> )	70685.35	4000	6044.58	80729.93			
4	Balhasan Mahallesi	Sayı	-	-	-	-	-	-	-
		Alan (m <sup>2</sup> )	-	-	-	-			
5	Burhan Mahallesi	Sayı	-	-	-	-	-	-	-
		Alan (m <sup>2</sup> )	-	-	-	-			
6	Çayır Mahallesi	Sayı	2	3	2	7	37.62	0.89	29.10
		Alan (m <sup>2</sup> )	5151.73	50106.34	383	55641.07			
7	Dere Mahallesi	Sayı	5	1	2	8	1.51	0.28	2.12
		Alan (m <sup>2</sup> )	9335.68	322	673	10330.68			
8	Efendibey Mahallesi	Sayı	9	3	3	14	3.36	0.28	0.37
		Alan (m <sup>2</sup> )	46096.06	818	1356	48270.06			
9	Esenbey Mahallesi	Sayı	-	-	-	-	-	-	-
		Alan (m <sup>2</sup> )	-	-	-	-			
10	Eskisaray Mahallesi	Sayı	-	-	-	-	-	-	-
		Alan (m <sup>2</sup> )	-	-	-	-			
11	Hamamlı Mahallesi	Sayı	-	-	1	1	0.27	1.24	0.02
		Alan (m <sup>2</sup> )	-	-	46	46			
12	İlhanlı Mahallesi	Sayı	10	1	7	18	2.08	0.31	0.23
		Alan (m <sup>2</sup> )	34021.29	1750	1773	37544.29			
13	İnönü Mahallesi	Sayı	11	1	6	18	5.55	0.67	2.30
		Alan (m <sup>2</sup> )	34334.77	900	1380	36614.77			
14	Kale Mahallesi	Sayı	1	-	1	2	28.13	1.72	20.39
		Alan (m <sup>2</sup> )	12350.19	-	250	12600.19			
15	Kumluca Mahallesi	Sayı	-	-	2	2	0.36	1.04	0.02
		Alan (m <sup>2</sup> )	-	-	380	380			
16	Nar Mahallesi	Sayı	2	2	2	6	4.09	0.76	2.23
		Alan (m <sup>2</sup> )	7900.37	900	650	9450.37			
17	Saruhan Mahallesi	Sayı	1	-	-	1	0.58	-	1.30
		Alan (m <sup>2</sup> )	676.32	-	-	676.32			
18	Selçuk Mahallesi	Sayı	12	4	12	28	2.23	0.36	0.36
		Alan (m <sup>2</sup> )	22053.42	21605.01	2070	45728.43			
19	Sralı Mahallesi	Sayı	-	-	-	-	-	-	-
		Alan (m <sup>2</sup> )	-	-	-	-			
20	Songur Mahallesi	Sayı	-	-	-	-	-	-	-
		Alan (m <sup>2</sup> )	-	-	-	-			
21	Şahinali Mahallesi	Sayı	3	-	2	5	1.05	0.19	0.62
		Alan (m <sup>2</sup> )	7913.92	-	500	8413.92			
22	Şahsüleyman Mahallesi	Sayı	1	-	1	2	0.37	0.18	1.05
		Alan (m <sup>2</sup> )	1372.40	-	250	1622.40			
23	Şehitler Mahallesi	Sayı	1	-	1	2	0.41	0.14	0.84
		Alan (m <sup>2</sup> )	1174.73	-	120	1294.73			
24	Yenice Mahallesi	Sayı	5	1	4	10	1.50	0.26	2.64
		Alan (m <sup>2</sup> )	7847.64	400	416	8663.64			
25	Yukarı Kayabaşı Mahallesi	Sayı	5	1	3	9	2.02	0.18	0.41
		Alan (m <sup>2</sup> )	5659.94	5084.38	280	11024.32			
26	Fertek Köyü	Sayı	1	4	1	6	32.29	-	1.71
		Alan (m <sup>2</sup> )	194521.82	24200	250	218971.82			
Toplam		Sayı	92	23	62	177	4.09	0.39	0.75
		Alan (m <sup>2</sup> )	462368.70	110085.73	16821.58	589276.01			

PA: Park alanı, SA: Spor alanı, ÇOA: Çocuk oyun alanı, TOYA: Toplam aktif yeşil alan miktarı, m<sup>2</sup> kişi: Kişi başına düşen aktif yeşil alan miktarı, ÇOA m<sup>2</sup> kişi: Çocuk başına düşen çocuk oyun alanı miktarı, MYY (%): Mahalle yüzölçümüne göre yeşil alan yüzdesi.



Araştırma alanındaki mevcut yeşil alanların dağılımına ve etki alanlarına yönelik gerçekleştirilen analizde, araştırma alanının % 14.67'si (1 157.25 ha) parkların (300 m), % 7.90'nı (622.92 ha) çocuk oyun alanlarının (200 m) ve % 31.47'si (2 481.93 ha) spor alanlarının (800 m) etki alanı içerisinde kalmaktadır.

Ayrıca Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği'nde ifade edilen 500 metre etki alanı dikkate alındığında araştırma alanı içerisinde yer alan mevcut park, çocuk oyun alanı ve spor alanlarının etki alanları bir önceki analize göre farklılık göstermektedir. Yönetmelik kapsamında yapılan etki alanı analizlerinde mevcut park ve çocuk oyun alanlarının etki alanları genişlerken, spor alanlarının etki alanı azalmaktadır.

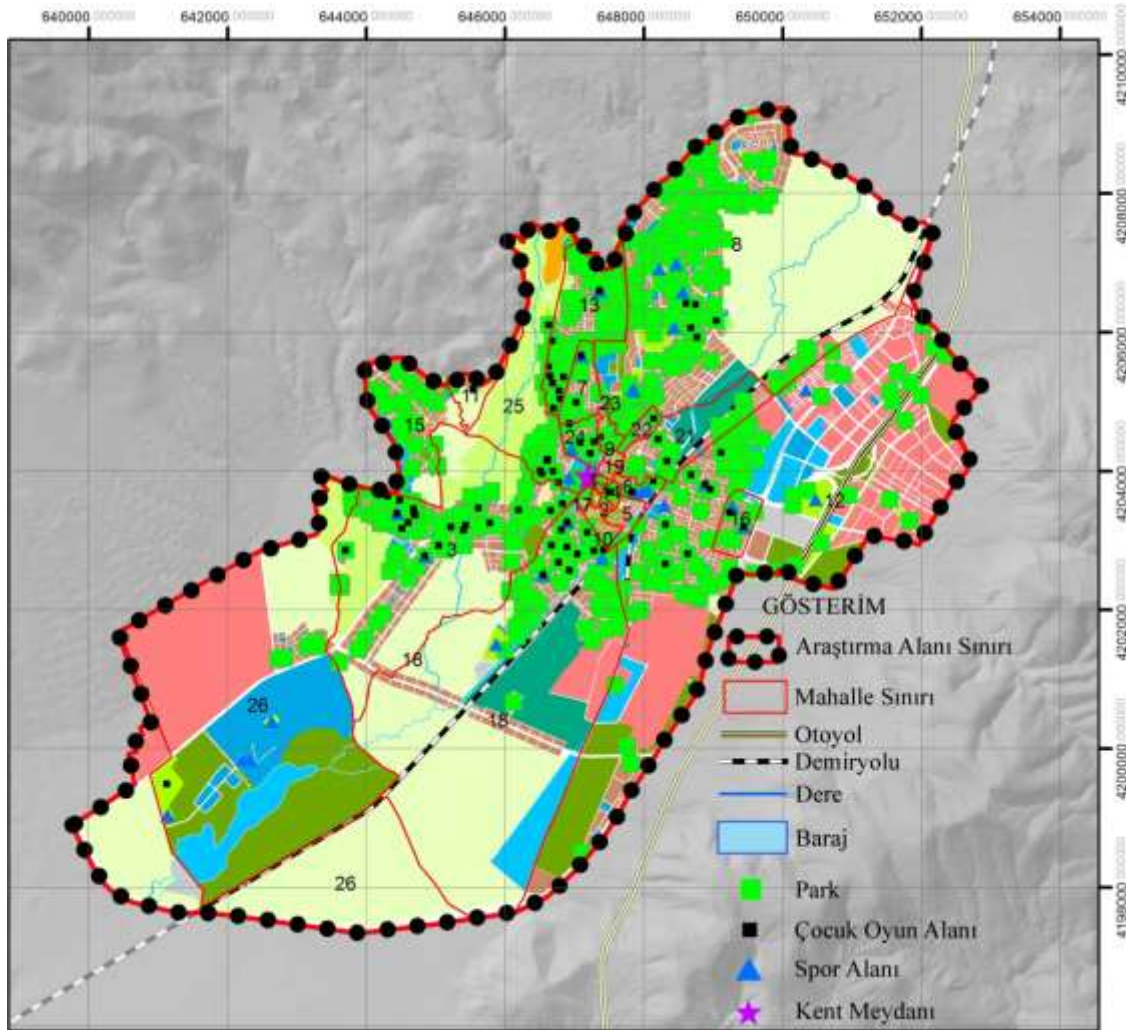
### 3.2. İmar planlarında yeşil alan varlığı analizi

İmar planına göre araştırma alanı içerisinde 2 717 293.15 m<sup>2</sup> alana sahip 647 adet aktif yeşil alan ve 6 168 609.02 m<sup>2</sup> alana sahip pasif yeşil alan bulunmakta olup toplam 8 885 902.17 m<sup>2</sup> yeşil alan bulunmaktadır. Aktif yeşil alanların 542 tanesini (2 217 193.68 m<sup>2</sup>) parklar, 28 tanesini (482 642.89 m<sup>2</sup>) spor alanları ve 78 tanesini (17 456.58 m<sup>2</sup>) çoğunluğu parklar

içerisinde yer alan çocuk oyun alanları oluşturmaktadır (Şekil 3).

Araştırma alanı içerisinde yer alan aktif yeşil alanlar mahalle bazında değerlendirildiğinde, bazı mahallelerde aktif yeşil alan bulunmadığı bazılarında ise park alanının bulunmasına rağmen semt spor ve çocuk oyun alanının bulunmadığı görülmektedir. Ayrıca çocuk oyun alanlarının ve semt spor alanlarının genellikle imar planlarında park alanı olarak ayrılan alanlar içerisinde planlandığı görülmektedir. Bu nedenle planlanan semt spor alanları ve çocuk oyun alanları, ilgili kurumlardan elde edilen park projelerinden ve sadece semt spor alanı veya çocuk oyun alanı olarak planda ayrılan alanlar üzerinden hesaplanmıştır. Bu kapsamda imar planında, Alaaddin, Balhasan, Esenbey, Sıralı ve Songur Mahallelerinde aktif yeşil alan bulunmamaktadır (Çizelge 3).

Araştırma alanına yönelik 2035 yılı projeksiyonuna göre hazırlanan uygulama imar planının plan kapasite nüfusu 432 230 kişi olarak hesaplanmıştır. İmar planında planlanan aktif yeşil alanlar uygulandığı zaman plan kapasite nüfusuna göre kişi başına 6.29 m<sup>2</sup> kişi<sup>-1</sup> aktif yeşil alan düşmektedir. Plan kapasite nüfusuna göre kişi başına düşen aktif yeşil alan miktarı mahalle bazında değerlendirildiğinde, Çayır, Hamamlı,



Şekil 3. Uygulama imar planında aktif yeşil alan varlığı ve dağılımı.

Figure 3. The presence and distribution of active green space in the implementary development plan.

**Çizelge 3.** Uygulama imar planında aktif yeşil alan varlığı.

**Table 3.** The presence of active green space in the application zoning plan.

No	Mahalle İsimleri	Plan Aktif Yeşil Alan			TOYA	m <sup>2</sup> kişi	PKN m <sup>2</sup> kişi	MYY (%)	
		PA	SA	ÇOA					
1	Ahipaşa Mahallesi	Sayı	1	-	-	1	4.97	-	4.17
		Alan (m <sup>2</sup> )	1273.07	-	-	1273.07			
2	Alaaddin Mahallesi	Sayı	-	-	-	-	-	-	-
		Alan (m <sup>2</sup> )	-	-	-	-			
3	Aşağı Kayabaşı Mahallesi	Sayı	94	2	19	115	5.99	2.28	2.44
		Alan (m <sup>2</sup> )	164080.80	4000	6044.58	174125.38			
4	Balhasan Mahallesi	Sayı	-	-	-	-	-	-	-
		Alan (m <sup>2</sup> )	-	-	-	-			
5	Burhan Mahallesi	Sayı	3	-	-	3	1.19	3.73	1.06
		Alan (m <sup>2</sup> )	2354.16	-	-	2354.16			
6	Çayır Mahallesi	Sayı	3	3	2	8	37.94	73.73	29.35
		Alan (m <sup>2</sup> )	5620.33	50106.34	383	56109.67			
7	Dere Mahallesi	Sayı	12	1	2	15	2.02	0.94	2.83
		Alan (m <sup>2</sup> )	12847.90	322	673	13842.90			
8	Efendibey Mahallesi	Sayı	149	5	5	159	58.71	8.24	6.42
		Alan (m <sup>2</sup> )	766472.88	76241.77	1356	844070.65			
9	Esenbey Mahallesi	Sayı	-	-	-	-	-	-	-
		Alan (m <sup>2</sup> )	-	-	-	-			
10	Eskisaray Mahallesi	Sayı	1	-	-	1	0.15	1.10	0.26
		Alan (m <sup>2</sup> )	406.73	-	-	406.73			
11	Hamamlı Mahallesi	Sayı	1	-	1	2	33.91	13.77	1.93
		Alan (m <sup>2</sup> )	5820.85	-	46	5866.85			
12	İlhanlı Mahallesi	Sayı	81	4	7	92	37.20	7.19	4.06
		Alan (m <sup>2</sup> )	478187.24	190223.22	1773	670183.46			
13	İnönü Mahallesi	Sayı	56	1	9	66	19.65	4.01	8.16
		Alan (m <sup>2</sup> )	126798.69	900	2015	129713.69			
14	Kale Mahallesi	Sayı	1	-	1	2	28.13	-	20.39
		Alan (m <sup>2</sup> )	12350.19	-	250	12600.19			
15	Kumluca Mahallesi	Sayı	17	-	2	19	116.44	43.89	7.52
		Alan (m <sup>2</sup> )	121647.89	-	380	122027.89			
16	Nar Mahallesi	Sayı	6	2	2	10	6.04	1.35	3.28
		Alan (m <sup>2</sup> )	12397.13	900	650	13947.13			
17	Saruhan Mahallesi	Sayı	1	-	-	1	0.58	-	1.30
		Alan (m <sup>2</sup> )	676.32	-	-	676.32			
18	Selçuk Mahallesi	Sayı	48	4	12	64	13.18	5.43	2.11
		Alan (m <sup>2</sup> )	156261.53	112127.10	2070	270458.63			
19	Sıralı Mahallesi	Sayı	-	-	-	-	-	-	-
		Alan (m <sup>2</sup> )	-	-	-	-			
20	Songur Mahallesi	Sayı	-	-	-	-	-	-	-
		Alan (m <sup>2</sup> )	-	-	-	-			
21	Şahinali Mahallesi	Sayı	16	-	2	18	3.85	2.13	2.27
		Alan (m <sup>2</sup> )	30411.13	-	500	30911.13			
22	Şahsüleyman Mahallesi	Sayı	2	-	1	3	0.41	0.45	1.16
		Alan (m <sup>2</sup> )	1537.84	-	250	1787.84			
23	Şehitler Mahallesi	Sayı	8	-	1	8	3.18	2.67	6.46
		Alan (m <sup>2</sup> )	9818.18	-	120	9938.18			
24	Yenice Mahallesi	Sayı	9	1	4	14	1.71	1.24	3.02
		Alan (m <sup>2</sup> )	9074.97	400	416	9890.97			
25	Yukarı Kayabaşı Mahallesi	Sayı	23	1	7	31	20.14	10.28	4.08
		Alan (m <sup>2</sup> )	104634.03	5084.38	280	109998.41			
26	Fertek Köyü	Sayı	10	4	1	15	34.96	32.78	1.85
		Alan (m <sup>2</sup> )	194521.82	42338.08	250	237109.90			
Toplam		Sayı	542	28	78	647	18.87	6.29	3.45
		Alan (m <sup>2</sup> )	2217193.68	482642.89	17456.58	2717293.15			

PA: Park alanı, SA: Spor alanı, ÇOA: Çocuk oyun alanı, TOYA: Toplam aktif yeşil alan, m<sup>2</sup> kişi: Kişi başı aktif yeşil alan miktarı, PKN m<sup>2</sup> kişi: Plan kapasite nüfusuna göre kişi başına düşen aktif yeşil alan miktarı, MYY: Mahalle yüzölçümüne göre yeşil alan yüzdesi.

Kumluca ve Yukarı Kayabaşı Mahalleleri 10 m<sup>2</sup>'nin üzerinde yeşil alana sahiptir. Kentsel dönüşüm projesinin gerçekleştirildiği Efendibey Mahallesi içerisinde imar planlarında 159 tane aktif yeşil alan planlanmasına rağmen, planların yüksek değerlerde konut alanlarına sahip olmasına bağlı olarak plan kapasite nüfusunun artmasından dolayı kişi başına düşen aktif yeşil alan miktarı 8.24 m<sup>2</sup>'dir (Çizelge 3).

Araştırma alanı içerisinde bulunan yeşil alanlar sahip oldukları yüzölçümüne göre mahalle bazında farklılıklar gösterse de kent yüzölçümünün % 11.27'lik kısmını kaplamaktadır. Aktif yeşil alanlar ise araştırma alanının % 3.45'ini oluşturmaktadır. Çayır ve Kale Mahallelerinin sahip oldukları aktif yeşil alan miktarı, mahalle yüzölçümlerine göre % 20'nin üzerindedir. Diğer mahallelerde ise bu oran % 10'un altına düşmektedir.

Niğde kentinin nüfus artışı yıllara göre değerlendirildiğinde hızlı bir nüfus artışı yaşanmamaktadır (TÜİK verilerine göre son 5 yılın ortalama nüfus artışı % 0.81'dir). Bu nedenle imar planlarındaki aktif yeşil alanlar, kentte zaman içerisinde fazla nüfus artışının yaşanmayacağı varsayılarak kentin bugünkü sahip olduğu nüfus miktarı dikkate alınarak hesaplandığı zaman kişi başına 18.87 m<sup>2</sup> kişi<sup>-1</sup> aktif yeşil alan düşeceği öngörülmektedir. Ayrıca mahalle bazında değerlendirildiğinde, 16 mahallenin sahip olduğu kişi başına düşen aktif yeşil alan miktarının yasal mevzuatta belirlenen 10 m<sup>2</sup> standardının altında olacağı belirlenmiştir (Çizelge 3).

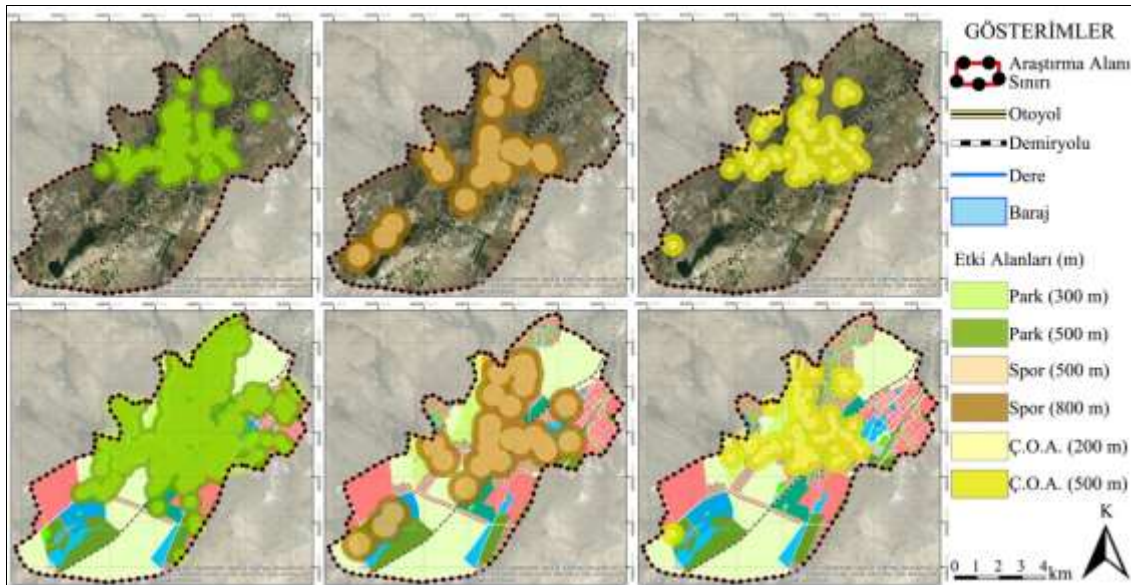
Aktif yeşil alanların büyüklüğü kadar kentte yaşayan bireyler tarafından erişilebilir olması da önemlidir. Bu kapsamda uygulama imar planında yer alan aktif yeşil alanların etki alanlarına yönelik park alanları için 300 m, çocuk oyun alanları için 200 m ve semt spor alanları için 800 m'lik mesafeler dikkate alınarak aktif yeşil alanların erişilebilirliği (etki alanı) analiz edilmiştir. Analizler sonucunda, araştırma alanının % 43.28'i (3 413.72 ha) parkların, % 8.39'u (662.02 ha) çocuk oyun alanlarının ve % 37.42'si (2 951.48 ha) semt spor alanlarının etki alanı içerisinde kalmaktadır. Ayrıca, imar planlarındaki parkların etki alanları yönetmelik kapsamında değerlendirildiğinde, mevcut durumda olduğu gibi park ve

çocuk oyun alanlarının etki alanlarında artış yaşandığı spor alanlarında ise azalmanın olduğu görülmektedir (Şekil 4).

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Kentsel sınırlar içerisinde doğal olarak bulunan veya sonradan oluşturulan yeşil alanlar ile kentlerin yüzeysel büyüklük açısından sahip oldukları yeşil alan miktarları değişmektedir. World Cities Culture Forum'un (2016) verilerine göre, kentlerde yer alan kamusal yeşil alanların kent alanındaki yüzdelik oranları incelendiğinde % 54 ile Moskova en yüksek orana sahipken bunu % 47 ile Singapur, % 46 ile Sidney izlemektedir. En düşük orana ise % 2'lik bir oranla Dubai sahiptir. Niğde kenti bulunduğu coğrafi konumdan dolayı doğal olarak bulunan yeşil alan varlığı açısından yoksun kentler arasında yer almaktadır. Kentin sahip olduğu yeşil alanlar genellikle meyve bahçeleri, hatıra ormanları ve yerel yönetimler tarafından oluşturulan rekreasyon ve park alanlarıdır. Mevcutta bulunan tüm yeşil alanlar (aktif ve pasif yeşil alanlar) araştırma alanının % 3.81'ini oluştururken mevcut aktif yeşil alanlar ise % 0.75'ini oluşturmaktadır (Çizelge 2). Uygulama imar planındaki park, rekreasyon alanları ile ağaçlandırılacak alanların varlığından dolayı gerek pasif yeşil alan miktarı gerekse de aktif yeşil alan miktarında bir artış yaşanmaktadır. Araştırma alanı içerisinde uygulama imar planında planlanan tüm yeşil alanların (aktif ve pasif yeşil alanlar) kent alanındaki yüzdelik oranı % 11.27'dir. Planlanan aktif yeşil alanlar ise kentin % 3.45'ini oluşturmaktadır (Çizelge 3). Bu kapsamda Niğde kentinde planlanan yeşil alanların kent alanındaki yüzdelik oranlarının Amsterdam (% 13.00), Austin (% 15.00), Berlin (% 14.40), Seul (% 26.60), Roma (% 34.80) gibi birçok kentin altında kaldığı görülmektedir.

Dünyada farklı kurum ve kuruluşlar (Amerika Bileşik Devletleri Sağlık Örgütü, Avrupa Birliği, Birleşmiş Milletler, Dünya Sağlık Örgütü gibi) tarafından belirlenen kişi başına düşmesi gereken yeşil alan miktarını bazı kentler sağlarken birçok kent belirlenen bu miktarların altında kalmaktadır. Baycan Levent ve Nijkamp (2004), Haq (2011), Vázquez (2011), Morar ve ark. (2014) ve Khalil (2014)'den elde edilen



Şekil 4. Aktif yeşil alanların mevcut durumdaki ve uygulama imar planındaki etki alanları (erişilebilirlikleri).

Figure 4. Impact areas (accessibility) of active green spaces in the current situation and complementary development plan.



verilere göre Edinburgh (144.59 m<sup>2</sup>), Espoo (140.00 m<sup>2</sup>), Viyana (125.44 m<sup>2</sup>) sahip oldukları yeşil alan miktarları ile kişi başına düşen yeşil alan miktarı bakımından en yüksek m<sup>2</sup>'ye sahip ilk üç kent iken, Cidde (0.90 m<sup>2</sup>), Buenos Aires (1.90 m<sup>2</sup>) ve Tokyo (3.00 m<sup>2</sup>)'nin kişi başına düşen yeşil alan miktarı bakımından en düşük m<sup>2</sup>'ye sahip üç kent olduğu belirlenmiştir. Bu konu Türkiye'de de farklı kentler örneğinde araştırmacılar tarafından incelenmiş ve örnek kentlere yönelik aktif yeşil alan miktarları ortaya konulmuştur. 39 kentte gerçekleştirilen araştırmalar sonucunda, 3 kent dışında diğer kentlerin imar kanunu ve yönetmeliklerde belirtilen 10 m<sup>2</sup> standardını sağlamadığı görülmektedir (Olgun ve Yılmaz 2017). Bu kapsamda araştırma sonucunda elde edilen verilere göre, Niğde kenti sahip olduğu aktif yeşil alan miktarı ile yasal mevzuatta kişi başına düşmesi gereken aktif yeşil alan miktarını sağlayamamaktadır. 2035 yılı projeksiyonuna göre hazırlanan uygulama imar planında planlanan yeşil alanların tamamı (2 717 293.15 m<sup>2</sup>) uygulandığı zaman mevcut nüfusa göre kişi başına düşen aktif yeşil alan miktarı 18.87 m<sup>2</sup> iken, plan kapasite nüfusuna göre kişi başına düşen aktif yeşil alan miktarı 6.29 m<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Bu durumda, yasal mevzuatta belirtilen kişi başına 10 m<sup>2</sup> aktif yeşil alan miktarının mevcut durumda sağlanabilmesi için 85.05 ha daha imar planında aktif yeşil alan olarak planlanmış alanın uygulamaya geçirilmesi gerekmektedir. İmar planlarında 2035 yılı projeksiyonuna göre planlanan aktif yeşil alan miktarının en alt sınır olan kişi başı 10 m<sup>2</sup> koşulunu sağlayabilmesi için plan kapasite nüfusunun 271.729 kişi olarak belirlenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda da imar planlarında yapılacak olan revizyon ve tadilat çalışmalarında inşaat alanları azaltılmalı ve daha önceden imara açılan bölgeler yeşil alan olarak düzenlenmelidir. Fakat plan kapasite nüfusu olan 432.230 kişi için bir aktif yeşil alan planlaması yapılacaksa, imar planlarında yer alan aktif yeşil alanlara ilaveten 160.50 ha'lık alana sahip aktif yeşil alan planlanmalıdır. Bu nedenle kentin yasal mevzuatta yer alan kişi başına düşen aktif yeşil alan miktarını imar planının hazırlanmasında öngörülen projeksiyon içerisinde sağlayabilmesi için ortalama yıllık 9.44 ha'lık aktif yeşil alan uygulamasının gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca kentin güneydoğusunda İlhanlı Mahallesinin güneyinde kalan imar planında konut dışı kentsel çalışma alanları (KDKÇA) olarak ayrılan bölgede mevcutta ruhsatlı maden alanları bulunmaktadır. Bu alanlarda gerçekleştirilen madencilik faaliyetlerinden sonra arazinin düzenlenmesi ve ağaçlandırılması kente yeşil alan varlığı açısından katkı sağlayacaktır.

Sürdürülebilir kentsel planlanmanın en önemli bileşenlerinden birisi de kentsel yeşil alanların kent planlarında homojen bir dağılım göstermesi ve erişilebilir olmasıdır. Bu nedenle, kentsel yeşil alanların kentlerdeki dağılımına ve erişilebilirliğine yönelik çalışmalar birçok araştırmacı tarafından ülkemizde olduğu gibi dünyanın farklı kentlerinde de gerçekleştirilmiştir. Tabassum ve Sharmin (2013), Reyes ve ark. (2014) ve So (2016) kentsel yeşil alanların dağılımına ve bu alanların erişilebilirliğine yönelik yapmış oldukları çalışmalarda yeşil alanların kentlerde homojen bir dağılım göstermediği ve yeşil alanların kentin tamamına hizmet etmediği yani erişilebilirliğin düşük olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ülkemizde gerçekleştirilen çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Bu kapsamda Yenice (2012), Gökyer ve Bilgili (2014), Manavoğlu ve Ortaçesme (2015) ve Önen (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda, çalışma alanlarındaki semt spor alanlarının, çocuk oyun alanlarının ve mahalle-semt parklarının kent formu bütününde heterojen bir

dağılım gösterdiği ve kentteki tüm bireylerin bu alanlara erişilebilirliğinin sağlanmadığı tespit edilmiştir. Niğde kenti yeşil alanlarının dağılımına ve erişilebilirliğine yönelik analizlerde farklı araştırmacıların yaklaşımları dikkate alınmıştır. Bu kapsamda, Grahn ve Stigsdotter (2003) ve Nielsen ve Hansen (2007) yapmış oldukları araştırmalarda 100-300 m'lik bir mesafenin eşik değeri aralığı olduğunu ve bu mesafeden sonra yeşil alanların kullanımının hızla azaldığını ifade etmişlerdir. Birçok araştırmacı da çalışmalarında 300-400 m'lik park etki alanının uygun olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca Manavoğlu (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada kullanıcıların % 97.6'sının 0-15 dakika yürüme mesafesinde parka gitmeyi istemelerinden dolayı araştırma alanı içerisinde yer alan parkların etki alanı (erişilebilirliği) 300 m olarak değerlendirilmiştir. Böylece, gerçekleştirilen analizler sonucunda parkların yoğun olarak kentin kuzey bölgesinde bulunduğu ve kentin merkezinde yer alan bazı bölgelerin park etki alanı içerisine girmediği görülmektedir. Yönetmelik kapsamında yapılan analizlerde mevcuttaki ve imar planındaki park ve çocuk oyun alanlarının etki alanları (erişilebilirliği) içerisinde kalan alan genişlerken, spor alanlarında azalma olmuştur (Şekil 4).

Kentlerin planlanmasında aktif yeşil alanlar içerisinde yer alan çocuk oyun alanlarının yeterliliği, erişilebilirliği ve dağılımı önemlidir. Ülkemizde yapılan çalışmalarda çocuk oyun alanları sayısının ve kişi başına düşen çocuk oyun alanı oranının yetersiz olduğu görülmektedir. Şişman ve Özyavuz (2010) tarafından Tekirdağ kentine yönelik yapılan çalışmada çocuk oyun alanlarının sayısının ve çocuk başına düşen oyun alanı miktarının (0.56 m<sup>2</sup> kişi<sup>-1</sup>) yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde; Türkan ve Önder (2011)'in Balıkesir için yapmış oldukları çalışmada çocuk başına düşen oyun alanı miktarı 0.18 m<sup>2</sup> olarak belirlenirken, Aydemir (2004)'in Ankara için yapmış olduğu çalışmada 1.2 m<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir (Başaran Uysal 2013). Ayrıca Şişman ve Özyavuz (2010), Aksoy (2011), Türkan ve Önder (2011) ve Başaran Uysal (2015) çalışmalarında, Türkiye'deki birçok kentte yer alan çocuk oyun alanlarının hem mekânsal açıdan hem de niteliksel açıdan yetersiz olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Niğde kentinde de genellikle parklar içerisinde yer alan çocuk oyun alanları gerek nitelik gerekse de nicelik açısından yetersiz durumdadır. Mevcut durumda çalışma alanında çocuk başına 0.4 m<sup>2</sup> kişi<sup>-1</sup> çocuk oyun alanının düşmesi, çocuk oyun alanlarının etki alanlarının kentin tamamına hizmet etmemesi ve alansal olarak büyüklüklerinin yetersiz olması çalışma alanı içerisinde yer alan çocuk oyun alanlarının niceliksel olarak yetersiz olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda araştırma alanındaki kentsel yeşil alanların niceliksel artışına yönelik bir takım öneriler geliştirilmiştir.

Yeşil alanların nicel artışını sağlamak için;

1. Yasal mevzuatta yer alan kişi başına 10 m<sup>2</sup> aktif yeşil alan standardının kent bütününde sağlanması; İmar planlarında yetersiz aktif yeşil alan miktarına sahip mahallelere yönelik aktif yeşil alan planlamalarının gerçekleştirilmesi, imar planlarında planlanan park alanlarının uygulamaya geçirilmesi, imar planlarında aktif yeşil alan bulunmayan Alaaddin, Balhasan, Esenbey, Sıralı ve Songur Mahallerine yönelik park alanlarının planlanması, Efendibey kentsel dönüşüm projesi kapsamında planlanan yeşil alanların uygulanması, imar planlarında park alanı veya yeşil alan olarak ayrılan yeterli büyüklüğe sahip bölgelerde park alanı ile birlikte çocuk oyun alanlarının ve semt spor alanlarının da planlanması, çocuk oyun alanı ve semt spor alanı bulunmayan yeterli genişlikteki mevcut

park alanlarında çocuk oyun alanı ve semt spor alanı düzenlemelerinin gerçekleştirilmesi.

2. Büyük aktif yeşil alanların oluşturulması; 70 000 m<sup>2</sup> alana sahip Kayardı Kent Parkı projesinin tamamlanması, kent merkezinde yer alan Alaeddin Tepesine yönelik rekreasyon projelerinin hazırlanarak manzara noktası olarak düzenlenmesi, çevre ve bölgenin yeşil alan ihtiyacını karşılamak için imar planında Selçuk Mahallesi sınırları içerisinde rekreasyon alanı olarak planlanmış bölgenin rekreasyon alanı olarak düzenlenmesine yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi, Atatürk Kent Ormanı'nın genişletilmesi ve kullanıcı kapasitesinin artırılması, kentin güneyinde gerçekleştirilen madencilik faaliyetlerinden sonra arazinin yeniden düzenlenmesi ve ağaçlandırılması.

3. Alternatif yeşil alanların oluşturulması; Kamu kurum ve kuruluşlarına ait bahçelerin düzenlenmesi ve özellikle kent merkezinde aktif yeşil alan bakımından yoksun mahallelerde yer alan kamu kurum ve kuruluşlarına ait bahçelerin kullanıma açılması, çatı bahçesi olarak düzenlenmeye uygun olan binaların çatılarına çatı bahçesi düzenlemesine yönelik yönetmelik hazırlanması, yeşil alandan yoksun olan kent merkezinde yüksek duvarlara sahip olan alanlara cephe bitkilendirme çalışmalarının gerçekleştirilmesi, refüjlerin alansal olarak geniş düzenlenmesi ve boylu bitki türlerinin kullanılması, kent içerisinde tarım alanı özelliğine sahip olmayan alanlarda botanik parkı, arboretum, hayvanat bahçesi gibi alternatif yeşil alan düzenlemelerinin gerçekleştirilmesi.

## Kaynaklar

- Aida N, Sasidhran S, Kamarudin N, Aziz N, Puan CL, Azhar B (2016) Woody trees, green space and park size improve avian biodiversity in urban landscapes of Peninsular Malaysia. *Ecol. Indic.* 69: 176-183.
- Aksoy Y (2011) Çocuk oyun alanları üzerine bir araştırma İstanbul, Isparta, Eskişehir, Erzurum, Kayseri, Ankara, Zonguldak ve Trabzon illeri örneği. *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi* 3: 82-106.
- Altay Ö (2016) Niğde ili topraklarının ağır metal içeriğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Başaran Uysal A (2013) Bir kamusal mekân olarak çocuk oyun alanları. *Teknik rapor.*
- Başaran Uysal A (2015) Çocuk oyun alanlarının geliştirilmesinde bir yerel katılım deneyimi. *MEGARON* 10: 423-439.
- Baycan Levent T, Nijkamp P (2004) Urban green space policies-progress and success in European cities. In: 44th European Congress of the European Regional Science Association, Regions and Fiscal Federalism. Porto, Portugal, pp. 1-13.
- Chan KM, Vu TT (2017) A landscape ecological perspective of the impacts of urbanization on urban green spaces in the Klang Valley. *Applied Geography* 85: 89-100.
- Çatalbaş F (2016) Yozgat şehir merkezinin başlıca kentleşme sorunları ve çözüm önerileri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 32: 38-47.
- Gökyer E, Bilgili BC (2014) Bartın ili örneğinde yeşil alanların ulaşılabilirliğinin değerlendirilmesi üzerine bir araştırma. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi* 15: 140-147.
- Grahn P, Stigsdotter U (2003) Landscape planning and stress. *Urban Forestry & Urban Greening* 2: 1-18.
- Haq S (2011) Urban green spaces and an integrative approach to sustainable environment. *Journal of Environmental Protection* 2: 601-608.
- İri R, İnal ME, Türkmen HH (2010) Geçti Bor'un Pazarı, Sür Eşeği Niğde'ye. Detay Yayıncılık, Ankara.
- Jaligot R, Kemajou A, Chenal J (2018) Cultural ecosystem services provision in response to urbanization in Cameroon. *Land Use Policy* 79: 641-649.
- Khalil R (2014) Quantitative evaluation of distribution and accessibility of urban green spaces (case study: city of Jeddah). *Int. J. of Geomatics and Geosciences* 4: 526-535.
- Luo W, Bai H, Jing Q, Liu T, Xu H (2018) Urbanization-induced ecological degradation in Midwestern China: An analysis based on an improved ecological footprint model. *Resources, Conservation and Recycling* 137: 113-125.
- Manavoğlu E (2013) Antalya kenti yeşil alanlarının çok ölçütlü analizi ve planlama stratejilerinin geliştirilmesi. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Manavoğlu E, Ortaççesme V (2015) Antalya kenti yeşil alanlarının çok ölçütlü analizi ve planlama stratejilerinin geliştirilmesi. *AÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 28: 11-19.
- Morar T, Radoslav R, Spiridon LC, Pacurar L (2014) Assessing pedestrian accessibility to green space using GIS. *Trans. Review of Administrative Sciences* 42: 116-139.
- Nielsen TS, Hansen KB (2007) Do green areas affect health? Results from a Danish survey on the use of green areas and health indicators. *Health and Place* 13: 839-850.
- Olgun R, Yılmaz T (2017) Türkiye'de kentsel yeşil alanların planlanmasına yönelik yasal düzenlemeler ve uygulamalar. In: Çiftçi N, Kara Y, Yalçınkaya İ, Şahin M, Ağaçayak T (Ed), Fen, Matematik, Mühendislik ve Doğa Araştırmaları. Çizgi Kitabevi, Konya, s. 181-189.
- Önen E (2015) Kentsel açık-yeşil alan stratejilerinin belirlenmesi: Güzelbahçe (İzmir) ilçesi örneği. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Özdindar A (2015) Çorum kent merkezindeki yeşil alanların nicelik ve nitelik açısından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Reyes M, Paez A, Morency C (2014) Walking accessibility to urban parks by children: A case study of Montreal. *Landscape and Urban Planning* 125: 38-47.
- So SW (2016) Urban green space accessibility and environmental justice: A GIS-based analysis in the city of Phoenix, Arizona. Master Thesis, Southern California University, Los Angeles.
- Şişman EE, Özyavuz M (2010) Çocuk oyun alanlarının dağılımı ve kullanım yeterliliği: Tekirdağ örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 7: 13-22.
- Tabassum S, Sharmin F (2013) Accessibility analysis of parks at urban neighborhood: The case of Dhaka. *Asian Journal of Applied Science and Engineering* 2: 48-61.
- TÜİK (2016) İstatistik veritabanı. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim 8 Ekim 2017.
- Türkan EE, Önder S (2011) Balıkesir kenti çocuk oyun alanlarının irdelenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 8: 69-80.
- Vázquez M (2011) Cuántos metros cuadrados de área verde por habitante tenemos en colima? <http://imaginecolima.blogspot.com.tr/2011/03/>. Erişim 5 Aralık 2016.
- World Cities Culture Forum (2016) Global leadership on culture in cities, % of public green space (parks and gardens). <http://www.worldcitiescultureforum.com/>. Erişim 5 Aralık 2016.
- Yenice MS (2012) Kentsel yeşil alanlar için mekânsal yeterlilik ve erişilebilirlik analizi; Burdur örneği, Türkiye. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi* 13: 41-47.



## Mısır yetiştiriciliğinde sırta ekimde farklı tohum yatağı hazırlama yöntemlerinin ekim kalitesine etkisi

### Effects of different seedbed preparation methods performing ridge sowing technique on sowing quality in maize cultivation

Ali BOLAT<sup>id</sup>, Hasan Ali KARAAĞAÇ<sup>id</sup>

Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana

Sorumlu yazar (Corresponding author): A. Bolat, e-posta (e-mail): bolat.ali@tarimorman.gov.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): hakaraagac@hotmail.com

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 30 Mayıs 2018  
Düzeltilme tarihi 10 Ocak 2019  
Kabul tarihi 21 Mart 2019

#### Anahtar Kelimeler:

Mısır  
Ana ürün  
Toprak işleme  
Bitki dağılım düzgünlüğü  
Çıkış yüzdesi

#### ÖZ

Bu araştırma, 2012 ve 2013 yıllarında mısır bitkisi yetiştiriciliğinde tohum yatağı hazırlığı için farklı tohum yatağı hazırlama yöntemlerinin tarla filiz çıkış derecesi (çıkış yüzdesi) ve bitki dağılım düzgünlüğünü (ikizlenme oranı, boşluk oranı, kabul edilebilir bitki aralığı oranı) belirlemek üzere gerçekleştirilmiştir. Çalışmada sırt tazeleme + sırt tapanı + ekim (Y1), sırt tazeleme + ekim (Y2) ve sırta doğrudan ekim (Y3) olmak üzere 3 farklı konu değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmanın her iki yılında da ikizlenme oranı, boşluk oranı, kabul edilebilir bitki aralığı oranı ve çıkış yüzdesi değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Y1 yöntemi, araştırmanın her iki yılında da en yüksek performans değerlerini göstermiştir.

#### ARTICLE INFO

Received 30 May 2018  
Received in revised form 10 January 2019  
Accepted 21 March 2019

#### Keywords:

Maize  
Main crop  
Tillage  
Uniformity of plant distribution  
The values of emergence percentage

#### ABSTRACT

This research was conducted to determine the values of emergence percentage and the plant emergence performance (multiple index, miss index, the quality of feed index) of different tillage methods for maize plant seed bed preparation in 2012 and 2013 years. In study was investigated the applications 3 different methods; ridge refresh + ridge worshiper + sowing (Y1), ridge refresh + sowing (Y2) and to ridge direct sowing (Y3) have researched. In both years of the study, miss index, the quality of feed index and the values of emergence percentage except multiple index were found to be statistically significant. In both years of the study, the highest performance values were obtained from the Y1 method.

## 1. Giriş

Mısır, dünyada tahıllar içinde ekiliş alanı bakımından üçüncü, üretim açısından ilk sırada yer alan önemli bir tahıl bitkisidir. Ülkemizde de hayvan yemi ve insan gıdası olarak kullanılan mısır bitkisi, buğday ve arpadan sonra en fazla ekim alanı ve üretim miktarına sahiptir (Anonim 2018a).

Dünyada üretilen mısırın % 27'si insan beslenmesinde, % 73'ü ise hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde mısırın kullanımı hayvan beslenmesinde % 46, insan beslenmesinde ve sanayi hammaddesi olarak % 54'dir. Gelişmiş ülkelerde ise bu oran hayvan beslenmesinde % 90, insan beslenmesinde ve sanayi hammaddesi olarak % 10'dur (Anonim 2018b).

Ülkemizin hemen her bölgesinde tarımı yapılan mısır bitkisi, Türkiye tarımında önemli bir paya sahiptir (Bayram 2010). Ülkemizde mısır bitkisi üretiminin en çok yapıldığı alanlardan birisi de Çukurova ovasıdır. Çukurova'da mısır genellikle ana ürün olarak ekilip üretilmekte ve çoğunlukla sırta ekim yöntemi uygulanmaktadır. Sırta ekimde hazırlanan toprak sırt uygulaması, bir önceki yılın sonbaharında oluşturulmakta, havanın ve topraktaki yabancı otların durumuna göre kışın tazelenmektedir. İlkbaharda mısır ekimi öncesi topraktaki yabancı otların durumuna göre sırt ikinci kez yenilenmektedir. Mısır yetiştiriciliğinde toprak işleme yöntemleri ile ilgili birçok farklı çalışma bulunmaktadır.

Karayel ve Özmerzi (2005), mısır ve karpuz tohumları kullanılarak, hassas ekimde gömücü ayakların (balta, çapa, tek diskli ve çift diskli) tohum dağılımlarını belirlemek için yapmış oldukları çalışmada, her iki tohum ile yapılan denemelerde gerek yatay ve gerekse düşey düzlemdeki dağılım açısından en iyi gömücü ayağın balta gömücü ayak olduğunu saptamışlardır.

Dede (2007), ikinci ürün silajlık mısırdaki yaptığı bir çalışmada, geleneksel toprak işleme yöntemi ve azaltılmış toprak işleme yöntemi üzerinde düze ekim ve sırta ekimi karşılaştırmıştır. Çalışmada en yüksek çıkış yüzdesi değeri, azaltılmış toprak işleme yönteminin sırta ekiminde, en yüksek verim değeri ise azaltılmış toprak işleme yönteminin düze ekiminde elde edilmiştir.

Sırta ekimde düze ekime göre daha yüksek bitki çıkışı sağlandığı için, yüksek bitki çıkışı sağlayan bir ekim makinası ile yapılacak sırta ekimde bitki çıkışı açısından daha büyük avantajların sağlanabileceğini bildirmişlerdir (Altuntaş ve Dede 2009; Yazgı ve ark. 2017).

Yalçın ve ark. (2009), ikinci ürün mısır tarımında yaptıkları bir çalışmada, geleneksel düze ekim ve sırta ekim yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Deneme sonucunda, bitki boyu ve verim bakımından ekim yöntemleri arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.

Barut ve Çelik (2010), ikinci ürün mısırdaki toprak işleme yapılan ve toprak işlenmeyen parsellerde bitki çıkışı ve verim üzerine oluşan etkileri incelemişlerdir. Toprak işleme yapılan parsellerde bitki çıkışı % 94 'ün üzerinde değerler göstererek daha yüksek sonuçlar göstermiştir.

Çakır ve ark. (2010), Aşağı Menemen ovasında mısır ve arpa-fiğ üretiminde azaltılmış toprak işleme, kültürel işlemler için toprak işleminin yapıldığı doğrudan ekim ve hiçbir toprak işleminin yapılmadığı toprak işlenmeyen doğrudan ekim tekniklerini geleneksel toprak işlemeyle karşılaştırmışlardır. Çalışma sonunda goble diskaronun kullanıldığı azaltılmış toprak işleme sistemi en yüksek verime sahip olurken sıfır toprak işleme en düşük verimin alındığı görülmüştür.

Yazgı ve ark. (2017) baltalı ve diskli gömücü ayağa sahip ekim makinalarının sırta ekim performansları bitki dağılım düzgünlüğü ve tarla filiz çıkış derecesi yönünden laboratuvar ve tarla koşullarında karşılaştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, disk ayaklı ekim makinaları ile tarla filiz çıkış derecesi, kabul edilebilir bitki aralığı oranı ve ikizlenme oranı değerleri daha iyi sonuçlar göstermiştir.

Bu çalışmada, ana ürün mısır bitkisinin sırta ekiminde sonbaharda hazırlanmış ve kış döneminde tekrar yenilenmiş / tazelenmiş olan sırta tohum yatağına, ana ürün mısırın ekim zamanı olan ilkbahar döneminde yapılan farklı toprak işleme uygulamalarının bitki dağılım düzgünlüğü (ikizlenme oranı, boşluk oranı, kabul edilebilir bitki aralığı) ve çıkış yüzdesine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma 2012 ve 2013 üretim sezonlarında Adana ili Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne bağlı Hacılı İşletmesi deneme alanında yürütülmüştür. Denemenin yapıldığı toprak killi tınlı yapıya sahip olup, organik madde içeriği düşüktür. Uzun yıllar ortalamasında yıllık yağış miktarı 644.6 mm, ortalama sıcaklık yaklaşık 19.1 °C civarındadır (Anonim 2018c). Araştırma kapsamında toprağın işlenmesi için merdaneli çizel, yöntemlere ait sırtların oluşturulabilmesi amacıyla sırt listeri ve sırt tapanı ekipmanları

kullanılmıştır. Denemelerde ekim makinesi olarak, 6 sıralı disk ayaklı pnömatik hassas ekim makinesi kullanılmıştır. Ekim makinasının ekici ünitelerinde her bir delik çapı 4.5 mm olan 26 adet delikli plakalar kullanılmıştır. Ekim işleminde traktör ilerleme hızı 6 km h<sup>-1</sup> (1.67 m s<sup>-1</sup>) ekim makinasının vakum basıncı 60 mbar (6 kPa) olarak seçilmiştir. Tarımsal ekipmanların (çizel, sırt listeri, sırt tapanı, ekim makinası) uygulanmasında 73 kW gücünde bir traktör kullanılmıştır. Ekimde sıra üzeri mesafe 70 cm, sıra arası mesafe 17.3 cm, ekim derinliği ekim makinası üzerinde 5 cm olarak ayarlanmış ve taban gübresi olarak ekim anında 15 kg da<sup>-1</sup> DAP gübresi uygulanmıştır.

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede parsel büyüklükleri 63 m<sup>2</sup> (4.2 m x 15 m) ölçülerindedir. Deneme öncesi tüm parsellerde sonbahar dönemi toprak hazırlığında merdaneli çizel 2 defa çapraz olarak uygulanmıştır. Sonrasında sırt listeri ile sırtlar oluşturulmuştur. Oluşturulan sırtların tamamı kış dönemi içerisinde yabancı otlara karşı yenilenmiştir. Tohum ekim zamanı olan ilkbahar döneminde ise bu sırtlara aşağıdaki uygulamalar yapılmıştır.

Y1- Sırt Tazeleme (yenileme) + Sırt Tapanı + Mısır Ekimi

Y2- Sırt Tazeleme (yenileme) + Mısır Ekimi

Y3- Mısır Ekimi

İlkbahar döneminde farklı tohum yatağı hazırlama yöntemlerinin, tohum dağılım düzgünlüğüne ve çıkış yüzdesine olan etkilerini belirlemek amacıyla, deneme parsellerinde bitki çıkışı sabitlendikten sonra tesadüfi olarak seçilen 5 m uzunluğundaki üç sıra üzerinde, bitki sayımları yapılmıştır. Bu sayımlardan bitki dağılım düzgünlüğü belirlemek için boşluk oranı, ikizlenme oranı, kabul edilebilir bitki aralığı oranı ve çıkış yüzdesi değerleri hesaplanmıştır (Barut 1996). Hesaplanan değerlerden bitki dağılım düzgünlüğü Çizelge 1'de verilen skalaya bağlı olarak değerlendirmeye alınmıştır (Aykas ve ark. 2013; Yazgı ve ark. 2017).

**Çizelge 1.** Bitki dağılım düzgünlüğü oranlarının değerlendirilmesi.

**Table 1.** Evolution of the seed spacing accuracy ratio.

Kabul Edilebilir Bitki Aralıkları Oranı (KBAO, %)	İkizlenme Oranı (İO, %)	Boşluk Oranı (BO, %)	Değerlendirme
>98.6	<0.7	<0.7	Çok İyi
>90.4-≤98.6	≥0.7-<4.8	≥0.7-<4.8	İyi
≥82.3-90.4	≥4.8-≤7.7	≥4.8-≤10	Orta
<82.3	>7.7	>10	Yetersiz

Sıra üzerindeki iki bitki arasındaki mesafe, ekim makinasının anma tohum aralığının 1.5 katından daha fazla olması boşluk oranı olarak, ekim makinasının anma tohum aralığının 0.5 katından daha az olması ikizlenme oranı, ekim makinasının anma tohum aralığının 0.5-1.5 katı arası olması kabul edilebilir bitki aralığı oranı olarak adlandırılır ve aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanır.

$$BO = (no / n) 100 \quad (1)$$

$$İO = (n2 / n) 100 \quad (2)$$

$$KBAO = (n1 / n) 100 \quad (3)$$

$$ÇY = (Nb / N) 100 \quad (4)$$

Burada;

BO: Boşluk oranı (%),

İO: İkizlenme oranı (%),

KBAO: Kabul edilebilir bitki aralığı oranı (%),

Z: Sıra üzeri mesafe (cm),

n: Toplam bitki aralığı sayısı (adet),

no: 1.5 Z'den büyük bitki aralıkları sayısı (adet),

n1: (0.5-1.5) Z arasındaki bitki aralıkları sayısı (adet),

n2: 0.5 Z'den küçük bitki aralıkları sayısı (adet),

ÇY: Çıkış Yüzdesi,

Nb: Birim uzunlukta çıkan bitki sayısı (bitki m<sup>-1</sup>),

N: Birim uzunluğa ekilen tohum sayısı (tohum m<sup>-1</sup>)'dir.

Her iki yıl için, ekim yatağı hazırlama yöntemlerinin bitki dağılım düzgünlüğü ve bitki çıkışına etkileri varyans analizine göre belirlenmiş ve ortalamalar arası farklılıklar ise Lsd çoklu karşılaştırma testi ile ortaya konulmuştur.

### 3. Bulgular

Araştırma kapsamında birinci yıl (2012 yılı) için her bir yöntemin boşluk oranı, ikizlenme oranı, kabul edilebilir bitki aralığı oranı ve çıkış yüzdesi değerleri Çizelge 2'de, ikinci yılında (2013 yılı) elde edilen değerler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 2 incelendiğinde farklı tohum yatağı hazırlama yöntemlerinin boşluk oranı (BO) ve ikizlenme oranı (İO) üzerine etkisi istatistiksel olarak % 1 seviyesinde önemli, kabul edilebilir bitki aralığı oranı (KBAO) ve çıkış yüzdesi (ÇY) üzerine etkisi istatistiksel olarak % 5 seviyesinde önemli bulunmuştur. En düşük BO değeri % 2.4 ile Y1 yönteminde, en yüksek BO değeri % 7.1 ile Y3 yönteminde elde edilirken, en düşük İO değeri % 3.5 ile Y1 ve Y2 yönteminde, en yüksek İO değeri % 6.5 ile Y3 yönteminde elde edilmiştir. En yüksek KBAO değeri % 94.1 ile Y1 yönteminde elde edilirken, bunu % 91.9 değeri ile istatistiksel olarak aynı grupta yer alan Y2 yöntemi takip etmiştir. En düşük KBAO değeri % 86.4 ile Y3 yönteminde elde edilmiştir. En yüksek ÇY değeri % 95.8 ile Y1 yönteminde elde edilirken, bunu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan % 91.4 değeri ile Y2 yöntemi takip etmiştir. En düşük ÇY değeri ise, % 88.3 ile Y3 yönteminde bulunmuştur.

Çizelge 3 incelendiğinde farklı tohum yatağı hazırlama yöntemlerinin ikizlenme oranı (İO) üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz, boşluk oranı (BO), kabul edilebilir bitki aralığı oranı (KBAO) ve çıkış yüzdesi (ÇY) üzerine etkisi istatistiksel olarak

önemli bulunmuştur. En düşük BO değeri % 6.8 ile Y1 yönteminde, en yüksek BO değeri % 12.1 ile Y3 yönteminde elde edilmiştir. İO değeri bakımından yöntemler arasında istatistiksel fark bulunmazken en düşük değer % 2.7 ile Y1 yönteminde, en yüksek değer % 4.0 ile Y3 yönteminde elde edilmiştir. En yüksek KBAO değeri % 90.5 ile Y1 yönteminde elde edilirken, bunu % 89.3 değeri ile istatistiksel olarak aynı grupta yer alan Y2 yöntemi takip etmiştir. En düşük KBAO değeri % 83.9 ile Y3 yönteminde elde edilmiştir. ÇY değerleri bakımından en yüksek değer % 94.3 ile Y1 yönteminde elde edilirken, bunu % 90.2 değeri ile istatistiksel olarak aynı grupta yer alan Y2 yöntemi takip etmiştir. En düşük ÇY değeri % 85.3 ile Y3 yönteminde bulunmuştur.

Denemenin yürütüldüğü ikinci yıl (2013) verilerinin, birinci yıl (2012) verilerine göre BO değerleri bakımından daha yüksek, İO değerleri bakımından daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun sebebinin denemenin ikinci yılında yabancı ot yoğunluğunun daha yüksek olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Yine aynı şekilde KBAO ve ÇY değerlerindeki düşmenin de yabancı ottan dolayı olduğu söylenebilir. Dolayısıyla yabancı ot oranının ekim performansını olumsuz yönde etkilediği görülmektedir.

### 4. Tartışma ve Sonuç

Bitki dağılım düzgünlüğü bakımından araştırmanın her iki yılındaki sonuçlar dikkate alındığında, birinci yıl sonuçlarında değerlendirme skalasına göre Y1 ve Y2 yöntemleri iyi düzeyde, Y3 yöntemi ise orta düzeyde kalmıştır. İkinci yıl sonuçlarında değerlendirme skalasına göre Y1 yöntemi iyi düzeyde kalmıştır.

Tarla filiz çıkış derecesi (çıkış yüzdesi) bakımından araştırmanın her iki yılında elde edilen sonuçlar arasında en yüksek değerler Y1 yönteminde elde edilmesine rağmen Y1 ve Y2 yöntemleri istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır.

Tarla trafiği artmasına rağmen, mısır yetiştiriciliğinde iyi bir bitki dağılım düzgünlüğü ve yüksek çıkış yüzdesi sağlamak için Y1 ve Y2 yöntemleri tavsiye edilebilecek yöntemler olmuşlardır. Y1 yönteminin Y2 yöntemine göre biraz daha iyi sonuçlar göstermesinin nedeni toprak hazırlığında sırt tapanı kullanılması olduğu söylenebilir. Sırt tapanı ile hazırlanmış ekim yatağının, tohum-toprak temasını daha güçlü sağladığı düşünülmektedir.

Çizelge 2. Yöntemlere ait bitki dağılım düzgünlüğü ve bitki çıkış yüzdesi değerleri (2012 yılı).

Table 2. Plant distribution uniformity and plant emergence rate of the methods (year 2012).

Yöntemler	BO (%)	İO (%)	KBAO (%)	ÇY (%)
Y1	2.4±2.20 b	3.5±0.05 b	94.1±2.11 a	95.8±2.20 a
Y2	4.6±1.74 b	3.5±0.15 b	91.9±1.89 a	91.4±1.95 ab
Y3	7.1±0.55 a	6.5±0.75 a	86.4±0.64 b	88.3±3.17 b
Lsd	2.39**	1.06**	3.07*	4.50*

\*\* : sütunda aynı harflerle gösterilen değerler p< 0.01 düzeyinde farklıdır. \* : sütunda aynı harflerle gösterilen değerler p< 0.05 düzeyinde farklıdır.

Çizelge 3. Yöntemlere ait bitki dağılım düzgünlüğü ve bitki çıkış yüzdesi değerleri (2013 yılı).

Table 3. Plant distribution uniformity and plant emergence rate of the methods (year 2013)

Yöntemler	BO (%)	İO (%)	KBAO (%)	ÇY (%)
Y1	6.8±0.36 b	2.7±0.15	90.5±0.40 a	94.3±2.23a
Y2	7.2±0.78 b	3.5±3.50	89.3±3.63 a	90.2±4.05ab
Y3	12.1±2.40 a	4.0±0.44	83.9±2.00 b	85.3±2.46b
Lsd	2.62*	ö.d.	5.32*	6.33*

\*:sütunda aynı harflerle gösterilen değerler p< 0.05 düzeyinde farklıdır.



## Kaynaklar

- Altuntaş E, Dede S (2009) Emergence of silage maize as affected by conservation tillage and ridge planting systems. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript 1363. Vol. XI. October, 2009.
- Anonim (2018a) <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/417606>. Erişim 01 Kasım 2018.
- Anonim (2018b) <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/brosurler/>. Erişim 01 Kasım 2018.
- Anonim (2018c) <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler>. Erişim 11 Temmuz 2018.
- Aykas E, Yalçın H, Yazgı A (2013) Balta tipi gömücü ayağa sahip tek dane ekim makinalarının farklı bölgelerde mısır ekiminde ekim performanslarının karşılaştırılması. *Tarım Makinaları Bilim Dergisi* 9(1): 67-72.
- Barut ZB (1996) Farklı tohumların ekimlerinde kullanılan düşey plakalı, hava emişli hassas ekici düzenin uygun çalışma koşullarının saptanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- Barut ZB, Çelik İ (2010) Different tillage systems affect plant emergence. Stand Establishment and Yield in Wheat- Corn Rotation. *Philipp Agric Scientist* Vol. 93(4): 392-398. ISSN 0031-7454.
- Bayram E (2010) İkinci ürün silajlık mısır tarımında farklı toprak işleme yöntemlerinin işletmecilik açısından karşılaştırılması. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Tokat.
- Çakır E, Aykas E, Yalçın H, Çay A, Dereli İ (2010) Ege bölgesinde azaltılmış toprak işleme ve doğrudan ekim uygulamalarının mısır ve arpa-fiğ verimine etkileri. 26. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, 22-23 Eylül 2010, s. 16, Hatay.
- Dede S (2007) Farklı toprak işleme ve ekim tekniklerinin ikinci ürün silajlık mısır tarımında toprak özellikleri ve verim üzerine etkilerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Karayel D, Özmerzi A (2005) Hassas ekimde gömücü ayakların tohum dağılımına etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 18(1): 139-150.
- Yalçın İ, N Topuz, İ Yavaş, A Ünay (2009) İkinci ürün mısırdaki sırta ekim yönteminin uygulanabilirliğinin belirlenmesi. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 6(1): 35-40.
- Yazgı A, Yalçın H, Aykas E, Tozan M (2017) Baltalı ve diskli gömücü ayağa sahip tek dane ekim makinalarının sırta ekim performanslarının karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi* 23: 195-207.



## Türkiye’de yetiştirilen bazı sığır ırklarında *MBL-1* gen polimorfizminin araştırılması

### Investigation of *MBL-1* gene polymorphism in some cattle breeds raised in Turkey

Esma Gamze AKSEL<sup>1</sup>, Korhan ARSLAN<sup>1</sup>, Fadime ÖZDEMİR<sup>1</sup>, Bilal AKYÜZ<sup>1</sup>

Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Genetik Anabilim Dalı, 38280, Kayseri

Sorumlu yazar (Corresponding author): E. G. Aksel, e-posta (e-mail): gamzeilgar@erciyes.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): korhanars@gmail.com, ozdemir.fdm@gmail.com, bakyuzvet@gmail.com

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 04 Eylül 2018  
Düzeltilme tarihi 10 Aralık 2018  
Kabul tarihi 11 Aralık 2018

#### Anahtar Kelimeler:

MBL-1  
Sığır  
PCR-RFLP  
SNP

#### ÖZ

Çiftlik hayvanlarında son yıllarda hastalıklara karşı daha dirençli sürülerin oluşturulması için genetik yöntemlerin kullanılmasına yönelik ilgi giderek artmaktadır. Bu tür çalışmalarda immün sistemde önemli görevlerinden dolayı mannoz bağlayıcı lektin-1 (*MBL-1*) geni de incelenen genlerden biridir. Sunulan çalışmada araştırma materyali olarak Türkiye’de yetiştirilen yerli sığır ırklarından Zavot (n= 81, Z), Yerli Kara (n= 87, YK), Doğu Anadolu Kırmızısı (n= 72, DAK), Boz ırk (n= 54, BI), Güney Anadolu Kırmızısı (n= 44, GAK) ile Avrupa orijinli sığır ırklarından İsviçre Esmeri (n= 61, BS) ve Simental (n= 65, S) ırkı sığırlar kullanılmıştır. Çalışmada *MBL-1* geninin intron 1 (1252 G>A) ve ekzon 2 bölgelerinde (2534 G>A, 2569 T>C) bulunan toplam üç tek nükleotid polimorfizmi (SNP) yönünden incelenen sığır ırklarına ait örneklerin genotiplendirilmesi hedeflenmiştir. Çalışma sonunda 1252 G>A kodlu SNP yönünden DAK ve S ırklarında (p<0.05); 2534G>A kodlu SNP yönünden YK ve BS ırklarında (p<0.001, p<0.01 sırasıyla) Hardy Weinberg (HWE) dengesinin bozulduğu görülmüştür. 2569 T>C kodlu SNP yönünden ise tüm ırkların HW dengesinde oldukları belirlenmiştir. Bu çalışma Türkiye’de yetiştirilen sığır ırklarında *MBL-1* geninin intron 1 (1252 G>A) ve ekzon 2 bölgelerinde (2534 G>A, 2569 T>C) bulunan SNP’lerin araştırıldığı ilk çalışmadır. Çalışma sonunda bu SNP’ler ile önemli yetiştiricilik hastalıkları arasındaki ilişkilerin araştırıldığı çalışmaların planlanması gerektiği düşünülmüştür.

#### ARTICLE INFO

Received 04 September 2018  
Received in revised form 10 December 2018  
Accepted 11 December 2018

#### Keywords:

MBL-1  
Cattle  
PCR-RFLP  
SNP

#### ABSTRACT

The concern in using genetic methods in forming resistant herds against diseases in farm animals has recently been increasing. Mannose-binding lectin-1 (*MBL-1*) gene is one of the genes searched in this kind of research because of this gene's important responsibilities in the immune system. In the presented research, Zavot (n= 81, Z), Anatolian Black (n= 87, AB), Eastern Anatolian Red (n= 72, EAR), Turkish Gray (n= 54, TG), Southern Anatolian Red (n= 44, SAR) which are the cattle breeds raised in Turkey, and Black Switzerland (n= 61, BS) and Simmental (n= 65, S) which are Europe originated cattle breeds were used as the research material. In the research, it was aimed at genotyping the samples of cattle searched in terms of total three single nucleotide polymorphism in the intron 1 (1252 G>A) and exon 2 (2534 G>A, 2569 T>C) regions of *MBL-1* gene. In the end of the study, it was found that Hardy Weinberg (HWE) equilibrium broke down in EAR and S breeds (p<0.05) in terms of 1252 G>A coded SNP; in NB and BS races (p<0.001 and p<0.01 respectively) in terms of 2534G>A coded SNP. It was determined that all breeds are in HWE in terms of 2569 T>C coded SNP. This research is the first research where SNPs in intron 1 (1252 G>A) and exon 2 (2534 G>A, 2569 T>C) regions of *MBL-1* gene in the cattle breeds raised in Turkey have been searched. At the end of the study, it was thought that the studies where the relationships between SNPs and important raising disease are searched should be planned.

## 1. Giriş

Çiftlik hayvanı türlerinde yapılan ıslah çalışmalarında yakın zamana kadar öncelik verim özelliklerine verilmişken, son yıllarda bireyin immün sisteminin rol oynadığı hastalıklara

direnç özelliklerinin iyileştirilmesi konusuna ilgi giderek artmaktadır (Mallard ve ark. 2015). Son yıllarda yapılan çalışmalarda, seleksiyon ile çiftlik hayvanları yetiştiriciliğinde

önemli ekonomik kayıplara neden olan hastalıklara karşı dirençli, yüksek verimli ve bu sayede işletme karlılığını artırılabilir damızlıkların seçilebileceği bildirilmiştir (Thompson-Crispi ve ark. 2014). Sağlık özelliklerinin iyileştirilmesiyle hayvanlarda üreme ve büyümenin dahil olduğu bir çok önemli verim özelliklerinin de iyileştirilebileceği bildirilmektedir (Thompson-Crispi ve ark. 2012). Tüm hayvancılık alanlarında üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve gerek hayvan sağlığı gerekse insan sağlığı yönünden önemli bir sorun olan antibiyotiğe dirençli patojenlerin oluşumunu azaltmak için antibiyotik kullanımının azaltılması ihtiyacı bir zorunluluk haline gelmiştir (Mallard ve ark. 2015). Bu nedenle çiftlik hayvanlarında sağlıkla ilgili iyileştirme çalışmalarında alternatif metotların uygulamaya konulmasına ihtiyaç vardır. Genetik yaklaşımların çiftlik hayvanlarında sağlıkla ilgili özelliklerin ıslahında önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir (Mallard ve ark. 2015). Yapılan çalışmalar farklı çiftlik hayvanı türlerinde, patojen etkenlere kuvvetli immün yanıtla yüksek verim arasında pozitif bir korelasyonun olduğunu göstermiştir (Mallard and Wilkie 2007; Aleri ve ark. 2015).

Ökaryotlarda enfeksiyon etmenlerine karşı oluşan immün yanıt, karmaşık olarak düzenlenmiş genetik mekanizmalar aracılığıyla ortaya çıkar. Memelilerde patojene karşı immün yanıtın ortaya çıkmasında 2000 ile 3000 genin rol oynadığı tahmin edilmektedir (Breuer ve ark. 2013). Bu genlerden biri, doğal bağışıklık sisteminde rol oynayan önemli bir akut faz proteini olan mannoz bağlayıcı lektin (MBL) proteinini kodlayan genidir (Thiel ve ark. 1997). Mannoz bağlayıcı lektin, geni bir mikroorganizma yelpazesini tanıyan ve doğal bağışıklıkta lektin-komplement yolağını aktive eden kollektin protein ailesinin bir üyesidir (Holmskov ve ark. 2003; Liu ve ark. 2011). Enfeksiyonun erken dönemlerinde makrofajlardan salınan MBL öncelikle mannoz ve N-asetilglukozamin kalıntıları olmak üzere patojenlerin hücre duvarlarında bulunan karbohidratlara bağlanmaktadır (Thiel ve ark. 1997; Schwaebler 2002; Delves ve ark. 2011). Mannozun yanı sıra çeşitli şeker gruplarına bağlanabilmesi nedeniyle MBL'nin pek çok gram-negatif ve gram-pozitif bakteriler ile mayalar, viruslar ve parazitlere de bağlanabildiği bildirilmiştir (Janeway ve Medzhitov 2002). MBL'nin patojen ile ilişkili moleküler paternler (PAMP) olarak adlandırılan yapılara bağlandıktan sonra, MBL aracılı serin proteaz-1 (MASP-1) ve MBL aracılı serin proteaz-2 (MASP-2) adı verilen iki serin proteazı aktifleştirdiği, dolayısıyla tamamlayıcı (komplement) sistem aracılı öldürme ve/veya fagositoza yol açan, C1 ve antikor bağımsız tamamlayıcı sistemin aktivasyonunu teşvik ettiği bildirilmiştir (Delves ve ark. 2011). Çoğu memelide MBL1 ve MBL2 adlı iki ayrı gen tarafından kodlanan MBL'nin, MBL-A ve MBL-C olarak da adlandırıldığı, MBL eksikliğinin insan, fare, domuz, sığır ve diğer memeliler arasında birçok hastalık mekanizmasında rol oynadığına dair veriler olduğu bildirilmiştir (Turner ve Hamvas 2000). MBL eksikliğinde ciddi enfeksiyöz hastalıklar meydana geldiği bildirilmiştir (Turner 2004). MBL-A proteinini kodlayan *MBL-1* geni sığırlarda 28. kromozomda bulunurken (Gjerstorff ve ark. 2004), MBL-C proteinini kodlayan *MBL-2* geninin 26. kromozomda bulunduğu bildirilmiştir (Eggen ve ark. 2002).

Doğuştan gelen bağışıklık sisteminin en önemli bileşenlerinden biri olan MBL, hastalık patogenezinde de önemli rol oynamaktadır (Super ve ark. 1989; Neth ve ark. 2000; Fraser ve ark. 2018). Lektin yolağı üzerinde bulunan genlerin içlerinde mastitisin de bulunduğu 16 hastalık yönden hastalığa ve sağlıklı sığırları inceledikleri çalışmalarında,

hastalığa yakalanma ile ilişkili 74 kısa nükleotid varyantın bulunduğunu bildirmişlerdir (Fraser ve ark. 2018). Sığır yetiştiriciliğinde önemli ekonomik kayıplara neden olan bulasıcı hastalıklara karşı daha dirençli bireylerin seçilerek damızlıkta kullanılmasının düşük maliyetli ve sürdürülebilir bir uygulama olduğu bildirilmiştir (Prajapati ve ark. 2017). Bu amaçla hastalıklara direnç yönünden yapılacak seleksiyon çalışmalarında kullanılabilir aday genlerden birinin de *MBL* olduğu bildirilmiştir (Prajapati ve ark. 2017).

Süt sığırcılığında yaygın görülen maliyetli bir hastalık olan mastitis, süt veriminin ve kalitesinin azalması ile laktasyon periyodunun kısalması ve hatta damızlık hayvanın kesimine sebep olarak işletmelerde önemli ekonomik kayıplara neden olan bir hastalıktır (Seegers ve ark. 2003). Ciddi ekonomik kayıplara sebep olan mastitis ile somatik hücre skoru (SCS) arasında ilişki vardır (Yuan ve ark. 2011). Düşük SCS'na sahip hayvanlarda mastitis görülme olasılığı yüksek SCS'na sahip olanlardan daha düşüktür (Yuan ve ark. 2011). Bu nedenle mastitise dirençli sürülerin elde edilmesinde düşük SCS'na sahip hayvanların erken yaşlarda seçilmesi önemlidir. Düşük SCS'na sahip hayvanların seçimde *MBL-1* geninin bir aday gen olabileceği bildirilmiştir (Yuan ve ark. 2011). Wang ve ark. (2011), Holştayn ırkı sığırlarda *MBL-1* geninin ekzon-2 bölgesinde bulunan 2651G>A kodlu SNP ile somatik hücre sayısı arasında istatistiksel olarak ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Liu ve ark. (2011), Çin'de yetiştirilen Holştayn'larda *MBL-1* geninin ekzon-2 bölgesinde bulunan 1330G> A kodlu SNP'nin SCS ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan bu çalışmada ise Türkiye'de yetiştirilen yerli ve kültür sığır ırklarında hastalıklara direnç konusunda potansiyel bir aday gen olan *MBL-1* geninin, birinci intron ve ikinci ekzon bölgelerinde bulunan üç farklı SNP yönünden genotiplendirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın hayvan materyalini Türkiye'de yetişen yerli sığır ırklarından; Zavot (Z, n=81), Yerli Kara (YK, n=87), Doğu Anadolu Kırmızısı (DAK, n=72), Boz Irk (BI, n=54), Güney Anadolu Kırmızısı (GAK, n=44) ve Avrupa orijinli sığır ırklarından İsviçre Esmeri (BS, n=61) ve Simental (S, n=65) ırkına ait toplam 464 baş sığır oluşturmuştur.

Çalışmada kullanılan hayvanların Vena jugularis'lerinden vakumlu K<sub>3</sub>EDTA'lı tüplere alınan kanlardan fenol- kloroform-izoamil alkol yöntemi ile genomik DNA'lar izole edilmiştir (Sambrook ve Russell 2001). Elde edilen DNA'lar kullanılarak yapılacak PCR işlemi, her SNP için reaksiyon hacmi 20 µl olacak şekilde; 50 ng DNA, 1X buffer (KCl 500 mmol l<sup>-1</sup>), 2.0 mmol l<sup>-1</sup> MgCl<sub>2</sub>, 0.25 mmol l<sup>-1</sup> dNTP, and 0.5 U Taq DNA polimeraz ve Çizelge 1'de verilen primerler kullanılarak ayrı ayrı hazırlanmıştır. Her üç SNP için de PCR reaksiyonu; 95 °C'de, 5 dakika ön-denatürasyon sonrası, 95 °C'de 30 saniye, her bir primer için Çizelge 1'de (1252 G>A için 62.5 °C , 2534 G>A için 52.5 °C, 2569 T>C için 63.5 °C) belirtilen bağlanma sıcaklıklarında 30 saniye ve 72 °C'de 30 saniye olacak şekilde 35 döngü yapılmış ve son olarak 72 °C'de 7 dakika tutularak sonlandırılmıştır. *MBL-1* genine ait her üç SNP için elde edilen PCR ürünleri % 1.5'lik jel elektroforezi ile tespit edildikten sonra (elde edilmesi beklenen PCR ürünlerine ait ürün büyüklükleri Çizelge 1'de gösterilmiştir), 1252 G>A, 2534 G>A, 2569 T>C SNP bölgeleri için Çizelge 1'de verilen kesim

**Çizelge 1.** PCR-RFLP yöntemi ile genotiplendirilen SNP'lerin primer bağlanma sıcaklığı, bulunduğu bölge, kesim enzimi ve genotipleri.

**Table 1.** Primer binding temperature of genotyped SNPs by PCR-RFLP method, region, restriction enzyme and genotypes.

SNP	Primer Sekansları	TA (°C)	Bölge	RE	Genotip /bç	Kaynak
1252 G>A	F: ACCTTGGGTCACCTGCAACAG R: GGTAGTTTAGGCAGCCCTAAAGC	62.5	Int-1	<i>AvaII</i>	AA: 226 GA: 226, 193, 33 GG: 193,33	Yuan ve ark. (2013)
2534 G>A	F: GTATCCTTCTCAAATACAAAAGAC R: CCCCTGTCTCTATGCTAGAC	52.5	Ex-2	<i>MaeII</i>	AA: 194 GA: 217, 194, 23 GG: 194, 23	Yuan ve ark. (2013)
2569 T>C	F: GTGGTGGCAAATGTTGGCTAAAC R: TGGCTCTCCCTTTTCTCCCTT	63.5	Ex-2	<i>HaeIII</i>	TT:255 TC:255, 178, 77 CC:178, 77	Yuan ve ark. (2013)

TA: Bağlanma sıcaklığı; bç: PCR ürününün büyüklüğü; RE: Kesim enzimi; Int: İntron; Ex: Ekzon.

enzimleri ile kesilerek bireylerin genotipleri belirlenmiştir. Enzim kesim işlemleri, her bir PCR ürünü için 1 U kesim enzimi kullanılarak *AvaII* enzimi için: 37 °C'de 4 saat tutulduktan sonra enzim inaktivasyonu 65 °C'de 20 dakika tutularak; *MaeII* enzimi için: 65 °C'de 2 saat tutulduktan sonra enzim inaktivasyonu 80 °C'de 20 dakika tutularak; *HaeIII* enzimi için: 37 °C'de 4 saat tutulduktan sonra enzim inaktivasyonu 80 °C'de 20 dakika tutularak yapılmıştır. Kesim ürünleri % 2'lik jel elektroforezde görüntülenerek bireylerin genotipleri belirlenmiştir. Kesim uzunluklarına ait bilgiler **Çizelge 1**'de belirtilmiştir.

Genonipik frekanslar ve allel yapıları FSTAT 2.9.3.2 filogenetik analiz programı ile belirlenmiştir (Goudet 1995). *MBLI* SNP'leri yönünden popülasyonların Hardy-Weinberg dengesinde olup olmadıklarının belirlenmesi için de Ki-kare ( $\chi^2$ ) analizi yapılmıştır (OEGE 2008).

### 3. Bulgular ve Tartışma

PCR işlemi sonunda, 1252G>A kodlu SNP için 226 bç uzunluğunda bir PCR ürünü elde edilmiştir. Elde edilen PCR ürünlerinin *AvaII* restriksiyon enzim ile kesilmiş ve bu SNP yönünden incelenen sığır ırklarında üç genotip (AA, AG ve GG) bulunduğu görülmüştür. AA genotipli bireylerde 226 bç büyüklüğünde tek bant, GG genotipli bireylerde 193 ve 33 bç büyüklüğünde iki bant ve GA genotipli bireylerde ise 226, 193 ve 33 bç'de üç bantın görülmesi beklenmiştir (**Şekil 1**). Ancak yapılan %2'lik agaroz jel elektroforezinde 33 bp küçük olduğu için gözlenmemiş olmasına rağmen 226 ve 193 bç uzunluğundaki bantların birlikte veya tek olmasının genotiplerin belirlenmesi için yeterli olduğu görülmüştür.

2534 G>A kodlu SNP için yapılan PCR reaksiyonu sonucunda elde edilen 217 bç uzunluğunda ürünler *MaeII* restriksiyon enzim kesilmiştir. Kesim işlemi sonunda incelenen örneklerde AA (217 bç uzunluğunda tek bant), GG (194 ve 23 bç büyüklüğünde iki bant) ve GA (217, 194 ve 23 bç'de üç bant) olarak adlandırılan üç genotip belirlenmiştir (**Şekil 2**). Ancak 23 bç'lik bant çok küçük olduğu için jel elektroforezinde gözlenmemiştir.

2569 T>C kodlu SNP için yapılan PCR işlemi sonunda elde edilen 255 bç'lik ürünler *HaeIII* restriksiyon enzimi ile kesilmiştir. Enzim kesimi sonucu incelenen örneklerde TT (255 bç büyüklüğünde tek bant), CC (178 ve 77 bç büyüklüğünde iki bant) ve TC genotipi (255, 178 ve 77 bç'de üç bant) olarak adlandırılan üç genotip görülmüştür (**Şekil 3**).

Enzim kesim işlemleri sonrası elde edilen sonuçlara göre; 1252G>A ve 2534 G>A kodlu SNP'lerde G allel frekansı A allele göre tüm ırklarda yüksek bulunmuştur (**Çizelge 2**). 2569 T>C kodlu SNP'de ise T allel frekansı Z (0.53), YK (0.51) ve GAK ırkında (0.65) yüksek bulunmuşken; DAK (0.58), BI

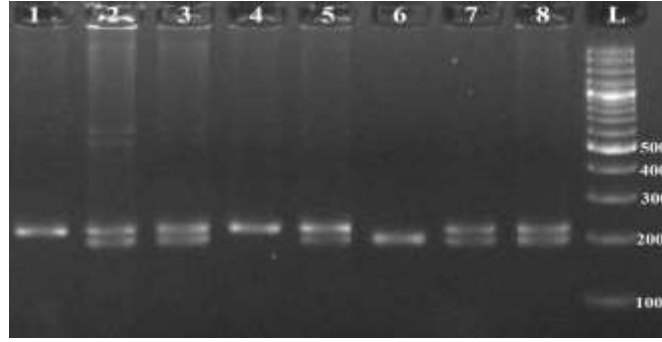
(0.58), BS (0.55) ve S (0.63) ırklarında C allel frekansı yüksek bulunmuştur (**Çizelge 2**).

Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde; 1252 G>A SNP'si yönünden DAK ( $p<0.05$ ) ve S ( $p<0.05$ ) ırklarının; 2534 G>A SNP'si yönünden YK ( $p<0.001$ ) ve BS ( $p<0.01$ ) sığır ırklarının Hardy Weinberg (HWE) dengesinden saptıkları, 2569 T>C SNP'si yönünden tüm ırkların HW dengesinde oldukları belirlenmiştir (**Çizelge 3**).

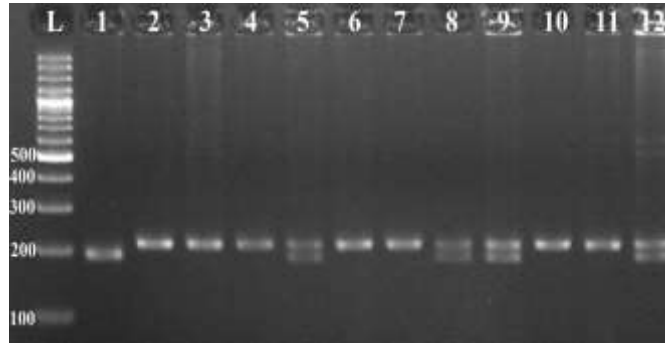
Türkiye'de yetiştirilen yedi sığır ırkı *MBL-1* geninin intron ve ekzonlarında bulunan üç farklı SNP yönünden genotiplendirildiği bu çalışmada, daha önce Yuan ve ark. (2013) tarafından SCS ile ilişkili olduğu bildirilen 2534G>A kodlu SNP'nin GG genotip ve G allel frekansının Zavot ırkında 0.59, Yerli Karada 0.56, Doğu Anadolu Kırmızısı da 0.65, Boz ırkta 0.71, Güney Anadolu Kırmızısı ırkında 0.86, Montofonda 0.67, Simentalde ise 0.48 bulunmuştur. Türkiye yerli sığır ırklarından sütçülük özelliği ile öne çıkan GAK ırkında G allel frekansının en yüksek (0.86), Simental ırkında ise en düşük (0.48) olduğu görülmüştür.

Çin'de yetiştirilen Holştayn, Simental ve yerli Sanhe ırkı sığırların bu çalışmada seçilen SNP'ler yönünden genotiplerinin belirlendiği bir çalışmada incelenen sığır ırklarının üç SNP yönünden HW dengesinde olmadıkları bildirilmiştir (Yuan ve ark. 2013). Buna karşılık Türkiye'de yetiştirilen beş yerli ve iki Avrupa orijinli sığır ırkının *MBL-1* geninde bulunan üç SNP yönünden genotiplemesinin yapıldığı bu çalışmada, incelenen sığır ırklarından Z, BI ve GAK'ın her üç SNP yönünden de HW dengesinde olduğu belirlenmişken, DAK ve S ırklarının 1252 G>A kodlu SNP yönünden, YK ve BS ırklarının ise 2534 G>A kodlu SNP yönünden HW dengesinden saptığı gözlenmiştir. Bu sonuç ise gerek yerli sığır ırklarında gerekse BS ve S ırklarında bu üç SNP yönünden genetik varyasyonun devam ettiğini göstermektedir.

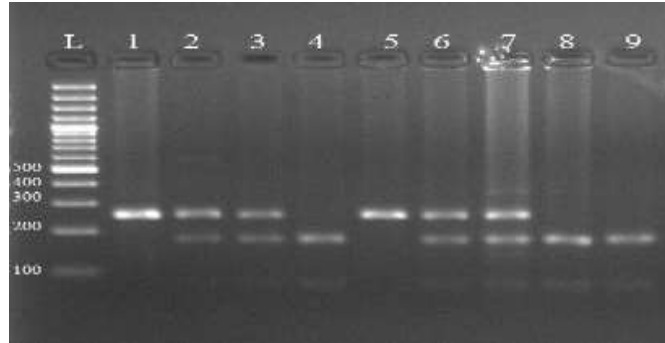
Çin'de yetiştirilen Sanhe, Holştayn ve Simental ırkı sığırlarda *MBL-1* geninin ekzon-2 bölgesinde bulunan 2534G>A kodlu SNP ile SHS arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmada, GG genotipli bireylerde SCS'nun GA ve AA genotipine sahip hayvanlara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu bildirilmiştir (Yuan ve ark. 2013). Türkiye'de yetiştirilen yedi (üçü kültür ırkı, dördü yerli ırk) sığır ırkından ülkemizde özellikle süt verimi amacıyla yetiştiriciliği gittikçe yaygınlaşan Simental ırkında en 2534G>A kodlu SNP yönünden GG genotip frekansının diğer ırklara göre oldukça düşük olduğu (0.18) görülmüştür (**Çizelge 2**). Simental ırkında GG genotip frekansının artırılmasının ülkemizde mastitis hastalığının görülme sıklığının azaltılmasında katkı sağlayabileceği düşünülebilir.



**Şekil 1.** *AvaII* enzimi ile kesilen 1252 G>A SNP'sine ait jel-elektroforez görüntüsü. L: 100 bç'lik DNA merdiveni; AA: 1, 4; GA: 2, 3, 5, 7, 8; GG: 6.  
**Figure 1.** Gel-electrophoresis image of 1252 G>A SNP which restricted with *AvaII* enzyme. L: 100 bp DNA strand; AA 1, 4; GA: 2, 3, 5, 7, 8; GG: 6.



**Şekil 2.** *MaeII* enzimi ile kesilen 2534 G>A SNP'sine ait jel-elektroforez görüntüsü. L: 100 bç'lik DNA merdiveni; AA: 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11; GA: 4, 8, 9, 12; GG: 1.  
**Figure 2.** Gel-electrophoresis image of 2534 G>A SNP which restricted with *MaeII* enzyme. L: 100 bp DNA strand; AA: 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11; GA: 4, 8, 9, 12; GG: 1.



**Şekil 3.** *HaeIII* kesim enzimi ile kesilen 2569 T>C SNP'ine ait jel-elektroforez görüntüsü. L: 100 bç'lik DNA merdiveni; TT: 1, 5; TC: 2, 3, 6, 7; CC: 4, 8, 9.  
**Figure 3.** Gel-electrophoresis image of 2569 T>C SNP which restricted with *HaeIII* enzyme. L: 100 bp DNA strand; TT: 1, 5; TC: 2, 3, 6, 7; CC: 4, 8, 9.

**Çizelge 2.** Sığır ırklarına göre üç SNP'ye ait genotip ve allelik frekansları.

**Table 2.** Genotype and allelic frequencies of three SNPs according to cattle breeds.

Irk	n	1252 G>A Genotype Frequency (n)			Allel Frequency		2534 G>A Genotype Frequency			Allel Frequency		2569 T>C Genotype Frequency			Allel Frequency	
		GG	GA	AA	G	A	GG	GA	AA	G	A	TT	TC	CC	T	C
Z	81	0.80 (65)	0.19 (15)	0.01 (1)	0.89	0.11	0.37 (30)	0.43 (35)	0.20 (16)	0.59	0.41	0.23 (19)	0.58 (47)	0.19 (15)	0.52	0.48
YK	87	0.77 (67)	0.20 (17)	0.03 (3)	0.87	0.13	0.22 (19)	0.68 (59)	0.10 (9)	0.56	0.44	0.27 (23)	0.49 (43)	0.24 (21)	0.51	0.49
DAK	72	0.74 (53)	0.19 (14)	0.07 (5)	0.83	0.17	0.46 (33)	0.39 (28)	0.15 (11)	0.65	0.35	0.22 (16)	0.40 (29)	0.38 (27)	0.42	0.58
BI	54	0.81 (44)	0.15 (8)	0.04 (2)	0.89	0.11	0.57 (31)	0.28 (15)	0.15 (8)	0.71	0.29	0.17 (9)	0.50 (27)	0.33 (18)	0.42	0.58
GAK	44	0.82 (36)	0.16 (7)	0.02 (1)	0.9	0.1	0.75 (33)	0.23 (10)	0.02 (1)	0.86	0.14	0.41 (18)	0.48 (21)	0.11 (5)	0.65	0.35
BS	61	0.82 (50)	0.18 (11)	0.00 (0)	0.91	0.09	0.52 (32)	0.30 (18)	0.18 (11)	0.67	0.33	0.20 (12)	0.51 (31)	0.29 (18)	0.45	0.55
S	65	0.76 (49)	0.18 (12)	0.06 (4)	0.85	0.15	0.18 (12)	0.59 (38)	0.23 (15)	0.48	0.52	0.14 (9)	0.46 (30)	0.40 (26)	0.37	0.63



**Çizelge 3.** Sığır ırklarına göre  $\chi^2$  ve P değerleri.

**Table 3.**  $\chi^2$  values according to Cattle breeds and P values.

İrk	n	$\chi^2$		$\chi^2$		$\chi^2$	
		1252 G>A	P	2534 G>A	P	2569 T>C	P
Z	81	0.02	p>0.05	0.097	p>0.05	2.16	p>0.05
YK	87	1.91	p>0.05	<b>12.20*</b>	<b>p&lt;0.001</b>	0.01	p>0.05
DAK	72	<b>6.48*</b>	<b>p&lt;0.05</b>	1.45	p>0.05	2.21	p>0.05
BI	54	3.38	p>0.05	5.58	p<0.05	0.04	p>0.05
GAK	44	0.79	p>0.05	0.05	p>0.05	0.09	p>0.05
BS	61	0.60	p>0.05	<b>6.66*</b>	<b>p&lt;0.01</b>	0.04	p>0.05
S	65	<b>5.50*</b>	<b>p&lt;0.05</b>	1.92	p>0.05	0.01	p>0.05

$\chi^2$ : Ki-kare; P: P değeri; \*: istatistiksel olarak anlamlı.

Bu çalışmada kullanılan SNP'ler yönünden farklı sığır ırklarının genotiplerinin yapıldığı çalışma sayısı az olmasına rağmen Ensembl veri tabanında sığır *MBL-1* geninde 1028 SNP bulunmaktadır (Anonim 1). Yapılan literatür taramasında bu SNP'lerden bazılarının başta SCS ve mastitis olmak üzere sığırlarda ki bazı hastalıklara dirençle ilişkili olduğu bildirilmiştir (Phatsara ve ark. 2007; Wang ve ark. 2011; Yuan ve ark. 2013; Kamaldeep ve ark. 2017; Fraser ve ark. 2018). Dolayısıyla *MBL-1* geninin sığırlarda hastalıklarda direnç konusunda markır olma potansiyeli bulunmaktadır.

#### 4. Sonuç

Bu çalışmadan elde edilen veriler ile yerli ve Avrupa orijinli sığır ırklarında *MBL-1* geninde bulunan ve genotiplerini yapan SNP'ler ile özellikle mastitise yakalanma oranı arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmaların yapılması gerektiği düşünülmüştür. Bu sayede mastitis gibi önemli ekonomik kayba neden olan hastalık yönünden dirençli sürüler oluşturulabilecektir. Bunun yanında diğer enfeksiyöz hastalıkların fenotipleri ile *MBL-1* geni ifade düzeyleri arasında planlanacak çalışmaların konakçı ile patojen arasındaki bağışıklık mekanizmasının anlaşılması açısından araştırmacılara yol gösterici nitelikte olabileceği düşünülmektedir.

#### Kaynaklar

- Aleri JW, Hine BC, Pyman MF, Mansell PD, Wales WJ, Mallard BA, Fisher AD (2015) Immune function as a predictor of dairy cattle health and disease. In: Australian Cattle and Sheep Veterinarians Conference. Hobart, Australia.
- Anonim 1 (2018) [https://www.ensembl.org/Bos\\_taurus/Location/Variant/Table?db=core;g=ENSBTAG00000023032;r=28:35840849-35854765](https://www.ensembl.org/Bos_taurus/Location/Variant/Table?db=core;g=ENSBTAG00000023032;r=28:35840849-35854765). Erişim 07 Aralık 2018.
- Breuer K, Foroushani AK, Laird MR, Chen C, Sribnaia A, Lo R, Winsor GL, Hancock RE, Brinkman FS, Lynn DJ (2013) InnateDB: Systems biology of innate immunity and beyond. *Nucleic Acid Research* 41: 1228-1233.
- Delves PJ, Martin SJ, Burton DR, Roitt IM (2011) *Roitt's essential immunology*. 7<sup>th</sup> Edition, Wiley-Blackwell, UK.
- Eggen Å, Ferretti L, Farr CJ, Gautier M, Amati G, Williams JL, Ball G, Caramorr T, Critcher R, Costa S, Hextall P, Hills D, Jeulin A, Kiguwa SL, Ross O, Smith AL, Saunier K, Urquhart B, Waddington D (2002) A bovine whole-genome radiation hybrid panel and outline map. *Mammalian Genome* 13(8): 469-474.
- Fraser RS, Lumsden JS, Lillie BN (2018) Identification of polymorphisms in the bovine collagenous lectins and their association with infectious diseases in cattle. *Immunogenetics* 70(8): 533-543.
- Gjerstorff M, Hansen S, Jensen B, Dueholm B, Horn P, Bendixen C, Holmskov U (2004) The genes encoding bovine SP-A, SP-D, MBL-A, conglutinin, CL-43 and CL-46 form a distinct collectin

- locus on Bos taurus chromosome 28 (BTA28) at position q.1.8-1.9. *Animal Genetics* 35: 333-337.
- Goudet J (1995) FSTAT (Version 1.2): A Computer Program to Calculate F-Statistics. *Journal of Heredity* 86(2): 485-486.
- Holmskov U, Thiel S, Jensenius JC (2003) Collectins and ficolins: humoral lectins of the innate immune defense. *Annual Review of Immunology* 21: 547-578.
- Janeway CA, Medzhitov R (2002) Innate Immune Recognition. *Annual Review of Immunology* 20: 197-216.
- Kamaldeep, Magotra A, Pander BL, Malik A, Garg AR, Dalal DS, Malik BS (2017) Association of G.2686T>C mutation of *MBL1* gene with reproduction traits in Sahiwal cattle. *International Journal of Agricultural Science Research* 7: 159-164.
- Liu J, Ju Z, Li Q, Huang J, Li R, Li J, Ma L, Zhong J, Wang C (2011) Mannose-binding lectin 1 haplotypes influence serum MBL-A concentration, complement activity, and milk production traits in Chinese Holstein cattle. *Immunogenetics* 63: 727-742.
- Mallard BA, Wilkie BN (2007) Phenotypic, genetic and epigenetic variation of immune response and disease resistance traits of pigs. *Advances in Pork Production* 18: 139-146.
- Mallard BA, Emam M, Paibomesai M, Thompson-Crispi K, Wagter-Lesperance L (2015) Genetic selection of cattle for improved immunity and health. *Japanese Journal of Veterinary Research* 63(1): 37-44.
- Neth O, Jack DL, Dodds AW, Holzel H, Klein NJ, Turner MW (2000) Mannose-binding lectin binds to a range of clinically relevant microorganisms and promotes complement deposition. *Infection and Immunity* 68: 688-693.
- OEGE (2008) Online Encyclopedia for Genetic Epidemiology studies. <http://www.oege.org/software/hardy-weinberg.html>. Erişim 05 Aralık 2018.
- Phatsara C, Jennen DGJ, Ponsuksili S, Murani E, Tesfaye D, Schellander K, Wimmers K (2007) Molecular genetic analysis of porcine mannose-binding lectin genes, MBL1 and MBL2, and their association with complement activity. *International Journal of Immunogenetics* 34: 55-63.
- Prajapati BM, Gupta JP, Pandey DP, Parmar GA, Chaudhari JD (2017) Molecular markers for resistance against infectious diseases of economic importance. *Veterinary World* 10: 112-120.
- Sambrook J, Russell DW (2001) *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. 3<sup>rd</sup> Edition, Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Schwaeble W (2002) The Mannan-Binding Lectin-Associated Serine Proteases (MASPs) and MAP19: Four Components of the Lectin Pathway Activation Complex Encoded by Two Genes. *Immunobiology* 205: 455-466.
- Seegers H, Fourichon C, Beaudeau F (2003) Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Veterinary Research* 34: 475-491.
- Super M, Lu J, Thiel S, Levinsky RT, Turner MW (1989) Association of low levels of mannan-binding protein with a common defect of opsonisation. *Lancet* 334: 1236-1239.

- Thiel S, Vorup-Jensen T, Stover CM, Schwaeble W, Laursen SB, Poulsen K, Willis AC, Eggleton P, Hansen S, Holmskov U, Reid KBM, Jensenius JC (1997) A second serine protease associated with mannan-binding lectin that activates complement. *Nature* 386: 506-510.
- Thompson-Crispi KA, Hine B, Quinton M, Miglior F, Mallard BA (2012) Short communication: Association of disease incidence and adaptive immune response in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 95: 3888-3893.
- Thompson-Crispi KA, Atalla H, Miglior F, Mallard BA (2014) Bovine mastitis: *Frontiers in immunogenetics*. *Frontiers in Immunology* 5: 493.
- Turner MW, Hamvas RM (2000) Mannose-binding lectin: Structure, function, genetics and disease associations. *Reviews in Immunogenetics* 2(3): 305-22.
- Turner MW (2004) The role of mannose-binding lectin in health and disease. *The Netherland Journal of Medicine* 62: 4-9.
- Wang C, Liu M, Li Q, Ju Z, Huang J, Li J, Wang H, Zhong J (2011) Three novel single-nucleotide polymorphisms of MBL1 gene in Chinese native cattle and their associations with milk performance traits. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 139: 229-236.
- Yuan ZR, Li J, Liu L, Zhang LP, Zhang LM, Chen C, Chen XJ, Gao X, Li JY, Chen JB, Gao HJ, Xu SZ (2011) Single nucleotide polymorphism of CACNA2D1 gene and its association with milk somatic cell score in cattle. *Molecular Biology Reports* 38: 5179-5183.
- Yuan ZR, Li J, Li J, Gao X, Xu S (2013) SNPs identification and its correlation analysis with milk somatic cell score in bovine MBL1 gene. *Molecular Biology Reports* 40: 7-12.



## Genome-wide identification and annotation of microsatellite markers in white truffle (*Tuber magnatum*)

Beyaz trüf mantarında (*Tuber magnatum*) mikrosatelit markörlerinin tüm genom düzeyinde tanımlanması ve anotasyonu

Ayşe Ozgur UNCU<sup>1</sup>, Ali Tefik UNCU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Necmettin Erbakan University, Faculty of Science, Department of Biotechnology, 42090, Konya, Turkey

<sup>2</sup>Necmettin Erbakan University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and Genetics, 42090, Konya, Turkey

Corresponding author (Sorumlu yazar): A. O. Uncu, e-mail (e-posta): auncu@konya.edu.tr

Author(s) e-mail (Yazar(lar) e-posta): atuncu@konya.edu.tr

### ARTICLE INFO

Received 24 November 2018

Received in revised form 04 January 2019

Accepted 07 January 2019

### Keywords:

Molecular markers  
Truffle  
SSR markers

### ABSTRACT

The white truffle *Tuber magnatum* Pico is an ectomycorrhizal fungus, which produces the most economically valuable edible ascomata, referred to as truffles. Highly appreciated sensory properties and exceptional market prices make truffle fungi an important focus of research. Accordingly, there is increasing interest to characterize truffle aroma volatiles, fully understand their reproduction and, characterize their genomes, analyze their population structure and molecular genetic diversity. While production of truffle species was confined before to natural woodlands, development of host seedling inoculation protocols in 1970s established truffle production as a managed agricultural activity. On the other hand, *T. magnatum* inoculated seedling production was achieved only recently, since morphological criteria were insufficient for the precise identification of *T. magnatum* mycorrhizas without DNA-based identification protocols. The present research describes the development and functional annotation of novel microsatellite markers in *T. magnatum* genome. A bioinformatics workflow was applied in order to mine for microsatellite sequences in *T. magnatum* genome assembly, convert the loci to PCR markers, map marker amplification on genomic sequences and calculate allele sizes. As a result, 11 189 microsatellite markers specific to *T. magnatum* were developed. Annotation analysis was performed for marker sequences, resulting in 3377 marker loci matching with *T. magnatum* proteins. Thus, these markers have high potential to tag genes of interest in functional genomic analyses. As a result of the present work, a large database of *T. magnatum* specific DNA markers was introduced as a useful genomic resource for the valuable ectomycorrhizal fungus species.

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 24 Kasım 2018

Düzeltilme tarihi 04 Ocak 2019

Kabul tarihi 07 Ocak 2019

### Anahtar Kelimeler:

Moleküler markörler  
Trüf mantarı  
SSR markörleri

### ÖZ

Ektomikoriza mantarı *Tuber magnatum* Pico, en yüksek ekonomik değere sahip trüf mantarı türüdür. Trüf mantarlarının talep gören aroma özellikleri ve yüksek fiyatlar ile pazarlanmaları bu mantar türlerini önemli bir araştırma konusu haline getirmekte, trüf mantarı aroma bileşenleri, bu mantarların üreme mekanizmaları, trüf mantarı genomlarının karakterizasyonu, ve genetik çeşitlilik ve popülasyon yapılarının belirlenmesi konularında çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Trüf mantarları önceden doğal ormanlık arazilerden toplanır iken, 1970'lerde fidan inokülasyon protokollerinin geliştirilmesi ile trüf mantarı yetiştiriciliği sistematik bir tarımsal aktivite haline gelmiştir. Ancak en değerli trüf mantarı olan *T. magnatum* ile fidan inokülasyonu, mikorizanın DNA-temelli protokoller olmaksızın yalnızca morfolojik yöntemler ile tanımlanmasındaki sorunlardan ötürü yakın zamanda uygulamaya geçirilebilmiştir. Bu çalışma kapsamında *T. magnatum* genomuna özel mikrosatelit markörleri geliştirilmiş ve fonksiyonel anotasyonları gerçekleştirilmiştir. Çalışma dahilinde biyoinformatik analiz yöntemleri kullanılarak *T. magnatum* genom sekansında mikrosatelit dizileri belirlenmiş, diziler PCR markörlerine çevrilmiş, markörler genom sekansında haritalanarak alel büyüklükleri hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda *T. magnatum* türüne özel 11 189 yeni mikrosatelit markörü geliştirilmiştir. Anotasyon analizleri gerçekleştirilerek *T. magnatum* proteinleri ile eşleşen, bu sebeple fonksiyonel genomik çalışmaları için özellikle elverişli 3377 adet markör tanımlanmıştır. Çalışma sonucunda sunulan *T. magnatum*'a özel DNA markörü koleksiyonu bu değerli trüf mantarı türü için önemli bir genomik araç kaynağı oluşturmaktadır.



## 1. Introduction

*Tuber* species are ectomycorrhizal fungi which produce economically highly valuable, edible ascomata as a result of symbiotic interactions with plant roots (Rubini et al. 2004; 2005; Rizzello et al. 2012). The ascomata, referred to as truffles, produce a plethora of aroma volatiles. The volatile compounds are proposed to serve for diverse purposes such as facilitating communication of the fungi with host plant roots, inhibiting the growth of non-host plant species (Splivallo et al. 2007a) and aiding the dispersal of ascospores by attracting insects and mammals (Splivallo et al. 2012). The aroma volatiles are also highly appreciated by humans such that certain *Tuber* species, namely *Tuber magnatum* Pico and *Tuber melanosporum* Vittad., are traded at exceptionally high market prices. As a result, efforts were concentrated on moving the production of the highly demanded *Tuber* species from natural woodlands to managed truffle orchards. Accordingly, the geography of truffle cultivation is expanding and seedling inoculation protocols are commercially applied worldwide (Murat 2015). For example, the black truffle *T. melanosporum*, which is native to southern Europe (Martin et al. 2010), is now commercially cultivated in Australia in significant amounts (Murat 2015). In parallel with the efforts to establish truffle production as an agricultural activity, truffle fungi became an important focus of research in order to characterize and understand truffle aroma production (Splivallo et al. 2007a; 2007b; 2011; 2012), fully dissect reproduction attributes (Rubini et al. 2010a; 2010b; Zampieri et al. 2012), and explore *Tuber* genes, genomes and molecular genetic diversity (Mello et al. 2005; Rubini et al. 2005; Bertini et al. 2006; Martin et al. 2010; Bolchi et al. 2011; Murat et al. 2011; Linde and Selmes 2012; Payen et al. 2015). To date, majority of work that aimed at the molecular genetic characterization of ectomycorrhizal *Tuber* species involved the utilization of generic markers rather than genome-specific marker systems. Therefore, restriction-based typing or sequencing of the ITS (Internal transcribed spacer region of ribosomal DNA) locus is the most commonly employed genotyping approach to identify and characterize molecular genetic diversity in truffles (Amicucci et al. 1996; Paolucci et al. 1999; Murat et al. 2005; Bertini et al. 2006; Mello et al. 2015).

Among the highly demanded *Tuber* species, *T. magnatum*, also known as Piedmont white truffle, is of special interest as this species produces the most appreciated, hence, the most expensive fruit bodies which are also referred to as “vegetable gold” (Mello et al. 2005). In addition to the distinguished sensory properties of the fruit bodies, narrow geographical distribution of *T. magnatum* in Europe covering only Italy and Balkans definitely contributes to the reputation of this truffle species. The aim of the present research was to develop novel sequence-based markers specific to the *T. magnatum* genome. Toward this aim, a bioinformatic approach was employed in order to mine for microsatellites in the *T. magnatum* genome assembly and design PCR markers. In addition, marker loci that reside in protein coding genomic regions were annotated, producing useful information for the utilization of the newly designed markers in functional genomic analyses.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Identification of microsatellite loci in *T. magnatum* genome assembly

The genome assembly of *T. magnatum*, comprising 192.78

megabases (Mb) of sequence was accessed at NCBI (National Center for Biotechnology Information) database (NCBI 2018a) under the accession GCA\_003182015.1. The genome assembly was analyzed for microsatellite loci using the GMATA (Genome-wide Microsatellite Analyzing Tool Package) software (Wang and Wang 2016). For microsatellite mining, ‘SSR identification’ module of the software was utilized with the assembly file in FASTA format as the input file. Microsatellite mining was carried out with the following parameters: Min-length (nt): 2, Max-length (nt): 6, Min. repeat-times: 5. The output file with .ssr extension contained position information, repeat motif and number of repetitions for each microsatellite and the .seq file contained the sequences that flanked the identified microsatellites.

### 2.2. Marker design and mapping

The output file (.ssr) generated by the ‘SSR identification’ module and the genome assembly file in FASTA format were used as input files in order to design PCR markers that flank microsatellite sequences. Processing parameters of GMATA for marker design were set as: Min. amplicon size: 100 bp, Max amplicon size: 300 bp, Optimal annealing Tm: 60 °C, Flanking sequence length: 400 bp, Max template length: 2000 bp. The output files generated by the marker design process were utilized as the input files together with the genome assembly sequence to run an e-PCR algorithm (Schuler 1997). The algorithm mapped the newly designed markers on *T. magnatum* genome assembly sequences. High-stringency parameters were applied for e-Mapping, with maximum number of mismatches and indels both set as 0. Amplification profiles, including the allele sizes and the number of loci targeted by the PCR primers, were obtained for each marker as a result of e-Mapping.

### 2.3. Functional annotation of microsatellite markers

Identified microsatellite loci were functionally annotated using the Blast2GO Functional Annotation and Genomics Tool. Identical Protein Groups Database of *T. magnatum* (NCBI 2018b), which consists of peptide sequences grouped based on common identity, was used to establish a local reference protein database within the Blast2GO platform. The *T. magnatum* genomic sequences that harbor the identified microsatellite loci were merged as a single FASTA file in order to perform the annotations. Blastx algorithm within Blast2GO was operated in order to translate *T. magnatum* DNA sequences, align sequences with the local reference protein database, determine statistically significant sequence identities and create protein descriptions for *T. magnatum* genomic sequences.

## 3. Results and Discussion

### 3.1. Microsatellite identification, marker design and mapping

Continuous development of novel computational genomic tools customized for different genome analyses purposes enables to perform detailed genomic analyses in any species with sufficient quantity of accessible genomic sequences. Despite the fact that *T. magnatum* is the most appreciated and valuable truffle fungus species, a genome assembly was made available only recently in 2018. Yet, the assembly constitutes the most useful resource in order to establish a collection of sequence-specific markers. In the course of the present work, *T. magnatum* genome assembly comprising 192.78 Mb of sequence was mined for microsatellites, resulting in the identification of 12 223 candidate loci for the design of PCR

markers. The overall frequency of microsatellite abundance in the *T. magnatum* genome assembly corresponded to 15.7 kilobases (kb) marker interval<sup>-1</sup>. Iterations of dinucleotide repeats were the most abundant repeat loci (7048 dinucleotide repeats), representing 57.6% of all identified microsatellites (Table 1). Trinucleotide microsatellites were the second most abundant repeat type (3833 trinucleotide repeats) and represented 31.4% of the overall pool of microsatellites (Table 1). Genome-wide microsatellite markers were developed before in *T. melanosporum*, the ectomycorrhizal fungus that produces the most appreciated black Perigord truffles (Murat et al. 2011). According to the results of their study, the authors reported 5325 microsatellites (iterations of two to six nucleotide motifs) in an assembled genome sequence of 124.95 Mb, corresponding to an overall frequency of 23.5 kb marker interval<sup>-1</sup>. Thus, the microsatellite density detected in the *T. magnatum* genome as a result of the present study (15.7 kb marker interval<sup>-1</sup>) was higher than the density reported for *T. melanosporum* genome (Murat et al. 2011). On the other hand, because the number and relative abundance of detected loci depend on the applied repeat search parameters, a more reliable comparison requires that the abundance of microsatellites identified using identical parameters are compared. Accordingly, dinucleotide repeats were excluded from the comparison as they were identified with different search parameters in the two studies and the overall frequencies of the sum of remaining microsatellite types were compared. As a result, a marker density value of 37.3 kb marker interval<sup>-1</sup> was obtained for microsatellites of tri- to hexanucleotides in the *T. magnatum* genome, which was a similar value calculated for the *T. melanosporum* genome (38.4 kb marker interval<sup>-1</sup>). Thus, the results imply that microsatellite abundance in the two *Tuber* genomes is comparable.

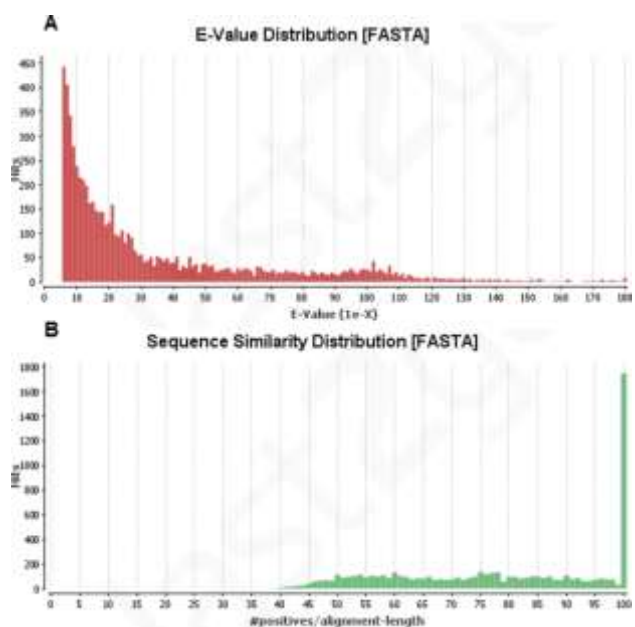
**Table 1.** Statistics of microsatellite identification in *T. magnatum* genome assembly.

Motif type	Number of occurrences	Relative abundance (%)
Dinucleotide	7048	57.6
Trinucleotide	3833	31.4
Tetranucleotide	961	7.9
Pentanucleotide	273	2.2
Hexanucleotide	108	0.9
<b>TOTAL</b>	<b>12 223</b>	<b>100</b>

*T. magnatum* genomic sequences harboring microsatellite loci were used for designing PCR markers. The high-throughput marker design process yielded a total of 11 189 PCR primers that amplify microsatellite sequences. Primer sequences, amplified microsatellite motifs and number of motif iterations are provided for each marker in Supplementary Material. Following the marker design process, an e-Mapping algorithm was operated in order to determine the amplification profiles of the markers. Allele sizes determined for each marker and amplification patterns (single/multilocus) are provided in Supplementary Material.

Marker sequences were subjected to annotation analysis in order to identify markers that reside in protein coding sequences. An e-value threshold of 1.00E-05 was applied to determine statistically significant matches between *T. magnatum* proteins and genomic sequences that harbor microsatellite markers. As a result, 3377 sequence descriptions were obtained for the 11 189 microsatellite markers based on matching protein sequences. Thus, 30.2% of the microsatellite markers introduced in the present work represent protein coding genomic sequences. Therefore, these markers would be

especially useful genomic tools for functional genomic analyses in *T. magnatum*. Protein annotations of the marker loci are available in Supplementary Material. e-value and similarity distributions of statistically significant matches are displayed in Figure 1.



**Figure 1.** e-value and similarity distribution of marker sequence-peptide matches obtained by annotation analysis. A; e-value distribution of matches between microsatellite loci and *T. magnatum* proteins. e-value for each annotated marker locus is available in Supplementary Material. B; Similarity rate distribution of matches between microsatellite loci and *T. magnatum* proteins.

As a result of annotation analyses, almost one third of the newly designed markers (30.2%) corresponded to coding sequences. Regarding microsatellite abundance in fungal genomes, Murat et al. (2011) indicates that microsatellite density does not correlate with genome size. This is indeed related to the fact that on the contrary to a common assumption; microsatellites do not cluster at repetitive, noncoding DNA but tend to occur at single copy, coding regions of the genome (Morgante et al. 2002). Therefore, it is reasonable to expect that genome-wide microsatellite development studies yield high numbers of markers that represent protein coding sequences.

Microsatellite markers are widely utilized in forensic genetics, genome mapping, gene identification and population genetics studies. While microsatellite markers are abundant for a wide range of organisms, genome-specific microsatellite development studies are rare for fungal species (Dutech et al. 2007). As a result, molecular genetic analyses in truffle fungi generally involve the utilization of random marker systems (Dutech et al. 2007) or typing/sequencing the universal ITS locus (Amicucci et al. 1996; Paolocci et al. 1999; Murat et al. 2005; Bertini et al. 2006; Mello et al. 2015). However, it should be noted that conserved, universal sequences, such as the ribosomal ITS, serve well to discriminate among species, but are not ideal targets to explore the genetic diversity at the intraspecific level or characterize the genomic constitution. Reliable analysis of molecular genetic diversity and genome structure requires that sufficient number of data points is available to cover the genome in high resolution. Development

of genome-specific microsatellite markers using microsatellite-enriched genomic libraries is an inefficient process, yielding limited number of markers representing only the motifs defined by the capture probes (Uncu et al. 2015). On the other hand, advances in DNA sequencing technologies and development of computational genomics tools revolutionized the process, enabling high-throughput, genome-wide identification and design of novel species-specific markers. In the course of the present study, mining for microsatellites in *T. magnatum* genome assembly with bioinformatics resulted in the development of more than 10 000 novel genomic markers. Moreover, it was feasible to functionally annotate the marker loci and assign peptide definitions for markers that correspond to protein coding sequences. The novel microsatellite markers introduced in the present work would be beneficial tools for the precise identification of *T. magnatum* ectomycorrhiza and, genetic diversity assessment, population genetics and gene identification studies.

## References

- Amicucci A, Rossi I, Potenza L, Zambonelli A, Agostini D, Palma F, Stocchi V (1996) Identification of ectomycorrhizae from *Tuber* species by RFLP analysis of the ITS region. *Biotechnology Letters* 18: 821-826.
- Bertini L, Rossi I, Zambonelli A, Amicucci A, Sacchi A, Cecchini M, Gregori G, Stocchi V (2006) Molecular identification of *Tuber magnatum* ectomycorrhizae in the field. *Microbiology Research* 161: 59-64.
- Bolchi A, Ruotolo R, Marchini G, Vurro E, Sanita di Toppi L, Kohler A, Tisserant E, Martin F, Ottonello S (2011) Genome-wide inventory of metal homeostasis-related gene products including a functional phytochelatin synthase in the hypogeous mycorrhizal fungus *Tuber melanosporum*. *Fungal Genetics and Biology* 48: 573-584.
- Dutech C, Enjalbert J, Fournier E, Delmotte F, Barres B, Carlier J, Tharreau D, Giraud T (2007) Challenges of microsatellite isolation in fungi. *Fungal Genetics and Biology* 44: 933-949.
- Linde CC, Selmes H (2012) Genetic diversity and mating type distribution of *Tuber melanosporum* and their significance to truffle cultivation in artificially planted truffieres in Australia. *Applied and Environmental Microbiology* 78: 6534-6539.
- Martin F, Kohler A, Murat C, Balestrini R, Coutinho PM, Jaillon O et al. (2010) Perigord black truffle genome uncovers evolutionary origins and mechanisms of symbiosis. *Nature Letters* 464: 1033-1038.
- Mello A, Murat C, Vizzini A, Gavazza V, Bonfante P (2005) *Tuber magnatum* Pico, a species of limited geographical distribution: its genetic diversity inside and outside a truffle ground. *Environmental Microbiology* 7: 55-65.
- Mello A, Lumini E, Napoli C, Bianciotto V, Bonfante P (2015) Arbuscular mycorrhizal fungal diversity in the *Tuber melanosporum* brule. *Fungal Biology* 119: 518-527.
- Morgante M, Hanafey M, Powell W (2002) Microsatellites are preferentially associated with nonrepetitive DNA in plant genomes. *Nature Genetics* 30: 194-200.
- Murat C, Vizzini A, Bonfante P, Mello A (2005) Morphological and molecular typing of the below-ground fungal community in a natural *Tuber magnatum* truffle-ground. *FEMS Microbiology Letters* 245: 307-313.
- Murat C, Riccioni C, Belfiori B, Cichocki N, Labbe J, Morin E, Tisserant E, Paolocci F, Rubini A, Martin F (2011) Distribution and localization of microsatellites in Perigord black truffle genome and identification of new molecular markers. *Fungal Genetics and Biology* 48: 592-601.
- Murat C (2015) Forty years of inoculating seedlings with truffle fungi: past and future perspectives. *Mycorrhiza* 25: 77-81.
- NCBI (2018a) National Center for Biotechnology Information Database. [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/?term=txid42249\[orgn\]](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/?term=txid42249[orgn]) Accessed 1 October 2018.
- NCBI (2018b) National Center for Biotechnology Information Database. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/ipg/?term=Tuber%20magnatum> Accessed 9 October 2018.
- Paolocci F, Rubini A, Granetti B, Arcioni S (1999) Rapid molecular approach for a reliable identification of *Tuber* spp. ectomycorrhizae. *FEMS Microbiology Ecology* 28: 23-30.
- Payen T, Murat C, Gigant A, Morin E, De Mita S, Martin F (2015) A survey of genome-wide single nucleotide polymorphisms through genome resequencing in the Perigord black truffle (*Tuber melanosporum* Vittad.). *Molecular Ecology Resources* 15: 1243-1255.
- Rizzello R, Zampieri E, Vizzini A, Autino A, Cresti M, Bonfante P, Mello A (2012) Authentication of prized white and black truffles in processed products using quantitative real-time PCR. *Food Research International* 48: 792-797.
- Rubini A, Topini F, Riccioni C, Paolocci F, Arcioni S (2004) Isolation and characterization of polymorphic microsatellite loci in white truffle (*Tuber magnatum*). *Molecular Ecology Notes* 4: 116-118.
- Rubini A, Paolocci F, Riccioni C, Vendramin GG, Arcioni S (2005) Genetic and phylogeographic structures of the symbiotic fungus *Tuber magnatum*. *Applied and Environmental Microbiology* 71: 6584-6589.
- Rubini A, Belfiori B, Riccioni C, Tisserant E, Arcioni S, Martin F, Paolocci F (2010a) Isolation and characterization of MAT genes in the symbiotic ascomycete *Tuber melanosporum*. *New Phytologist* 189: 710-722.
- Rubini A, Belfiori B, Riccioni C, Arcioni S, Martin F, Paolocci F (2010b) *Tuber melanosporum*: mating type distribution in a natural plantation and dynamics of strains of different mating types on the roots of nursery-inoculated host plants. *New Phytologist* 189: 723-735.
- Schuler GD (1997) Sequence mapping by electronic PCR. *Genome Research* 7: 541-550.
- Splivallo R, Novero M, Berteza C, Bossi S, Bonfante P (2007a) Truffle volatiles inhibit growth and induce an oxidative burst in *Arabidopsis thaliana*. *New Phytologist* 175: 417-424.
- Splivallo R, Bossi S, Maffei M, Bonfante P (2007b) Discrimination of truffle fruiting body versus mycelial aromas by stir bar sorptive extraction. *Phytochemistry* 68: 2584-2598.
- Splivallo R, Ottonello S, Mello A, Karlovsky P (2011) Truffle volatiles: from chemical ecology to aroma biosynthesis. *New Phytologist* 189: 688-699.
- Splivallo R, Valdez N, Kirchoff N, Castiella Ona M, Schmidt JP, Feussner I, Karlovsky P (2012) Intraspecific genotypic variability determines concentrations of key truffle volatiles. *New Phytologist* 194: 823-835.
- Uncu AO, Gultekin V, Allmer J, Frary A, Doganlar S (2015) Genomic simple sequence repeat markers reveal patterns of genetic relatedness and diversity in sesame. *The Plant Genome*, 8, doi: 10.3835/plantgenome2014.11.0087.
- Wang X, Wang L (2016) GMATA: An integrated software package for genome-scale SSR mining, marker development and viewing. *Frontiers in Plant Science* 7: 1350.
- Zampieri E, Rizzello R, Bonfante P, Mello A (2012) The detection of mating type genes of *Tuber melanosporum* in productive and non productive soils. *Applied Soil Ecology* 57: 9-15.



## Expression patterns of ROS responsive genes on boron-stressed canola (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) following selenium treatment

Bor stresine maruz bırakılmış kanola bitkilerinde (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) selenyum uygulaması sonrası ROS tepki genlerinin ifadelerinin belirlenmesi

M. Özge ÖZEN<sup>id</sup>, Şeyda KAYA<sup>id</sup>, Senem UYLAŞ<sup>id</sup>, Durmuş ÇETİN<sup>id</sup>, Esin ARI<sup>id</sup>, M. Aydın AKBUDAK<sup>id</sup>

Department of Agricultural Biotechnology, Akdeniz University, Antalya, Turkey

Corresponding author (Sorumlu yazar): M. A. Akbudak, e-mail (e-posta): akbudak@akdeniz.edu.tr

Author(s) e-mail (Yazar(lar) e-posta): melahatozgezen@gmail.com, sydkya@gmail.com, senemuyulas@gmail.com, durmuscetin42@gmail.com, esinari@akdeniz.edu.tr

### ARTICLE INFO

Received 23 December 2018  
Received in revised form 06 February 2019  
Accepted 14 February 2019

#### Keywords:

Abiotic stress  
Boron  
Selenium  
Canola  
ROS  
Expression profile

### ABSTRACT

Though mitigating effect of selenium (Se) on various abiotic stresses is apparent, the knowledge on B-stress is very scant. Therefore, this work attempted to reveal its effects on B-stressed canola (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) plants. In the present study, foliar gene expression and amounts of major antioxidant enzymes were investigated under different concentrations of individual (B or Se) and combined (B + Se) applications. The individual applications (per L) included 1.5 g B, 3 g B, 3 mg Se and 6 mg Se, while the combined applications were 1.5 g B+3 mg Se, 1.5 g B+6 mg Se, 3 g B+3 mg Se and 3 g B+6 mg Se. Under the given treatments, *APX*, *CAT*, *SOD*, *POD* and *GR* genes were mostly downregulated while some also showed upregulation such as *APX* (1.5 g B+6 mg Se and 3 g B+6 mg Se), *SOD* (1.5 g B+3 mg Se), *CAT* (3 g B, 3 mg Se and 3 g B+6 mg Se) and *POD* (1.5 g B). Assaying also implicated that beneficial effect of Se might be associated with the presence of stressor; otherwise, Se itself might induce the antioxidant mechanism as stressor. This work provides the results of individual and combined effects of B and Se applications on antioxidant gene expressions and protein activities in canola.

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 23 Aralık 2018  
Düzeltilme tarihi 06 Şubat 2019  
Kabul tarihi 14 Şubat 2019

#### Anahtar Kelimeler:

Abiyotik stres  
Bor  
Selenyum  
Kanola  
ROS  
Gen ifadesi

### ÖZ

Selenyumun (Se) çeşitli abiyotik stresler üzerindeki azaltıcı etkisi üzerine çalışmalar mevcut olmakla birlikte, B-stresi üzerindeki etkisi hakkında bilgi oldukça azdır. Bu nedenle, bu çalışmada B-stresine maruz bırakılmış kanola (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) bitkileri üzerinde selenyumun etkilerinin ortaya konulması hedeflenmiştir. Ayrı ayrı (B veya Se) ve eş zamanlı (B + Se) uygulamaların belli başlı antioksidan enzimlerinin yapraklardaki gen ekspresyonu ve protein miktarları üzerine etkisi araştırılmıştır. Yapılan ayrı ayrı uygulamalar (litrede) 1.5 g B, 3 g B, 3 mg Se ve 6 mg Se'yi içerirken, eş zamanlı uygulamalar 1.5 g B + 3 mg Se, 1.5 g B + 6 mg Se, 3g B + 3 mg Se ve 3 g B + 6 mg Se içermektedir. Uygulamalar altında, *APX*, *CAT*, *SOD*, *POD* ve *GR* genlerinin çoğunlukla ifadeleri azalırken, *APX* (1.5 g B + 6 mg Se ve 3 g B + 6 mg Se), *SOD* (1.5 g B + 3 mg Se), *CAT* (3 g B, 3 mg Se ve 3 g B + 6 mg Se) ve *POD* (1.5 g B) gibi bazıların ifadeleri ise artış göstermişlerdir. Bu çalışma Se' nin yararlı etkisinin ortamda herhangi bir stres etkeninin var olup-olmadığı ile ilişkili olabileceğini; aksi takdirde, Se' nin kendisinin doğrudan stres etkeni olarak antioksidan mekanizmayı indükleyebileceğini ortaya koymaktadır. Çalışmayla ayrıca, B ve Se uygulamalarının antioksidan gen ifadesi ve protein aktiviteleri üzerindeki eş zamanlı etkilerinin nasıl sonuçlandığı da gösterilmiştir.

## 1. Introduction

The essentiality of selenium (Se) has not been demonstrated in higher plants, but it is reported to be beneficial in only some of them (Filek et al. 2008; Pedrero et al. 2008; El-Ramady et al. 2016). Se exists in the nature in both inorganic ( $\text{SeO}_4^{2-}$ ,  $\text{SeO}_3^{2-}$ ,

$\text{Se}^{2-}$  and Se) and organic (SeCys and SeMet) forms (Sors et al. 2005; Bodnar et al. 2012), but it is taken up by plants mainly in the most prevalent/bioavailable form (selenate, ( $\text{SeO}_4^{2-}$ )) via sulfate transporters. Due to its chemical similarity to sulfur, in



S-assimilatory pathway, it is reduced to selenite ( $\text{SeO}_3^{2-}$ ) and then to selenide ( $\text{Se}^{2-}$ ) and incorporated into amino acids as selenocysteine (SeCys), selenocystathionine (SeCysth) and selenomethionine (SeMet) (El-Ramady et al. 2016; Gupta and Gupta 2016). Selenium is reported to be involved in heavy metal uptake/transport inhibition, ROS and antioxidant regulation, photosynthetic system and cell membrane construction (Pilon-Smits 2015). Therefore, diverse beneficial effects of Se in plants from growth and development to stress tolerance are projected (Feng et al. 2013; Diao et al. 2014; Saidi et al. 2014; Hajiboland et al. 2015; Hawrylak-Nowak et al. 2015; Iqbal et al. 2015; Jiang et al. 2015; Naz et al. 2015; Qing et al. 2015; Tang et al. 2015). However, those beneficial effects have been mainly associated with the accumulation capacity of the plants since higher Se concentrations are toxic (El-Ramady et al. 2016; Gupta and Gupta 2016). It was given that major Se-hyperaccumulators in *Astragalus*, *Conopsis*, *Neptunia*, *Stanleya* and *Xylorhiza* genera could accumulate  $\text{Se} > 1000 \text{ mg kg}^{-1}$  of their dry weight. On the other hand, secondary-accumulators such as *Brassica juncea*, *B. napus*, *B. oleracea*, *Medicago sativa* and *Helianthus* spp. could accumulate up to 100-1000  $\text{mg kg}^{-1}$ , while non-accumulators could take up less than 100  $\text{mg kg}^{-1}$  Se of their dry weight (Galeas et al. 2007; Bodnar et al. 2012). Several studies also showed that optimal (usually low) concentrations of Se protects the plants from various abiotic stresses such as drought (Hasanuzzaman and Fujita 2011), cold (Chu et al. 2010), desiccation (Pukacka et al. 2011), temperature (Djanaguiraman et al. 2010), excess water (Wang 2011), UV (Yao et al. 2010) and heavy metals like As (Feng et al. 2009), Cd (Sun et al. 2010), Cr (Belokobylsky et al. 2004), Sb (Feng et al. 2011), Hg (Shanker et al. 1996), Al (Cartes et al. 2010) and Pb (Mroczek-Zdyrska and Wojcik 2012).

The mitigating effect of Se on many abiotic conditions has been reported from various plants, but the knowledge regarding its effects on boron (B) stress was very scarce. B is an essential plant micronutrient; still, its excessive or toxic concentrations cause significant reductions in crop yield and quality, especially in arid and semi-arid regions (Camacho-Cristobal et al. 2008; Landi et al. 2012; Ayvaz et al. 2013; Yoshinari and Takano 2017; Shireen et al. 2018). A globally important oilseed crop, *B. napus* (canola) also requires boron because it is crucial for male/female reproductive organs development and flower fertilization (Fletcher et al. 2016; Metwally et al. 2018).

Present work aimed to investigate the ameliorative effect of Se on B-stressed *B. napus* plants by evaluating the expression and protein activities of some antioxidant enzymes (APX, CAT, SOD, POD and GR), cellular lipid peroxidation levels and toxicity-derived morphological changes.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Plant material and growth conditions

Seeds of a commercial canola (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) cultivar, DEO12-1471192 (Osterras Ag. Co., Antalya, Turkey), were used in the present study. Seeds were individually planted in 10-cm square-top pots containing 25% perlite and 75% peat. Plants were grown at 25°C and 50% humidity in a growth chamber under LD (140  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) with 16h-light/8h-dark regime. Plants were divided into nine groups, treatments of which are given below. Each plant were watered with 30 ml of 1/2 Hoagland solution every third day. On the 12<sup>th</sup> day of growth, plants were watered with 30 ml Hoagland solution containing boron (B) as boric acid ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) and/or

selenium (Se) as sodium selenite ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ). No boric acid or sodium selenite was added into Hoagland solution used for watering the control plants.

The groups 1-9 included the following treatments respectively; control, 1.5 g l<sup>-1</sup> B, 3 g l<sup>-1</sup> B, 3 mg l<sup>-1</sup> Se, 6 mg l<sup>-1</sup> Se, 1.5 g l<sup>-1</sup> B + 3 mg l<sup>-1</sup> Se, 1.5 g l<sup>-1</sup> B + 6 mg l<sup>-1</sup> Se, 3 g l<sup>-1</sup> B + 3 mg l<sup>-1</sup> Se and 3 g l<sup>-1</sup> B + 6 mg l<sup>-1</sup> Se.

Following 12 hrs of the treatments, leaves of the plants were harvested for RNA isolation and protein assays.

### 2.2. RNA isolation

RNA from leaves were isolated using RNA Plant Mini Kit (Qiagen, Cat No: 74904) according to the manufacturer's instructions. RNA samples were treated with RQ1 RNase-Free Dnase (Promega, USA). The intactness of RNA and DNA contamination were checked by gel electrophoresis. RNA amounts in the samples were determined with Qubit (Invitrogen, USA).

### 2.3. Gene expression analysis

RT-qPCR was carried out using Light Cycler 96 System (Roche). *SOD*, *POD*, *CAT*, *APX*, *GR* genes expressions were quantified in 10 ng RNA samples using Luna Universal One-Step RT-qPCR Kit (NEB, USA). The forward and reverse primer sequences for genes were obtained from Ali et al. (2015). As an endogenous control, serine/threonine-protein phosphatase (*PPR*) gene was used as reference (Yang et al. 2014). Gene expression was determined using  $\Delta\Delta C_T$  method (Livak and Schmittgen 2001). Average  $C_T$  values were obtained from six biological and three technical replicates for each gene.

### 2.4. Enzyme activity assays

0.5 g canola leaves were grounded using liquid nitrogen, and homogenized in 1 ml 50 mM potassium phosphate buffer (pH 7.5) containing 0.1 mM ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA), 1% polyvinylpyrrolidone (PVP-40), 0.2% Triton X-100 and 0.1 mM Phenylmethylsulfonyl fluoride (PMSF). Samples were centrifuged in a refrigerated centrifuge at 14 000 rpm for 20 minutes. Supernatants were kept on ice for analyses. Protein contents of the supernatants were determined by Pierce Coomassie (Bradford) Protein Assay Kit (Bradford, 1976). Standard microplate protocol was followed according to the manufacturer's instructions.

To determine lipid peroxidation, MDA contents of the samples were assayed using a method modified from Ohkawa et al. (1979). Based on this modified protocol, 0.2 g leaf tissue grounded in liquid nitrogen was suspended in 1 ml 5% Trichloroacetic acid (TCA). The homogenate was transferred into a clean 1.5 ml microfuge tube (Eppendorf), and centrifuged at 12 000 rpm in room temperature. Equal amounts of lysate and freshly prepared 0.5% thiobarbituric acid (TBA) in 20% TCA were mixed, and then incubated at 100 °C for 25 min. The samples in the tubes were chilled on ice till room temperature, and then centrifuged at 10 000 rpm for 5 min. Absorbance of the supernatant was measured at 532 nm and also 600 nm wavelengths to clear off non-specificity due to turbidity. 0.5% TBA in 20% TCA was used as blank. MDA content was assayed using an absorbance coefficient of 155  $\text{mM}^{-1} \text{cm}^{-1}$ .

APX (EC1.11.1.1) activity was determined by a method proposed by Murshed et al. (2008) after some modifications. Based on this modified method, 5  $\mu\text{l}$  lysate and 185  $\mu\text{l}$  solution



composed of 50 mM potassium phosphate buffer and 0.25 mM ascorbic acid were added into the each well of a UV transparent 96-well microplate (Costar, USA). APX reaction was started by adding 5  $\mu$ l 200 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> into each well. Ascorbate peroxidase was assayed at 25 °C from the decrease in absorbance at 290 nm (an absorbance coefficient of 2.8 mM<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup>) in every 49 seconds for 5 minutes. Spectrophotometric readings at the same conditions before adding H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> were used as reference.

SOD (EC1.15.1.1) activity was assayed using a method based on photochemical reduction ability of NBT by SOD. According to this method, 185  $\mu$ l of analysis mix composed of 50 mM phosphate buffer (pH 7.8), 0.1 mM EDTA, 13 mM L-methionin and 75  $\mu$ M NBT was distributed into each well, and 10  $\mu$ l total protein of samples was added into the wells. At last, reactions were initiated by adding 5  $\mu$ l riboflavin (1 mM) into each well. Reactions were mixed by pipetting, and kept under 5000 lux light at 25 °C for 15 min. Absorbance values were determined at 560 nm 3 times using microplate spectrometer. The reaction mixes kept in dark was used as control, and an analysis mix kept in light was used blank. One unit of SOD activity (U) was defined as an enzyme amount required 50% inhibition of NBT by photoreduction activity of the enzyme (Yildirim and Kaya 2017).

POD activity (EC1.11.1.7) was calculated by absorbance increase of guaiacol oxidation at 470 nm in 1 min. 50  $\mu$ l of total protein were added into a cuvette, and the reaction was started by adding 1 ml reaction mixture of 100 mM phosphate buffer (pH 7.0), 0.2% guaiacol, 0.57% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. One unit of POD activity (U) was defined as the decomposed H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> amount resulting in 0.01 absorbance increase per minute (Chen and Zhang 2015).

### 3. Results and Discussion

Boron is an essential micronutrient for healthy plant growth and development. However, its excessive or toxic concentrations in agricultural areas or in irrigation water are serious constraints for agricultural production by limiting crop yield and quality (Yoshinari and Takano 2017; Shireen et al. 2018). As in most abiotic stresses, B-toxicity also induces formation of reactive oxygen species (ROS) (Foyer and Shigeoka 2011). As a response to B-toxicity, plants use different enzymatic and non-enzymatic mechanisms to ameliorate the effect of this stressor. APX, CAT, SOD, POD and GR, which were studied in the present work, are among the most crucial antioxidant enzymes which synergistically function in scavenging of reactive oxygen species (Das and Roychoudhury 2014). In many studies, it was shown that their scavenging roles were significantly increased by Se supplementation, low concentrations of which have ameliorative effects on various abiotic stresses including drought, cold, desiccation, temperature, water, UV and heavy metal (Feng et al. 2013; El-Ramady et al. 2016). Still, only few studies have been available about B-stressed plants under mitigating Se application. Considering the literature scarcity in this scope, the present work attempted to investigate the ameliorative effect of Se on B-stress in *B. napus* plants.

To this end, having raised in growth chamber for 12 days, *B. napus* ssp. *oleifera* (canola) plants were treated with B and/or Se applications for 12 hours, and harvested for foliar gene expression (*APX*, *CAT*, *SOD*, *POD* and *GR*), protein levels (*APX*, *SOD* and *POD*) and cellular MDA concentrations. The expression profiles of each antioxidant gene were investigated under individual (B or Se) or combined (B + Se) applications.

Individual applications (per L) included 1.5 g B, 3 g B, 3 mg Se and 6 mg Se while combined applications had 1.5 g B + 3 mg Se, 1.5 g B + 6 mg Se, 3 g B + 3 mg Se and 3 g B + 6 mg Se. The expressions of the antioxidant genes were quantified using previously designed primers by Ali et al. (2015). Reported as one of the most stably expressed genes in *B. napus* (Yang et al. 2014), *PPR* was used as an endogenous control in RT-qPCR.

In addition, morphological changes in the plants were also observed having insights about the toxicity symptoms (Fig. 1). At early stages, the symptoms of B toxicity are barely distinguishable. However, a direct relationship is present between foliar B content and severity of toxicity. Therefore, diagnosis for B-toxicity is mainly conducted in plant leaves (Reid 2013; Princi et al. 2015). Leaf burn and necrosis are commonly used for assessing B-toxicity (Roessner et al. 2006; Sutton et al. 2007; Reid and Fitzpatrick 2009; Reid 2013; Princi et al. 2015). In this regard, the observed morphological changes in the present study (Fig. 1) were similar to the B toxicity symptoms in the literature such as drying leaf tips/edges, leaf burn or leaf cupping. Especially, 3 g l<sup>-1</sup> B application clearly caused one leaf cupped downwards, and drying leaf tips/edges were also among the most observed other symptoms.

Under stress conditions, one of the major changes occurring in plants at molecular level is up- or down- regulation of the antioxidant enzyme genes. In Se-supplemented plants under various stresses, different combinations of antioxidant enzymes were mostly demonstrated to show increased activities, for example, APX, DHAR, MDHAR, GR, GST, GPX and CAT in rapeseed (Hasanuzzaman and Fujita 2011), APX, CAT and POD in rapeseed (Duan et al. 2014), POD and CAT in wheat (Yao et al. 2009), CAT, SOD and POX in sorghum (Djanaguiraman et al. 2010), POD, SOD and CAT in wheat seedlings (Yao et al. 2010), SOD, CAT, APX and GR in mungbean (Malik et al. 2012), SOD, APX and GR in white clover (Wang 2011), SOD, APX, GR and GPX in red seaweed (Kumar et al. 2012) and many others. Those studies also implicated that antioxidant enzyme responses to stress factors in the presence of Se were highly depended on stress levels (i), applied Se-concentrations (ii) and enzyme variants (iii). First, plants can cope with low stress levels; however, under severe cases increased enzyme activities against ROS are required. Second, antioxidant enzyme activities are increased by high Se application itself although low Se concentrations are beneficial. Third, enzyme variant or its cofactor type plays a crucial role how its regulation is changed.

In the present work, antioxidant genes *APX*, *CAT*, *SOD*, *POD* and *GR* were found to be mainly downregulated under given applications (Fig. 2). In *APX*, the combined 1.5 g B + 6 mg Se and 3 g B + 6 mg Se applications showed a notable 33% and 40% increase in the gene expression respectively. This could result from the ameliorative effect of 6 mg Se application under increased B-stress, because no individual B or Se application or other combined applications with 3 mg Se caused an increase in *APX* expression. Thus, 6 mg l<sup>-1</sup> of Se may be an optimal concentration for *APX* induction. Besides, *GR* gene was noted to be downregulated in all applications. Except 1.5 g B + 3 mg Se treatment with slight increase, *SOD* also showed a decreased expression pattern under the given treatments. However, in both *GR* and *SOD* genes, the individual 3 mg and 6 mg Se applications resulted in downregulation of their expressions more than that of individual 1.5 g and 3 g B treatments. These reduced gene expressions under Se may be associated with decreased ROS activity; thereby, mitigating



**Figure 1.** Effects of 12 hrs individual (B or Se) and combined (B + Se) applications in *B. napus* plants. From left to right, individual applications (per L) include 1.5 g B, 3 g B, 3 mg Se and 6 mg Se, while combined applications include 1.5g B + 3mg Se, 1.5 g B + 6 mg Se, 3 g B + 3 mg Se and 3 g B + 6 mg Se.

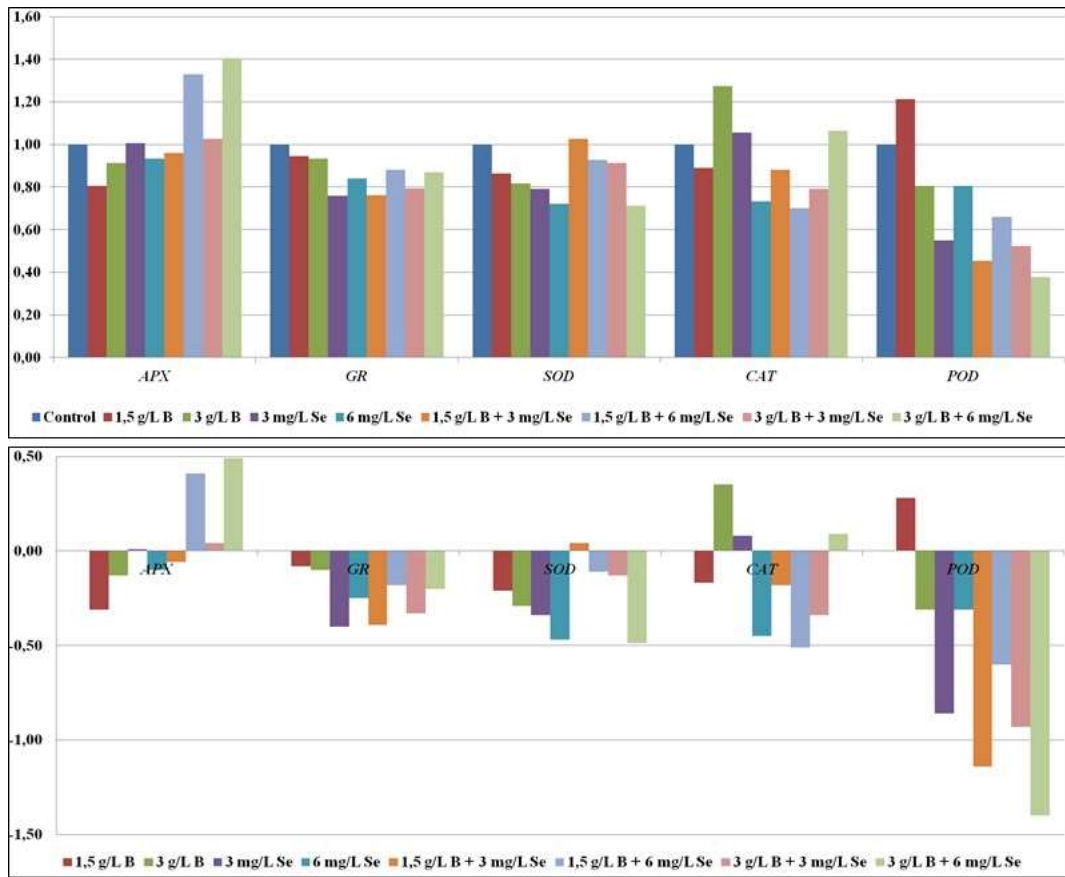
effect of Se on stress. *CAT* gene was found to be upregulated in 3 g B, 3 mg Se and 3 g B + 6 mg Se applications while downregulated in the others. Notably, boron increase from 1.5 g to 3 g considerably upregulated the *CAT* expression (~43%), this may be associated with the oxidative stress exerted. Besides, the most differential expression was observed in *POD* gene; 1.5 g B treatment caused 21% increase in *POD* expression while 3 g B + 6 mg Se application caused 62% decrease in expression.

On the other hand, amounts of total foliar APX, SOD and POD proteins measured showed less correlation with their mRNA levels (Fig. 3). This was reasonable because the expression levels were quantified only for a single member of the given gene, but protein amounts were assayed as total including concentrations of all the expressed members under given condition. Many other studies also demonstrated that changes in mRNA and protein levels do not always well-correlated due to regulation controls at different stages (Vogel and Marcotte 2012; Silva and Vogel 2016). Herein, individual 6 mg l<sup>-1</sup> Se application showed the highest APX enzyme activity followed by 3 mg l<sup>-1</sup> Se (Fig. 3A). This implies that Se itself may exert stress in the absence of other stress factors. However, when applied with other stress factor/s as in the combined applications, Se substantially decreased APX activity reduction

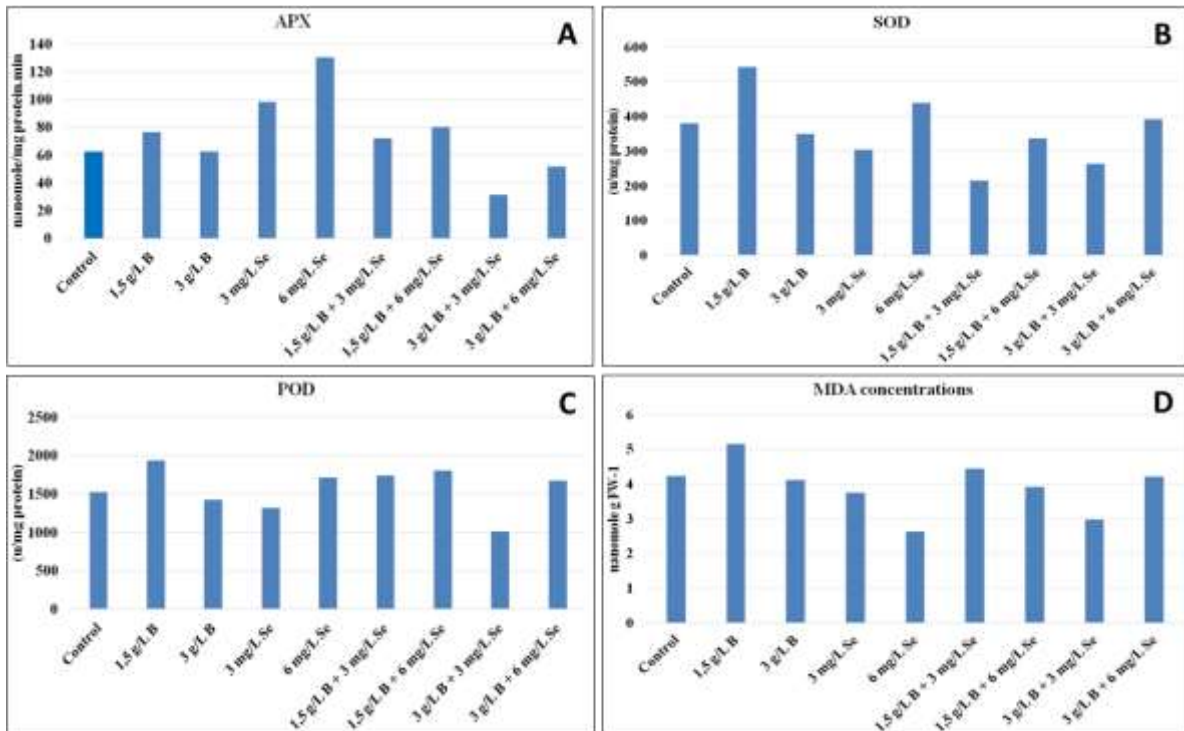
of which might be related with less ROS activity and thus positive effect of Se. Besides, for the SOD protein, individual 1.5 g l<sup>-1</sup> B and 6 mg l<sup>-1</sup> Se applications were noted with the highest enzyme activities respectively (Fig 3B). Similar results were also observed in the POD activity (Fig. 3C). All these indicating that alleviative effect of Se might be somehow associated with the presence of stress factor, and otherwise Se –itself– might trigger antioxidant mechanism as a stressor.

MDA concentrations were also measured in order to assess lipid peroxidation as a result of the given treatments. Lipid peroxidation stems from the extent of oxidative damage on cellular membranes exerted by a stress factor. MDA, a byproduct of lipid peroxidation, thereby correlates with the plant stress levels (Chen and Zhang 2015; Sheoran et al. 2015; Wang et al. 2015). In the present work, MDA amounts were only considerably increased in 1.5 g l<sup>-1</sup> B application while its amounts in the other treatments were similar to or less than the control groups' (Fig. 3D).

Overall, the stress tolerance is achieved by a synergetic coordination of the different antioxidant enzymes, upregulation of which are mainly implicated in combating oxidative stress. However, the antioxidant enzymes in the present study were mostly downregulated, and more interestingly, the individual B applications were also observed not increasing the expression of



**Figure 2.** Foliar expression profiles of *APX*, *CAT*, *SOD*, *POD* and *GR* genes in 12 hrs individual (B or Se) and combined (B + Se) applications in *B. napus* plants. Quantification was performed by RT-qPCR. Data are represented as both fold change (above) and log<sub>2</sub> (below) expression values for better presentation.



**Figure 3.** Total foliar APX (A), SOD (B), POD (C) and MDA (D) concentrations in 12 hrs individual (B or Se) and combined (B + Se) applications in *B. napus* plants.

the antioxidant genes in the most treatments. The downregulations in the gene expressions could be explained by that either the duration of the given treatments fall in short to induce sufficient ROS, or the ROS were already scavenged before the time point at which the expressions were measured. The latter explanation appears to be more relevant since the morphological observations also revealed that the symptoms were similar to B-toxicity in the some treatments. In case of translational point of view, the activities of the measured foliar antioxidant enzymes were less correlated with their mRNA levels.

#### 4. Conclusion

Boron is an essential micronutrient, but its toxicity adversely affects plant productivity. Coping with it, plants are bestowed with various efficient antioxidant enzymes, synergetic coordination of which results in stress tolerance. In addition, optimal Se supplementation under stress conditions is also shown to further support the scavenging roles of these enzymes. The present study was therefore conducted to reveal the ameliorative effect of Se under B-stress. The antioxidant enzyme genes here were mainly downregulated, but the protein levels were less correlated with their mRNA levels. We think that the protein and the mRNA levels did not completely match because protein expression may take longer than 12 hours following stress induction. Different scenarios may also be proposed to explain it, but to understand the true reason behind requires further molecular studies under different concentrations of individual and combined stresses. In this regard, the present work provided a preliminary ground for future works, aiming to study ameliorative role of Se under B-stress plants.

#### Acknowledgment

This research was supported by Akdeniz University BAP grant FYL-2018-3029 to M.A.A.

#### References

- Ali B, Gill RA, Yang S, Gill MB, Farooq MA, Liu D, Daud MK, Ali S, Zhou W (2015) Regulation of Cadmium-Induced Proteomic and Metabolic Changes by 5-Aminolevulinic Acid in Leaves of *Brassica napus*. *L PLoS One* 10:e0123328 doi:10.1371/journal.pone.0123328.
- Ayvaz M, Avci MK, Yamaner C, Koyuncu M, Guven A, Fagerstedt K (2013) Does excess boron affect the malondialdehyde levels of potato cultivars? *Eurasia J. Biosci.* 7.
- Belokobylsky AI, Ginturi EI, Kuchava NE, Kirkesali EI, Frontasyeva MV, Pavlov SS, Aksenova NG (2004) Accumulation of selenium and chromium in the growth dynamics of spirulina platensis. *J Radioanal Nucl. Chem.* 259: 65-68.
- Bradford MM (1976) A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 7; 72(1-2): 248-54.
- Bodnar M, Konieczka P, Namiesnik J (2012) The properties, functions, and use of selenium compounds in living organisms. *J. Environ. Sci. Health C Environ Carcinog Ecotoxicol Rev* 30: 225-252. doi:10.1080/10590501.2012.705164.
- Camacho-Cristobal JJ, Rexach J, Gonzalez-Fontes A (2008) Boron in plants: deficiency and toxicity. *J Integr Plant Biol* 50: 1247-1255. doi:10.1111/j.1744-7909.2008.00742.x.
- Cartes P, Jara AA, Pinilla L, Rosas A, Mora ML (2010) Selenium improves the antioxidant ability against aluminium- induced oxidative stress in ryegrass roots. *Ann. Appl. Biol.* 156: 297-307.
- Chen T, Zhang B (2015) Measurements of Proline and Malondialdehyde Content and Antioxidant Enzyme Activities in Leaves of Drought Stressed Cotton. *Plant Cell Physiol.*
- Chu J, Yao X, Zhang Z (2010) Responses of wheat seedlings to exogenous selenium supply under cold stress. *Biol. Trace Elem. Res.* 136: 55-363. doi:10.1007/s12011-009-8542-3.
- Das K, Roychoudhury A (2014) Reactive oxygen species (ROS) and response of antioxidants as ROS-scavengers during environmental stress in plants. *Front. Environ. Sci* 2: 53.
- Diao M, Ma L, Wang J, Cui J, Fu A, Liu HY (2014) Selenium promotes the growth and photosynthesis of tomato seedlings under salt stress by enhancing chloroplast antioxidant defense system. *J. Plant Growth Regul.* 33: 671-682.
- Djanaguiraman M, Prasad PV, Seppanen M (2010) Selenium protects sorghum leaves from oxidative damage under high temperature stress by enhancing antioxidant defense system. *Plant Physiol. Biochem.* 48: 999-1007. doi:10.1016/j.plaphy.2010.09.009.
- Duan BH, Liu XW, Jiao W, Zhao ZQ, Hu CX (2014) Alleviation of Boron Toxicity on Rape Seedlings by Selenium. *Sci. Agric. Sin.* 47: 2126-2134.
- El-Ramady H, Abdalla N, Taha HS, Alshala T, El-Henawy A, Salah EDF, Elhawati N (2016) Selenium and nano-selenium in plant nutrition. *Environ. Chem. Lett.* 14: 123-147.
- Feng R, Wei C, Tu S, Sun X (2009) Interactive effects of selenium and arsenic on their uptake by *Pteris vittata* L. under hydroponic conditions. *Environ. Exp. Bot.* 65: 363-368.
- Feng R, Wei C, Tu S, Tang S, Wu F (2011) Detoxification of antimony by selenium and their interaction in paddy rice under hydroponic conditions. *Microchem. J* 97: 57-61.
- Feng R, Wei C, Tu S (2013) The roles of selenium in protecting plants against abiotic stresses. *Environ Exp Bot* 87.
- Filek M, Keskinen R, Hartikainen H, Szarejko I, Janiak A, Miszalski Z, Golda A (2008) The protective role of selenium in rape seedlings subjected to cadmium stress. *J. Plant Physiol.* 165: 833-844.
- Fletcher RS, Herrmann D, Mullen JL, Li Q, Schrider DR, Price N, Lin J, Grogan K, Kern A, McKay JK (2016) Identification of polymorphisms associated with drought adaptation QTL in *Brassica napus* by resequencing. *G3-Genes Genom Genet.* 1: g3-115.
- Foyer CH, Shigeoka S (2011) Understanding oxidative stress and antioxidant functions to enhance photosynthesis. *Plant Physiol.* 155: 93-100. doi:10.1104/pp.110.166181.
- Galeas ML, Zhang LH, Freeman JL, Wegner M, Pilon-Smits EA (2007) Seasonal fluctuations of selenium and sulfur accumulation in selenium hyperaccumulators and related nonaccumulators. *New Phytol.* 173: 517-525. doi:10.1111/j.1469-8137.2006.01943.x.
- Gupta M, Gupta S (2016) An Overview of Selenium Uptake, Metabolism, and Toxicity in Plants. *Front. Plant Sci.* 7: 2074. doi:10.3389/fpls.2016.02074.
- Hajiboland R, Rahmat S, Aliasgharzad N, Hartikainen H (2015) Selenium-induced enhancement in carbohydrate metabolism in nodulated alfalfa (*Medicago sativa* L.) as related to the glutathione redox state. *Soil Sci. Plant Nutr.* 61: 676-687.
- Hasanuzzaman M, Fujita M (2011) Selenium pretreatment upregulates the antioxidant defense and methylglyoxal detoxification system and confers enhanced tolerance to drought stress in rapeseed seedlings. *Biol. Trace Elem. Res.* 143: 1758-1776. doi:10.1007/s12011-011-8998-9.
- Hawrylak-Nowak B, Matraszek R, Pogorzelec M (2015) The dual effects of two inorganic selenium forms on the growth, selected physiological parameters and macronutrients accumulation in cucumber plants. *Acta Physiol. Plant* 37: 41.
- Iqbal M, Hussain I, Liaqat H, Ashraf MA, Rasheed R, Rehman AU (2015) Exogenously applied selenium reduces oxidative stress and induces heat tolerance in spring wheat. *Plant. Physiol. Biochem.* 94: 95-103. doi:10.1016/j.plaphy.2015.05.012.

- Jiang C, Zu C, Shen J, Shao F, Li T (2015) Effects of selenium on the growth and photosynthetic characteristics of flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Acta Soc. Bot. Pol.* 84.
- Kumar M, Bijo AJ, Baghel RS, Reddy CR, Jha B (2012) Selenium and spermine alleviate cadmium induced toxicity in the red seaweed *Gracilaria dura* by regulating antioxidants and DNA methylation. *Plant Physiol. Biochem.* 51: 129-138 doi:10.1016/j.plaphy.2011.10.016.
- Landi M, Degl'Innocenti E, Pardossi A, Guidi L (2012) Antioxidant and photosynthetic responses in plants under boron toxicity: a review. *Am. J. Agric. Biol. Sci.* 7: 255-270.
- Livak KJ, Schmittgen TD (2001) Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2<sup>-</sup>ΔΔCT method. *Methods* 25: 402-408.
- Malik JA, Goel S, Kaur N, Sharma S, Singh I, Nayyar H (2012) Selenium antagonises the toxic effects of arsenic on mungbean (*Phaseolus aureus* Roxb.) plants by restricting its uptake and enhancing the antioxidative and detoxification mechanisms. *Environ. Exp. Bot.* 77: 242-248.
- Metwally AM, Radi AA, El-Shazoly RM, Hamada AM (2018) The role of calcium, silicon and salicylic acid treatment in protection of canola plants against boron toxicity stress. *J. Plant Res.* doi:10.1007/s10265-018-1008-y.
- Mroczek-Zdyrska M, Wojcik M (2012) The influence of selenium on root growth and oxidative stress induced by lead in *Vicia faba* L. minor plants. *Biol. Trace Elem. Res.* 147: 320-328 doi:10.1007/s12011-011-9292-6.
- Murshed R, Lopez-Lauri F, Sallanon H (2008) Microplate quantification of enzymes of the plant ascorbate-glutathione cycle. *Anal. Biochem.* 383: 320-322. doi:10.1016/j.ab.2008.07.020.
- Naz FS, Yusuf M, Khan TA, Fariduddin Q, Ahmad A (2015) Low level of selenium increases the efficacy of 24-epibrassinolide through altered physiological and biochemical traits of *Brassica juncea* plants. *Food Chem.* 185: 441-448 doi:10.1016/j.foodchem.2015.04.016.
- Ohkawa H, Ohishi N, Yagi K (1979) Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal Biochem* 95: 351-358.
- Pedrero Z, Madrid Y, Hartikainen H, Cámara C (2008) Protective Effect of Selenium in Broccoli (*Brassica oleracea*) Plants Subjected to Cadmium Exposure. *J. Agric. Food Chem.* 56: 266-271.
- Pilon-Smits EA (2015) Selenium in plants In *Progress in botany*. Springer, Cham: 93-107.
- Princi MP, Lupini A, Araniti F, Longo C, Mauceri A, Sunseri F, Abenavoli MR (2015) Boron Toxicity and Tolerance in Plants: Recent Advances and Future Perspectives. *Plant Met. Interact.* 115-147.
- Pukacka S, Ratajczak E, Kalemba E (2011) The protective role of selenium in recalcitrant *Acer saccharium* L. seeds subjected to desiccation. *J. Plant Physiol.* 168: 220-225 doi:10.1016/j.jplph.2010.07.021.
- Qing X et al. (2015) Selenium alleviates chromium toxicity by preventing oxidative stress in cabbage (*Brassica campestris* L. ssp. *Pekinensis*) leaves. *Ecotoxicol Environ. Saf* 114: 179-189. doi:10.1016/j.ecoenv.2015.01.026.
- Reid R, Fitzpatrick K (2009) Influence of leaf tolerance mechanisms and rain on boron toxicity in barley and wheat. *Plant Physiol.* 151: 413-420. doi:10.1104/pp.109.141069.
- Reid RJ (2013) Boron toxicity and tolerance in crop plants. In *Crop Improvement Under Adverse Conditions*. Springer, New York, NY.
- Roessner U, Patterson JH, Forbes MG, Fincher GB, Langridge P, Bacic A (2006) An investigation of boron toxicity in barley using metabolomics. *Plant Physiol.* 142: 1087-1101 doi:10.1104/pp.106.084053.
- Saidi I, Chtourou Y, Djebali W (2014) Selenium alleviates cadmium toxicity by preventing oxidative stress in sunflower (*Helianthus annuus*) seedlings. *J. Plant Physiol.* 171: 85-91. doi:10.1016/j.jplph.2013.09.024.
- Shanker K, Mishra S, Srivastava S, Srivastava R, Dass S, Prakash S, Srivastava MM (1996) Study of mercury-selenium (Hg-Se) interactions and their impact on Hg uptake by the radish (*Raphanus sativus*) plant. *Food Chem. Toxicol.* 34: 883-886.
- Sheoran S, Thakur V, Narwal S, Turan R, Mamrutha HM, Singh V, Sharma I (2015) Differential activity and expression profile of antioxidant enzymes and physiological changes in wheat (*Triticum aestivum* L.) under drought. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 177: 1282-1298.
- Shireen F et al. (2018) Boron: Functions and Approaches to Enhance Its Availability in Plants for Sustainable Agriculture *Int. J. Mol. Sci.* 19. doi:10.3390/ijms19071856.
- Silva GM, Vogel C (2016) Quantifying gene expression: the importance of being subtle. *Mol Syst Biol* 12: 885. doi:10.15252/msb.20167325.
- Sors TG, Ellis DR, Salt DE (2005) Selenium uptake, translocation, assimilation and metabolic fate in plants. *Photosynth. Res.* 86: 373-389. doi:10.1007/s11120-005-5222-9.
- Sun HW, Ha J, Liang SX, Kang WJ (2010) Protective role of selenium on garlic growth under cadmium stress *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.* 41: 1195-1204.
- Sutton T et al. (2007) Boron-toxicity tolerance in barley arising from efflux transporter amplification. *Sci.* 318: 1446-1449. doi:10.1126/science.1146853.
- Tang H et al. (2015) Effects of selenium and silicon on enhancing antioxidative capacity in ramie (*Boehmeria nivea* (L.) Gaud.) under cadmium stress. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 22: 9999-10008. doi:10.1007/s11356-015-4187-2.
- Vogel C, Marcotte EM (2012) Insights into the regulation of protein abundance from proteomic and transcriptomic analyses. *Nat. Rev. Genet.* 13: 227-232. doi:10.1038/nrg3185.
- Wang CQ (2011) Water- stress mitigation by selenium in *Trifolium repens* L. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 174: 276-282.
- Wang M, Wu C, Cheng Z, Meng H (2015) Growth and physiological changes in continuously cropped eggplant (*Solanum melongena* L.) upon relay intercropping with garlic (*Allium sativum* L.). *Front. Plant Sci.* 6: 262. doi:10.3389/fpls.2015.00262.
- Yang H, Liu J, Huang S, Guo T, Deng L, Hua W (2014) Selection and evaluation of novel reference genes for quantitative reverse transcription PCR (qRT-PCR) based on genome and transcriptome data in *Brassica napus* L. *Gene* 538: 113-122. doi:10.1016/j.gene.2013.12.057.
- Yao X, Chu J, Wang G (2009) Effects of selenium on wheat seedlings under drought stress. *Biol. Trace Elem. Res.* 130: 283-290. doi:10.1007/s12011-009-8328-7.
- Yao X, Chu J, Ba C (2010) Antioxidant responses of wheat seedlings to exogenous selenium supply under enhanced ultraviolet-B. *Biol Trace Elem. Res.* 136: 96-105. doi:10.1007/s12011-009-8520-9.
- Yildirim K, Kaya Z (2017) Gene regulation network behind drought escape, avoidance and tolerance strategies in black poplar (*Populus nigra* L.). *Plant Physiol. Biochem.* 115: 183-199. doi:10.1016/j.plaphy.2017.03.020.
- Yoshinari A, Takano J (2017) Insights into the Mechanisms Underlying Boron Homeostasis in Plants. *Front Plant Sci.* 8: 1951 doi:10.3389/fpls.2017.01951.





## Farklı genetik kaynaklardan elde edilen F2 biber genotiplerinde (*Capsicum annuum L.*) TSWV'ye dayanıklılığın moleküler analizi

### Molecular screening for TSWV resistance in F2 pepper (*Capsicum annuum L.*) genotypes from different genetic background

Hatice İKTEN

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, 07070, Antalya, Türkiye

Sorumlu yazar (Corresponding author): H. İkten, e-posta (e-mail): haticeikten@akdeniz.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 28 Aralık 2018  
Düzeltilme tarihi 22 Ocak 2019  
Kabul tarihi 22 Ocak 2019

#### Anahtar Kelimeler:

F2  
TSWV  
CAPS marker  
ko-dominant marker  
MAS

#### ÖZ

TSWV'ye dayanıklılık geni ile ilişkili olan SCAC<sub>568</sub> CAPS markırı ıslah programlarında dayanıklı ve hassas biber genotiplerini ko-dominant seviyede (RR, Rr, rr) ayırt etmek için kullanılmaktadır. Ancak farklı genetik arka plana sahip olan bazı ıslah materyallerinin heterozigot ve homozigot düzeyde seleksiyonunda tutarsız sonuçlar alınabilmektedir. Bu çalışmada farklı genetik kaynaklardan elde edilmiş F2 biber genotiplerinin SCAC<sub>568</sub> markırı kullanarak domates lekeli solgunluk virüsü (TSWV)'ne karşı dayanıklılığının moleküler yöntemlerle testlenmesinde iki farklı enzimle (XbaI ve TaqI) yapılan kesim sonuçlarının karşılaştırmalı olarak birlikte değerlendirilmesinin ve dayanıklı ile hassas genotiplerin ko-dominant seviyede belirlenmesinde kullanılabilirliğinin test edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada F2 aşamasındaki iki popülasyona ait genotipler SCAC<sub>568</sub> CAPS markırı kullanılarak test edilmiştir. Çalışmada her iki popülasyondan toplam 110 adet F2 bitkisine ait genomik DNA SCAC<sub>568</sub> CAPS markırı ile PCR'da çoğaltılmış ve elde edilen PCR ürünleri XbaI ya da TaqI enzimleri ile kesilmiştir. Kesim ürünleri % 2'lik agaroz jelde ayrıştırılarak UV altında görüntülenmiştir. Çalışma sonuçları popülasyonlardan bir tanesine ait F2 genotiplerinde heterozigot ve homozigot düzeyde beklenen genotipik açılımı (1RR:2Rr:1rr) verirken diğer popülasyonda F2 seviyesinde beklenen açılımın elde edilebilmesi için her iki enzime ait kesim sonuçlarının birlikte değerlendirilmesi sonucu dayanıklı ve hassas bireylerin heterozigot ve homozigot seviyede ayırt edilebileceğini göstermiştir. Sonuçlar açılım gösteren F2 popülasyonlarında SCAC<sub>568</sub> CAPS markırının TSWV'ye karşı hassas ve dayanıklı genotiplerin belirlenmesinde, iki enzimle kesim yapılarak başarılı bir şekilde kullanılabileceğini teyit etmiştir.

#### ARTICLE INFO

Received 28 December 2018  
Received in revised form 22 January 2019  
Accepted 22 January 2019

#### Keywords:

F2  
TSWV  
CAPS marker  
codominant marker  
MAS

#### ABSTRACT

A CAPS marker linked to resistance gene to TSWV in pepper was employed to classify tolerant and susceptible plants at co-dominant level (RR, Rr, rr). During this process selecting heterozygote and homozygote resistant plants from different genetic backgrounds may show some deviations. In this experiment for determination of heterozygote/homozygote resistance/susceptible genotypes developed from different genetic background using two enzymes (XbaI and TaqI) separately at the same time and assessing the gel pictures together was studied. For this purpose, the F2 pepper plants belonging to two different population and each population developed from different genetic background were tested with SCAC<sub>568</sub> marker. The genomic DNA of 110 plants representing both populations were amplified with SCAC<sub>568</sub> CAPS marker and the PCR products were digested with XbaI and TaqI enzymes. The digested fragments were separated in agarose gel and visualized under UV light. The genotypes belonging to one population gave the expected segregation (1RR: 2Rr: 1rr) at F2 level while the other population required digestion of PCR products with both XbaI and TaqI enzyme separately and assessment the results together to determine resistant and susceptible plants at co-dominant level and to obtain the expected F2 segregation. The results showed that SCAC<sub>568</sub> CAPS marker can be used successfully to select the resistant and susceptible genotypes in F2 segregation population by employing two enzymes.

## 1. Giriş

Domates lekeli solgunluk virüsü (TSWV) dünyada biber üretimini sınırlayan ve ekonomik kayıplara neden olan en önemli ilk on virüs arasında yer almaktadır (Goldbach ve Peters 1994; Parrella 2003). TSWV ilk defa Avustralya'da Brittlebank (1919) tarafından rapor edilmiş olup domates, biber, marul, patates, papaya, yerfıstığı tütün gibi çok çeşitli konukçusu bulunmaktadır (German ve ark. 1992; Parrella ve ark. 2003). Türkiye'de ilk defa marul bitkisinde Tekinel ve ark. (1969) tarafından tespit edilen TSWV daha sonra domates (Tekinel 1973), tütün (Azeri 1994) ve biberde de (Yürtmen ve ark. 1999) tespit edilmiştir. TSWV'nin neden olduğu ürün kayıplarını en aza indirmek için farklı kontrol metotları uygulanmaktadır. Vektörle mücadelede kullanılan fiziksel, kimyasal ve biyolojik metotlar hem uygulaması güç hem de genellikle yetersiz kalmaktadır (Rosello ve ark. 1996; Cebolla-Cornejo ve ark. 2003). Bu nedenle mücadelede en iyi yöntemin TSWV'ye dayanıklı çeşit geliştirmek olduğu belirtilmektedir (Floor 1971). Dayanıklı çeşit geliştirme çalışmalarında uygulanan klasik testleme zaman ve işgücü kaybına neden olan zahmetli bir yöntemdir (Moury ve ark. 2000). TSWV'ye dayanıklılığı kontrol eden gen (*Tsw*) birçok *Capsicum chinense* biber genotipinde ('PI 152225', 'PI 159236', 'CNPH 275' 'C00943' ve '7204') tespit edilerek 10. kromozomda haritalanmış ve kültür çeşitlerine (*Capsicum annum*) aktarılmıştır (Black ve ark. 1991; Costa ve ark. 1995; Boiteux 1995; Moury ve ark. 1997; Jahn ve ark. 2000). TSWV'ye dayanıklılık geninin (*Tsw*) islah çalışmalarında kullanımını kolaylaştırmak için Moury ve ark. (2000) tarafından yürütülen çalışmada *Tsw*'ye bağlı olduğunu tespit edilen RAPD (Rastgele çoğaltılmış polimorfik DNA) markırı, CAPS (kesilmiş çoğaltılmış polimorfik diziler) markırına çevrilerek (SCAC<sub>568</sub>), markır yardımıyla islah (MAS) çalışmalarında kullanılmaya başlanmıştır (Çelik ve ark. 2018). Araştırmacılar SCAR markırına ait PCR emplikonlarının XbaI, TaqI, veya HaeIII emzimleri ile elde edilen kesim ürünlerinin TSWV'ye dayanıklı ve hassas genotiplerin belirlenmesinde farklı genetik arka plana sahip genotiplerde başarı ile kullanılabilmesine işaret etmişlerdir (Moury ve ark. 2000). Ancak, SCAC<sub>568</sub> + XbaI markırı ile tarafımızda yapılan bazı moleküler testleme sonuçlarında farklı dayanıklılık kaynakları kullanılarak geliştirilmiş F2 popülasyonuna ait bireylerde beklenen açılımın (1RR:2Rr:1rr) elde edilemediği, heterozigot ve homozigot bireylerin kesin olarak ayırt edilmesinde bazı güçlüklerin var olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada farklı iki genetik kaynaktan oluşturulmuş iki F2 popülasyonuna ait genotiplerinden elde edilen DNA ile SCAC<sub>568</sub> primeri kullanılarak elde edilen PCR ürünleri ayrı ayrı hem XbaI ile hem de TaqI enzimi ile kesilmiş ve iki kesim sonucu karşılaştırılarak birlikte değerlendirilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

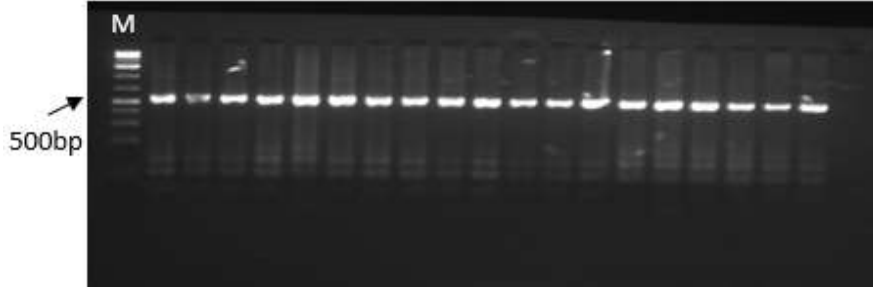
Çalışma materyali olarak iki farklı dayanıklı F1 (Rr) kaynağı kullanılarak elde edilen iki biber (*Capsicum annum*) popülasyonunun (Popülasyon I ve Popülasyon II) F2 bireyleri kullanılmıştır. Popülasyon I'den 52 ve popülasyon II'den 58 adet olmak üzere toplam 110 F2 bitkisinin yaprak örneklerinden CTAB protokolü (Doyle ve Doyle 1987) uygulanarak DNA izolasyonu yapılmıştır. DNA örnekleri agaroz jelde yürütülerek kalite kontrolü ve konsantrasyon eşitlemesi yapıldıktan sonra Moury ve ark. (2000) tarafından geliştirilmiş CAPS markırı (SCAC<sub>568</sub>) kullanılarak PCR reaksiyonu gerçekleştirilmiştir.

Reaksiyonda 20-30 ng  $\mu\text{l}^{-1}$  genomik DNA, 1,5  $\mu\text{l}$  10 $\times$ PCR buffer, 1  $\mu\text{l}$  2,5 mM dNTP karışımı, 2  $\mu\text{l}$  25 mM MgCl<sub>2</sub>, ileri (5' GTGCCAGAGGAGGATTTAT 3') ve geri (5' GCGAGGTGGACTGATAC 3') primerlerin (10 pmol  $\mu\text{l}^{-1}$ ) her birinden 1  $\mu\text{l}$  ve 0,08  $\mu\text{l}$  (5 U  $\mu\text{l}^{-1}$ ) Taq polymerase enzimi içeren karışım kullanılmıştır. PCR cihazında (MyGenie 96-Bioneer) döngü protokolü 3 dakika başlangıç denatürasyonu, 35 döngü 95 °C'de 50 saniye denatürasyon, 57 °C'de 45 saniye bağlanma, 72 °C'de 50 saniye uzama, bunu takiben 72 °C'de 10 dakika son uzama şeklinde uygulanmıştır. PCR ürünlerinin teyidi amacıyla % 1,5'lük agaroz jelde ayrıştırılmış ve etidyum bromid ile boyanan jel ultraviyole transillüminatörde görüntülenmiştir. Daha sonra her bir F2 materyalinden elde edilen PCR ürünü XbaI ya da TaqI enzimleri ile ayrı tüplerde kesim işlemine alınmıştır. Bu aşamada, PCR ürünün 7  $\mu\text{l}$ 'si bir tüpe alınarak 10 U XbaI (10 U  $\mu\text{l}^{-1}$ ) enzimi, diğer 7  $\mu\text{l}$ 'si farklı bir tüpe alınarak 10 U TaqI (10 U  $\mu\text{l}^{-1}$ ) enzimi eklenmiş ve her iki tüpe 1  $\mu\text{l}$  10X kesim tamponu ve 2  $\mu\text{l}$  nükleaz içermeyen steril su eklendikten sonra XbaI enzimi ile kesim için 37 °C'de ve TaqI enzimi için ise 65 °C'de 2 saat inkübasyona bırakılmıştır. Kesim sonrası elde edilen ürünler % 2'lük agaroz jel elektroforezinden sonra ultraviyole transillüminatörde görüntülenmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

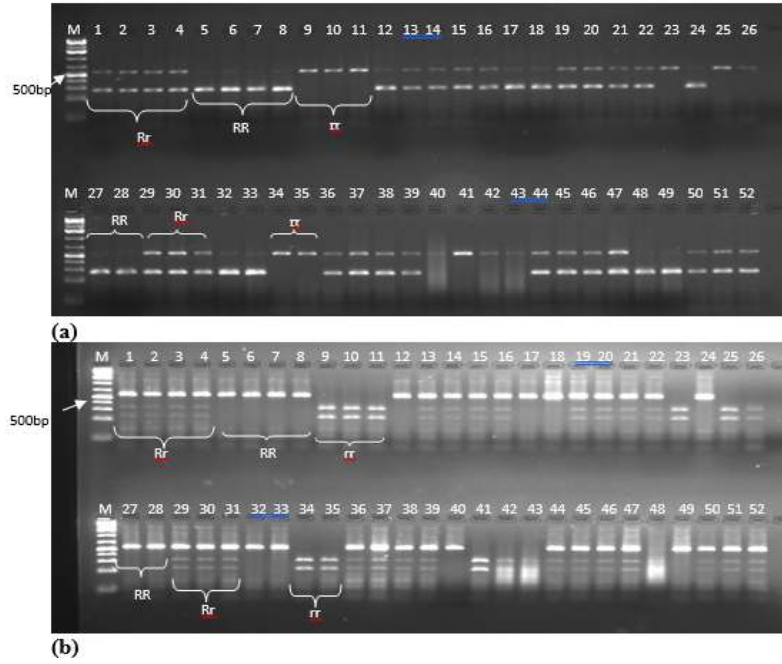
SCAC<sub>568</sub> primeri ile yapılan PCR reaksiyonu sonuçları her iki popülasyona ait genotiplerde 568bp büyüklüğünde DNA amplifikasyonun var olduğunu göstermiştir (Şekil 1). Popülasyon I'e ait olan 52 F2 bitkisinden elde edilen PCR ürünleri her genotip için ayrı tüplerde olacak şekilde XbaI ve TaqI enzimleri ile kesilmiştir. XbaI enzimi ile yapılan kesim reaksiyonu sonuçları dayanıklı homozigot (RR) genotiplerin PCR ürünlerinin büyük oranda kesilerek agaroz jelde yaklaşık 280bp uzunluğunda tek bant görüntüsü oluştururken, heterozigot genotiplerde (Rr) kesilen ve kesilmeyen ürünlerin oluşturduğu iki bant (280bp ve 568bp) görüntülenmiş ve hassas genotiplerde (rr) ise elde edilen PCR ürünü kesime uğramayarak 568bp büyüklüğünde tek bant belirlenmiştir (Şekil 2a). Popülasyon I'e ait 52 adet F2 bitkisinin TaqI enzimi ile yapılan kesim işlemi sonucunda homozigot dayanıklı (RR) bireylerin PCR ürünleri (568bp) kesime uğramazken, homozigot hassas (rr) bireylerde PCR ürünü tamamı ile kesilerek yaklaşık 230 ve 330 bp büyüklüğünde ürünlere dönüşmüştür (Şekil 2). Heterozigot bireylerde hassas allel kesime uğrayarak 2 band (230bp ve 330bp) oluştururken, dayanıklı allel kesilmeyerek 568bp büyüklüğünde kalmış ve agaroz jelde toplam 3 DNA bandı olarak görüntülenmiştir (Şekil 2b). Popülasyon I'de her iki enzimle ayrı ayrı yapılan kesim sonuçları birbirini ve SCAC<sub>568</sub> markırının geliştirildiği (Moury ve ark. 2000) çalışma sonuçları ile tam olarak uyumlu bulunmuştur. Ayrıca, F2 bireylerinin 26'sının heterozigot dayanıklı (Rr), 14 tanesinin homozigot dayanıklı (RR) ve 12 örneğin ise hassas (rr) sonucu üretmesi tipik bir F2 popülasyonunda beklenen 1:2:1 açılımı ile de örtüşmektedir ( $\chi^2= 0.15$ ;  $p < 0.05$ ) (Çizelge 1).

Popülasyon II'de test edilen 58 F2 genotipinin 56 adetinden PCR ürünü elde edilmiştir. Bu 56 genotipe ait ürünlerin XbaI enzimi ile yapılan kesim analizi sonucunda, 11 adet hassas (rr) bireye ait PCR ürününün beklendiği şekilde kesime uğramadığı görülmüştür (Şekil 3a). Ancak, geri kalan tüm F2 bireylerinin (45 adet) profili ise tamamı ile heterozigot bir bireyden beklenen profil ile uyum göstermiş olup, bu popülasyondan homozigot dayanıklı (RR) jel profili elde edilememiştir (Şekil 3a). Dolayısı ile, popülasyon II'de XbaI



Şekil 1. Bazı F2 genotiplerinde SCAC<sub>568</sub> primeri ile yapılan PCR reaksiyonu sonucu elde edilen 568 bp'lik ürünlere ait örnek jel görüntüsü. M: 1 kb DNA.

Figure 1. The gel picture of 568 bp PCR product obtained with SCAC568 primer M: 1 kb DNA.



Şekil 2. Popülasyon I'e ait 52 örneğin PCR ürünlerinin iki farklı enzim ile kesimi sonucu elde edilen jel görüntüsü. (a) XbaI enzimi ile kesilmiş ürünler, (b) TaqI enzimi ile kesilmiş ürünler, M: 1 kb DNA, RR: dominant homozigot, Rr: heterozigot, rr: resesif homozigot genotipler.

Figure 2. The gel picture of digested PCR product of 52 samples belonging to Population I; using two different enzymes, a: The digested fragments with XbaI enzyme, b: The digested fragments with TaqI enzyme. M: 1 kb DNA, RR: dominant homozygote, Rr: heterozygote rr: recessive homozygote genotypes.

Çizelge 1. PCR ürünlerinin XbaI ve TaqI enzimi ile yapılan kesim sonuçları (Popülasyon I).

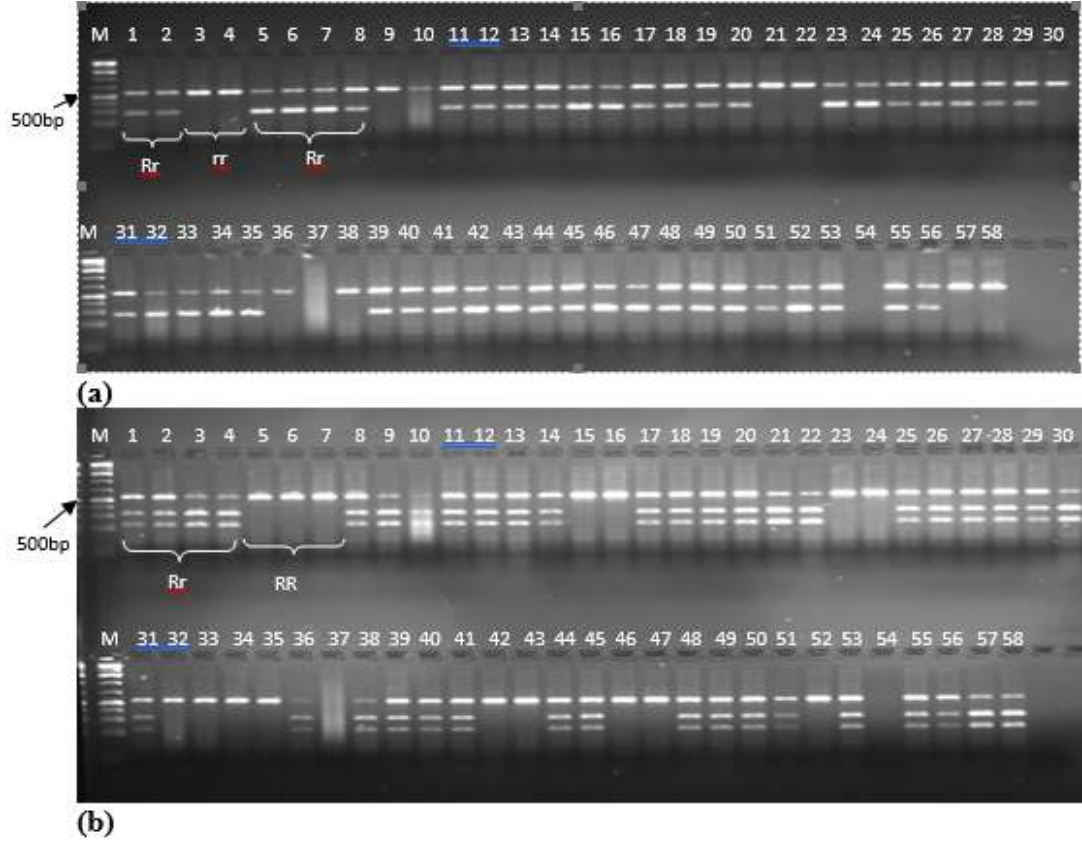
Table 1. The result of PCR products digested with XbaI and TaqI enzymes (Population I).

Sample No	XbaI	TaqI	Sample No	XbaI	TaqI	Sample No	XbaI	TaqI
1	Rr	Rr	19	Rr	Rr	37	Rr	Rr
2	Rr	Rr	20	Rr	Rr	38	Rr	Rr
3	Rr	Rr	21	Rr	Rr	39	Rr	Rr
4	Rr	Rr	22	Rr	Rr	40	?*	RR
5	RR	RR	23	rr	rr	41	rr	rr
6	RR	RR	24	RR	RR	42	rr	rr
7	RR	RR	25	rr	rr	43	rr	rr
8	RR	RR	26	rr	rr	44	Rr	Rr
9	rr	rr	27	RR	RR	45	Rr	Rr
10	rr	rr	28	RR	RR	46	Rr	Rr
11	rr	rr	29	Rr	Rr	47	Rr	Rr
12	RR	RR	30	Rr	Rr	48	RR	?*
13	Rr	Rr	31	Rr	Rr	49	RR	RR
14	Rr	Rr	32	RR	RR	50	Rr	Rr
15	Rr	Rr	33	RR	RR	51	Rr	Rr
16	Rr	Rr	34	rr	rr	52	Rr	Rr
17	RR	RR	35	rr	rr			
18	RR	RR	36	Rr	Rr			

\*; Belirsiz sonuç. \*; Ambiguous results.

enzimi ile elde edilecek sonuçlar yalnızca dayanıklı ve hassas bireyleri güvenilir bir şekilde ayırırken, RR ve Rr profilini ayıramamaktadır (Çizelge 2). Testleme sonucu elde edilen 3:1 açılım oranı, tipik bir F2 popülasyonunda kodominant bir markırdan beklenen oran (1:2:1) ile uyumsuz olup ( $\chi^2 = 24.96$ ;  $p > 0.05$ ), ancak dominant bir markırdan elde edilecek sonuçlar

ile uyum gösterebilir ( $\chi^2 = 0.85$ ;  $p < 0.05$ ). Oysa, popülasyon I'den elde edilen sonuçlar ve Moury ve arkadaşlarının (2000) çalışma sonuçları SCAC<sub>568</sub> lokusunun ko-dominant bir markır olduğunu gösterirken farklı bir genetik arka plana sahip popülasyon II genotipleri için dominant markır özelliği göstermiştir.



**Şekil 3.** Popülasyon II'e ait 58 örneğin (56 tanesinde ürün elde edilmiş) PCR ürünlerinin iki farklı enzim ile kesimi sonucu elde edilen jel görüntüsü. (a) XbaI enzimi ile kesilmiş ürünler, (b) TaqI enzimi ile kesilmiş ürünler, M: 1 kb DNA.

**Figure 3.** The gel picture of digested PCR product of 58 samples (56 samples amplified) belonging to Population II using two different enzymes, a: The digested fragments with XbaI enzyme, b: The digested fragments with TaqI enzyme. M: 1 kb DNA.

**Çizelge 2.** PCR ürünlerinin XbaI ve TaqI enzimi ile yapılan kesim sonuçları (Popülasyon II).

**Table 2.** The result of PCR products digested with XbaI and TaqI enzymes (Population II).

Sample No	XbaI	TaqI	Sample No	XbaI	TaqI	Sample No	XbaI	TaqI
1	Rr	Rr	21	Rr	Rr	41	Rr	Rr
2	.Rr	Rr	22	Rr	Rr	42	Rr	RR
3	rr	Rr	23	Rr	RR	43	Rr	RR
4	rr	Rr	24	Rr	RR	44	Rr	Rr
5	Rr	RR	25	Rr	Rr	45	Rr	Rr
6	Rr	RR	26	Rr	Rr	46	Rr	RR
7	Rr	RR	27	Rr	Rr	47	Rr	RR
8	Rr	Rr	28	Rr	Rr	48	Rr	Rr
9	rr	Rr	29	Rr	Rr	49	Rr	Rr
10	rr	Rr	30	rr	Rr	50	Rr	Rr
11	Rr	Rr	31	Rr	Rr	51	Rr	Rr
12	Rr	Rr	32	Rr	RR	52	Rr	RR
13	Rr	Rr	33	Rr	RR	53	Rr	Rr
14	Rr	Rr	34	Rr	RR	54	?*	?*
15	Rr	RR	35	Rr	RR	55	Rr	Rr
16	Rr	RR	36	rr	Rr	56	Rr	Rr
17	Rr	Rr	37	?*	?*	57	rr	Rr
18	Rr	Rr	38	rr	Rr	58	rr	Rr
19	Rr	Rr	39	Rr	Rr			
20	Rr	Rr	40	Rr	Rr			

\*; Belirsiz sonuç. \*; Ambiguous results.



Popülasyon II'de test edilen aynı genotiplere ait PCR ürünleri, Taq I enzimi ile kesime tabii tutularak uyumsuzluğun sebebi araştırılmış ve sonuçlar agaroz jelde incelenmiştir (Şekil 3b). TaqI kesim sonuçları incelendiğinde, XbaI kesim enzimi sonuçlarının 45 adet F2 genotipinden 16'sının dominant homozigot dayanıklı genotip olduğunu (568bç kesilmemiş PCR ürünü) geri kalan 40 F2 genotipinin ise heterozigot (Rr) bireyler olduğunu göstermiştir (Şekil 3b). Bu durum SCAC<sub>568</sub> markırının bazı biber genotiplerinde dominant davrandığı sonucunu teyit etmektedir. Sonuçlar, TaqI kesim sonucu heterozigot bir bireyden beklenen profil ile tam uyumlu olup, daha önce XbaI kesimi ile hassas (rr) oldukları belirlenen 11 genotip dahil hiçbir genotip hassas profil göstermemiştir (Şekil 2b ve 3b). Bu durum, TaqI kesim sonuçları (16RR: 40Rr) popülasyon II'de yalnızca dayanıklı birey genotip varlığını ortaya koyarak hatalı sonuçlar üretmekte ve tipik bir geri melez ıslah programında hassas bireylerin heterozigot dayanıklı olarak yorumlanmasına yol açabilecek sonuçlar üretmektedir.

Dayanıklılık ıslahı çalışmalarında dayanıklı ve hassas bitkilerin doğru bir şekilde seleksiyonu en önemli basamaktır ve çok sayıda ıslah materyalinin kısa sürede ve güvenilir, bir yöntemle test edilmesi amaçlanır. Bu nedenle farklı ürünlerde önemli hastalıkların dayanıklılık genleri ile ilişkili markır geliştirme çalışmaları tüm dünyada yaygın olarak yürütülmekte ve mevcut markırlara yenileri eklenmektedir (Moury ve ark. 2000; Shi ve ark. 2011; Yang ve ark. 2012; Nevame ve ark. 2018). Dayanıklılık geni/genleri ile ilgili markır geliştirme çalışmalarında genellikle yabancı genetik kaynaklara ihtiyaç duyulmaktadır. Bazen birden fazla yabancı genotip dayanıklılık gen/ genlerin kaynağı olarak kullanılabilir. Bu durum da bir genetik kaynaktan gelen dayanıklılık geni için geliştirilmiş markırın başka bir kaynaktan elde edilen dayanıklılık geninin belirlenmesinde etkin olarak çalışmayacağına işaret etmektedir. Bu çalışmada biberde TSWV dayanıklılık geni (*Tsw*) için Moury ve ark. (2000) tarafından geliştirilmiş CAPS markırını farklı genetik kaynaklardan oluşturulmuş iki farklı F2 biber popülasyonunda test edilmiştir. SCAC<sub>568</sub> primeri (Moury ve ark. 2000) ile elde edilen PCR ürünleri iki farklı enzim ile kesilerek sonuçlar değerlendirilmiştir. Popülasyon I'in PCR ürünleri hem XbaI ile hem de TaqI ile kesildiğinde her iki enzimin kesim sonuçları tek başına dayanıklı ve hassas bireyleri ko-dominant seviyede ayırt edebilirken, diğer popülasyonda (popülasyon II) F2 genotiplerinin ko-dominant seviyede ayırt edilebilmesi için her iki enzimle yapılan kesim sonuçlarının birlikte karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermiştir. Popülasyon II'de homozigot dayanıklı genotipler (RR) TaqI enzim kesim sonuçları, hassas genotipler (rr) ise XbaI enzim kesim sonuçları ile doğru olarak değerlendirilmiştir. Bunun dışında, kalan genotipler ise her iki kesim enzimi sonucunda da heterozigot profili ürettiği için doğru bir şekilde tanımlanabilmiştir.

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada farklı genetik kaynaklardan elde edilmiş F2 biber genotiplerinde SCAC<sub>568</sub> markırının PCR ürünleri XbaI ve TaqI enzimleri ile ayrı ayrı kesilerek kesim ürünlerinin TSWV'ye dayanıklı ve hassas genotiplerin belirlenmesindeki etkinlikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonuçları farklı genetik arka plana sahip bitkilerde XbaI enzimi ile yapılan kesimlerin dayanıklı genotipleri dominant düzeyde doğru bir şekilde belirleyebildiği, TaqI kesim sonuçlarının ise aynı genotiplerde hatalı sonuçlar üretebildiğini göstermiştir. Sonuçlar aynı zamanda TSWV'ye karşı dayanıklılık için farklı allel

formlarının farklı genetik arka planlarda var olabileceğini ve markıra dayalı seleksiyon yapılabilmesi için SCAC<sub>568</sub> lokusunun PCR amplifikasyonu sonrası XbaI and TaqI enzimlerine ait kesim sonuçlarının karşılaştırmalı olarak birlikte değerlendirilmesinin gerekli olduğunu göstermiştir.

#### Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan laboratuvar altyapı desteği için Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesine teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- Azeri T (1994) Detection of tomato spotted wilt virus in tobacco and tomato cultivars by enzyme linked immunosorbent assay. J. Turkish Phytopathology 23(1): 37-46.
- Black LL, Hobbs HA, Gatti JM (1991) Tomato spotted wilt virus resistance in Capsicum chinense 'PI 152225' and 'PI 159236'. Plant Disease, 75: 863.
- Boiteux LS (1995) Allelic relationships between genes for resistance to tomato spotted wilt tospovirus in Capsicum chinense. Theoretical and Applied Genetics 90: 146-149.
- Brittlebank CC (1919) Tomato diseases. Journal of Agriculture Victoria 27: 231-235.
- Cebolla-Cornejo J, Soler S, Gomar B, Soria DM, Nuez F (2003) Screening Capsicum germplasm for resistance to tomato spotted wilt virus (TSWV). Annals of Applied Biology 143(2): 143-152.
- Costa J, Catalá MS, Lacasa A, Díez MJ, Nuez F (1995) Introduction of plant genetic resistance to TSWV from C. chinense 'PI 159236' in different pepper genetic backgrounds. In First International Symposium on Solanacea for Fresh Market. March 28-31 1995, Malaga, Spain. Acta Hort. 412: 523-532.
- Çelik İ, Özalp R, Çelik N, Polat İ (2018) Domates Lekeli Solgunluk Virüsü (TSWV)'ne dayanıklı sivri biber hatlarının Geliştirilmesi. Derim 35(1): 27-36 doi: 10.16882/derim.2018.325765.
- Doyle JJ, Doyle JL (1987) A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. Phytochem Bull 19: 11-15.
- Floor HH (1971) Current status of the gene-for-gene concept. Annual Reviews of Phytopathology 9: 275-296.
- German TL, Ullman DE, Moyer JW (1992) Tospoviruses: diagnosis, molecular biology, phylogeny, and vector relationships. Annual Review of Phytopathology 30, 315-348.
- Goldbach R, Peters D (1994) Possible causes of the emergence of tospovirus diseases. Sem. Virology. 5: 113-120.
- Jahn M, Paran I, Hoffmann K, Radwanski ER, Livingstone KD, Grube RC, Aftergoot E, Lapidot M, Moyer J (2000) Genetic mapping of the Tsw locus for resistance to the tospovirus tomato spotted wilt virus in Capsicum spp. and its relationship to the Sw-5 gene for resistance to the same pathogen in tomato. The American Phytopathological Society 13(6): 673-682.
- Moury B, Palloix A, Gebre Selassie K, Marchoux G (1997) Hypersensitive resistance to tomato spotted wilt virus in three Capsicum chinense accessions is controlled by a single gene and is overcome by virulent strains. Euphytica 94: 45-52.
- Moury B, Pflieger S, Blattes A, Lefebvre V, Palloix A (2000) A CAPS marker to assist selection of tomato spotted wilt virus (TSWV) resistance in pepper. Genome 43: 137-142.
- Nevame AYM, Xia L, Nchongboh CG, Hasan MM, Alam MA, Yongbo, L, Wenting Z, Yafei H, Emon RM, İsmail MR, Efisue A, Gang S, Wenhu L, Longting S (2018) Development of a New Molecular Marker for the Resistance to Tomato Yellow Leaf Curl Virus, BioMed Research International, vol. 2018, Article ID 8120281, <https://doi.org/10.1155/2018/8120281>.



- Parrella G, Gognalons P, Gebre-Selassie K, Vovlas C, Marchoux G (2003) An update of the host range of Tomato spotted wilt virus. *Journal of Plant Pathology* 8: 227-264.
- Rosello S, Diez MJ, Lacasa A, Jorda C, Nuez F (1996) Testing resistance to TSWV introgressed from *Lycopersicon peruvianum* by artificial transmission techniques. *Euphytica* 98: 93-98.
- Shi A, Vierling R, Grazzini R, Chen P, Caton H, Panthee D (2011) Identification of molecular markers for Sw-5 gene of tomato spotted wilt virus resistance. *Am. J Biotechnol. Mol. Sci.* 1: 8-16 doi: 10.5251/ajbms.2011.1.1.8.16.
- Tekinel N, Dolar MS, Sağsöz S, Salcan Y (1969) Mersin Bölgesinde ekonomik bakımdan önemli bazı sebzelerin virüsleri üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni* 9(1): 37-49.
- Tekinel N (1973) Adana, Antalya, Hatay ve İçel illerinde domates virüs hastalıklarının yayılış alanlarının ve oranlarının tespiti üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni* Cilt 13 No: 3, s. 107-141.
- Yang HB, Liu WY, Kang WH, Kim JH, Cho HJ, YooJH, Kang BC (2012) Development and validation of L allele-specific markers in *Capsicum*. In *Molecular Breeding* vol. 30, no. 2, pp. 819-829. doi: 10.1007/s11032-011-9666-7.
- Yürtmen M, Guldur ME, Yılmaz MA (1999) Tomato spotted wilt virus on peppers in İçel province of Turkey. *Petria* 9(3): 243-344.



# One step modification of *Chlamydomonas reinhardtii* BACs using the RED/ET system

## *Chlamydomonas* BAC vektörlerinin RED/ET yöntemiyle tek basamakta modifikasyonu

Munevver AKSOY<sup>1</sup>, Charlene L. FOREST<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, Antalya, 07058, TURKEY

<sup>2</sup>Department of Biology, Brooklyn College of CUNY, 2900 Bedford Avenue, Brooklyn, NY 11210, USA

Corresponding author (Sorumlu yazar): EM. Aksoy, e-mail (e-posta): maksoy@akdeniz.edu.tr

Author(s) e-mail (Yazar(lar) e-posta): clforest@brooklyn.cuny.edu

### ARTICLE INFO

Received 04 January 2019

Received in revised form 04 February 2019

Accepted 04 February 2019

### Keywords:

*Chlamydomonas reinhardtii*

BAC recombination

Functional genomics

Complementation

### ABSTRACT

With the availability of the complete genome, *Chlamydomonas* BACs are being used extensively in functional genomics analysis. The following aspects of their construction, however, make them less than optimal for some types of analysis. (1) These BACs do not contain a gene to allow direct selection of transformants in complementation analysis. (2) Co-transformation using the BAC and an independent vector with a selectable marker has a low efficiency. (3) Most BACs have more than one gene, necessitating sub-cloning of each gene into a different vector (relying on the use of restriction enzymes). To simplify this process, we modified *Chlamydomonas* BACs by inserting 2 selectable marker cassettes, using the RED-ET system. We ligated a eukaryotic and a prokaryotic selectable marker cassette and used it in a one-step modification instead of a two-step counter selection protocol and showed the expression of both cassettes. This method will decrease the time needed for use of BACs in functional genomics analysis in *Chlamydomonas*.

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 04 Ocak 2019

Düzeltilme tarihi 04 Şubat 2019

Kabul tarihi 04 Şubat 2019

### Anahtar Kelimeler:

*Chlamydomonas reinhardtii*

BAC rekombinasyonu

Fonksiyonel genomik

Komplementasyon

### ÖZ

Tüm genom sekansının tamamlanması üzerine, *Chlamydomonas* BAC'ları fonksiyonel genomik analizlerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Fakat bu vektörlerin hazırlanmalarında kullanılan aşağıdaki sebeplerden dolayı bu tip analizlerde kullanımları optimalden daha düşük olmaktadır: (1) Bu BAC'larda komplementasyon analizlerinde elde edilen transformantların direk seçimini sağlayan bir gen yoktur. (2) BAC ve bağımsız bir vektörün ko-transformasyon (birlikte transformasyon) olarak kullanımında birlikte transformasyon oranı düşüktür. (3) BAC'ların çoğu birden fazla gen içermektedir, bu da her genin farklı bir vektöre sub-klon (alt klonlama) yapılmasını gerektirmektedir (bu da restriksiyon enzimlerine bağımlılık demektir). Bu çalışmada, BAC transformasyonu işlemi kolaylaştırmak için, RED/ET tekniğini kullanarak *Chlamydomonas* BAC'larına 2 selectable marker cassette (seçilebilir ekspresyon kaseti) eklenmiştir. Bir ökaryotik ve bir prokaryotik ekspresyon kaseti ligasyon edilmiş ve BAC'ların iki basamak modifikasyonu yerine, tek basamakta modifiye edilmesi sağlanmıştır ve bu kasetlerin ekspresyonu kanıtlanmıştır. Böylelikle BAC'ların *Chlamydomonas*'da fonksiyonel genomik analizlerinde kullanımları için harcanacak zaman süresi azalacaktır.

## 1. Introduction

*Chlamydomonas reinhardtii* is a eukaryotic green alga that has been used as a model system for the analysis of many biological functions including photosynthesis, motility, sexual development, mating etc. Harris (1989). Besides being an excellent model system it is also used in commercial applications, such as algal hydrogen production Ghirardi et al.

(2000). The *Chlamydomonas* genome has been sequenced and efforts continue on functional annotation of the genes (Merchant et al. 2007; Blaby et al. 2014). With the completion of genome sequencing, large numbers of genes with unknown function have become available. The analysis of gene function will require use of BACs for complementation analysis.

Insertional mutagenesis has been used extensively in *Chlamydomonas* (Kindle 1990; Li et al. 2016) and results in insertion of the mutagen (plasmid DNA) randomly in the genome and in some cases causing large deletions (Aksoy et al. 2014). If the insertion occurs in the coding or regulatory regions of a gene, it disrupts the function of the gene, leading to an observable phenotypic change. Different techniques have been used for determination of the site of insertion including TAIL-PCR Dent et al. (2005) and RESDA-PCR Gonzalez-Ballester et al. (2005).

After finding the insertion site in the genome and showing the insertion is genetically linked to the mutant phenotype, the wild type genomic sequence is reintroduced to complement the mutation. This step still remains to be improved. Many researchers use BACs as their resource for the wild type gene sequence and some researchers amplify the sequence to be introduced by PCR. If the sequence to be amplified is large, PCR may not be the best choice, because correct amplification of a large sequence even with most high fidelity polymerases is difficult. Therefore, BAC complementation is more practical and less costly. Application of CRISPR-Cas9 (Jiang et al. 2014; Baek et al. 2016; Ferenczi et al. 2017) will allow researchers to make mutations in any gene they want to study and this will result in increased use of BACs in these functional genomics studies.

*Chlamydomonas* BACs have no selectable marker except for a chloramphenicol cassette which can be expressed only in *E. coli*. Because of this difficulty, different methods have been used for BAC complementation: (1) Transformation of cells with the BAC and observation of complementation of the mutant phenotype by appropriate selection techniques (can only be used if the complemented cells have a selectable phenotype of their own). (2) Co-transformation of the BAC along with an independent plasmid which has a selectable marker that can be expressed in *Chlamydomonas* (co-transformation of BAC and the additional plasmid is expected to be low), (3) Sub-cloning of the region of interest from the BAC into a different vector which has selectable marker for *Chlamydomonas*. This method relies on restriction enzymes or PCR, which is not always practical especially for larger genes.

To overcome the disadvantage of the above complementation methods, we applied RED/ET recombination (recombineering) (Zhang et al. 1998; Muyrers et al. 2001) to modify *Chlamydomonas* BACs by inserting a selectable marker gene that can be expressed in *Chlamydomonas*. This way cells can be transformed with only the modified BAC and transformants can be selected on antibiotic without the need to do co-transformations. To do this, we created an insert which has two selectable markers; a kanamycin cassette for expression in *E. coli* and a hygromycin cassette Berthold et al. (2002) for expression in *Chlamydomonas*. There are no reports of a dual expression construct for *Chlamydomonas*. By creating this fusion construct, we have reduced the two-step counter selection protocol (BAC modification with the counter selection cassette followed by replacement of counter selection cassette with a sequence of interest) into one step. The insert we created is not large, therefore the recombination frequency is not affected drastically and there is no need to modify the RED/ET protocol.

The other advantage of this technique is that most of the *Chlamydomonas* BACs contain several genes, making it more difficult to determine which gene is responsible for the complementation. Our insert can be used to replace any of the

genes on a BAC and then the modified BAC can be used for complementation.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. *E. coli* and *Chlamydomonas* Strains

*E. coli* strain DH10B was used as host for the entire recombination protocol and JM109 was used for routine bacterial techniques. *sr-u-2-23* mating type minus (CC 275) was the *Chlamydomonas* strain used.

### 2.2. BAC Clones and BAC Isolation

The *Chlamydomonas* BACs 33A3 and 37P6 were obtained from the Clemson University Genomics Institute ([www.genome.clemson.edu](http://www.genome.clemson.edu)). For BAC isolation, Qiagen Plasmid Mini or Midi kits (Qiagen, Valencia, CA, USA) were used.

### 2.3. Media and Antibiotics

*E. coli* strain DH10B hosting the BACs was maintained in LB medium containing 15 µg ml<sup>-1</sup> chloramphenicol. The following antibiotic concentrations were used in recombination as suggested by the RED/ET protocol: Tetracyclin (3 µg ml<sup>-1</sup>), kanamycin (15 µg ml<sup>-1</sup>) and chloramphenicol (15 µg ml<sup>-1</sup>).

*Chlamydomonas* cells were grown in liquid or solid TAP medium Harris (1989). TAP plates supplemented with 10 µg ml<sup>-1</sup> hygromycin were used for selection after transformation with modified BACs. All antibiotics were from Sigma.

### 2.4. Agarose Gel Electrophoresis

All the gels were 0.9%. All purpose Hi-Lo DNA Marker (Bionexus, Oakland, CA, USA) was used in all the gels.

### 2.5. Construction of the Insert

#### 2.5.1. Fusion of a Prokaryotic and a Eukaryotic Expression Cassette

First the *hyg3* (*hygromycin3*) cassette Berthold et al. (2002) was moved to pBluescript SK- from pHyg3 to create a NotI site needed to create our fusion cassette as explained below. The *hyg3* cassette was cut out of the original vector (pUCBM20) by digesting pHyg3 with EcoRV (Promega, Madison, WI, USA) and KpnI (Promega, Madison, WI, USA). The cassette (1733 bp) was gel purified using the QIAquick Gel Extraction Kit (Qiagen) and ligated into pBluescript SK-. To do this ligation, pSPI24S, a plasmid available in many *Chlamydomonas* research labs Lumbreras et al. (1998), was also digested with EcoRV and KpnI to produce pBluescript SK- that had the same restriction ends as the *hyg3* cassette. This digestion released the *ble* cassette from pSPI24S and removed 44 bp from the MCS of pBluescript. The digestion products were run on a gel and pBluescript was gel purified. The *hyg3* cassette was ligated into the purified vector using T4 DNA ligase (Promega, Madison, WI, USA). The insert to vector ratio was 3:1 in the ligation reaction. JM109 competent cells (Promega, Madison, WI, USA) were transformed with 2 µl of the ligation reaction by heat shock method. Briefly, JM109 cells and plasmid to be transformed were incubated on ice for 30 sec, then incubated at 42 °C for 45 sec in a water bath. After this step cells were incubated on ice for 2 min and then 900 µl of SOC media was added. Thereafter cells were shaken for 60 min at 37 °C and

transformants were selected on 100 µg ml<sup>-1</sup> ampicillin containing LB plates. This new plasmid was named pHyg3MA (4647 bp) to differentiate it from the original pHyg3. The plasmid was isolated with the Qiagen Plasmid Mini Kit. To make sure the *hyg3* cassette was still functioning, pHyg3MA (in both circular and linear form) was used to transform *sr-u-2-23 mt-* (CC 275) cells and many hygromycin resistant colonies were obtained.

Inserting only the *hyg3* cassette into the BACs wouldn't allow us to select modified BACs in *E. coli*, because the cassette has a *Chlamydomonas* promoter and would therefore be expressed only in *Chlamydomonas*. In order to select for the modified BACs, we needed a dual expression cassette (a cassette that can be expressed both in *Chlamydomonas* and in *E. coli*). We have not seen a report of such a cassette. We therefore ligated a prokaryotic expression cassette next to the *hyg3* cassette in pHyg3MA. The Tn5-*neomycin* cassette, which was included in the BAC modification kit, was used for this purpose. This cassette was amplified by PCR using Epicentre Taq polymerase (Epicentre Biotechnologies, Madison, WI, USA) using primers Tn5-neo-f (5'-TGGACAGCAAGCGAACCAGGGAATTGC-3') and Tn5-neo-r (5'-TCAGAAGAAGCTCGTCAAGAAGGCG-3'). The product was gel purified and ligated into a pGEMT Easy vector (Promega, Madison, WI, USA). 2 µl of the ligation product was used to transform JM109 cells and transformants were selected on LB plates containing 50 µg ml<sup>-1</sup> ampicillin and 50 µg/ml kanamycin. The plasmid was isolated using the Qiagen Plasmid Mini Kit and the Tn5-*neomycin* cassette was excised with NotI (Promega, Madison, WI, USA). This excision from the pGEMT Easy vector introduced 40 bp to the 948 bp cassette, making it 988 bp. The cassette was gel purified and ligated into NotI digested, gel purified pHyg3MA. This ligation was again used to transform *E. coli* and the transformed *E. coli* were again selected on LB plates containing 50 µg ml<sup>-1</sup> ampicillin and 50 µg ml<sup>-1</sup> kanamycin. This plasmid was named pHyg3MA-Tn5neo (5635 bp). pHyg3MA and pHyg3MA-Tn5neo was digested with SspI (Fermentas, Glen Burnie, MD, USA) to confirm the ligation of Tn5-*neo* cassette.

#### 2.5.2. Generation of the Insert with Homology Arms by PCR

pHyg3MA-Tn5neo was used as a PCR template for creating the selectable marker insert (*hygromycin* and Tn5-*neomycin* fusion cassettes) to be used for modification of the BACs. To create the insert with homology arms, 50 bp homology arms were added to the 5' end of the primers. The sequences of the oligonucleotides with the homology arms are: NARHA-T7: 5'-GAATTCCGGATCATGCGCCAGTAGCACGAGTGAA GAGGTTTCATGAGGGTAATACGACTCACTATAGGGC-3' and NARHA-BGal: 5'-CGCAGCGATTTACCCGTGTTGCGGAAATAGAGCGTGT CGGCAGTGGCGTAATGACCATGATTACGCCAAGC-3'. The underlined regions are the regions homologous to the *nar2/mit8* gene that is found in all *Chlamydomonas* BACs and the bold regions are the priming regions for the pHyg3MA-Tn5neo. All the oligonucleotides were from Operon Biotechnologies.

PCR with homology arm primers produced low amounts of product. We therefore first amplified the fused cassettes with short primers (T7 and BGal primers, bold regions). Cycling conditions for this reaction were 98 °C 2 minutes (hot start) then

30 cycles of 98 °C for 10 seconds, 58 °C for 30 seconds and 72 °C for 1 minute followed by a 5 minutes final extension at 72 °C. For the second reaction, this 3 kb (2969 bp) product was diluted 1:10 and used as a template with the homology arm primers (NARHA-T7 and NARHA-BGal) to make the insert to be used for recombination. Cycling conditions were 98 °C for 2 minutes (hot start) then 30 cycles of 98 °C for 10 seconds, 58 °C for 30 seconds and 72 °C for 1½ minutes followed by 5 minutes final extension at 72 °C.

Phusion (Phu) Hot Start DNA Polymerase (New England Biolabs, Ipswich, MA, USA), which shows very high accuracy, was used in both reactions. In both reactions HF buffer was used with Phusion Hot Start DNA Polymerase. DMSO was added to the second PCR with homology arm primers to get more product.

The PCR product was digested with DpnI (Promega, Madison, WI, USA), which digests the circular plasmid template, but not the PCR product. After digestion, the DpnI was heat inactivated and the PCR product was gel purified. This gel purified sample was used for recombination.

#### 2.6. pRED/ET System and Recombination

RED/ET system (Quick & Easy BAC Modification Kit) was purchased from Gene Bridges (Gene Bridges, Heidelberg, Germany). The protocol for growth of bacteria and electroporation was followed as suggested in the manual, except that the electrocompetent bacteria were prepared by shaking at 200 rpm rather than the suggested 1000 rpm. This speed was used at each step of recombination. Electroporation was done using the BioRad (Hercules, CA, USA) Gene Pulser electroporator. Settings were 1.8 kV, 200 Ohms and 25 µF.

#### 2.7. Verification of Correct Recombination

The BACs were analyzed by PCR to verify the recombination.

The primers for amplification of the *hyg3* cassette were: Hyg3-f2 (5'-AGAGCACCAACCCCGTACT-3') and Hyg3-r2 (5'-GAAGGCGTTGAGATGCAGTT-3').

PCR for the Tn5-*neo* cassette was performed with primers: Tn5-neo-f (5'-TGGACAGCAAGCGAACCAGGGAATTGC-3') and Tn5-neo-r (5'-TCAGAAGAAGCTCGTCAAGAAGGCG-3').

PCR to show correct replacement was done with primers: NarCh-f-2091 (5'-GAACGAAACAGTCGGGAAAA-3') and pBACmn6020 (5'-GGCCCAAGTATTCGCTATCA-3').

Restriction analysis was done with KpnI and BglII (Fermentas).

#### 2.8. Transformation of *Chlamydomonas* with BACs

5-10 µg of circular modified or unmodified BACs were used to transform the cells. Transformants were selected on TAP hygromycin (10 µg ml<sup>-1</sup>) plates. Unmodified BACs were used as a negative control to check the effectiveness of hygromycin killing. *Chlamydomonas* was also transformed with 1 µg of the circular pHyg3MA as a positive control to compare the expression of the *hygromycin* cassette in the modified BACs.

### 3. Results

#### 3.1. Summary of the Recombination Process

The diagram shown in Figure 1 summarizes the steps of the protocol we used. The plasmid pHyg3 contains the *aphVII* cassette for hygromycin B resistance Berthold et al. (2002). First, pHyg3MA-Tn5neo was created by ligating the *hyg3* and Tn5-*neo* cassettes into pBluescript SK-. pHyg3MA-Tn5neo was then used as a template to make the insert; both cassettes were amplified with primers T7 and BGalf (short primers). This PCR product was then amplified with homology arm primers to create the insert to be used in recombination. We decided to insert this product into the *nar2/nit8* gene that is present in all *Chlamydomonas* BACs. The *nar2/nit8* gene which encodes a subunit of the nitrate transporter had been inserted into the BACs during creation of the BAC library, to be used as a selectable marker for *nit8* deficient strains (which cannot transport nitrate therefore cannot grow on nitrate as a sole nitrogen source). However, the gene was later found to be non-functional (P.A. Lefebvre, personal communication). Therefore, we decided to replace a region of this gene with our insert.

#### 3.2. Creation of the Insert with Homology Arms

##### 3.2.1. Ligation of *hyg3* and Tn5-*neo* Cassettes

First the *hyg3* cassette was ligated into pBluescript SK-producing pHyg3MA. Then the Tn5-*neo* cassette was ligated into Not I digested pHyg3MA to create pHyg3MA-Tn5neo. To make sure the ligation occurred correctly, pHyg3MA and

pHyg3MA-Tn5neo were digested with SspI which cuts once in the pBluescript vector and once in the multiple cloning site (removing a 553 bp from the vector). The difference in size in the upper band (~1 kb larger) is proof of ligation of the 988 bp Tn5-*neo* cassette into pHyg3MA (Fig. 2A).

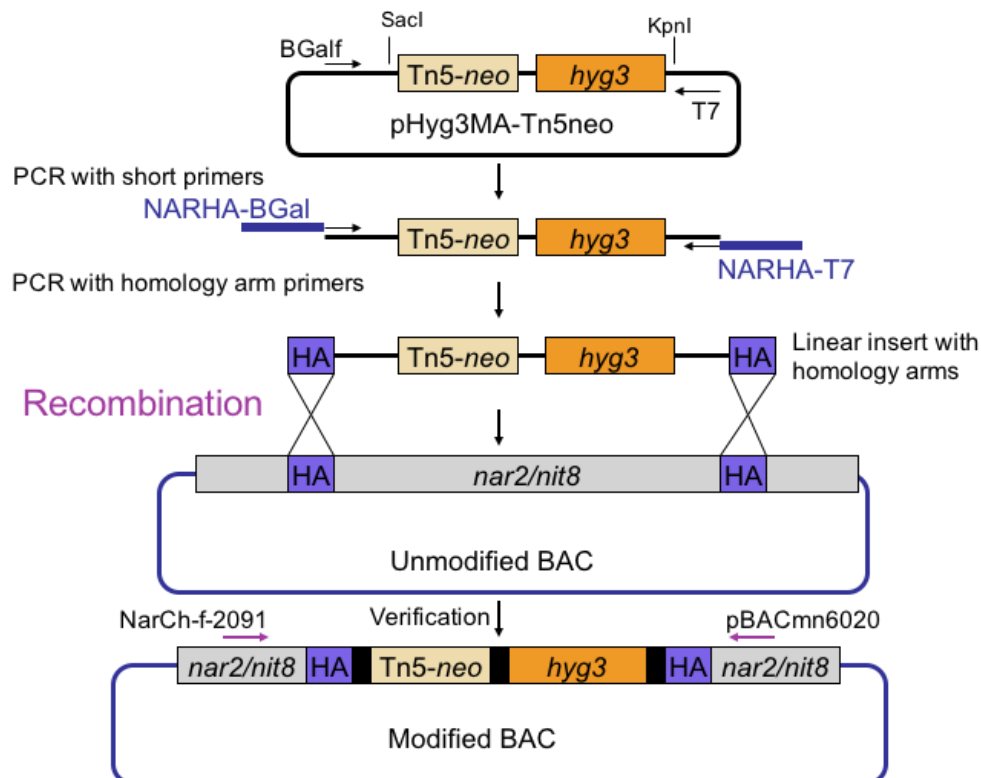
##### 3.2.2. PCR for Creation of the Insert with Homology Arms

First, the fused *hyg3* and Tn5-*neo* cassettes were amplified with primers T7 and BGalf (short primers) using pHyg3MA-Tn5neo as a template. To create the insert with homology arms, homology arm primers were used to amplify the product of the short primers (Fig. 2B). The expected size of pHyg3MA-Tn5neo is 2969 bp (Fig. 2B, lane 1). For comparison, PCR was also done for pHyg3MA (Fig. 2B, lane 2); this product is 1.8 kb.

The PCR products of the short primers and homology arm primers of pHyg3MA-Tn5neo were run on a gel. As expected, the product of the homology arm primers was 100 bp larger than the short primer product (Figure 2C).

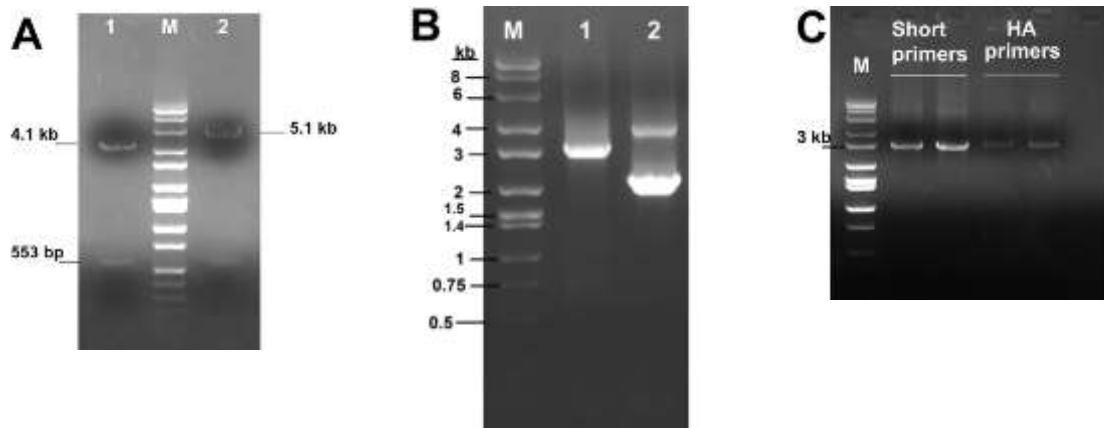
##### 3.3. Recombination

Recombination was done using the RED/ET system as described above. Although we did not get large number of recombinants on each plate, we were able to get sufficient recombinant colonies in each experiment to use for our complementation analysis. The fact that we shook the *E. coli* at 200 rpm, rather than the suggested speed of 1000 rpm might



**Figure 1.** One step BAC modification. pHyg3MA-Tn5neo which contains *hyg3* and Tn5-*neo* cassettes was used as template for PCR to create the insert. In the first step, both cassettes were amplified with short (without homology arms) primers, T7 and BGalf. In the second step, the PCR product of T7 and BGalf was used to create the insert with homology arms using homology arm primers. This product was used in recombination to replace a region of the *nar2/nit8* gene in the BAC. Arrows on the modified BAC show the position of primers used for verification of recombination.





**Figure 2.** Creation of the Insert for Recombination. A. pHyg3MA (lane 1) and pHyg3MA-Tn5neo (lane 2) following SspI digestion. Hyg3MA-Tn5neo is 988 bp larger because of the Tn5-*neo* cassette. B. Creation of the insert with homology arms by PCR. Lane 1 is the pHyg3MA-Tn5neo product (2969 bp), lane 2 is the pHyg3MA product (1.8 kb). C. PCR products of short primers (BGalI and T7) and homology arm primers (NARHA-BGalI and NARHA-T7). HA products are 100 bp larger than the no HA (short primers) products. M: molecular weight marker.

explain why we did not get hundreds of recombinants as described in the protocol. Since we produced sufficient numbers of recombinants for our purposes, we didn't try to improve this. Following the recombination step, we picked the recombinant colonies and transferred them onto fresh chloramphenicol and kanamycin plates to make sure that they expressed the kanamycin resistance gene (Tn5-*neo* cassette). All of the recombinants grew well on kanamycin plates (data not shown).

### 3.4. Verification of Correct Recombination

#### 3.4.1. PCR Analysis

We first did PCR to show the presence of the *hyg3* cassette in the modified BACs. All of the recombinant BACs gave the expected 638 bp product. PCR was also done to amplify the Tn5-*neo* cassette. All of the recombinant BACs again gave the expected product which is 948 bp. The results of these PCR reactions are not shown.

We then did PCR with primers that surround the insert. To show the replacement of part of *nar2/nit8* with our insert, we then designed primers that surround the insert in the BAC. Because we replaced a 3175 bp sequence of *nar2/nit8* with a 2969 bp insert, the PCR should give a 206 bp smaller product for the modified BACs. The primers used in this PCR were NarCh-f-2091 and pBACmn-6020; the product for the unmodified BACs should be 3949 bp (Fig 3). We also designed primers that would bind to the insert; in these PCR reactions, as expected, we found that only the modified BACs produced a PCR product (results not shown).

#### 3.4.2. Verification of Successful Recombination by Restriction Digestion

After checking the replacement in the modified BACs by PCR, we performed a restriction analysis to confirm the results. We digested the modified and unmodified BACs with BglII and KpnI and compared their restriction patterns.

Figure 4A shows BAC 37P6 clones digested with BglII. As expected, all modified BACs had a restriction pattern different

from the unmodified BAC. Clones 2 and 4 had the same banding pattern and it was different from the unmodified BAC. These results confirm the result we obtained by PCR (Fig. 3), that clones 2 and 4 were correctly modified. While clones 1 and 3 also had an insertion it appeared have occurred in a different region of the BAC (as discussed in Fig. 3). These results emphasize the importance of verifying the recombination, as suggested by the RED/ET protocol.

We then digested a correctly modified BAC (see Fig. 3) and an unmodified one for both BAC 33A3 and BAC 37P6. Modified BAC clone #7 of 33A3 and #4 of 37P6 were tested. Both modified clones had a different restriction pattern than the unmodified clones (Fig. 4B).

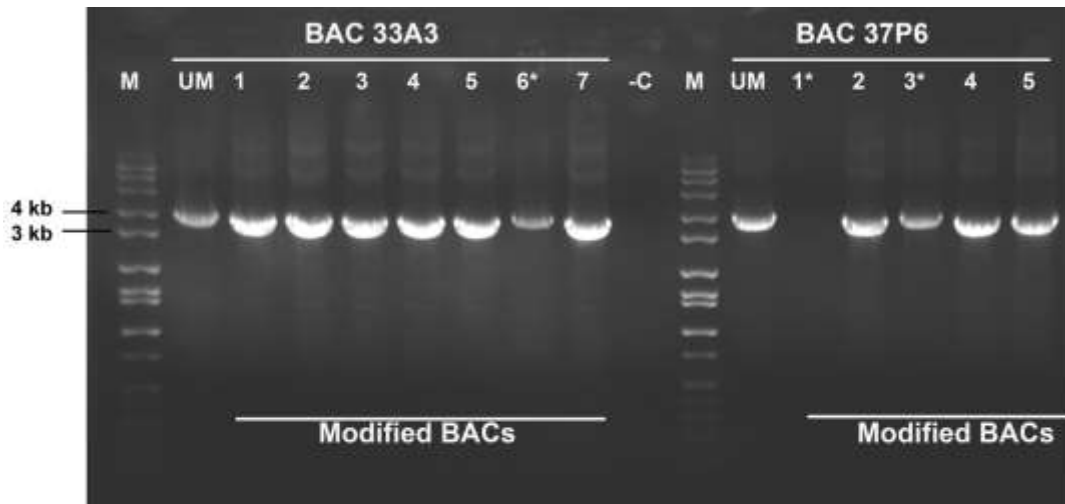
### 3.5. Transformation of *Chlamydomonas* with Modified BACs

We used the modified BAC clones to transform the CC 275 strain of *Chlamydomonas*. We were able to get hygromycin resistant transformants in each experiment. Three of the transformants are shown growing on a hygromycin plate in Figure 5.

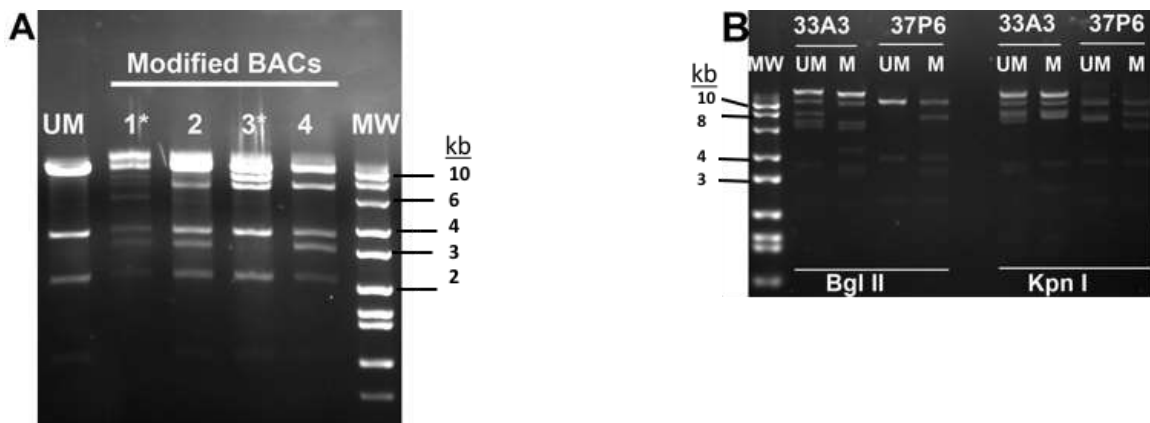
## 4. Discussion

With the *Chlamydomonas* genome available, BACs are being used extensively in functional genomics analysis. BACs are an important source for complementation analysis, because they carry the full sequence of a gene of interest and possibly the cis acting regulatory elements. The disadvantage of using *Chlamydomonas* BACs is that, they don't carry a selectable marker gene. Therefore, cells transformed with BACs cannot be selected directly, e.g., on antibiotic plates. Most researchers do co-transformation to overcome this, but co-transformation of two different vectors occurs at a low efficiency.

We therefore decided to apply RED/ET recombination to *Chlamydomonas* BACs. We created an insert that can be used in a single step BAC modification. The insert is only 2969 bp and can be used in the RED-ET system without any modifications.



**Figure 3.** PCR with primers surrounding the insert. The PCR product of the correctly recombined modified BACs is 206 bp smaller than the product of unmodified BACs (UM). Modified BAC #6 of BAC 33A3 and #1 and #3 of BAC 37P6 were not modified correctly; indicated with \* (the cassette inserted elsewhere in the BAC). These BACs therefore gave the same size product as the unmodified BACs (UM). Modified BAC #1 of 37P6 had a small amount of PCR product that is barely visible in the picture. In repeated PCRs this BAC always gave very little product which let us conclude that this BAC had a secondary modification. -C: PCR control with no DNA template. M: molecular weight marker. UM: Unmodified.



**Figure 4.** Verification of correct recombination by restriction analysis. A. BAC 37P6 clones digested with BglII. Clones 2 and 4 had the same pattern, which was different from the unmodified BAC, showing that they were correctly modified. The patterns of 1 and 3 were also different from the unmodified BAC (\* indicates not correctly modified BACs), but we had previously shown that they were not correctly modified (see Fig. 3). B. Clone 7 of BAC 33A3 and clone 4 of 37P6 (see Fig. 3) are digested with BglII and KpnI. According to both PCR and restriction pattern, these 2 modified BACs are correctly modified. Therefore, they were used in complementation experiments. MW: molecular weight marker. M: modified. UM: unmodified.



**Figure 5:** Expression of the Inserted *hyg3* Cassette in *Chlamydomonas*. *Chlamydomonas* strain CC 275 was transformed with modified BACs and transformants were selected on  $10 \mu\text{g ml}^{-1}$  hygromycin TAP plates. 3 of the transformants are shown here growing on hygromycin plate. Section of the plate labeled as CC 275 is the untransformed cells which cannot grow on hygromycin.

It has the *hyg3* cassette for expression in *Chlamydomonas* and the Tn5-*neo* cassette for expression in *E. coli*. We showed the expression of the Tn5-*neo* cassette in *E. coli* and the *hyg3* cassette in *Chlamydomonas*. The modified BACs were used to transform *Chlamydomonas* and hygromycin resistant transformants were obtained.

We replaced a region of the *nar2/nit8* gene which has no functionality in *Chlamydomonas* BACs, but the insertion could also be done in other regions of the BAC that don't have any function for the vector. Because our insert is a selectable marker, it can be used for recombination for different purposes. For instance, most BACs contain more than one gene. Therefore, in order to determine which gene product is necessary for complementation, each gene can be deleted one at a time (or multiple genes can be deleted at once, leaving one gene in the BAC) and the modified BAC can then be used for complementation, to see which gene will rescue the mutation. In addition, this system maybe used to mutate *Chlamydomonas* genes in *E. coli* by homologous recombination.

### Acknowledgment

We thank Peter Berthold and Wolfgang Mages for pHyg3, and Saul Purton for pSP124S. This work was supported by National Institutes of Health [1R15HD048470-01A1 to C.F].

### References

- Aksoy M, Pootakham W, Grossman AR (2014) Critical Function of a *Chlamydomonas reinhardtii* Putative Polyphosphate Polymerase Subunit during Nutrient Deprivation. *The Plant Cell* 26(10): 4214–29.
- Baek K, Kim DH, Jeong J, Sim SJ, Melis A, Kim JS, Jin E, Bae S (2016) DNA-free two-gene knockout in *Chlamydomonas reinhardtii* via CRISPR-Cas9 ribonucleoproteins. *Scientific Reports*, 6(30620; doi: 10.1038/srep30620).
- Berthold P, Schmitt R, Mages W (2002) An engineered *Streptomyces hygroscopicus* aph 7<sup>+</sup> gene mediates dominant resistance against hygromycin B in *Chlamydomonas reinhardtii*. *Protist* 153: 401–412.
- Blaby IK, Blaby-Haas CE, Tourasse N, Hom EF, Lopez D, Aksoy M, Prochnik S (2014) The *Chlamydomonas* genome project: a decade on. *Trends in Plant Science* 19(10): 672–680.
- Dent RM, Haglund CM, Chin BL, Kobayashi MC, Niyogi KK (2005) Functional genomics of eukaryotic photosynthesis using insertional mutagenesis of *Chlamydomonas reinhardtii*. *Plant Physiology* 137: 545–556.
- Ferenczi A, Pyott DE, Xipnitou A, Molnar A (2017) Efficient targeted DNA editing and replacement in *Chlamydomonas reinhardtii* using Cpf1 ribonucleoproteins and single-stranded DNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114(51): 13567–72.
- Ghirardi ML, Zhang L, Lee JW, Flynn T, Seibert M, Greenbaum E, Melis A (2000) Microalgae: a green source of renewable H<sub>2</sub>. *Trends in Biotechnology* 18: 506–511.
- Gonzalez-Ballester D, de Montaigu A, Galvan A, Fernandez E (2005) Restriction enzyme site-directed amplification PCR: a tool to identify regions flanking a marker DNA. *Analytical Biochemistry* 340: 330–335.
- Harris E (1989) *The Chlamydomonas Sourcebook*. 1<sup>st</sup> edition, Academic Press, San Diego, California.
- Jiang W, Brueggeman AJ, Horken KM, Plucinak TM, Weeks DP (2014) Successful transient expression of Cas9 and single guide RNA genes in *Chlamydomonas reinhardtii*. *Eukaryotic Cell* 13(11): 1465–69.
- Kindle KL (1990) High-frequency nuclear transformation of *Chlamydomonas reinhardtii*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 87: 1228–1232.
- Li X, Zhang R, Patena W, Gang SS, Blum SR, Ivanova N, Jonikas MC (2016) An Indexed, Mapped Mutant Library Enables Reverse Genetics Studies of Biological Processes in *Chlamydomonas reinhardtii*. *The Plant Cell* 28: 367–87.
- Lumbreras V, Stevens DR, Purton S (1998) Efficient foreign gene expression in *Chlamydomonas reinhardtii* mediated by an endogenous intron. *The Plant Journal* 14(7): 441–447.
- Merchant SS, Prochnik SE, Vallon O, Harris EH, Karpowicz SJ, Witman GB, Terry A, Salamov A, Fritz-Laylin LK, Marechal-Drouard, L. et al. (2007) The *Chlamydomonas* genome reveals the evolution of key animal and plant functions. *Science* 318: 245–250.
- Muyrers JP, Zhang Y, Stewart AF (2001) Techniques: Recombinogenic engineering—new options for cloning and manipulating DNA. *Trends in Biochemical Sciences* 26(5): 325–331.
- Zhang Y, Buchholz F, Muyrers JP, Stewart AF (1998) A new logic for DNA engineering using recombination in *Escherichia coli*. *Nature Genetics* 20: 123–128.



## Yeşil renkli gölgeleme ağlarının bazı radyometrik özellikleri ve ortam mikrokliması ile bitki gelişimi üzerine etkisi

### Some radiometric properties of green coloured shade nettings and its effect on ambient microclimate and plant growth

Nefise Yasemin TEZCAN<sup>id</sup>

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

Sorumlu yazar (Corresponding author): N. Y. Tezcan, e-posta (e-mail): nytezcan@akdeniz.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 31 Ağustos 2018  
Düzeltilme tarihi 21 Kasım 2018  
Kabul tarihi 21 Kasım 2018

#### Anahtar Kelimeler:

Işık seçici ağlar  
Toplam ışınım  
PAR  
Sıcaklık  
Domates

#### ÖZ

Bu çalışma, Antalya'da Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde açık tarla (756 m<sup>2</sup>) koşullarında yürütülmüştür. Denemede gölgeleme materyali olarak % 40, % 55, % 75 ve % 95 gölgeleme oranlı 4 farklı yeşil ışık seçici ağ kullanılmıştır. Araştırmada, ışık seçici ağların bazı radyometrik özellikleri (toplam ışınım ve fotosentetik etkin ışınım (PAR)) belirlenmiştir. Çalışmada ağların ortam mikroklimasına etkisini belirlemek için iç ortam hava sıcaklığı ile nem değerleri uygun algılayıcılarla ölçülmüştür. Ağların bitki gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla ışık seçici ağlar ve açık tarla koşullarında domates bitkisi yetiştirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre % 40 gölgeleme oranlı yeşil ağ toplam ışınım ve PAR bandında en yüksek geçirgenliği göstermiştir.

#### ARTICLE INFO

Received 31 August 2018  
Received in revised form 21 November 2018  
Accepted 21 November 2018

#### Keywords:

Shade nets  
Total radiation  
PAR  
Temperature  
Tomato

#### ABSTRACT

This study was conducted at the research and application farm of Faculty of Agriculture, Akdeniz University in Antalya under open field (756 m<sup>2</sup>) conditions. The green shade nettings with shade factor of 40%, 55%, 75% and 95% were used as shading material in this study. Some radiometric properties (the global radiation and photosynthetically active radiation (PAR)) of shade nettings were determined in this study. Environment conditions inside the shade nets were also investigated. The air temperature and relative humidity were measured by appropriate sensors. In order to determine the effect of nets on plant growth, tomato plants were grown in shade nets and in open field conditions. According to the results, 40% shading green net showed the highest transmittance in total radiation and PAR band.

## 1. Giriş

Tarımsal üretimde bitkileri güneş ışınlarının zararlı etkilerinden korumak için başvurulan yöntemlerin başında ışık seçici (foto-selektif) renkli gölgeleme ağlarının kullanılması gelmektedir (Ilic ve ark. 2011). Işık seçici ağların kullanımı aşırı ışık zararını önlemesinin yanında, rüzgarın zararlı etkisini önlemekte, kuş ve viral hastalıkları taşıyan böcekleri bitkilerden uzak tutmakta ve bitkilerin bulunduğu ortamda sıcaklığın yükselmesini de önlemektedir (Shahak 2008; Teitel ve ark. 2008; Kittas ve Rigakis 2009). Işık seçici ağlar, tarla koşullarında yetiştirilen bitkilerin örtülmesinde uygulanabildiği gibi seralarda, sera dış yüzeyine veya sera içinde bitkilerin üzerine örtülerek de uygulanabilmektedir (Shahak ve ark. 2004; Castronuovo ve ark. 2015; Nemera ve ark. 2015).

Işık seçici ağlar aşama aşama tüm dünyada kullanılmakta ve anılan ağlar farklı bitkilere, alanlara ve iklim faktörlerine bağlı

olarak da değerlendirilebilmektedir (Shahak 2008). Bu ağlar aynı zamanda güneş ışınlarının farklı oranlarda filtrasyonu ile üründe fiziksel korumayı amaçlayan yeni bir tarımsal teknoloji konseptini sunmaktadır (Shahak ve ark. 2004; Shahak 2008). Işık seçici renkli gölgeleme materyalleri bitki tarafından alınan ışığın spektral kalitesini ve miktarını etkileyebilecek özellik taşımaktadır ve son yıllarda, bitki gelişimi ve büyümesini teşvik edecek şekilde tasarlanmaktadır (Justen ve ark. 2012). Işık seçici ağlar ayrıca aşırı güneş ışınımı ve yüksek sıcaklıklardan bitkileri korumak için oluşturulan ve "ağ evleri" olarak da adlandırılan özel yapılarda örtü malzemesi olarak da kullanılmaktadırlar (Briassoulis ve ark. 2007). Işık seçici ağlar; materyal tipi, ipliklerin tip ve boyutları, tekstürü (örülme şekli), açıklık boyutu, gözeneklilik/dayanıklılık ve ağırlığı gibi farklı yapısal özelliklerinin yanı sıra renk,

geçirgenlik/yansıma/gölgeleme faktörü gibi radyometrik özellikler, hava geçirgenliği gibi fiziksel özellikler ile çekme dayanımı, mukavemet, kopmada uzama ve esneklik gibi mekanik özellikleri ile karakterize edilmektedir. Netlerin genişlik ve uzunlukta değişmektedir. Genişlikleri 1 m ile 6 m arasında değişirken netin tipine bağlı olarak 12 m ile 20 m 'ye kadar çıkabilmektedir. Uzunlukları ise 25 m ile 300 m arasında değişmektedir (Castellano ve ark. 2005; Castellano ve ark. 2008). Materyal tipi olarak tarımsal ağlarda ağırlıklı olarak yüksek yoğunluklu polietilen ( $\gamma_{HDPE}= 940-960 \text{ kg m}^{-3}$ ) malzeme kullanılmakta olup dokumasız (örülmemiş) üretimde polipropilen ( $\gamma_{PP}= 900-910 \text{ kg m}^{-3}$ ) malzeme de ham madde olarak kullanılmaktadır. Polipropilen malzemeden üretilen ağlar bahçe bitkileri ve meyve bahçelerinde bitkilerin üzerine direkt örtü olarak kültivasyonu yağmur, don ve rüzgardan korumak için uygulanır. Bu tip ağlar çok düşük yapısal dayanım ile karakterize edilmekte ve herhangi bir yapı iskeletinde örtü malzemesi olarak kullanılmamalıdır. Yüksek yoğunluklu polietilen malzeme ile üretilen ağların iki ana tipi vardır. Bunlar yuvarlak monofil (tek lifli) veya düz şerit tiptir. Işık seçici ağların örgü açıklıkları kullanım amacına göre; insekt netler (0.2-3.1 mm), gölgeleme ağları: (1.7-7.0 mm), anti-dolu netler (2.5-4.0 mm), rüzgar kırıcı netler (1.8-7.0 mm), anti-kuş netleri (3.0-4.0 cm) olmak üzere 5 tipte gruplandırılırlar (Castellano ve ark. 2008).

En yaygın ağ renkleri siyah, yeşil ve şeffaf renktir. Şeffaf renkli ağlarda netin gölgeleme etkisi net performansının (gölgeleme ağı olarak) negatif bir sonucu olarak nitelendirilmektedir. Siyah renkli ağlar genellikle gelen solar radyasyonu azaltmada süs bitkileri ve fidanlıkarda gölgeleme (% 40-% 80 gölgeleme oranı) amaçlı kullanılmakla birlikte elma bahçelerinde insect koruma amaçlı da kullanılmaktadır (Castellano ve ark. 2008). Renkli ağlar (kırmızı, sarı, mavi, yeşil vb.) siyah renkli ışık seçici ağların tersine güneşin UV, görülebilir veya uzak kırmızı ışınım dalga bandından gelen ışınımı farklı ve spesifik bir şekilde modifiye edecek şekilde geliştirilmiştir. Sedef, beyaz ve gri renkli ağlar nötr (renksiz) renkli ağlar olarak adlandırılmakta UV ve yakın kızıl ötesindeki spektral bandı absorbe ederler (Shahak ve ark. 2004; Shahak 2008; Castellano ve ark. 2008). Şeffaf renkli ağlar ise çevresel zararlar (dolu zararı vb.) veya böcek zararı için kullanılırlar. Bu ağlar geçirdikleri ışınımı saçarak ortama aktarırlar ancak ışığın bileşimini niteliğini değiştirmezler (Shahak 2008). Siyah ve yeşil renkli ışık seçici ağlar genellikle Akdeniz ülkelerinde sıcak periyotlarda açık tarla koşullarında veya sera örtü malzemesinin üstünde veya altında sera içindeki yüksek sıcaklıkları azaltmak için kullanılırlar (Shahak ve ark. 2004). Işık seçici ağların % 10'dan % 90'a kadar değişebilen gölgeleme faktörü ise gelen güneş ışınımını azaltmada ağın kapasitesini temsil etmektedir (Schettini 2011). Birçok tarımsal uygulamada, netin radyometrik özellikleri yetiştiriciler tarafından dikkate alınması gereken en önemli parametrelerdir. Materyallerin toplam ışınım geçirgenliği (300-2500 nm) net house (ağ evleri) içerisine ulaşan enerjinin miktarını ölçmede önemlidir. Nitekim anılan enerji ağ evlerinin mikrokliması üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR, 400-700 nm) geçirgenliği ise agronomik açıdan en önemli parametre olup bitkilerin fotosentez ve büyümesi için gereklidir (Castellano ve ark. 2008).

Bu çalışmada, son yıllarda tarımsal üretimde ürün kalitesini iyileştirmeye yönelik çevre dostu bir uygulama olan yeşil renkli ışık seçici ağların Antalya ekolojik koşullarında toplam ışınım, PAR gibi bazı fiziksel özellikleri ile bu özelliklerine bağlı

olarak ortam mikroklima (sıcaklık ve nem) koşulları ve verim üzerine etkisi araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisi'nde yaklaşık 756 m<sup>2</sup>'lik açık tarla koşullarında 2015-2016 yılı Nisan ve Ağustos ayları arasında yürütülmüştür.

### 2.1. Bitkisel materyal

Araştırmada, ülkemiz ve Antalya için en büyük üretim alanı ve üretim miktarına sahip olan domates bitkisi kullanılmıştır. Domates çeşidi olarak Türkiye'de açık tarla yetiştiriciliğinde yaygın kullanılan sanayi tipi Ankon ve Beef çeşitleri tercih edilmiştir. Çeşitler toplam deneme alanı (14×56 m) boyutları yarı yarıya olacak şekilde dikilmiştir. Çalışmada bitki materyali olarak kullanılacak fideler Antalya'da ticari olarak hazır fide yetiştiriciliği yapan bir firmadan fide olarak temin edilmiş olup dikim aşamasına gelmiş fideler (4-5 gerçek yapraklı) 25 Nisan 2016 tarihinde araziye tek sıraya dikim (50×70 cm) şeklinde şaşırtılmıştır.

### 2.2. Uygulama alanında kullanılacak gölgeleme ağları

Çalışmada deneme materyalleri olarak ülkemizde ve diğer Akdeniz ülkelerinde de yaygın olarak kullanılan yeşil renkli gölgeleme ağları kullanılmıştır. Yeşil renkli gölgeleme ağları piyasada 4 farklı gölgeleme oranında (% 40, % 55, % 75 ve % 95) mevcut bulunmaktadır. Anılan çalışmada tüm gölgeleme oranları denemeye tabi tutulmuştur. Buna bağlı olarak Antalya ekolojik koşullarında domates bitkisi için yeşil renkte en uygun gölgeleme oranı belirlenebilmiştir. Denemede kullanılan ışık seçici ağların gölgeleme oranı ile ağların en ve boy değerleri verilmiştir. Ağların en ve boy değerleri; % 40 ve % 55 yeşil gölgeleme oranlı ağda en 8 m boy 200 m; % 75 ve % 95 yeşil gölgeleme oranlı ağda en 6 m boy 100 m'dir. Dört farklı gölgeleme oranlı yeşil ağ 504 m<sup>2</sup>'lik bir alanda 3 tekerrürlü olarak denemeye alınmıştır. Her bir ağın kapladığı alan 126 m<sup>2</sup> olup (her bir tekerrür 42 m<sup>2</sup>) toplam alanın 252 m<sup>2</sup>'lik kısmı kontrol grubu (açık alan) olarak değerlendirilmiştir (Şekil 1). Gölgeleme ağları 14 m×36 m boyutlarında yerden yüksekliği 2.7 m olan düz çatılı sağlam profil demir malzemeden inşa edilmiş bir konstrüksiyon üzerine serilmiştir.

### 2.3. Gölgeleme ağlarının bazı radyometrik özellikleri

Çalışmada gölgeleme malzemelerinin toplam ışınım ve PAR gibi bazı fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Bu amaç için ışık seçici ağların toplam ışınım geçirgenliğini belirlemede 300-2800 nm dalga boyuna duyarlı 5 adet piranometre kullanılmıştır. Piranometrelerin 4 tanesi uygulama alanının içerisinde ışık seçici ağların altına bir diğeri ise kontrol grubu olarak nitelendirilen herhangi bir gölgeleme materyali olmayan alana yerleştirilmiştir. Anılan piranometre'nin hassasiyeti 5-20  $\mu\text{W m}^{-2}$  arasında değişmektedir.

Araştırmada ışık seçici ağların fotosentetik etkin ışınım (PAR) geçirgenliğini belirlemede 400-700 nm dalga boyuna duyarlı 5 adet quantum algılayıcısı kullanılmıştır. Quantum algılayıcılarının 4 tanesi farklı renklerde belirlenen ışık seçici ağların her birinin altına yerleştirilirken bir diğeri kontrol grubu olarak belirlenen ve herhangi bir ışık seçici ağın bulunmadığı alan üzerine yerleştirilmiştir. Anılan algılayıcıların hassasiyeti 4-10  $\mu\text{W mol}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  arasında değişmektedir.





## 2.6. Kültürel işlemler, sulama ve gübreleme

Araştırma alanında deneme süresince yetiştirme ortamında gerekli bakım, gübreleme, bitki koruma ve diğer kültürel işlemler uygun bir şekilde yürütülmüştür. Domates bitkisi, sulama suyu yönetiminin en etkin bir şekilde yapılabildiği ve diğer sulama yöntemlerine oranla su kullanımının daha kontrollü bir şekilde uygulanabildiği damla sulama yöntemi ile sabit aralıklarla deneme başından son hasada kadar 2 günde bir sulanmıştır. Araştırmada, bitkilerin tarlaya dikiminden hasada kadar olan vejetasyon süresince 1 atm işletme basıncında 2 l h<sup>-1</sup> damlatıcı özelliğine sahip damla sulama sistemi kullanılmıştır. Sulamalarda, parsellere uygulanacak su miktarları dış ortama konan A-Sınıfı Buharlaşma Kabından alınan ölçümler (buharlaşmanın tamamı) kullanılarak hesaplanmıştır. Anılan kap, 121 cm çapında, 25.4 cm yüksekliğinde olup 2 mm kalınlığındaki galvanizli sacdan yapılmış, gümüş gri renge boyalı, üstü açık bir silindirden oluşmaktadır (Doorenbos ve Pruitt 1977). Araştırmada A- Sınıfı Buharlaşma Kabından oluşan buharlaşmanın % 100'ü tüm gruplara uygulanmıştır. Böylece parsellere eşit oranda sulama suyu sağlanmıştır. A-Sınıfı Buharlaşma Kabından mm olarak ölçülen iki günlük buharlaşma değerlerinin % 100'ü alınarak parseller için gerekli sulama suyu miktarı mm olarak hesaplanmış ve buharlaşma değerlerine dayalı olarak belirlenen sulama suyu miktarı Eşitlik 4 yardımıyla litreye dönüştürülerek eşit bir biçimde uygulanmıştır. (Kırda ve ark. 2004). Böylece tüm deneme gruplarına eşit sulama suyu uygulandığı için evapotranspirasyona bağlı olarak sulamaların ortam nemi ve verim üzerine etkisinin farklı gölgeleme gruplarında aynı düzeyde olması sağlanmıştır.

$$I = kp \times kc \times Ep \times A \quad (\text{Eşitlik 4})$$

Eşitlikte;

I: Sulama suyu (litre bitki<sup>-1</sup>),

kp: A- Sınıfı Buharlaşma Kabı katsayısı olup denemede 1.0 olarak alındı,

kc: Bitki katsayısı olup bitki gelişim dönemine bağlı olarak 0.45 ile 1.25 arasında alındı (fide periyodu 0.45, vejetatif periyot 0.75, çiçeklenme 1.15, meyve tutumu 0.85, olgunlaşma 0.6) (Doorenbos ve Kassam 1979),

Ep: Sulama aralığına karşılık gelen A-Sınıfı Buharlaşma Kabından alınan toplam buharlaşma (mm),

A: Bir parselin alanıdır (m<sup>2</sup>).

Çalışmada gölgeleme ağlarının bitki gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla Ankon çeşidi domates bitkisi üzerinde çeşitli gözlem ve ölçümler 15 gün aralıklarla yapılmıştır. Seçilen gözlem bitkilerinde bitki boyu (cm), kök boğazı kalınlığı (mm), yaprak sayısı (adet bitki<sup>-1</sup>) gibi vejetatif gelişim ve verim (ton ha<sup>-1</sup>) parametreleri ile ortalama meyve ağırlığı (gr adet<sup>-1</sup>), meyve çapı (mm), meyve suyunda EC ve pH ile suda çözünebilir kuru madde (SÇKM, Briks, %) gibi meyve kalite parametreleri belirlenmiştir. Elde edilen verileri değerlendirmek için SPSS 17.0 programından yararlanılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1 Gölgeleme ağlarının toplam ışınım ve PAR geçirgenliği

Çalışmada, tüm fideler tattuktan ve çiçeklenmenin gerçekleşmeye başladığı fide dikiminden 52 gün sonra (16.06.2016) gölgeleme ağları deneme alanına serilmiştir (Kittas ve Rigakis 2009). Gölgeleme ağlarının toplam ışınım, PAR gibi bazı radyometrik özellikleri ise anılan tarihten sonra

değerlendirilmeye başlamıştır. Denemede kullanılan farklı gölgeleme oranlarına sahip yeşil renkli gölgeleme ağının toplam ışınım geçirgenliğinin (300-2800 nm) (W m<sup>-2</sup>) zamana bağlı aylık (Haziran 2016-Ağustos 2016) değişim ortalamaları Çizelge 1'de sunulmuştur. Gölgeleme ağlarının toplam ışınım geçirgenliği (%) ile zamana bağlı toplam ışınım geçirgenliğindeki kayıplar (%) Şekil 2'de gösterilmiştir. Çizelge 1'de görüldüğü gibi en fazla toplam ışınım değerleri açık tarla koşullarında elde edilmiştir bunu sırası ile % 40, % 55, % 75 ve % 95'lik ağ grupları izlemiştir. Şekil 2'de görüldüğü gibi deneme süresince % 40 yeşil gölgeleme ağı en yüksek toplam ışınım geçirgenliğini % 95 yeşil gölgeleme ağı ise dokuma sıklığına bağlı olarak düşük geçirgenliği göstermiştir. % 55 ve % 75 gölgeleme açıklıklı yeşil ağların ışınım geçirgenliği ise bu grupların ortasında yer almıştır. Deneme süresince bitkisel üretimde görülen gözlemlerde de % 95'lik yeşil ağda gölgeleme yoğunluğunun fazla olması nedeniyle meyve gelişimi olmamıştır. Meyveler genel olarak en fazla ceviz büyüklüğünde kalmış, herhangi bir kızarma gerçekleşmemiştir. Dolayısı ile anılan açıklık oranının bitkisel üretim için kullanılmayacağı ortaya çıkmıştır. Buna karşılık meyve gelişimi ve verim bakımından % 40'lık yeşil gölgeleme ağı en iyi sonucu vermiştir (P < 0.05) (Çizelge 3). Şekil 2'de görüldüğü gibi % 40, % 55, % 75 ve % 95 açıklıklı yeşil gölgeleme ağlarının başlangıç toplam ışınım geçirgenlik değerleri (Haziran ayı) 3 aylık kullanım periyodunun sonunda sırası ile % 3.6, % 4.6, % 6.9 ve % 71.4 oranında azaldığı belirlenmiştir (Eşitlik 3).

**Çizelge 1.** Güneşli günler için gölgeleme ağlarının aylık ortalama toplam ışınım geçirgenliği.

**Table 1.** Monthly average total radiation transmittance of shade nettings for sunny days.

Aylar	Gölgeleme ağları altına ulaşan iç ortam ışınım değerleri (W m <sup>-2</sup> )				Dış ortam (Kontrol) ışınım değerleri (W m <sup>-2</sup> )
	% 40	% 55	% 75	% 95	
Haziran	323.8*	251.8	171.4	43.4	582.4
Temmuz	336.1	260.0	174.5	53.7	590.8
Ağustos	293.4	220.0	147.3	11.2	541.7

\*Tablodaki değerler seçilen 3 açık gün ortalamasıdır.

Castellano ve ark. (2008), gölgeleme netlerinin sera içindeki veya ağ evleri içerisindeki hava sıcaklığını azaltmak ya da bazı süs bitkileri gibi gölge seven bitkilerde ışınım seviyesini azaltmak için solar radyasyonu azalttığını ve gölge sistemlerinin etkinliğinin netin gölgeleme faktörüne bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Nitekim bu çalışmada da gölgeleme oranı arttıkça netin ışınım geçirgenliği azalmıştır. Briassoulis ve ark. (2007), ışık seçici ağların ışınım geçirgenliğinin % 20-70 aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Nangare ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada % 35 ve % 75'lik yeşil gölgeleme açıklıklı net house altındaki solar radyasyon değerlerinin açık tarla koşulları ile kıyaslandığında sırası ile % 43-45 ve % 16-17.5 arasında azalma kaydedildiğini bildirmişlerdir. Elde edilen bulguların literatür ile uyumlu olduğu söylenebilir. Gölgeleme ağlarının toplam ışınım geçirgenliğinin tipik bir yaz gününde günün saatine bağlı değişimleri güneşli ve bulutlu gökyüzü koşulları için Şekil 3'de sunulmuştur.

Denemede kullanılan gölgeleme ağlarının PAR geçirgenliğinin (400-700 nm) (mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) zamana bağlı aylık (Haziran 2016-Ağustos 2016) değişim ortalamaları Çizelge 2'de sunulmuştur. Gölgeleme ağlarının PAR geçirgenliği (%) ile zamana bağlı PAR geçirgenliğindeki kayıplar (%) ise Şekil 4'de gösterilmiştir. Şekil 4'de görüldüğü gibi tüm gölgeleme ağları gelen PAR ışınımını açık alan ile karşılaştırıldığında (Çizelge 2)

azaltmıştır. PAR geçirgenliğindeki değişim toplam ışınım geçirgenliğindeki değişimle paralellik göstermektedir. En az PAR ışınımını % 95'lik gölgeleme ağı, en fazla PAR ışınımını ise % 40'lık gölgeleme ağı göstermiştir. % 55 ve % 75'lik ağlar birbirine yakın geçirgenlik değerleri ile yukarıda belirlenen iki grubun ortasında yer almıştır. Kittas ve Rigakis (2009), yaptıkları çalışmada % 34 gölgeleme yoğunluklu yeşil ağın PAR geçirgenliğini % 70 olarak saptamışlardır. Elde edilen bulgulara göre gerek PAR geçirgenliği gerekse bitkisel üretim (Çizelge 3) açısından en uygun ağın % 40 gölgeleme oranlı yeşil ağ olduğu söylenebilir. Gölgeleme ağlarının PAR ışınım geçirgenliğinin tipik bir yaz gününde, günün saatine bağlı değişimleri güneşli ve bulutlu gökyüzü koşulları için Şekil 5'de sunulmuştur.

**Çizelge 2.** Güneşli günler için gölgeleme ağlarının aylık ortalama PAR geçirgenliği.

**Table 2.** Monthly average PAR transmittance of shade nettings for sunny days.

Aylar	Gölgeleme ağları altına ulaşan iç ortam PAR değerleri ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )				Dış ortam (Kontrol) PAR değerleri ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )
	% 40	% 55	% 75	% 95	
Haziran	482.9*	210.3	200.5	20.2	561.5
Temmuz	483.0	206.7	188.6	5.5	565.5
Ağustos	425.7	186.6	169.9	6.6	537.5

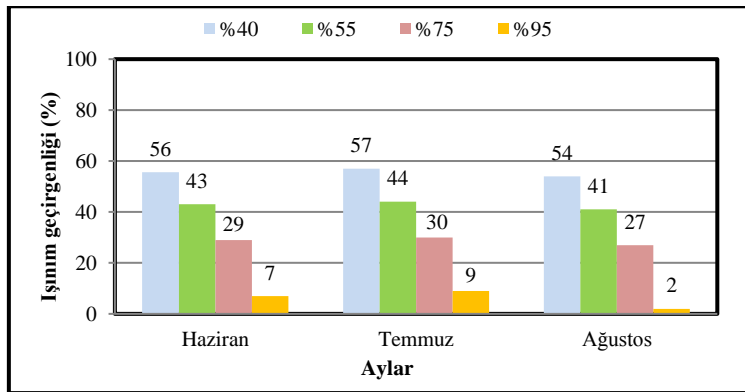
\*Tablodaki değerler seçilen 3 açık gün ortalamasıdır.

**Çizelge 3.** Farklı gölgeleme oranlı ağlarda bitki gelişim, verim ve meyve kalite parametreleri.

**Table 3.** Plant growth, yield and fruit quality parameters in different shading ratio nets.

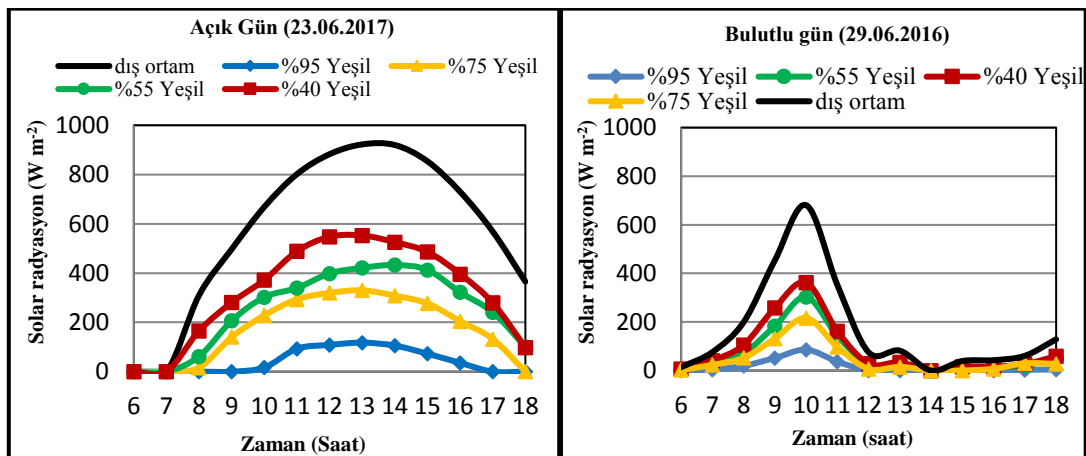
Parametre	Gölgeleme Uygulamaları				Dış ortam (Kontrol)
	% 40 Yeşil Ağ	% 55 Yeşil Ağ	% 75 Yeşil Ağ	% 95 Yeşil Ağ	
Bitki Boyu (cm)	63.8	57.0	58.8	47.3	58.0
Kök boğaz kalınlığı (mm) *	19.3a <sup>f</sup>	17.2ab	18.4ab	14.7b	21.4a
Yaprak sayısı (yaprak bitki <sup>-1</sup> )	60	62	61	49	70
Verim ( $\text{t ha}^{-1}$ ) *	141.4a <sup>f</sup>	73.8c	71.4d	43.8e	91.4b
Ort. Meyve ağırlığı (gr) *	88.4a <sup>f</sup>	79.9b	70.8c	70.2c	60.4d
Meyve Çapı (mm) *	49.9a <sup>f</sup>	47.1b	46.4c	44.6e	45.7d
SÇKM (%) *	3.9c <sup>f</sup>	4.0bc	4.2b	3.3d	5.2a
EC ( $\text{dS m}^{-1}$ ) *	5.2d <sup>f</sup>	4.8e	6.0a	5.3c	5.5b
pH *	4.4b	4.4b	4.3c	4.3c	4.6a

\*: %5 düzeyinde önemli, f: Aynı satırda farklı harfle gösterilen değerler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde farklıdır.



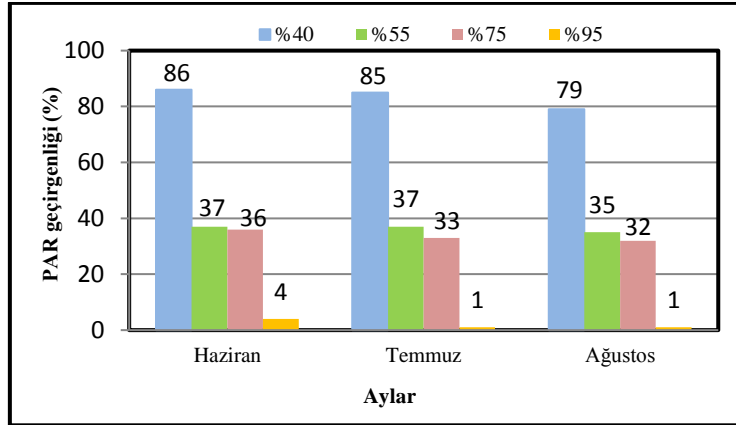
**Şekil 2.** Farklı gölgeleme oranına sahip yeşil renkli gölgeleme ağının toplam ışınım geçirgenliği (%).

**Figure 2.** Temporal total radiation transmittance (%) of green coloured shade net with different shading ratio.



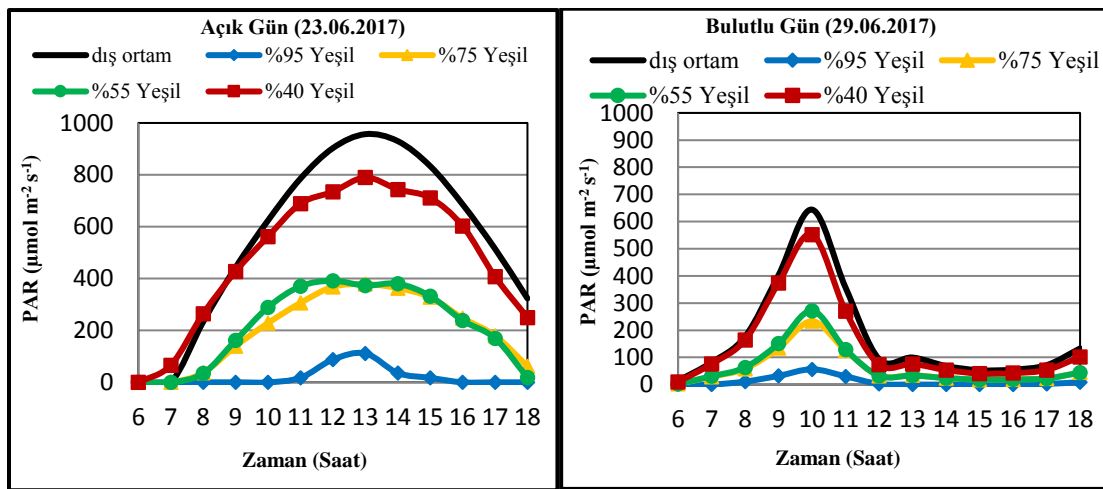
**Şekil 3.** Farklı gölgeleme oranlı ağların tipik yaz gününde günlük saatlik ortalama toplam ışınım geçirgenliği.

**Figure 3.** Total solar radiation of shade nets with different shading ratio; a typical summer day.



Şekil 4. Farklı gölgeleme oranına sahip yeşil renkli gölgeleme ağının zamana bağlı PAR geçirgenliği (%).

Figure 4. Temporal PAR transmittance (%) of green coloured shade net with different shading ratio.



Şekil 5. Gölgeleme ağlarının tipik yaz gününde günlük saatlik ortalama PAR ışınım geçirgenliğinin zamana bağlı değişimi.

Figure 5. PAR radiation of shade nets with different shading ratio; a typical summer day.

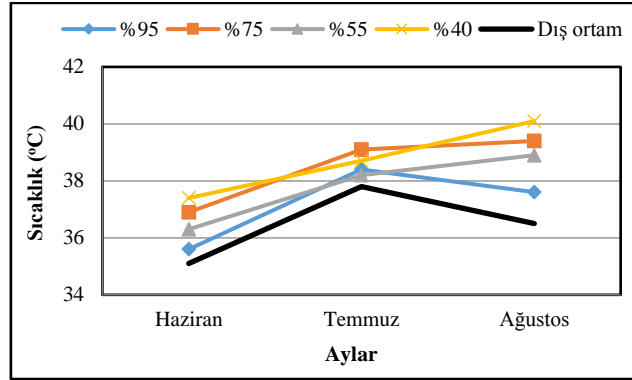
### 3.2. Gölgeleme ağlarında ortam mikrokliması

Gölgeleme ağları altında elde edilen iç ve dış ortam sıcaklık ve nem ölçüm değerlerinin aylık değişimi Şekil 6 ve Şekil 7'de verilmiştir. Şekil 6'da görüldüğü gibi gölgeleme ağları altında ortalama günlük maksimum hava sıcaklığı değerleri açık alan ile karşılaştırıldığında daha yüksektir. Ancak ölçüm yapılan algılayıcılar gölge sıcaklığına dayalı ölçümler yaptığı için bu yükseklik düşürücü etki olarak değerlendirilmelidir. En yüksek hava sıcaklığı % 40 gölgeleme ağı altında kaydedilmiştir (dış ortamdan 0.9 ile 3.6 °C daha yüksek). En düşük sıcaklıklar dış ortam koşullarında elde edilmiştir. Nitekim [Arthurs ve ark. \(2013\)](#), çalışmalarında fotoselektif ağlarla oluşturulmuş ağ evleri (kırmızı, mavi, siyah, sedef, açık alan) altında çevre koşullarını incelemişlerdir. Araştırmacılar ortalama günlük maksimum sıcaklık değerlerini dikkate almışlar ve anılan değerlerin ağ evleri altında dış ortam ve siyah nete göre yüksek olduğunu bildirmişlerdir. [Kittas ve Rigakis \(2009\)](#), ortalama hava sıcaklık değerlerinin net altında (29.5 °C) ve dış ortamda (29.6 °C) birbirine çok yakın olduğunu bu durumun konstrüksiyonun sadece üst kısmının örtülmesinden yanlarının açık kalmasından kaynaklandığını bildirmiştir. [Abdrabbo ve ark. \(2010\)](#), net kullanımının sıcaklık üzerinde kısıntılı bir etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Şekil 7'de görüldüğü gibi ağlar altındaki nem değerlerinin değişimi sıcaklık değerlerinde olduğu gibi birbirine benzerdir. Deneme süresince dış ortama göre daha düşük (% 0.4 ile % 7.7) ortalama günlük minimum nem değerleri elde edilmiştir. [Ilic ve ark. \(2017\)](#), yaptıkları çalışmalarında netler altında mikroklimanın benzer olduğunu sıcaklık ve nem değerlerinin ise dış ortamdan biraz düşük olduğunu bildirmişlerdir.

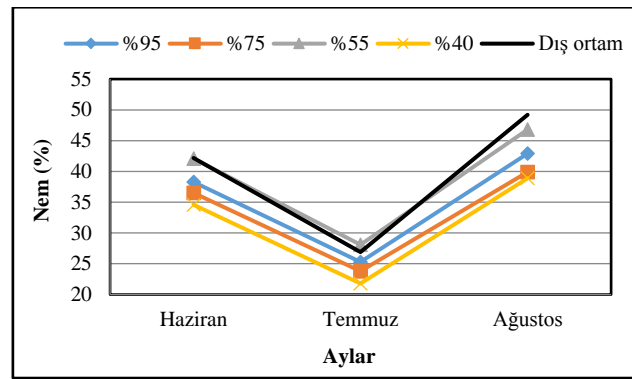
### 3.3. Gölgeleme ağlarında bitki gelişimi

2015-2016 yılı bahar dönemi domates fideleri açık tarla koşullarında yetiştirme ortamına 25 Nisan 2016 tarihinde şaşırtılmış olup son hasat tarihi 09 Ağustos 2016'dır. 2016 bahar yetiştiricilik döneminde dikimden sonraki 68. ve 107. günler arasında 5 hasat yapılmıştır. Gölgeleme ağlarının deneme alanına serilmesi 16 Haziran 2016 olup anılan ağların bitki gelişimi üzerine etkisinin belirlenmesinde elde edilen bazı bitki büyüme (bitki boy, kök boğaz kalınlığı, yaprak sayısı), verim ve bazı meyve kalite parametreleri (ortalama meyve ağırlığı, meyve çapı, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), meyve suyunda EC ve pH) sanayilik Ankon çeşidi için Çizelge 3'de sunulmuştur.



Şekil 6. Farklı gölgeleme oranlı ağların iç ve dış ortam aylık ortalama maksimum sıcaklık değerleri.

Figure 6. Monthly inside and outside average maximum temperature values for different shading ratio nets.



Şekil 7. Farklı gölgeleme oranlı ağların iç ve dış ortam aylık ortalama minimum nem değerleri.

Figure 7. Monthly inside and outside average minimum relative humidities values for different shading ratio nets.

Çizelge 3'de görüldüğü gibi farklı renkli ışık seçici ağların bitki vejetatif gelişim parametrelerinden bitki boy ve yaprak sayısı üzerine etkisi istatistiksel anlamda önemli çıkmamıştır. Ancak kök boğaz kalınlığı üzerine etkisi % 5 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Duncan testi sonucunda üç farklı kök boğaz kalınlık grubu oluşmuştur. En fazla kök boğaz kalınlığı kontrol (21.4 mm) ve % 40'lık yeşil ağ (19.3 mm) grubunda belirlenirken, en düşük kök boğaz kalınlığı % 95'lik yeşil ağ grubunda (14.7 mm) elde edilmiştir. Çalışmada verim değerleri de istatistiksel anlamda % 5 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Duncan testi sonucunda beş farklı grup oluşmuştur. En yüksek verim % 40'lık yeşil ağ grubundan (141.4 t ha<sup>-1</sup>) en düşük verim değeri ise % 95'lik yeşil ağ grubundan (43.8 t ha<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. Işık seçici ağların bazı meyve kalite parametreleri (ortalama meyve ağırlığı, meyve çapı, SÇKM, meyve suyunda EC-pH) üzerine etkisi de istatistiksel anlamda % 5 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Duncan testi sonucunda; ortalama meyve ağırlığı bakımından dört, meyve çapı, SÇKM ve meyve suyunda EC parametreleri bakımından beş, meyve suyunda pH bakımından ise üç farklı grup oluşmuştur. En fazla meyve ağırlığı % 40'lık yeşil ağ grubunda (88.4 gr) en az meyve ağırlığı ise kontrol grubunda (60.4 gr) elde edilmiştir. En fazla meyve çapı % 40'lık yeşil ağ (49.9 mm) grubunda bulunmuşken en az meyve çapı % 95'lik yeşil ağ grubundan (44.6 mm) elde edilmiştir. En fazla SÇKM kontrol grubunda (% 5.2) en az SÇKM % 95'lik yeşil ağ grubundan (% 3.3) elde edilmiştir. En fazla meyve suyunda EC değeri % 75'lik yeşil ağ (6.0 dS m<sup>-1</sup>) grubunda bulunmuşken en az EC değeri % 55'lik yeşil ağ grubundan (4.8 dS m<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. Çalışmada en fazla meyve suyunda pH değeri kontrol grubundan (4.6) en az pH

değeri % 75'lik ve % 95'lik yeşil ağ gruplarından (4.3) elde edilmiştir.

#### 4. Sonuç

Bu çalışma ile farklı gölgeleme oranlarına sahip yeşil renkli gölgeleme ağlarının dış ortam koşullarına göre ağ altına ulaşan toplam ışınımı ve PAR ışınımı azalttığı belirlenmiştir. Çalışmada % 40'lık gölgeleme oranına sahip yeşil ağın en yüksek toplam ışınım ve PAR geçirgenliğini gösterdiği saptanmıştır. Bununla birlikte anılan ağda gözlemlenen ve belirlenen bitki, meyve gelişimi ve verimin de daha iyi olduğu dikkate alındığında Antalya ekolojik koşullarında domates bitkisi için yeşil renkte en uygun gölgeleme oranının anılan ağ olduğu söylenebilir. Ayrıca çalışmadan % 95'lik gölgeleme oranlı ağların ise bitkisel üretim açısından uygun olmayacağı belirlenmiştir. Araştırmada gölgeleme ağlarının ortam mikrokliması üzerine etkisi incelendiğinde netler altında ortam mikroklimasının birbirine benzer değişim gösterdiği ve dış ortam koşullarına göre biraz düşük değerler verdiği saptanmıştır. Ancak çalışma esnasında dış ortama göre netler altında daha stressiz bir çevre (direk güneş radyasyonunun engellenmesi ile) oluştuğu söylenebilir.

#### Teşekkür

Bu çalışmada gölgeleme ağları ve sulama sisteminin temininde Toros Sulama ve Drenaj Sist. Ltd. Şti. destek vermiştir.



## Kaynaklar

- Abdrabbo MAA, Farag AA, Hassanein MK, Abou-Hadid AF (2010) Water consumption of eggplant under different microclimates. *J. BioL Chem. Environ. Sci.* 5(3): 239-255.
- Arthurs SP, Stamps RH, Giglia FF (2013) Environmental modification inside photosensitive shadehouses. *Hort. Science* 48(8): 975-979.
- Barroso MR, Meneses JF, Mexia JT (1999) Comparison between greenhouse type, and their effects on two lettuce cultivars yield, and botrytis incidence. *Acta Horticulturae* 491: 137-142.
- Briassoulis D, Mistriotis A, Eleftherakis D (2007) Mechanical behaviour and properties of agricultural nets. Part II: Analysis of the performance of the main categories of agricultural nets. *Polymer Testing* 26: 970-984.
- Castellano S, Candura A, Scarascia Mugnozza G (2005) Relationship between solidity ratio, colour and shading effect of agricultural nets. *Acta Horticulturae* 801: 253-258.
- Castellano S, Scarascia Mugnozza G, Russo G, Briassoulis D, Mistriotis A, Hemming S, Waaijenberg D (2008) Plastic nets in agriculture: A general review of types and applications. *Applied Engineering in Agriculture* 801: 253-258.
- Castronuovo D, Statuto D, Muro N, Picuno P, Candido V (2015) Technical and agronomic behaviour of plastic nets for the greenhouse cultivation of sweet pepper in the mediterranean area. *International Symposium on New Technologies and Management for Greenhouses, July of 19-23, Evora, Portekiz.*
- Cemek B, Demir Y (2005) Testing of the condensation characteristics and light transmissions of different plastic film covering materials. *Polymer Testing* 24(3): 269-404.
- Doorenbos J, Pruitt WO (1977) Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. *Irrigation and Drainage paper 24, FAO, Rome.*
- Doorenbos J, Kassam AH (1979) Yield response to water. *FAO, Irrigation and Drainage Paper No. 33, pp. 193.*
- Geoola F, Peiper UM, Geoola F (1994) Outdoor Testing of the Condensation Characteristics of Plastic Film Covering Materials Using a Model Greenhouse. *Journal of Agricultural Engineering Research* 57(3): 167-172.
- Geoola F, Kashti Y, Peiper UM (1998) A model greenhouse for testing the role of condensation, dust and dirt on the solar radiation transmissivity of greenhouse cladding materials. *Journal of Agricultural Engineering Research* 71: 339-346.
- Geoola F, Kashti Y, Levi A, Brickman R (2004) Quality evaluation of anti-drop properties of greenhouse cladding materials. *Polymer Testing* 23: 755-761.
- Ilic Z, Milenkovic L, Durovka M, Kapoulas N (2011) The effect of color shade nets on the greenhouse climate and pepper yield, 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture, Opatija, Croatia.
- Ilic ZS, Milenkovic L, Sunic L, Barac S, Mastilovic J, Kevresan Z, Fallik E (2017) Effect of shading by coloured nets on yield and fruit quality of sweet pepper. *Zemdirbyste-Agriculture* 104(1): 53-62.
- Justen VL, Fritz VA, Cohen JD (2012) Seasonal variation in glucosinolate accumulation in turnips grown under photosensitive nettings. *Horticulture Environment and Biotechnology* 53(2): 108-115.
- Kırda C, Cetin M, Dasgan Y, Topcu S, Kaman H, Ekici B, Derici MR, Ozguven AI (2004). Yield response of greenhouse grown tomato to partial root drying and conventional deficit irrigation. *Agr. Water Manage.* 69: 191-201.
- Kittas C, Baille A, Giaglaras P (1999) Influence of covering material and shading on the spectral distribution of light in greenhouses. *Journal of Agricultural Engineering Research* 73: 341-351.
- Kittas C, Tchamitchian M, Katsoulas N, Karaiskou P, Papaioannou Ch. (2006) Effect of two UV absorbing greenhouse covering films on growth and yield of an eggplant soilless crop. *Scientia Horticulturae* 110: 30-37.
- Kittas C, Rigakis MK (2009) Influence of Shading Screens on Microclimate, Growth and Productivity of Tomato. *Acta Horticulturae* 807(1): 97-102.
- Nangare DD, Singh J, Meena VS, Bhushan B, Bhatnagar PR (2015) Effect of green shade nets on yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) in semi-arid region of Punjab. *Asian Journal of Advances in Basic and Applied Science* 1(1): 1-8.
- Nemera DB, Zur N, Lukyanov V, Shlizerman L, Ratner K, Shahak Y, Cohen S, Sadka A (2015) Top photosensitive netting results in improved microclimate, productivity, physiological performance and water-use efficiency in citrus. *International Symposium on New Technologies and Management for Greenhouses, July of 19-23, Evora, Portekiz.*
- Schettini E (2011) Nets For Peach Protected Cultivation. *J. of Ag. Eng. Eng.* 4: 25-31.
- Shahak Y, Gussakovsky EE, Gal E, Ganelevin R (2004) Color Nets: Crop protection and Light Quality Manipulation in One Technology. *Acta Horticulturae* 659: 143-151.
- Shahak Y (2008) Photo selective Netting for Improved Performance of Horticultural Crops. A Review of Ornamental and Vegetable Studies Carried in Israel. *Acta Horticulturae* 770: 161-168.
- Teitel M, Liron O, Haim Y, Seginer I (2008) Flow Through Inclined and Concertina-Shape Screens. *Acta Horticulturae* 801: 99-106.



## Isı gereksinimine ve çiğlenme sıcaklığına göre ipekböceği yetiştiriciliğinde uygun besleme döneminin ve çatı örtü malzemesinin belirlenmesi

### Determination of appropriate rearing period and roof covering material for silkworm rearing by heat requirement and dew point temperature

Serpil GENÇOĞLAN<sup>1</sup>, Ayşe BAŞPINAR, Cafer GENÇOĞLAN<sup>2</sup>

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 046100, Kahramanmaraş

Sorumlu yazar (Corresponding author): S. Gençoğlan, e-posta (e-mail): sgencoglan@ksu.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): abaspinar1985@hotmail.com, gencoglan@ksu.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 08 Ekim 2018  
Düzeltilme tarihi 06 Kasım 2018  
Kabul tarihi 20 Kasım 2018

#### Anahtar Kelimeler:

İpekböceği  
Çevre koşulları  
Weibull yöntemi  
Isı dengesi

#### ÖZ

Bu çalışmanın amacı, farklı çatı örtü malzemeli barınakta yetiştirilen ipekböceğinin ısı gereksinimine ve çiğlenme sıcaklığına göre uygun besleme dönemini ve çatı örtü malzemesini belirlemektir. Bu amaçla Kahramanmaraş ilinde 20 000 adet ipekböceği için doğal havalandırmalı ve 2 farklı çatı örtü malzemeli (düz betonarme tavan, yalıtımsız galvanizli sac) barınak planlanmıştır. İlde dut yapraklarının çıkış zamanı belirlendikten sonra bu zamana denk gelecek şekilde ipekböceği yetiştirme dönemi başlangıç tarihleri 27 Nisan ve 1 Mayıs olarak seçilmiştir. Bu tarihlerden başlayarak 27 günlük ipekböceği yetiştirme döneminin ısı gereksinimi, ısı ve nem dengesi yöntemine göre belirlenmiştir. Nisan ve Mayıs aylarının 36 yıllık aylık ortalama sıcaklık ve oransal nem değerlerinin % 80 olma olasılığı sırasıyla 17.2 °C ve 21.5 °C ile % 63.2 ve % 58.7 olarak bulunmuştur. Yapılan ısı hesaplamaları sonucunda 1 Mayıs yetiştiriciliğinin ısı gereksiniminin diğer döneme göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Düz betonarme tavanlı ipekböceği barınağında yetiştiriciliğe 1 Mayıs'ta başlanıldığında ısı gereksinimi, 5 larva döneminde sırasıyla 1203.31, 1018.19, 833.06, 647.94 ve 1780.68 W h<sup>-1</sup>, yalıtımsız galvaniz saclı ipekböceği barınağında ise 1718.35, 1453.99, 1189.63, 925.27 ve 1978.78 W h<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Düz betonarme tavanlı barınağın ısı gereksinimi, yalıtımsız galvanizli saclı barınağınki ile karşılaştırıldığında 1. ve 4. larva dönemleri arasında % 29.97, 5. larva döneminde ise % 10 daha az olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre hem ısı gereksiniminin düşük olması hem de dut yapraklarının çıkışı göz önüne alındığında besleme dönemi başlangıcı 1 Mayıs, çatı örtü malzemesi olarak da barınağın ısı gereksinimi ve çatı örtü malzemelerinin çiğlenme sıcaklık değerine göre düz betonarme tavanın daha uygun olduğu belirlenmiştir.

#### ARTICLE INFO

Received 08 October 2018  
Received in revised form 06 November 2018  
Accepted 20 November 2018

#### Keywords:

Silkworm  
Environmental conditions  
Weibull method  
Heat balance

#### ABSTRACT

The aims of this study are to determine the appropriate rearing period and roof covering material according to the heat requirement of the silkworm grown in the house and the temperature of the dew point temperature. A house of 20 000 capacity with natural ventilation and 2 different roof system was planned. The starting dates of silkworm rearing season were selected as 27 April and 1 May. Starting from these dates, the heat requirement of the 27-day silkworm rearing period was determined according to the heat and moisture balance method. Monthly average temperature and relative humidity with 80% probability for April and May were determined as 17.2 °C and 21.5 °C with 63.2% and 58.7% respectively. When started rearing silkworm on 1<sup>st</sup> May in the flat reinforced concrete ceiling silkworm house, the heat requirements in the 5 larvae periods were 1203.31, 1018.19, 833.06, 647.94 and 1780.68 W h<sup>-1</sup> respectively. In the uninsulated galvanized sheet metal covered silkworm house, breeding stars on 1<sup>st</sup> May, the heat requirements in the 5 larvae periods were 1718.35, 1453.99, 1189.63, 925.27 and 1978.78 W h<sup>-1</sup> heat respectively. When compared the heat requirement of a flat reinforced concrete ceiling with that of an uninsulated galvanized steel, it was found that the heat requirement of a flat reinforced concrete ceiling was lesser 29.97% in the 1-4<sup>th</sup> and 10% in 5<sup>th</sup> larval stages. It was determined that rearing period beginning 1 May and flat reinforced concrete roof were more suitable.

## 1. Giriş

İpekböceği özellikle dut yapraklarında beslenerek koza şeklinde ham ipek üreten evcilleştirilmiş bir böcektir. Ekonomik kazançlarının yanında biyolojik çalışmalarda model organizma olarak yaygın şekilde kullanılmıştır (Nagaraju ve Goldsmith 2002; Rahmathulla 2012; Singh 2012). İpekböceği soğukkanlı bir böcek olduğundan vücut ısısını düzenleyemez. İpekböceğinin büyümesi ve gelişmesinde çevre koşulları önemli rol oynar (Pang-Chuan ve Da-Chuang 1992; Singh 2012; Devi ve Karuna 2012). Bu koşulları sağlamak için yetiştiriciliği özel barınaklarda yapılmaktadır. İpekböceği yetiştiriciliğinde kullanılan yapı, yapının yönü, kullanılan malzemeler, yetiştirme sırasında sıcaklık ve nemin korunmasında hayati bir rol oynamaktadır. Barınağın yapısı, barınakta kullanılan materyaller yerel koşullara ve malzemelere göre planlanıp düzenlenmelidir. Ayrıca ipekböceği barınağının yeri bölgesel çevre koşullarına göre seçilmelidir (Pang-Chuan ve Da-Chuang 1992; Himantharaj ve ark. 1994; Devi ve Karuna 2012; Bhaskar ve Anusha 2015).

Hayvan barınaklarının temel bileşenlerinden biri olan çatı; barınağı kar, yağmur, rüzgâr, sıcak ve soğuk gibi dış tesirlere karşı korumak estetik bir güzellik ve bütünlük kazandırmak amacıyla inşa edilir (Güner ve Yüksel 2001). Çatı sisteminde kullanılan çatı örtü malzemesi, barınağı atmosferik koşullardan korunmalı, ısı kayıplarını en aza indirerek yakıt tüketimini azaltmalı ve iyi yalıtım özelliklerine sahip olmalıdır (Ergün ve Kürklü 2008). Solar radyasyon çatıya yaz ve kış aylarında doğrudan geldiği için barınak içi ısı enerjisi hesabında ve ısıtma sistemlerinin tasarımında çatı örtülü malzeme tipi ve özellikleri önemli rol oynamaktadır.

İpekböceği tek bir yıl içinde bir veya birden fazla nesil verebilir. Her yıl üretilen nesil sayısına göre univoltine, bivoltine ve multivoltine olarak sınıflandırılır (Dingle ve ark. 2005). İpekböceğinin hayat döngüsü 5 larva dönemine ayrılmaktadır. Yumurtadan çıkan larvalar, iklim ve hava koşullarına bağlı olarak süresi değişen larva döneminde, 4 defa deri değiştirmektedir. Her dönem (yaş), yem yeme ve deri değiştirme (uyku) aşaması olarak ikiye ayrılmaktadır (İnal 2000). Bu aşamalar sırası ile yumurta - larva (tırtıl) - krizalit (pupa, koza) ve kelebek dönemleridir. Besleme yönünden önemli olan dönem larva dönemidir. Bu dönem uygun koşullarda 26-27 gün sürmektedir (Anonim 2015).

İpekböcekleri tabla, kerevet ve yer beslemesi olmak üzere üç yöntemle beslenmektedir. Kerevet beslemesi, ipekböceği yetiştiriciliği için en uygun besleme şeklidir. Ayaklı 3-4 katlı veya tavandan askılı ranza şeklinde düzenlenen besleme yatakları küçük bir alanda daha fazla ipekböceğinin yetiştirilmesine olanak sağlamaktadır (Anonim 2018a).

Türkiye'de ipekböceği yetiştiriciliği ilkbahar ve sonbahar olmak üzere yılda 2 kez yapılabilmeyle birlikte ekonomik anlamda daha verimli olduğu için yalnızca ilkbahar beslemesi gerçekleştirilmektedir. Kuluçkalandırılan ipekböcekleri, havaların daha erken ısındığı Ege ve Akdeniz bölgelerinde nisan ayı başında, diğer bölgelerde nisan ayı sonu ile mayıs ayı başında beslemeye alınmaktadır (Anonim 2018a; 2018b).

Dünyada ipekböceği barınaklarının çatı ve duvar malzemesi özelliklerinin koza üretimine etkileri üzerine birçok çalışma bulunmaktadır (Benchmin ve Jolly 1987; Gangawar ve ark. 1993; Bharathi ve Jayaramah 2009). Ancak çatı örtü malzeme özelliklerinin barınak içi ısı enerjisine etkileri hakkında bilgi eksikliği bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Kahramanmaraş ilinde farklı çatı örtü malzemeli barınakta yetiştirilen

ipekböceğinin ısı gereksinimine ve çiğlenme sıcaklığına göre uygun besleme dönemini ve çatı örtü malzemesini belirlemektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Barınak materyali

Bu çalışmada, ipekböceği yetiştiriciliğinde kullanılacak bir barınak 2 farklı çatı örtü malzemesine göre planlanmıştır. Barınak boyutları ve malzeme özellikleri aşağıda verilmiştir.

Barınağın taban alanı, duvar, kapı, pencere alan ve sayıları aynı kalmak koşuluyla sadece çatı örtü malzemesi değiştirilmiştir. Barınak 20 000 larva kapasiteli ve doğal havalandırılmalıdır. Kahramanmaraş ilinde tarımsal yapı duvarlarında yaygın olarak 40x20x20 cm'lik briket kullanılmaktadır. Ekmeçyapar (1997), Pawar ve ark. (2017) ve Anonim (2018a)'de belirtilen öneri ve ilkeler doğrultusunda barınağın eni 4 m, boyu 6 m ve yüksekliği ise 2.7 m alınmıştır. Duvar içten 2 cm, dıştan 3 cm kireç harcıyla sıvanmıştır. Barınak içinde 1x2.5 m boyutunda 4 kat 3 adet kerevet yaprak besleme standı ve 3 standın arasında 1 m genişliğinde 2 adet antre, pencere alanı olarak barınak taban alanının % 15'i hesaplanarak 1 x 1.2 m boyutlarında 3 adet ahşap pencere ve 1.1 x 2.0 m boyutlarında 1 adet ahşap kapı planlanmıştır.

#### 2.1.2. Kahramanmaraş İlinin İklimi

İlin denizden ortalama yüksekliği, 800 m olup 37° 36' N, 36° 55' E enlem ve boylamlarında yer almaktadır. Kahramanmaraş iline ait uzun yıllık (1960-2014) toplam yağış miktarı 728 mm, ortalama oransal nem, sıcaklık ve rüzgâr hızı sırasıyla % 58.3, 16.8 °C ve 2.2 m s<sup>-1</sup>'dir. İl, yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçen Akdeniz iklim kuşağında yer almaktadır. Akdeniz iklimi, ilin 1000 metreye kadar olan kesimlerinde hâkimdir. Yüksekliği 1000 metreyi aşan kısımlarında, kışları soğuk ve kar yağışlı, yazları nispeten serin bir Akdeniz dağ ikliminin etkileri hissedilir (Düzgün 2017).

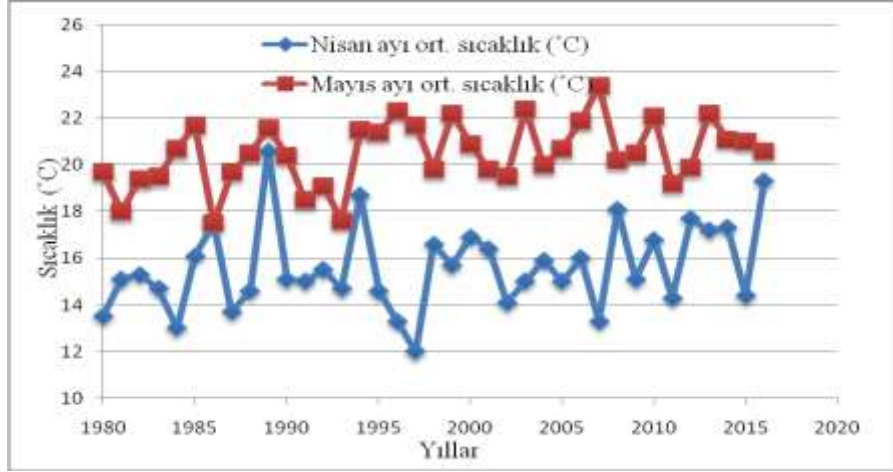
Kahramanmaraş ilinde, dut yapraklarının çıkışı nisan ayının ilk haftasına denk geldiğinden, yetiştiriciliğin nisan ve mayıs ayları içerisinde yapılacağı varsayılmıştır. Şekil 1'de ilde bulunan meteoroloji istasyonundan 1980-2016 yılları arasındaki nisan ve mayıs aylarının sıcaklık ve oransal nem değerleri alınarak hesaplamalarda kullanılmıştır (Anonim 2017).

### 2.2. Yöntem

Çalışmada ipekböceği barınaklarının ısı-nem dengesi ve yapı iç yüzey sıcaklığı hesaplamaları yapılarak uygun çatı örtü malzemesi ve yetiştirme dönemi belirlenmiştir. Aşağıda ipekböceği barınak içi çevre koşullarının sağlanmasında gerekli olan iklim verileri ve bu hesaplamalarda kullanılan eşitliklerin belirlenmesine ilişkin kullanılan yöntemler açıklanmıştır.

#### 2.2.1. Uygun sıcaklık ve nem değerlerinin belirlenmesi

Barınaklarda ısı ve nem dengesi hesaplamalarında dış sıcaklık ve oransal nem değerlerinin uzun yıllar ortalama değerleri yerine, ortalama değerleri oluşturan yıllık ortalama sıcaklık ve oransal nem değerlerinin ortaya çıkma olasılıkları kullanılmıştır. Bunun için Kahramanmaraş iline ilişkin 36 yıllık ortalama iklim verilerinden yararlanılmıştır. Sıcaklık ve oransal nem değerlerinin ortaya çıkma olasılıkları Weibull yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Tülüçü 1988). Uzun yıllık iklim



Şekil 1. Uzun yıllık aylık ortalama sıcaklık değerleri (1980-2016).

Figure 1. Monthly average temperature for long term (1980-2016) (Temperature values of April and May rearing months).

verilerinin analizi sonucunda % 80 olma olasılığı ile nisan-mayıs ayının sıcaklık ve oransal nem değerleri grafikten alınmıştır.

Bu yönteme göre;

$$F = (m/n+1) * 100 \quad (1)$$

Eşitlikte; F= Yığılımı olasılık (bir değer veya ondan daha büyük değerlerin olma olasılığı), m= Büyükten küçüğe göre dizilen değerlerin sıra sayısı, n= Örnek sayısıdır.

### 2.2.2. Isı-nem dengesi ile havalandırma hesapları

Isı dengesi hesaplamalarında aşağıda verilen eşitlik kullanılmıştır (Lindley ve Whitaker 1996; Öztürk 2003).

$$Q_i = q_y + q_h \quad (2)$$

Eşitlikte;  $Q_i$ : İpekböceği tarafından ortama verilen hissedilir ısı (W),  $q_y$ : Yapı elemanları (çatı, duvar, pencere, kapı) yoluyla kaybolan toplam ısı (W),  $q_h$ : Havalandırma yoluyla kaybolan ısı (W)'dir.

Yapı elemanlarından kaybolan ısı miktarı ( $q_y$ ) aşağıda verilen eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Öztürk 2003; Anonim 1994).

$$q_y = \Sigma U \cdot A \cdot \Delta t \quad (3)$$

Eşitlikte;  $\Sigma U$ : Yapı elemanlarının toplam ısı iletim katsayısı ( $W m^{-2} \text{ } ^\circ C^{-1}$ ), A: Yapı elemanının yüzey alanı ( $m^2$ ),  $\Delta t$ :  $t_i - t_d = (t_i)$  iç ve  $(t_d)$  dış ortam sıcaklıkları arasındaki farktır ( $^\circ C$ ).

Yapı elemanlarının toplam ısı iletim katsayısı (U), aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{f_i} + \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{k_i} + \frac{1}{f_a}} \quad (4)$$

Eşitlikte;  $f_i$  ve  $f_a$ : İç ve dış yüzey üzerindeki yüzeyel ısı iletim katsayısı (kondüktans) ( $W m^{-2} \text{ } ^\circ C^{-1}$ ),  $d_i$  (m) ve  $k_i$  ( $W m^{-2} \text{ } ^\circ C^{-1}$ ) ise sırasıyla içinde ısı akımı oluşacak yapı elemanının kalınlık ve ısı geçirgenlik katsayısı (kondüktivite) değerleridir.

Barnaklardan havalandırma ile kaybolan ısı miktarı ise aşağıda verilen eşitlikten yararlanılarak belirlenmiştir.

$$q_h = 0.341 * Q * \Delta t \quad (5)$$

Eşitlikte;  $q_h$ : Barnaktan havalandırma ile kaybolan ısı miktarı (W), 0.341 katsayısı:  $1 m^3$  havanın sıcaklığını  $1 \text{ } ^\circ C$  yükseltmek için gerekli ısı miktarıdır ( $W h m^{-3} \text{ } ^\circ C^{-1}$ ). Q: Minimum hava akım miktarı ( $m^3 h^{-1}$ ),  $\Delta t$ :  $t_i - t_d = (t_i)$  iç ve  $(t_d)$  dış ortam sıcaklıkları arasındaki farktır ( $^\circ C$ ).

Nem kontrolü için yapılan havalandırma, nem dengesi ilkesine dayanır. Rahmathulla (2012)'e göre ipekböceğinin barınak içinde istediği oransal nem değerleri; 1. ve 2. larva dönemlerinde % 85, 3. larva döneminde % 80, 4. ve 5. larva dönemlerinde % 70'dir. Barınak içinde istenilen oransal nemi bu düzeyde tutabilmek için gereksinim duyulan minimum hava akım miktarı Q ( $m^3 h^{-1}$ ) aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (Timmons ve Gates 1987; Albright 1990).

$$Q = \frac{\Sigma w_a}{q_i - q_d} \quad (6)$$

Eşitlikte;  $\Sigma w_a$ : Ortama verilen su buharı miktarı ( $g h^{-1}$ ),  $q_i$ :  $q_d$ : (iç ve dış) ortam havasının mutlak nem değeri ( $g m^{-3}$ )'dir.

Barınak yüzeyinde oluşan nem yoğunlaşması sık karşılaşılan ve istenmeyen bir durumdur. Yapı elemanları iç yüzey sıcaklıkları hesaplanarak Anonim (2018c)'deki tablodan alınan çiğlenme noktası sıcaklığı ile karşılaştırılmıştır. Eğer yapı elemanları iç yüzey sıcaklığı çiğlenme sıcaklığından küçük ise yapı elemanı yüzeyinde nem yoğunlaşması kaçınılmazdır. Bu çalışmada yapı elemanlarının iç yüzey sıcaklığı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$t_s = t_i - \frac{U}{f_i} (\Delta t) \quad (7)$$

Eşitlikte;  $t_s$ : yapı elemanının iç yüzey sıcaklığı ( $^\circ C$ ),  $f_i$ : yapı elemanı iç yüzey kondüktansı ( $W m^{-2} \text{ } ^\circ C^{-1}$ ). U: yapı elemanlarının toplam ısı iletim katsayısı ( $W m^{-2} \text{ } ^\circ C^{-1}$ ).

### 2.2.3. İpekböceği barınağındaki yapı elemanlarının projelenmesi

Bu çalışmada, ipekböceği barınak çatısı için düz betonarme tavan (DBT) ve yalıtımsız galvanizli sac (YGS) olmak üzere iki farklı çatı örtü malzemesi seçilmiştir. İpekböceği besleme barınağının boyutları ve malzeme özellikleri aşağıda verilmiştir.

DBT'da çatı örtü malzemesi düz betonarme tavadır. Kapı, pencere ve düz betonarme tavana ilişkin toplam ısı iletim katsayıları Şahin ve Ünal (2005)'den alınarak sırasıyla 3.49, 2.56, 3.07 W m<sup>-2</sup>°C<sup>-1</sup>'dir. Duvar ısı iletim katsayısı Lindley ve Whitaker (1996); Öztürk (2003)'e göre 1.96 W m<sup>-2</sup>°C<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır (Çizelge 1).

YGS'da çatı örtü malzemesi yalıtımsız galvanizli sac, çatı açısı Ekmeçyapar (1997)'e göre 18° ve beşik çatılı olarak planlanmıştır. Yalıtımsız galvanizli sac çatı örtü malzemesi kalınlığı 0.5 mm ve ısı geçirgenlik katsayısı (k) değeri 179 kcal m<sup>-2</sup>°C<sup>-1</sup> olarak Öztürk (2003)'den alınarak hesaplanmıştır.

### 2.2.4. İpekböceği ile ilgili projelendirme kriterleri

İpekböceğinin larva süreleri ise 1. larva döneminde yem yeme ve uyku süresi dahil 4 gün, 2. larvada 3 gün, 3. larvada 4 gün, 4. larvada 6 gün, 5. larva döneminde ise 9-10 gün ve toplam larva süresini ise 26-27 gün olduğu belirtilmiştir (İnal 2000). Larva süreleri için genel ısı dengesi hesapları Öztürk (2003)'ün verdiği eşitliklerle yapılmıştır. Hesaplamalarda ipekböceği barınağında sıcaklık ve oransal nem değerleri her larva dönemi için Rahmathulla (2012)'nin önerdiği değerler kullanılmıştır. İpekböceğinin 1. ve 2. larva dönemlerinde barınak içi oransal nem değerleri % 85, 3. larva döneminde % 80, 4. ve 5. larva dönemlerinde % 70 olarak alınmıştır.

**Çizelge 1.** Planlanan ipekböceği yetiştirme barınağının yapı malzeme bilgileri.

**Table 1.** Construction material informations of the designed silkworm rearing house.

Yapı elemanı	Kullanılan yapı malzemeleri	Yapı elemanlarının ısı iletim kat sayısı (U) (W m <sup>-2</sup> °C <sup>-1</sup> )	Yapı elemanları alanları (m <sup>2</sup> )
DBT	Düz betonarme tavan (beton 10 cm )	3.07	24.00
YGS	Yalıtımsız galvanizli sac, 18°'lik açılı beşik çatı	6.06	25.24
Duvar	40x20x20 cm'lik briket (içi 2 cm ve dışı 3 cm kireç harçla sıvalı)	1.96	48.20
Kapı	1 adet ahşap (1.1 m*2 m) boyutunda kapı	3.49	2.20
Pencere	3 adet ahşap çerçeveli pencere (1 m*1.2 m) boyutlarında	2.56	3.60

**Çizelge 2.** Barınak içi çevre koşullarının sağlanmasında kullanılan iklim verileri.

**Table 2.** Climate data used in providing optimal environment conditions of rearing house.

Larva Dönemleri	Larva süreleri (yem+deri değiştirme) (gün)	Su buharı üretimi (ml 100 larva <sup>-1</sup> )	İç (ti)	Sıcaklık (°C)			Mutlak nem (g m <sup>-3</sup> )	
				Dış (td)	Fark (ti-td)	İç (qi)	Dış (qd)	Fark (qi-qd)
Beslemeye 27 Nisan'da başlandığında kullanılan kriterler								
1.	4	0	28	17.2	10.8	23.25	9.33	13.92
2.	3	0	27	21.5	5.5	22.01	11.14	10.87
3.	4	0	26	21.5	4.5	19.54	11.14	8.40
4.	6	0	25	21.5	3.5	16.08	11.14	4.94
5.	9-10	40	24	21.5	2.5	15.28	11.14	4.14
Beslemeye 1 Mayıs'da başlandığında kullanılan kriterler								
1.	4	0	28	21.5	6.5	23.25	11.14	12.11
2.	3	0	27	21.5	5.5	22.01	11.14	10.87
3.	4	0	26	21.5	4.5	19.54	11.14	8.40
4.	6	0	25	21.5	3.5	16.08	11.14	4.94
5.	9-10	40	24	21.5	2.5	15.28	11.14	4.14

Bir kutuda 20 000 adet ipekböceği yumurtası bulunmakta olup bunların 18 000'inden larva alınabilmektedir. Besleme döneminde ölenler ve küne ile atılanlar çıkarıldığında 1 kutudan yaklaşık 16 000 larva gelişebilmektedir (Başkaya 2013; Anonim 2018d).

İpekböcekleri soğukkanlı canlılar olduğundan, ortama ısı ve nem vermediği kabul edilmiştir (Wu ve Hou 1993; Kıraç 2010; Anonim 2018b). Bu nedenle beslemenin ilk haftalarında barınakların elektrikli ısıtıcılar ya da sobalar tarafından ısıtılması gerekmektedir (Gülseren ve Sipahioğlu 1992; Anonim 2018b). İpekböcekleri sadece 5. larva döneminde koza örmeden önce her 100 larva ortama 40 ml idrar yaparak ortama nem verdiği göz önüne alınarak, 16 000 larva için yaklaşık 6400 gr (idrara özgül ağırlığı 1 g m<sup>-3</sup>) olarak belirlenmiştir (İnal 2000).

Yapılan hesaplamalarda kullanılan larva dönem ve süreleri, ipekböceklerinin ortama verdiği su buharı miktarları, ipekböceklerinin barınakta istediği iç ve dış sıcaklık, oransal nem değerleri, iç ve dış mutlak nem değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Kahramanmaraş ilinin uzun yıllık iklim verilerinin analizi sonucunda nisan ve mayıs aylarının aylık ortalama sıcaklık ve oransal nem değerlerinin % 80 olma olasılığı sırasıyla 17.2 °C ve 21.5 °C, % 63.2 ve % 58.7 olarak belirlenmiştir. İlde dut yapraklarının çıkmaya başlaması iklim durumuna göre nisan ayının ilk haftasıdır. Buna göre beslemeye başlama zamanı olarak 27 Nisan ile 1 Mayıs tarihleri seçilmiştir.



Beslemeye 27 Nisan'da başlanırsa DBT çatı örtüsünde ipekböceklerinin 5 larva döneminin ısı gereksinimi sırasıyla 1999.35, 1018.19, 833.06, 647.94, 1780.68 W h<sup>-1</sup>; 1 Mayıs'ta beslemeye başlandığında ısı gereksinimi ise 1203.31, 1018.19, 833.06, 647.94, 1780.68 W h<sup>-1</sup> bulunmuştur. Beslemeye 27 Nisan'da başlanması durumunda 1. larva döneminde 1 Mayıs beslemesine göre % 66.15 daha fazla ısı gereksinimi olduğu belirlenmiştir. Bulunan ısı gereksinim değerleri [Gençoğlan ve Başpınar \(2016\)](#)'nın çatı örtü malzemesi düz betonarme tavan olan ipekböceği barınağının aynı besleme dönemlerindeki ısı gereksinim değerlerine benzerlik göstermektedir.

YGS çatı örtüsünde beslemeye 27 Nisan'da başlandığında 5 larva dönemindeki ısı gereksinimi sırasıyla 2855.11, 1453.99, 1189.63, 925.27, 1978.78 W h<sup>-1</sup>, 1 Mayıstaki beslemede ısı gereksinimi ise 1718.35, 1453.99, 1189.63, 925.27, 1978.78 W h<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Beslemeye 27 Nisan'da başlanması durumunda 1. larva döneminde 1 Mayıs beslemesine göre % 66.15 daha fazla ısı gereksinimi olduğu belirlenmiştir.

İpekböceğinin ısı gereksinim hesaplamasında 27 Nisan ile 1 Mayıs beslemesi karşılaştırıldığında sadece ilk haftanın ısı değerinin farklı olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeni beslemenin ilk dört günü nisan ayının içinde olmasındandır. Hesaplamalarda nisan ayının sıcaklık ve nem değerlerinin kullanılmasındandır. 5. larva döneminde yükselmesi ise ipekböceklerinin bu dönemde ortama idrar vermesinden kaynaklanmaktadır. Eğer idrar vermediği kabul edilseydi 5. larva döneminde DBT çatı örtüsünün ısı gereksinimi 462.81 W h<sup>-1</sup>, YGS çatı örtüsünün ısı gereksinimi ise 690.91 W h<sup>-1</sup> olacaktır.

Beslemeye 1 Mayıs'ta başlandığında DBT çatı örtüsünün ısı gereksinimi YGS çatı örtüsüne göre 1. ile 4. larva dönemlerinde

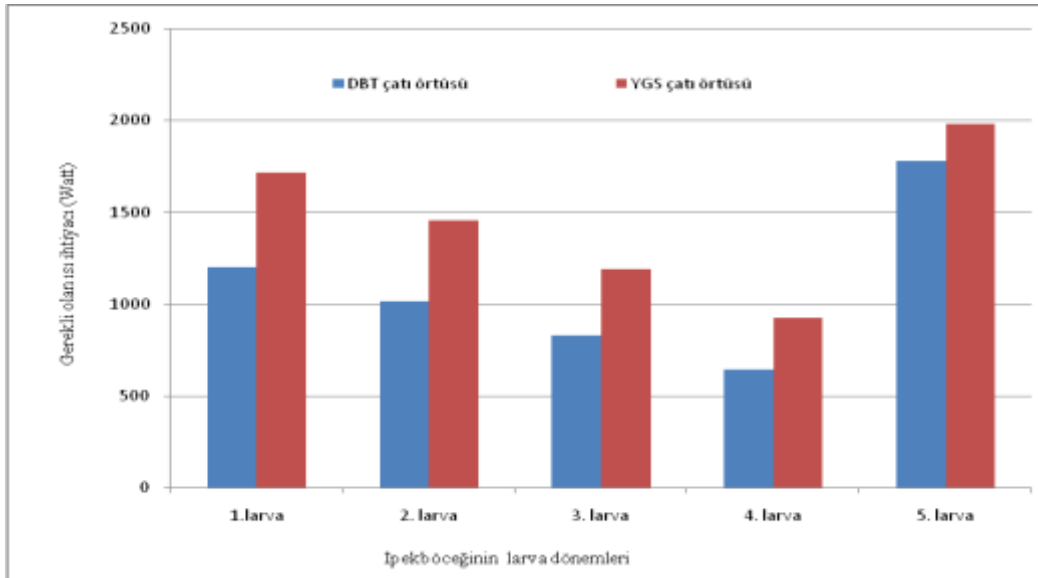
% 29.97, 5. larva döneminde ise % 10 daha az olduğu belirlenmiştir ([Şekil 2](#)).

Beslemeye 27 Nisan'da başlandığında DBT çatı örtüsünde 1. larva döneminde; kapı, pencere, duvar ve çatısında, yetiştiriciliğe 1 Mayıs'ta başlanıldığında 1. larva döneminde kapı, duvar ve çatıda çığlenme görülmektedir ([Çizelge 3](#)).

YGS çatı örtüsünde beslemeye 27 Nisan'da başlandığında 1. larva döneminde; kapı, pencere, duvar ve çatıda, 2 ve 3. larva döneminde; çatıda, 1 Mayıs beslemesinde ise 1. larva döneminde; kapı, duvar ve çatıda, 2 ve 3. larva döneminde; çatıda çığlenme görülmektedir. Her iki çatı örtü malzemesi ve besleme döneminde 1. larva döneminde bütün yapı elemanlarında çığlenme görülmesinin sebebi larvaların ilk dönemde yüksek sıcaklık ve oransal nem istemelerinden kaynaklanmaktadır.

Bu çalışmada, Kahramanmaraş ilinde 27 gün süren ipekböceği beslemesinde 5 larva döneminde barınağın ısıtılması gerektiği bulunmuştur. ısı gereksiniminin en düşük 1 Mayıs besleme döneminde olduğu ve çığlenme sıcaklığına göre çatı örtü malzemesi olarak da düz betonarme tavanın uygun olduğu belirlenmiştir.

İlk üç larva döneminde ipekböceklerinin yüksek oransal nem gereksiniminden dolayı yapı elemanları (kapı, pencere, duvar, tavan, çatı) yüzeyinde çığlenme görülmektedir. DBT çatı örtüsünde 1 Mayıs beslemesinde sadece 1. larva döneminde kapı, duvar ve çatıda çığlenme görülmektedir. Çığlenme olmaması için ya yapı elemanlarında yalıtım malzemesi kullanılmalı ya da barınak içi iyi bir şekilde havalandırılmalıdır.



**Şekil 2.** Barınak çatı özelliklerine göre ipekböceğinin 1 Mayıs beslemesindeki ısı gereksinimi.

**Figure 2.** Silkworm heat requirement for 1 May rearing periods according to the house roof features.

**Çizelge 3.** Barınakta kullanılan yapı elemanlarının iç yüzey ve çığlenme noktası sıcaklıkları.

**Table 3.** Internal surface and dew point temperatures of structure elements used in the rearing house.

Larva Dönemi	Larva süreleri (yem+deri değişirme) (gün)	Oransal nem (%) İç ortam	Sıcaklık (°C)			Yapı elemanları iç yüzey sıcaklığı (°C)				Çığlenme noktası sıcaklığı
			Dış ortam	İç ortam	Dış ortam	Dış ortam	Kapı	Pencere	Duvar	
<b>Düz betonarme tavanlı çatı örtüsü</b>										
Beslemeye 27 Nisan'da başladığında kullanılan kriterler										
1.	4	85	63.2	28	17.2	22.62	24.05	23.26	23.26	25.50
2.	3	85	58.7	27	21.5	24.26	24.99	24.59	24.59	24.00
3.	4	80	58.7	26	21.5	23.76	24.36	24.03	24.03	22.00
4.	6	80	58.7	25	21.5	23.26	23.72	23.46	23.46	19.00
5.	9-10	70	58.7	24	21.5	22.18	23.09	22.90	22.90	18.00
Beslemeye 1 Mayıs'da başladığında kullanılan kriterler										
1.	4	85	58.7	28	21.5	24.76	25.62	25.15	25.15	25.50
2.	3	85	58.7	27	21.5	24.26	24.99	24.59	24.59	24.00
3.	4	80	58.7	26	21.5	23.76	24.36	24.03	24.03	22.00
4.	6	80	58.7	25	21.5	23.26	23.72	23.46	23.46	19.00
5.	9-10	70	58.7	24	21.5	22.75	23.09	22.90	22.90	18.00
<b>Yalıtımsız galvanizli sac çatı örtüsü</b>										
Beslemeye 27 Nisan'da başladığında kullanılan kriterler										
1.	4	85	63.2	28	17.2	22.62	24.05	23.26	18.65	25.50
2.	3	85	58.7	27	21.5	24.26	24.99	24.59	22.24	24.00
3.	4	80	58.7	26	21.5	23.76	24.36	24.03	22.10	22.00
4.	6	80	58.7	25	21.5	23.26	23.72	23.46	21.97	19.00
5.	9-10	70	58.7	24	21.5	22.18	23.09	22.90	21.84	18.00
Beslemeye 1 Mayıs'da başladığında kullanılan kriterler										
1.	4	85	58.7	28	21.5	24.76	25.62	25.15	22.37	25.50
2.	3	85	58.7	27	21.5	24.26	24.99	24.59	22.24	24.00
3.	4	80	58.7	26	21.5	23.76	24.36	24.03	22.10	22.00
4.	6	80	58.7	25	21.5	23.26	23.72	23.46	21.97	19.00
5.	9-10	70	58.7	24	21.5	22.75	23.09	22.90	21.84	18.00

## Kaynaklar

- Abright LD (1990) Natural ventilation. Steady-state energy and mass balances environment control for animals and plants. pp. 143-320.
- Anonim (1994) ASAE Agricultural standarts, ASAE, 41<sup>st</sup> Edition. Michigan-USA.
- Anonim (2015) İpekböcekçiliği ve yetiştiriciliği. URL <http://www.kozabirlik.com.tr/ipekböcekçiliği/ipekbocekçiligiveyetiştiriciligi>. Erişim 20 Mart 2015.
- Anonim (2017) Kahramanmaraş ilinin iklim verileri. Kahramanmaraş İli Meteoroloji Müdürlüğü.
- Anonim (2018a) 2017 Yılı ipekböceği raporu. Kozabirlik Bursa Tarım Dergisi. URL <http://www.SS.Bursa.Koza.Tarım.Satış.Kooperatifleri.Birliği>. Erişim 10 Temmuz 2018.
- Anonim (2018b) İpekböcekçiliği. Ünvan değişikliği sınavı, tekniker (İpek Böcekçiliği) ders notu. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Personel Genel Müdürlüğü. URL <http://www.tarim.gov.tr/PERGEM/Link/124/Unvan-Değişikligi-Desr-Notlari> ipekböcekçiligi.pdf. Erişim 11 Temmuz 2018.
- Anonim (2018c) Dew Point Temperature at Atmospheric Pressure in Degrees Celsius. URL <http://www.nationalcompressedair.com/dat/files/600.pdf>. Erişim 19 Eylül 2018.
- Anonim (2018d) İpekböceği yetiştiriciliği basın açıklaması. URL <http://www.belekomahaber.com/ipekbocekçiligi-yetiştiriciligi-basin-aciklamasi/>. Erişim 11 Temmuz 2018.
- Başkaya Z (2013) Gelişimi ve dağılışı bakımından türkiye ipekböcekçiliğinde Bilecik ilinin yeri, sorunları ve çözüm önerileri. Doğu Coğrafya Dergisi Cilt: 18, Sayı: 30, s. 257-286.
- Benchmin KV, Jolly MS (1987) "The Principles of Silkworm Rearing", In Proc. Natn. Semin. Seric. Mahalingam, S., (Ed.,) University of Madras, pp. 63-108.
- Bharathi VP, Jayaramaiah M (2009) Impact of rearing houses on cocoon productivity in mulberry silkworm. Bull. Ind. Acad. Seri. 13(1): 49-53.
- Bhaskar RN, Anusha HG (2015) Role of micro environment in the rearing house a boon for quality cocoon production in Eastern Dryzone of Karnataka. Proceedings of the International Conference on Science Connecting Healty and Society Held at Colombo, Sri Lanka, 28-29 November 2015.
- Devi R, Karuna T (2012) Silkworming rearing technology for the course of sericulture. URL [http://bie.telangana.gov.in/files/SilkwormRearing\\_Technology.pdf](http://bie.telangana.gov.in/files/SilkwormRearing_Technology.pdf). Erişim 05 Ekim 2018.
- Dingle JG, Hassan E, Gupta M, George D, Anot L, Begum H (2005) Silk production in Australia. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. pp. 105.
- Düzgün M (2017) Programlanabilir lojik kontrol (PLC) tabanlı sulama otomasyon sistemi ile sulanan Comice armut (*Pyrus Communis* L.) çeşidi su-verim ilişkisinin ve bitki su stres indeksinin (CWSI) belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş. s. 59.
- Ekmekyapar T (1997) Tarımsal inşaat. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 151. s. 197.
- Ergün A, Kürklü G (2008) Çatı tasarımı ve uygulamasında detay hataları, sonuçları ve düzeltme çalışmaları. 4. Ulusal Çatı & Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler" Sempozyumu, İTÜ Mimarlık Fakültesi Taşkışla- İstanbul 13-14 Ekim 2008.
- Gangawar SK, Somasundram P, Nataraja N (1993) Silkworm rearing performance under different rearing houses in Tamil Nadu. Indian Silk 32(7): 37- 38.
- Gençoğlu S, Başpınar A (2016) Determination of the silkworm (*Bombyxmori* L.) Heat requirements in rearing room of village house for optimal environmental conditions. Pakistan Journal of Zoology Vol: 48(2): 557-561.

- Gülseren C, Sipahioğlu O (1992) İpekböcekçiliği. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğü Yaygın Çiftçi Eğitimi Projesi. s. 60.
- Güner MS, Yüksel A (2001) Yapı Bilgisi Kitabı. Aktif yayınevi, İstanbul, s. 444.
- Himantharaj MT, Kamble CK, Rajan RK, Data RK (1994) Silkworm rearing house construction: An ideal approach. Indian Silk, 33(4): 19-22.
- İnal Ş (2000) İpekböceği yetiştiriciliği. URL [http://veteriner.selcuk.edu.tr/veteriner/not\\_soru/ipek.htm](http://veteriner.selcuk.edu.tr/veteriner/not_soru/ipek.htm) Erişim 17 Şubat 2014.
- Kıraş SN (2010) Bursa'da ipek üretiminin yöresel konut mimarisinde mekan biçimlenmesi ve mekan organizasyonları üzerindeki etkilerinin incelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Lindley JA, Whitaker JH (1996) Agricultural Building and Structures. ASAE, USA.
- Nagaraju J, Goldsmith MR (2002) Silkworm genomics-progress and prospects. Curr. Sci. 83: 415-425.
- Öztürk T (2003) Tarımsal yapılar. 19 Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Ders Kitap No: 49. Samsun.
- Pang-Chuan W, Da-Chuang C (1992) Silkworm rearing. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, pp. 81.
- Pawar A, Supekar Y, Shinde M, Pandhare S, Nagare PS (2017) Optimization in comfort conditions of silkworm rearing house. International Journal of General Science and Engineering Research (IJGSER), ISSN 2455-510X, Vol 3(2): 122-125.
- Rahmathulla VK (2012) Management of climatic factors for successful silkworm (Bombyxmori L.) Cropand Higher Silk Production. Psyche: 2012: 1-12.
- Şahin A, Ünal HB (2005) Yapı malzeme bilgisi. Ege Üniversitesi Yayınları. Ziraat Fakültesi Yayın No: 568, s. 316.
- Singh A (2012) Environmental influence on larval duration in silkworm bivoltine hybrid NB4D2XSH6, Bombyx Mori L. Bionano Frontier, 5(2): 253-255.
- Timmons MB, Gates RS (1987) Relative humidity as a ventilation control parameter in broiler housing. Transactions of the ASAE. Vol: 30(4): 1111-1115.
- Tülücü K (1988) Uygulamalı Hidroloji. Çukurova Üniversitesi, No: 76, s. 36-51, Adana.
- Wu DJ, Hou RF (1993) Relationship between thermo tolerance and heat-stable esterase in the silkworm, Bombyxmori. Appl. Entomol. Zool. 28(3): 371-377.

## Siirt ve Antalya illeri için seraların ısı gereksiniminin belirlenmesi ve karşılaştırılması

### Determination and comparison of the heat requirement of greenhouses for Siirt and Antalya provinces

Burak SALTUK<sup>1</sup>, Yusuf AYDIN<sup>1</sup>, Nazire MİKAİL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Siirt

<sup>2</sup>Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Siirt

Sorumlu yazar (*Corresponding author*): B. Saltuk, e-posta (*e-mail*): bsaltuk@siirt.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (*Author e-mail*): yusufaydin@siirt.edu.tr, naziremikail@siirt.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 15 Kasım 2018  
Düzeltilme tarihi 16 Aralık 2018  
Kabul tarihi 22 Ocak 2019

#### Anahtar Kelimeler:

Siirt  
Seraların ısıtılması  
Isı gereksinimi

#### ÖZ

Dünya nüfus artışına bağlı olarak beslenme ihtiyacının artması araştırmacıları hem verim artırmaya yönelik çalışmalara hem de yıl boyu üretim yapılabilen alternatif alanları aramaya yöneltmiştir. Sera, iç ortam koşullarının denetlenebildiği ve yetiştirme şartlarına uygun şekilde kontrol edilebildiği tarımsal yapılardır. Bu çalışmada, Siirt ilinin seracılık açısından ısıtma yükleri araştırılmıştır. Bu kapsamda, Antalya ili ile Dicle havzasında bulunan Siirt İli arasındaki iklim değerleri (minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık) istatistiksel olarak karşılaştırılmış olup, farklılıklar bulunmuştur. Isıtma maliyetlerinin alternatif enerjilerden karşılanarak düşürülmesi durumunda, Siirt ilinin güneşlenme süresi, miktarı ve minimum sıcaklık değerleri açısından seracılık için kısmen uygun olduğu kanısına varılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Siirt ilinde seralar için gerekli olan ısı enerjisinin fosil yakıtlar ile sağlanması durumunda Antalya ili ile rekabet edebilme şansı bulunmamaktadır. Ancak sahip olduğu jeotermal veya fotovoltaik enerji potansiyelinin etkin ve verimli kullanılabilmesi ayrıca Antalya'dan Siirt iline nakliyeyle bağlı giderin fazla olması göz önüne alındığında potansiyel tüketimi karşılayabileceği dolayısıyla Siirt ilinin Antalya ile fiyat ve verim açısından rekabet etme şansı oluşabileceği kanısına varılmıştır.

#### ARTICLE INFO

Received 15 November 2018  
Received in revised form 16 December 2018  
Accepted 22 January 2019

#### Keywords:

Siirt  
Greenhouse heating  
Heat requirement

#### ABSTRACT

The rapid increase of human population in the world increases the amount of food needed for human life. For this reason, productive applications that can be produced throughout the year come to the fore. Greenhouses are climate-controlled agricultural structures in which the indoor conditions can be controlled and kept in accordance with the growing conditions. In this study, the heating loads of Siirt province were investigated. In this context, the climatic values (minimum, maximum and average temperature) between Antalya and the province of Siirt in Tigris basin were statistical compared and differences were found. In case of lowering heating costs from alternative energies, it is concluded that Siirt province is partially suitable for greenhouse cultivation in terms of sunshine duration, quantity and minimum temperature values. According to the results, it is not possible to compete with Antalya province if heat energy required for greenhouses in Siirt province is provided by fossil fuels. However, considering that the efficiently and productively usage of geothermal or photovoltaic energy potential and the highly cost of transportation from Antalya to Siirt province, it is possible to meet the potential consumption and therefore the chance of competing with Antalya in terms of price and production.

## 1. Giriş

Beslenme ihtiyacının karşılanabilmesi amacıyla bitkisel üretimin yıl boyunca yapılması gereklidir. Üretimin yıl boyu yapılmasına olanak sağlayan sera; iç ortam sıcaklık ve bakım koşullarının kontrol altında tutulabildiği bitkisel üretim

yapısıdır. Dünya nüfusunun artış hızı; besin ihtiyacı artışını da beraberinde getirmektedir. Ayrıca tarım alanlarının gün geçtikçe azalması insanlığı birim alandan daha fazla ürün almaya veya alternatif üretim alanlarının bulunmasına yöneltmiştir.

Buna bağlı olarak Dünya’da ve Türkiye’de sera alanları yıllar içerisinde artış göstermektedir.

Ülkemizdeki sera işletmelerini, büyüklükleri, seraların yapısal özellikleri, sera yapım ve üretim maliyetleri, iklimlendirme koşulları, teknoloji kullanımları gibi çeşitli özellikleri dikkate alınarak küçük aile işletmeleri ve modern işletmeler olarak ikiye ayırmanın mümkün olduğu ortaya konulmuştur (Tüzel ve ark. 2010a). Küçük ölçekli aile işletmelerinde sera alanı 0.5 ha’dan az olup, seralar üreticinin kendisi ya da demirci ustaları tarafından kurulduğu belirlenmiştir. İşletmelerin kuruluş tarihi genelde 10-15 yıl öncesine dayanmakta olduğu ve işletme sahiplerinin Ekstansif tarım yapan, ilkökul eğitim seviyesine sahip üreticiler olduğu ortaya konulmuştur (Tüzel ve ark. 2010b). Seralarda ısıtma sadece don zararından korunmaya yönelik önlemler (çatı yağmurlama sistemi, soba gibi) şeklinde uygulanmaktadır. Örtü materyali PE (Polyethylen) ya da cam olabilir ama havalandırma açıklıklarında, böcek neti kullanımının sınırlı olduğu belirtilmiştir (Gale ve ark. 2014).

Türkiye’de 2011 yılında 51 ilde üretim yapılırken 2014 yılı itibarıyla 70 ilde örtü altı üretim yapılmaktadır. Bu son 4 yıldaki artış oranı % 72’lik oranla yıllık ortalama artış hızı olan % 15’in üzerindedir (Doğaka 2015).

Günümüzde, gerek birim alandan alınan ürün miktarında artış gerekse sera içerisindeki sıcaklık koşullarının kontrol altında tutulması seraları modern üretim alanları haline getirmiştir. Türkiye’nin Akdeniz ve Ege Bölgesindeki sera alanları iç tüketim potansiyelini karşılamakta her ne kadar yeterli olsa da tarım alanlarının gerek yerleşim olarak gerekse sanayi alanı veya turizm alanı olarak kullanılmasından dolayı gün geçtikçe azalmaktadır.

Seracılığın yapılabilmesi ekonomik kazançla doğru orantılıdır. Boyacı ve ark. 2016 tarafından yapılan bir çalışmada, Kırşehir ilinin, uzun yıllık iklimsel verileri, coğrafi konumu ve tarımsal yapısı dikkate alınarak örtüaltı tarım potansiyeli araştırılmıştır. Örtüaltı tarımı açısından Kırşehir ilinin 1960-2015 yılları arası uzun yıllık iklim verileri incelendiğinde, sıcaklıkların arttığı, bağıl nem oranının da azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Buna göre, uzun yıllık ortalama sıcaklıkların düşük, donlu gün sayısının fazla olduğu Kırşehir ilinde ısıtma maliyetleri düşünüldüğünde Kasım, Aralık ve Ocak aylarında örtüaltı tarımı yapılmasının ekonomik görülmediği ortaya konulmuştur (Boyacı ve ark. 2016).

Sera iç ortam koşulları sürekli olarak bitkiler için uygun sıcaklık ve nem değerlerini bulundurmaya zorundadır. Sera içerisinde bitkilerin yeterli fotosentez yapabilmesi için günlük radyasyon gereksinimleri yaklaşık 6 saattir. Kuzey yarımkürede (Kasım, Aralık, Ocak), Güney yarımkürede ise Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında 500-550 saatlik güneşlenme süresine ihtiyaç bulunmaktadır. Serada meyve ve sebzelerinin büyüme, verim ve kalitesi, için sera iç sıcaklıklarının 12 °C altında ve 32 °C üzerinde olmaması gereklidir. Serada yetiştirilen bitkiler için iç ortam sıcaklığının ortalama olarak 17 °C ile 28 °C arasında olması gerekli olduğu ortaya konulmuştur (Nisen et al. 1988).

Seralarda ısıtma ürün verimini, kalitesini ve miktarını yükseltmektedir. Özellikle Akdeniz sahil şeridinde ısıtılan seralarda iki kat verim artışı sağlanabilmektedir. Ancak ısı koruma önlemlerinin alınmadığı seralarda ısı enerjisi gereksinimi artmakta ve üretim periyodu boyunca bölgenin iklim değerlerine bağlı olarak ortalama 100 kWh m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> ısı enerjisine ihtiyaç duyulmaktadır. Artan enerji maliyetleri,

üreticinin ısıtmanın karlılığını tartışmasına neden olmaktadır. Belirtilen nedenle seralarda ısıtma kadar, ısıtılan seralarda enerji korunumu da karlılık ve enerji verimliliği açısından önem arz ettiği belirlenmiştir (Baytorun ve Gügercin 2015).

Dikmen ve Gültekin (2011), Dünyada çevreyi kirlilemeyen ve kolay elde edilen yenilenebilir enerji kaynaklarından biyolojik enerji, su, güneş ve rüzgâr enerjisi yapılarında farklı şekillerde kullanılmaktadır. Türkiye sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından elverişli konumda olmasına karşın, ülkemizde güneş enerjisinden yeterince yararlanılmamaktadır. Bu kapsamda üniversiteler ve ilgili kuruluşların aracılığıyla gerçekleştirilen sınırlı sayıdaki uygulamaların artırılmasına ve yapılarda güneş enerjisinden yararlanılmasının yaygınlaşmasına gereksinim duyulmakta olduğunu bildirmektedirler.

Dicle havzasındaki (Diyarbakır, Mardin, Siirt, Şırnak ve Batman) illerin özellikle kış aylarındaki global radyasyon değerleri (kWh m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup>) ve güneşlenme süreleri (saat) Antalya ili ile çok farklılık göstermez iken minimum sıcaklık değerleri özellikle kış aylarında (Kasım, Aralık, Ocak) 8 °C-9 °C daha düşük seyretmektedir. Dicle havzası içerisindeki Mardin ilinin minimum sıcaklık değerleri ile Antalya ili arasında, 4 °C-6 °C fark bulunmaktadır (Mgm 2018).

Seranın iç ortamına giren ısıtma enerjisi, üretim bölgesinin enlem derecesinin yanı sıra, bölgenin bulutluluk durumuna, hava kirliliğine, sera örtüsünün ışın absorpsiyonuna, örtünün kirlilik durumuna ve seranın çatı eğimine göre yansıma miktarına bağlı olduğu belirtilmiştir (Yağcıoğlu ve ark. 1998).

Cemek (2005), tarafından yapılan çalışmada, Karadeniz Bölgesinde seracılığın yoğun olarak yapıldığı Samsun merkez ve ilçelerinin iklim durumları göz önüne alınarak en uygun yetiştirme periyotları belirlenmiş olup, Antalya ili ile Samsun ili seracılık açısından karşılaştırılmıştır. Araştırmacı, ilkbahar ve yaz aylarında Samsun ilinin Antalya iline göre iklimsel ihtiyaçlar bakımından daha avantajlı olduğunu, sonbahar ve kış ayları göz önüne alındığında ise Antalya ilinin seracılık açısından avantajlı olduğunu bildirmiştir.

Yağcıoğlu ve ark. (2004), yetiştiricilik yapılan bölge, enlem açısından yeterli güneş ışıması enerjisine sahip gibi görünse de, sera içindeki ışımsal aydınlık, yetiştirilmek istenen bitkinin iyi bir gelişme göstermesi için yeterli olmayabilir. Bu nedenle, sera içine ulaşan günlük fotosentetik aktif radyasyon (PAR) ile yetiştirilecek bitkinin PAR gereksinimi bilinmeden, bir bölgenin seracılık açısından uygun olup olmadığı, ek ışık gereksinimi doğup doğmayacağı ve serada hangi tür ya da çeşit bitkilerin yetiştirilebileceği konusunda doğru kararlar verilemeyeceğini belirtmişlerdir.

Bu çalışma, Siirt ve Antalya illerinin iklimsel verilerinin (maksimum, minimum, ortalama sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin) istatistiksel olarak karşılaştırılması ve iller arasındaki ısıtma yükü farklılıklarının rekabet edebilirlik düzeyinde belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışma, Türkiye’nin Güneydoğu Anadolu bölgesi Dicle havzasındaki Siirt ili Merkez İlçesi Kılıçlı köyünde boyutları (Çizelge 1)’de verilen serada yürütülmüştür. Siirt ilinde seralarda sonbahar yetiştiriciliği; Ağustos ayının 3. haftası başlayıp Ocak ayının 1. haftasına kadar devam etmektedir (Çizelge 2). Çalışmada, Siirt ve Antalya illerinin 2017-2018 yılları arasındaki günlük meteorolojik (minimum, ortalama, maksimum sıcaklıklar (°C) ve güneşlenme miktarı (kWh m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup>))



<sup>2</sup> gün<sup>-1</sup>) değerleri kullanılmıştır (Saltuk ve ark. 2018; Mgm 2018).

**Çizelge 1.** Hesaplamalarda esas alınan sera boyutları ve ısı iletim katsayıları.

**Table 1.** Greenhouse dimensions and heat conduction coefficients based on calculations.

Boyutlar	Birim	Değer	Boyutlar	Birim	Değer
Bölme genişliği	m	11.00	Mahya yüksekliği	m	5.60
Sera uzunluğu	m	51.00	Örtü Alanı (Ac)	m <sup>2</sup>	14156
Bölme sayısı	adet	20.00	Taban alanı (Ag)	m <sup>2</sup>	11220
Yan duvar yüksekliği	m	3.50	Ac/Ag	-	1.26
Tek katlı polietilen(TKPE)	kWh m <sup>-2</sup> yıl <sup>-1</sup>	7.00	τ: Seranın ışınım geçirgenliği	-	0.65

**Çizelge 2.** Ölçüm yapılan sera içerisindeki hıyar için Sonbahar üretim dönemleri ve istenilen sıcaklık değerleri (Eltez ve Öztekin 2014).

**Table 2.** Fall in production period and desired temperature values for cucumber in the Greenhouse measured (Eltez ve Öztekin 2014).

Sonbahar Üretim Dönemi	İstenilen Sıcaklık (°C)	Tarih	Periyot
Tohum Ekimi	27-27	1 Ağustos-1 Eylül	4 Hafta
Fidelerin dikilmesi	19-21	1 Eylül-1 Ekim	4. Hafta
Çiçeklenme, Gelişme dönemi	19-21	1 Ekim-1 Kasım	4. Hafta
Meyve Tutumu	19-21	1 Ekim- 1 Kasım	4. Hafta
Hasat	16-19	1 Ekim-1 Kasım (İlk Hasat) 1 Ocak-1 Şubat (Son Hasat)	8. Hafta

Çalışma 2 kısımda yapılmış olup, 1. kısımda, Antalya ve Siirt illerinde günlük minimum sıcaklıklar bağımsız gruplar için t testi yöntemi ile analiz edilerek her ay için ortalama minimum sıcaklıkların illere göre istatistik olarak önemli fark gösterip göstermediği belirlenmiş ve yorumlanmıştır. İki faktörün herhangi bir özelliğe olan etkileri arasında farklılık bulunup bulunmadığı test edilmek isteniyorsa ve uygulandıkları deneme materyali homojen olup birbirinden bağımsız ise t testi ile bunların ortalamaları arasındaki farklılığın önemli düzeyde olup olmadığı test edilebilir. Burada hipotez ile belirtilen dağılım, ortalamalar arası farka ait örneklem dağılımıdır. Örnek ortalamalarından hesaplanan farkın söz konusu dağılıma dahil olma ihtimalini hesaplamak için t-değeri bulunur.

t değeri:

$$t = \frac{(\mu_{\bar{X}_A} - \mu_{\bar{X}_B}) - \mu_D}{S_D}$$

Eşitlikte S<sub>D</sub> - örnek ortalamaları arası farkın standart hatasıdır ve

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum d_A^2 + \sum d_B^2}{(n_A - 1) + (n_B - 1)} \times \frac{(n_A + n_B)}{n_A n_B}}$$

şeklinde hesaplanır. Burada,  $\mu_{\bar{X}_A}, \mu_{\bar{X}_B}$  - örneklere ait ortalamalar,  $\sum d_A^2, \sum d_B^2$  - kareler toplamlarıdır (Kocabaş ve ark. 2013).

Çalışmanın 2. kısmında ise; sera içi ısıtma yükleri hesaplanırken hıyar bitkisi için optimum sıcaklık isteği literatürden 19 °C değeri baz alınmıştır (Çizelge 2). Sera içi ölçüm sonuçları üretim dönemi süresinde ortaya çıkan ısıtma yükleri bulunmuş ve buna göre Siirt ilinin iklimsel uygunluğu literatür bilgileri ile karşılaştırılarak açıklanmıştır. Bu kapsamda Ekim, Kasım ve Aralık, ayları minimum sıcaklık değerleri ve bu değerlere bağlı olarak ısıtma yükleri incelenmiştir.

Isı tüketiminin doğru olarak belirlenmesi amacıyla dış ortam sıcaklığı ve toplam ışınımın gerçek değerleri dikkate alınmıştır. Sera içi sıcaklık değeri 19 °C sıcaklık değerine kadar havalandırılmayan ve ısıtılmayan serada ortaya çıkan gerçek sıcaklık ve seranın özelliğine bağlı ortaya çıkan sıcaklık (sera

içi ve dışı alınan değerler) dikkate alarak ısı gereksinimini saatlik, günlük ve aylık değerlerden giderek hesaplaması Microsoft Office Excel'de Zabeltitz (2011)'e göre formüle edilmiş ve bu değerlerin (Siirt ili ve Antalya ili) birbirleri ile karşılaştırılması yapılmıştır.

Efektif ısı tüketimi q<sub>h</sub> için Zabeltitz (2011) tarafından kullanılan eşitlikten yararlanılmıştır.

$$q_h = \frac{Ac}{Ag} * u * (t_i - toeff) - q_o * \tau * \gamma$$

q<sub>h</sub>: Isıtma yükü (W m<sup>-2</sup>)

u: toplam ısı tüketim katsayısı (W m<sup>-2</sup> K) (Tek katlı PE u: 7 olarak alınmıştır)

Ac: sera örtüsü yüzey alanı (m<sup>2</sup>) (14 156 m<sup>2</sup> olarak alınmıştır)

Ag: sera taban alanı (m<sup>2</sup>) (11 220 m<sup>2</sup> olarak alınmıştır)

t<sub>i</sub>: sera iç ortam sıcaklığı (°C)

t<sub>oeff</sub>: gerçek dış ortam sıcaklığı (°C)

q<sub>o</sub>: dış ortam global radyasyon (W m<sup>-2</sup>)

τ: seranın ışınım geçirgenliği (Tek katlı PE kaplı Seralar için 0.65 olarak alınmıştır)

γ: iç ortam sıcaklığının artmasında etkili olan seraya giren güneş ışınım oranı (0.6 olarak alınmıştır).

Seranın ısı tüketimi q<sub>h</sub> (W m<sup>-2</sup>) ve gerçek dış ortam sıcaklığı 2017-2018 üretim dönemi değerleri sera içi ölçüm değerlerini kapsamakta olup, Antalya ve Siirt için günlük olarak Excel 2016 programıyla hesaplanmış ve bu değerler arasındaki farklar istatistiksel analiz (t testi) yapılarak incelenmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Seralardan kaliteli yüksek verimin elde edilebilmesi için; iç ortam sıcaklıklarının kontrol edilmesi oldukça önemlidir. Örneğin; sera dış sıcaklık değerleri 0-12 °C arasında ise sera içinde ısıtma, 12-22 °C arasında ise sera içi doğal havalandırma, 22-27 °C arasında ise mekanik havalandırma ve/veya soğutma yapılmalıdır (Zabeltitz 2011). Akdeniz bölgesinin en fazla üretim alanı ve miktarına sahip ili olan Antalya iklimsel özellikleri bakımından Akdeniz iklim özelliği gösterirken, Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Dicle Havzası içerisinde yer alan Siirt ili karasal ve kurak iklim özellikleri göstermektedir. Farklı coğrafik özelliklere sahip bu iki ilin ortalama sıcaklık ve

günlük toplam radyasyon değerleri incelendiğinde, Siirt ilinde Aralık-Mart döneminde ortalama sıcaklık değerleri 10 °C'nin altında olması nedeniyle seralarda altı ay süresince ısıtma ihtiyacı ortaya çıkarken, Antalya ili seralarında ise Aralık-Ocak-Şubat aylarında yalnızca yılın üç ayında ısıtmaya gereksinim duyulmaktadır. Siirt ilinin sonbahar üretim dönemi süresince 3 aylık ısıtma döneminin bahar üretim sezonunda ise Haziran ayı itibari ile üretim sonlandırılmaktadır. Temmuz ve Ağustos aylarında doğal havalandırma ve gölgeleme materyalleri kullanılsa bile üretimin devam edemeyeceği görülmektedir. 2017 yılı iklim verilerini illere göre analiz ettiğimizde Haziran ve Eylül ayları dışında diğer aylarda iller arasında istatistik olarak önemli fark bulunmuştur ( $p < 0.01$ ) (Çizelge 3). Temmuz ve Ağustos aylarında ortalama sıcaklıklar Siirt ilinde Antalya iline nazaran önemli derecede yüksek iken, Eylül ve Haziran ayları arası ise Antalya ili ortalama sıcaklıkları daha yüksektir.

Sonbahar dönemi yetiştiriciliği açısından Ekim ayında hem Antalya'da hem de Siirt'te ısıtmaya gerek görülmemektedir (Şekil 1a). Ekim ayında sera içerisinde sıcaklıklar özellikle öğle saatlerinde 40 °C'ye kadar çıkmakta bu durumda mekanik havalandırma sistemi devreye girmektedir. Ayrıca bağıl nem değerlerinde de öğle saatlerinde ölçülen değerler dış ortamda fazla iç ortamda havalandırmaya bağlı olarak düşük seyretmektedir (Şekil 1b). Ekim ayında en düşük sıcaklık değeri 31 Ekim saat 03.35'de 12 °C olarak gerçekleşmiştir. Bu dönemde hıyar bitkisi için meyve tutum dönemi olduğundan 19-21 °C referans değerlerinin dışında gerçekleşmiştir. Ay boyunca toplamda 4 gün sıcaklık değeri 12-14 °C'ye düşmüştür. Kısa süreli bu sıcaklık düşüşü bitkilerde herhangi bir zarar oluşmamıştır. Kasım ayında ise Antalya ili minimum ortalama

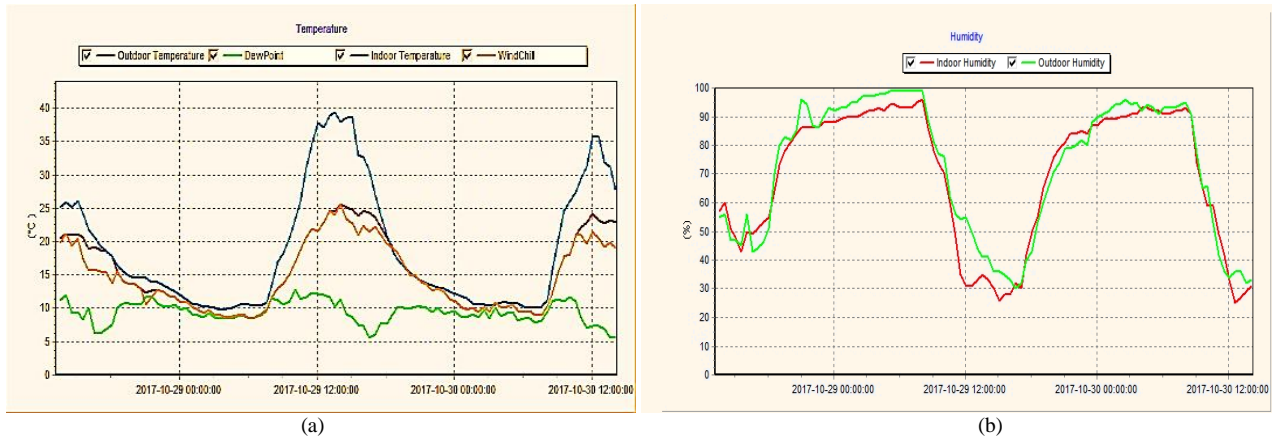
sıcaklık 10 °C'nin altına düşmezken, Siirt ilinde 20 Kasım'dan itibaren minimum sıcaklıklar 10 °C'nin altına düşmektedir (Şekil 2a). Sonbahar yetiştiriciliğini esas alarak, hıyar için, özellikle bitkileri meyve bağlamaya başladığı Kasım, Aralık ayları içerisindeki sıcaklığın minimum 19 °C, maksimum 21 °C olması gerekmektedir. Ancak Ekim ayının 3. haftası ile Kasım ayının ilk iki haftası içerisinde, toplamda dört haftalık bir süreçte Siirt ilinde sıcaklık değerlerinin 12 °C'den 6 °C'ye kadar düştüğü ve ilerleyen süreçte sıcaklıkların düşmeye devam ettiği görülmektedir. Bununla birlikte, sera içerisinde doğal havalandırmanın yapılmaması veya mekanik havalandırmanın çalıştırılmaması sonucunda sera içi bağıl nem değerleri Ekim ayına oranla yüksek bulunmuştur (Şekil 2b). Siirt ili için Kasım ayının 3. haftasından itibaren seralarda ısıtma sistemlerinin çalıştırılması gerekmektedir. Sera içerisindeki sıcaklık değerlerinin sabit derecelerde tutulması oldukça önemli olduğundan ısıtma yükünden oluşan maliyetler üretimin maliyetini artıracaktır. Ancak üretimin Siirt ilinde yapılması durumunda ise Antalya'dan nakliye edilen ürünlerin ulaşım maliyetlerinden daha az olacağı için üretim maliyetinde azalma olabilecektir. Antalya ili için ısıtma Ekim ayının son haftasında ve Kasım ayının tamamında yapılması hem meyve tutumunda hem de hasatta olumlu yönde fayda sağladığı belirtilmektedir (Tk 2002). Siirt'te ise Antalya'ya oranla aynı dönemler için % 20 ile % 35 oranında daha fazla ısıtma yapılması gerekmektedir. Aralık ayında, minimum sıcaklık farkları Antalya ili için 6-8 °C arasında düşüş göstermiştir. Ölçüm yapılan seranın dış ortam sıcaklıkları ise 14 °C'den başlayıp 4 °C'ye kadar düşmüştür (Şekil 3a).

Çizelge 3. 2017-2018 üretim dönemi Antalya ve Siirt illerinin ortalama sıcaklık verilerinin ortalaması ve standart sapmaları.

Table 3. Arithmetic mean and Standard deviations of average temperature data of Antalya and Siirt provinces during 2017-2018 production period.

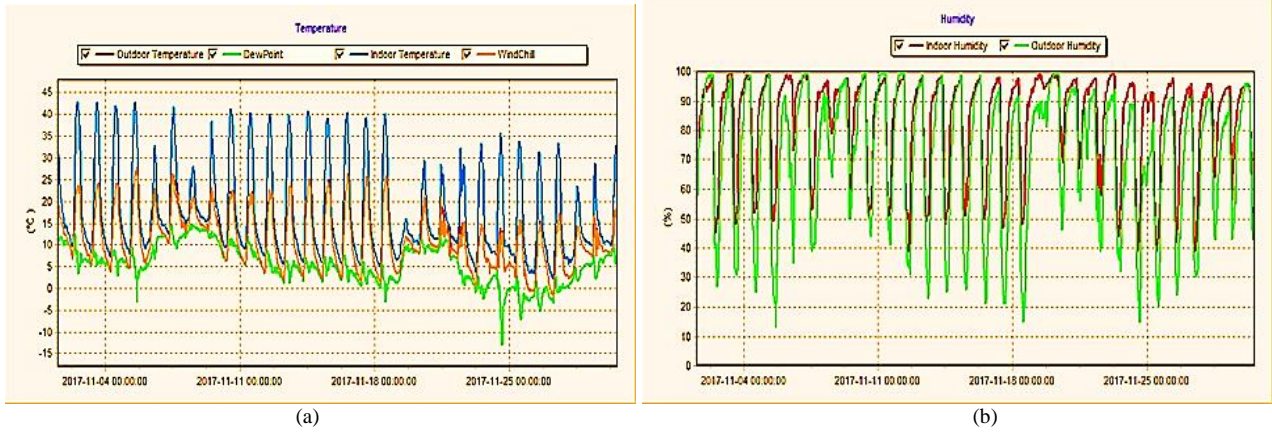
İl	Ocak**	Şubat**	Mart**	Nisan**	Mayıs**	Haziran
Antalya	10.2±2.4	12.5±2.3	15.0±1.9	17.7±1.6	21.4±2.0	26.4±2.6
Siirt	2.8±1.5	5.7±2.5	9.6±2.1	14.7±2.6	19.9±2.2	26.7±2.1
	Temmuz**	Ağustos**	Eylül	Ekim**	Kasım**	Aralık**
Antalya	30.5±2.2	29.0±1.2	26.9±1.5	22.2±1.9	16.9±1.8	14.4±2.1
Siirt	31.9±0.9	31.9±1.1	27.1±2.3	18.8±2.2	10.7±2.1	5.4±1.2

\*\* :  $p < 0.01$



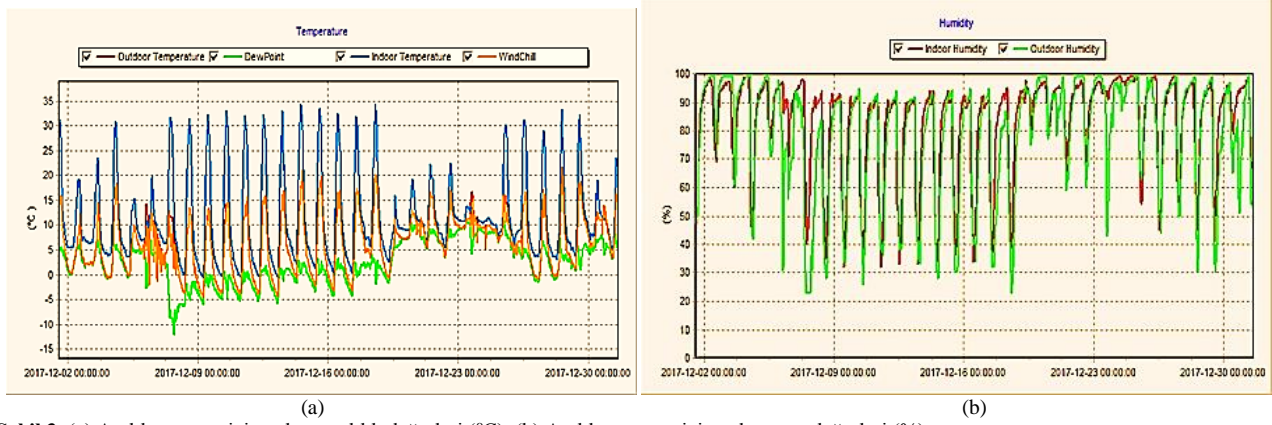
Şekil 1. (a) Ekim ayı sera içi ve dışı sıcaklık değerleri(°C), (b) Ekim ayı sera içi ve dışı nem değerleri (%).

Figure 1. (a) Inside and outside temperature values in the Greenhouse for October (°C), inside and outside humidity values in the Greenhouse for October (%).



Şekil 2. (a) Kasım ayı sera içi ve dışı sıcaklık değerleri ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) Kasım ayı sera içi ve dışı nem değerleri (%).

Figure 2. (a) Inside and outside temperature values in the Greenhouse for November ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) Inside and outside humidity values in the Greenhouse for November (%).



Şekil 3. (a) Aralık ayı sera içi ve dışı sıcaklık değerleri ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) Aralık ayı sera içi ve dışı nem değerleri (%).

Figure 3. (a) Inside and outside temperature values in the Greenhouse for December ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) Inside and outside humidity values in the Greenhouse for December (%).

Aralık ayında gerçekleşen sıcaklık ve bağıl nem değerleri Antalya'ya oranla, özellikle Aralık ayının ilk iki haftasında Siirt ili için ortalama % 28.8 daha fazla ısıtma yapılacağı belirlenmiştir ayrıca sera içerisinde ısı kaybı endişesi ile doğal havalandırmanın yapılmaması ve kısmen ısıtmanın yapılması sonucunda sera içi bağıl nem değerleri Kasım ayına oranla düşük bulunmuştur (Şekil 3b). Çiçeklenme ve meyve tutumu süresi boyunca aktif veya pasif ısıtma sistemlerinin tam performansta kullanılması gerekmektedir. Çünkü bu dönemde ekonomik kaygıyla ısıtmanın ihmal edilmesi bitkinin zarar görmesine, az veya hiç ürün alınmamasına yol açabilecektir.

Sonbahar yetiştiriciliğinde hıyarda hasat zamanı 8 hafta sürmekte olup, Kasım ayının 3. haftası ile Ocak ayı boyunca yapılmaktadır (Çizelge 2). Meyvelerin olgunlaşması ve pazara sunulması aşamasındaki sera içi sıcaklık değerlerindeki artış karşılık üretim maliyetinin artmasına neden olmaktadır. Boyacı (2018) Kırşehir ilinde sera yan duvarlarında tek kat örtü malzemesi yerine çift kat kullanılması ve ısı perdelerinin montajının iyi yapılmasının tasarruf edilen enerji miktarının artırılmasında oldukça önemli olduğunu bildirmiştir. Buradan yola çıkılarak, Siirt ilinde de seralarda ısı perdelerinin kullanılması ve havalandırma sürelerinin kısaltılması gibi tedbirler, ayrıca tek katlı PE yerine ısı iletim katsayısı düşük çift katlı PE veya Polikarbon örtü malzemelerinin kullanılması da üretim maliyetlerin azalmasında etkili olabilecektir.

İlkbahar yetiştiriciliği açısından Ocak ve Şubat aylarında tozlanma ve çiçeklenme döneminde sıcaklıklarının  $19-21^{\circ}\text{C}$ 'de olması gereklidir (Çizelge 2). Bu bakımdan Siirt ili sıcaklık değerleri  $-0.6$  ile  $13.4^{\circ}\text{C}$  arasında ve ortalama  $7.1^{\circ}\text{C}$ 'de olduğu görülmektedir. Siirt ili için ortalama sıcaklık ve oransal nem miktarlarının daha düşük ve gece-gündüz arasındaki sıcaklık farkının yüksek olmasından dolayı sera içerisindeki ısıtma yüklerini artıracığı da bir gerçektir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Çalışmada, Antalya ili ile Siirt ilindeki iklim değerleri istatistiksel test yapılmış ve önemli farklılık bulunmuştur. Siirt ilinin Merkez ve Kurtalan ilçelerinde mevcut durumda seracılık işletmeleri bulunmakta olup, diğer ilçeleri için seracılık uygun görülmemektedir. Siirt ilinde sera yetiştiriciliği yapılması kısmen uygun olup, üreticilik yapılması durumunda alternatif enerji (jeotermal) kaynaklarından faydalanabilecek yerlerde yetiştiriciliğin yapılması uygun olduğu kanısına varılmıştır. Isıtma maliyetlerinin alternatif enerjilerden (fotovoltaik sistemler, jeotermal kaynaklar, ısı eşanjörleri, vb.) karşılanarak düşürülmesi durumunda, iklimsel olarak seracılık için uygun olduğu kanısına varılmıştır. Seracılığın ısıtma yükü miktarını azaltabilmek için jeotermal alanlara yakın yerlerde kurulması veya güneş enerjisini depolayarak elektrik enerjisine



dönüştürebilecek (Fotovoltaik) sistemlere sahip olması ısıtma kaynaklı maliyetleri düşürebileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca sera içi ısı perdelerinin yapılması ısı korunumuna etki edebilecektir.

Siirt ilinin yetiştiricilik takvimi bakımından Antalya'dan farklı olarak sonbahar üreticiliği için üretim tarihinin iki hafta erken tarihe alınması, ilkbahar yetiştiriciliği açısından da iki hafta geç tarihe alınmasının, sera içi ısıtma maliyetlerinin üretim maliyetleri içerisindeki payını düşürmek açısından olumlu etki yapabileceği düşünülmektedir.

## Teşekkür

Bu çalışma, Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Projeler Birimi tarafından SİÜ-ZİR2017/18 Proje numarasıyla desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- Baytorun AN, Gügercin Ö (2015) Seralarda Enerji Verimliliğinin Artırılması. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi 30(2): 125-135.
- Boyacı S, Akyüz A, Baytorun AN, Çaylı A (2016) Kırşehir İlinin Örtüaltı Tarım Potansiyelinin Belirlenmesi Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi Cilt 5(2): 142-157. doi: 10.17100/nevbittek.284738.
- Boyacı S (2018) Kırşehir ve Antalya İlleri İçin Seraların Isı Gereksiniminin Belirlenmesi ve Isıtmada Kullanılan Enerji Kaynaklarının Karşılaştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi 21(6): 976-986. doi: 10.18016/ksutarimdoga.vi.464627.
- Cemek B (2005) Samsun İl ve İlçelerinde Seraların İklimsel İhtiyaçlarının Belirlenmesi OMÜ Zir. Fak. Dergisi 20(3): 34-43.
- Dikmen BÇ, Gültekin BA (2011) Usage of Renewable Energy Resources in Buildings in the Context of Sustainability. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi Cilt: 1 Sayı: 3 s. 96-100.
- Doğaka (2015) Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı TR63 Bölgesi Seracılık (Örtüaltı Bitki Yetiştiriciliği) Sektör Raporu 2015 [http://www.dogaka.gov.tr/Icerik/Dosya/www.dogaka.gov.tr\\_622\\_L\\_K5L43WG\\_Seracilik-ortualti-Bitki-Yetistiriciligi-Sektor-Raporu-2015.pdf](http://www.dogaka.gov.tr/Icerik/Dosya/www.dogaka.gov.tr_622_L_K5L43WG_Seracilik-ortualti-Bitki-Yetistiriciligi-Sektor-Raporu-2015.pdf). Erişim 05 Kasım 2018.
- Eltez RZ, Öztekin GB (2014) Örtüaltı Üretim Sistemleri Bölüm 9 Serada Sebze Yetiştiriciliği T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2275 Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 1272, 2. Baskı
- Gale U, Tüzel Y, Öztekin GB (2014) Antalya'nın Kepez ilçesinde konvansiyonel sera üretiminin özellikleri. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi 1: 68-77.
- Kocabaş Z, Özkan M, Başpınar E (2013) Temel Biyometri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1606. Ankara.
- Mgm (2018) Meteoroloji Genel Müdürlüğü (METBİS) 2018 yılı iklim verileri.
- Nisen A, Grafiadellis M, Jiménez R, La Malfa G, Martínez-García PF, Monteiro A, Verlodt H, Villele O, Zabeltit CH, Denis JC, Baudoin W, Garnaud JC (1988) Culturesprotegees en climatmediterraneen. FAO, Rome. <http://www.fao.org/3/a-i3284e.pdf> page :25-31. Erişim 05 Kasım 2018.
- Saltuk B, Aydın Y, Mikail N (2018) Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar ve Projeler Birimi (BAP) SİÜZİR2017/18 Araştırma Projesi Sonuç Raporu Verileri.
- Tkb (2002) T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayınları Serada Sebze Yetiştiriciliği Temmuz- 2002.
- Tüzel Y, Gül A, Daşgan HY, Öztekin GB, Engindeniz S, Boyacı HF, Ersoy A, Tepe A, Uğur A (2010a) Örtüaltı Yetiştiriciliğinin Gelişimi. VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010, Ankara, 1: 559-578.
- Tüzel Y, Öztekin GB, Karaman İ (2010b) Serik ilçesinde modern ve geleneksel sera işletmelerinde sebze üretiminin karşılaştırılması Ege Üni. Ziraat Fak. Dergisi 47(3): 223-230.
- Yağcıoğlu A, Demir V, Günhan T (1998) Türkiye'nin Çeşitli Yörelerinde En Fazla Fotosentetik Aktif Radyasyonun İçeri Girmesini Sağlayacak Temel Sera Şekil ve Boyutlarının Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Araştırma Fonu. Proje No: 96-ZRF-045.
- Yağcıoğlu A, Demir V, Günhan T (2004) Seraya Giren Faydalı Işınım Enerjisini Hesaplamak İçin Bir Yöntem-I. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg. 41(2): 143-154, ISSN 1018-8851.
- Zabeltitz Chr.Von (2011) Integrated Greenhouse Systems for Mild Climates. Springer -Verlag Berlin Heidelberg pp. 30. <https://www.kisa.link/LJZf>. Erişim 01 Kasım 2018.



## UV-B ışın uygulamalarının domates, hıyar ve patlıcan fidelerinde fide gelişimi ve kalitesi üzerine etkileri

The effects of UV-B irradiation on development and quality of tomato, cucumber and eggplant seedlings

Serkan CANBAY<sup>1</sup>, Ersin POLAT<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Antalya Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, 07260, Kepez/Antalya

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 07070, Antalya

Sorumlu yazar (Corresponding author): S. Canbay, e-posta (e-mail): serkancnbay@gmail.com

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): polat@akdeniz.edu.tr

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 15 Kasım 2018  
Düzeltilme tarihi 02 Ocak 2019  
Kabul tarihi 22 Ocak 2019

#### Anahtar Kelimeler:

*Cucumis sativus* L.  
*Solanum lycopersicum* L.  
*Solanum melongena* L.  
UV-B

### ÖZ

Bu çalışmada, UV-B ışın uygulamalarının domates, hıyar ve patlıcan fidelerinde fide gelişimi ve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla domates (*Solanum lycopersicum* L. cv. Alsancak-RN F<sub>1</sub>), hıyar (*Cucumis sativus* L. cv. Çakır F<sub>1</sub>) ve patlıcan (*Solanum melongena* L. cv. Anamur F<sub>1</sub>) fideleri kontrol (0 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup>), 10.8 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> (düşük doz) ve 16.2 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> (yüksek doz) UV-B ışın uygulamasına ilk gerçek yapraklı oldukları dönemden itibaren 10 gün (sırasıyla 76.5 dk gün<sup>-1</sup> ve 114.75 dk gün<sup>-1</sup>) süre ile tabi tutulmuşlardır. Araştırmada fide boyu, yaprak sayısı, kök boğazı çapı, kök uzunluğu, kök ve üst aksam yaş ve kuru ağırlıkları, yaprak alanı, yaprakta klorofil miktarı ve yaprak rengi belirlenmiştir. Domates fide yapraklarındaki klorofil miktarı, düşük doz UV-B ışın uygulamasında artarken yüksek doz UV-B uygulamasında azalmıştır. Yüksek doz UV-B ışın uygulamasının, fide köklerinde kuru madde miktarını artırdığı belirlenmiştir. Hıyar fide yapraklarındaki klorofil miktarı, düşük doz UV-B uygulamasında artmıştır. Fidelerde yaprak sayısı ve yaprak alanı, düşük doz UV-B uygulamasında artarken, yüksek doz UV-B uygulamasında ise azalmıştır. Kök boğazı çapı, kök uzunluğu ve üst aksamdaki kuru madde miktarının yüksek doz UV-B uygulamasında azaldığı saptanmıştır. Düşük doz UV-B uygulanan patlıcan fidelerinde yaprak rengi Chroma (C\*) değerinin azaldığı tespit edilmiştir. UV-B uygulamalarının patlıcan fidelerinde yaprak rengi L\* değeri, kök boğazı çapı ve yaprak alanını azaltıcı etki yaptığı belirlenmiştir. UV-B ışın uygulamalarının türe ve doz miktarına bağlı olarak fidelerin gelişimi ve morfolojik yapısı üzerine etki ettiği belirlenmiştir.

### ARTICLE INFO

Received 15 November 2018  
Received in revised form 02 January 2019  
Accepted 22 January 2019

#### Keywords:

*Cucumis sativus* L.  
*Solanum lycopersicum* L.  
*Solanum melongena* L.  
UV-B

### ABSTRACT

The aim of the study was to investigate the effects of UV-B irradiation on development and quality of tomato, cucumber and eggplant seedlings. Tomato (*Solanum lycopersicum* L. cv. Alsancak-RN), cucumber (*Cucumis sativus* L. cv) and eggplant (*Solanum melongena* L. cv.) seedlings were subjected to UV-B irradiation 0 kJ m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>, 10.8 kJ m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup> and 16.2 kJ m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup> for 10 days (76.5 min day<sup>-1</sup>-114.75 min day<sup>-1</sup>) when they reached to the first true leaves stage. In this research, seedling length, number of leaves, root collar diameter, root length, root and upper age and dry weights, leaf area, chlorophyll content in leaf and color measurement values were determined. The content of chlorophyll in the tomato seedling was increased in low dose UV-B application and decreased at 16.2 kJ m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup> UV-B irradiation. It was determined that high dose UV-B irradiation caused an increase in the amount of dry matter in the root. Chlorophyll amount in cucumber seedlings increased in low dose UV-B application. Leaf number and leaf area increased in low dose UV-B application, decreased in high dose UV-B application. Decrease was observed on the root collar diameter, root length, upper plant part dry matter with UV-B irradiations. Low dose UV-B applied eggplant seedlings decreased chroma value. It has been determined that UV-B applications reduce L\* color value, root collar diameter and leaf area in eggplant seedlings. UV-B irradiation caused plant development and morphological changes on the seedling depending on the dose and plant species.



## 1. Giriş

Güneşten yayılan enerji, fotosentez yoluyla dünya üzerindeki hayatın hemen hemen tamamının var olmasını sağlayan en önemli kaynaktır. Dünyaya güneşten gelen ışıklardan dalga boyları 4000-3150 Å arasında olan "Ultraviyole A" ışınları dalga boyları 3150-2800 Å arasında olan "Ultraviyole B" ışınları, dalga boyları 2800 Å'dan küçük olan "Ultraviyole C" ışınları olarak adlandırılırlar. Yeryüzüne gelen toplam ışıkların yaklaşık % 39'u dalga boyları 4000-7000 Å arasında olan ve gözle görülebilen, % 60 kadari dalga boyu 7000 Å'dan büyük olan ve % 1 kadari dalga boyu 4000 Å'dan küçük olan ışıklardan oluşmaktadır. Ozon tabakası UV radyasyonu için koruyucu bir bariyerdir. Ozon tabakasındaki incelme, yeryüzüne ulaşan UV-B radyasyon düzeyinde artışa yol açmakta ve bu da biyolojik ve kimyasal süreçleri olumsuz yönde etkilemektedir. Çünkü güneşten kaynaklanan UV-B ya da yakıcı UV ışınları, atmosferin toplam ozon içeriğindeki değişimlere karşı çok hassastır. Ozondaki her % 1'lik azalma, biyosfere ulaşan UV-B ışınında % 1.3-1.8'lik artışa sebep olmaktadır (Anderson ve ark. 1991; McFarland ve Kaye 1992). Bitkiler yapılarındaki farklılıklar nedeniyle ozona dayanıklılık açısından değişkenlik gösterirler. Değişkenlik; bitkinin tür, alt tür ve varyete özelliklerine bağlı olarak değişir (Fedina ve ark. 2010).

Çevre şartlarının bir canlının normal gelişme ve büyümesini olumsuz yönde etkileyecek kadar değişmesi halinde canlılarda oluşan durum stres olarak tanımlanmaktadır. Canlı varlıklar yaşamları boyunca çok sayıda stres faktörü ile karşılaşmaktadır. Fidelere aşırı boyanmanın önlenmesi, çevre koşullarının çok iyi kontrol edilmesi veya büyümeyi geciktirici bazı kimyasal maddelerin kullanılması ile mümkündür. Süs bitkileri yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan bu kimyasallar son yıllarda sayıları hızla artan, ticari sebze fidesi yetiştiriciliği yapan kuruluşlar tarafından da kullanılmaktadır. Ancak, çoğunlukla genç fide döneminde yaprak yüzeyine uygulanan bu maddelerin dozları iyi ayarlanmadığında, fidede kloroza, daha sonraki büyüme ve gelişme döneminde uzun süreli duraklamaya, ürün almada gecikmeye sebep olurken aynı zamanda çevre kirliliğine de yol açmaktadır. (Uslu ve Özgür 2002).

UV-B radyasyonunun eko-fizyolojik rolünü anlamak için UV-B'nin oluşturduğu hasar, tamir veya koruma gibi fizyolojik süreçlerin mekanizmalarının anlaşılması önemlidir (Zlatev ve ark. 2012). Fide işletmelerinde pişkin fide üretimi bitki gelişim düzenleyiciler ya da iklimsel faktörler (sıcaklık, ışık, nem vs.), sulama ve gübreleme dengelerini değiştirmek gibi çeşitli teknikler kullanarak yapılmaktadır. Bu çalışma domates, hıyar

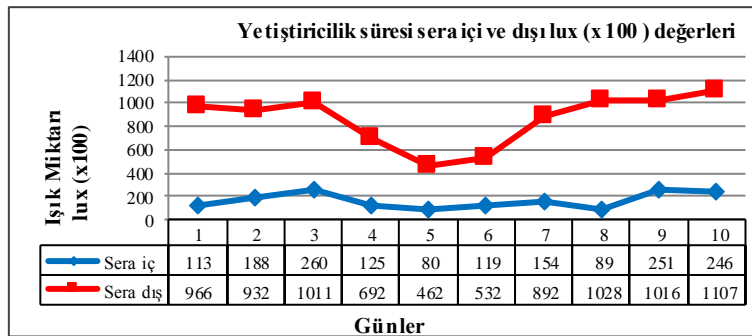
ve patlıcan fidelerine uygulanan farklı dozlardaki UV-B ışın uygulamalarının fidede büyüme ve gelişmeye olan etkisini belirlenmesi ve fide yetiştiriciliğinde adaptasyon ve pişkinleştirme işlemlerine katkı sağlaması amacıyla yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü cam serasında yürütülmüştür. Araştırmada, deneme materyali olarak, Antalya il sınırları içerisindeki ticari bir fide üreticisinden sağlanan domates (*Solanum lycopersicum* L. cv. Alsancak-RN F<sub>1</sub>), hıyar (*Cucumis sativus* L. cv. Çakır F<sub>1</sub>) ve patlıcan (*Solanum melongena* L. cv. Anamur F<sub>1</sub>) fideleri kullanılmıştır.

Fideler, kontrol dahil olmak üzere 3 gruba ayrılmış ve ilk iki grup, stratosferik ozon tabakasındaki % 20 ve % 25'lik incelmeye karşılık gelebilecek doz için sırasıyla 4.25 ve 5.31 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> olarak uygulayan Yuan ve ark. (1998)'nin belirttiği değerler referans alınmıştır. Buna göre çalışmada etkisi görülmek istenen uygulama dozları 10.8 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> (düşük doz) ve 16.2 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> (yüksek doz) olarak belirlenmiştir. Üçüncü grup fidelere ise UV-B ışını uygulanmamış, bu grup kontrol olarak denemede yer almıştır. Sistem, lambaların bitkiler üzerinde farklı yüksekliklere ayarlanmasına imkan verecek şekilde dizayn edilmiştir. UV-B ışın uygulamaları 311 nm dalga boyunda ışın yayan ve 25 mm çapında dar band UV-B lambalar (Philips TL 100W/01 UV-B) ile gerçekleştirilmiştir. Belirtilen dozların ayarlaması, Watt x saniye= Joule formülünden yararlanılarak hesaplanmış ve uygulamaya konulmuştur. İlk uygulamada doz ayarlaması dijital radyometrenin 0 değeri ölçtüğü akşam saatinde, UV-B lambası açılmış ve sensör lambadan 25 cm altta olacak şekilde tutularak yaklaşık 10 farklı noktadan ölçümler yapılmıştır. Radyometrede okunan ortalama 240 µW cm<sup>-2</sup> (2.40 W m<sup>-2</sup>) değeri formülde yerine konulduğunda lambalar; 10.8 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> için 76.5 dk, 16.2 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> için 114.75 dk çalıştırılarak uygulama yapılacak dozlar hesaplanmıştır. Fidelere ilk gerçek yapraklı oldukları dönemde bitki tepe noktasının 25 cm üstüne lambalar yerleştirilerek 10 gün süre ile UV-B ışın uygulaması yapılmıştır. Uygulama süresi boyunca hastalık ve zararlılara karşı herhangi bir bitki koruma ürünü kullanılmamış ve gübreleme yapılmamıştır.

UV-B ışın uygulamasıyla birlikte araştırma serasının hem iç hem de dış koşullardaki anlık ışık miktarı Lux metre (Light Meter Lx-1108) cihazı ile belirlenmiştir. Günlük aynı saatte anlık ışık ölçümü yapılarak değerler kayıt altına alınmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Uygulamaların yapıldığı 13-22/05/2017 tarihlerinde cam serada iç ve dış ışıklandırma değerleri.

Figure 1. Interior and exterior lighting values in glass house between 13-22 /05/2017.

Çalışmada fide boyu, kök boğazı çapı, kök uzunluğu, yaprak sayısı, yaprak alanı, yaprakta klorofil miktarı, yaprak rengi, kök ve toprak üstü aksamda kuru madde ve protein miktarı belirlenmiştir.

Fide boyu ve kök uzunluğu cetvel ile kök boğazı çapı ise dijital kumpas ile ölçülmüştür. Yaprak alanı CI-202 marka lazer yaprak alan ölçer cihazı yardımı ile ölçülüp, ortalama alanları  $\text{cm}^2$  olarak belirtilmiştir. Klorofil miktarı Spad-502 Plus klorofilmetre cihazı ile tespit edilmiştir. Yaprak rengi; 3 ayrı noktada kromametre (CR 400, Minolta, Konica, Tokyo, Japonya) ile  $L^*$ , Chroma ( $C^*$ ) ve Hue ( $H^\circ$ ) açısı değerleri ölçülmüştür.

Kuru madde miktarı belirlenirken örnekler  $70^\circ\text{C}$ 'de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar vakumlu etüvde kurutulduktan sonra desikatörde soğutulup,  $0.0001\text{ g}$ 'a duyarlı dijital bir terazi ile tartılarak gram cinsinden hesaplanmıştır (TS1129/ISO 1026 1998). Protein analizi Leco FP-528 cihazında AOAC 992.23 metoduna göre yapılmıştır (Association of Official Analytical Chemists 1992).

Araştırma 3 tekrürlü ve her tekrürde 15 fide olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. İstatistiksel analizlerde ortalamaların karşılaştırılmasında LSD Çoklu Karşılaştırma Testi ( $P \leq 0.01, 0.05$ ) kullanılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Fide boyu, kök boğazı çapı, kök uzunluğu, yaprak sayısı ve yaprak alanı

Farklı dozlarda UV-B uygulamalarının domates, hıyar ve patlıcan fidelerinin fide boyu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. UV-B uygulamaları domates fidelerinde

kök boğazı çapını artırırken, hıyar ve patlıcan fidelerinin kök boğazı çapında azalmaya neden olmuştur (Çizelge 1, 2 ve 3).

Kontrol grubu ile  $16.2\text{ kJ m}^{-2}\text{ gün}^{-1}$  (yüksek doz) UV-B ışın uygulaması yapılan domates fidelerinde kök uzunluğu istatistiksel olarak benzerlik gösterirken,  $10.8\text{ kJ m}^{-2}\text{ gün}^{-1}$  (düşük doz) UV-B uygulaması yapılan fidelerde kök gelişiminin baskılandığı görülmüştür. Hıyar fidelerinde ise düşük doz UV-B uygulamasının yüksek doz UV-B uygulamasına göre kök uzamasını daha fazla baskıladığı belirlenmiştir (Çizelge 1 ve 2).

Düşük doz UV-B uygulaması domates fidelerinin yaprak sayısında ( $2.83$  adet bitki $^{-1}$ ) azalmaya neden olurken yüksek doz yaprak sayısında ( $3.44$  adet bitki $^{-1}$ ) artışa sebep olmuştur. Buna karşın, hıyar fidelerinde  $10.8\text{ kJ m}^{-2}\text{ gün}^{-1}$  UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde yaprak sayısının ( $2.75$  adet bitki $^{-1}$ ) arttığı,  $16.2\text{ kJ m}^{-2}\text{ gün}^{-1}$  UV-B ışın uygulaması yapılan fidelerde ise yaprak sayısının ( $2.50$  adet bitki $^{-1}$ ) azaldığı tespit edilmiştir. Kontrol grubu fidelerin yaprak sayısı  $2.69$  adet bitki $^{-1}$  ile  $10.8$  ve  $16.2\text{ kJ m}^{-2}\text{ gün}^{-1}$  UV-B uygulaması yapılan fidelerin arasında bir değer olarak UV-B uygulamaları ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 1 ve 2).

$16.2\text{ kJ m}^{-2}\text{ gün}^{-1}$  UV-B ışın uygulaması yapılan hıyar fidelerinde yaprak alanının ( $35.84\text{ cm}^2$ ) kontrol grubuna ( $39.59\text{ cm}^2$ ) göre azaldığı,  $10.8\text{ kJ m}^{-2}\text{ gün}^{-1}$  UV-B ışın uygulaması yapılan hıyar fidelerinde ise yaprak alanının ( $45.37\text{ cm}^2$ ) arttığı belirlenmiştir. Patlıcan fidelerinde UV-B ışın uygulamalarına bağlı olarak yaprak alanı miktarında azalma meydana geldiği görülmüştür.  $10.8\text{ kJ m}^{-2}\text{ gün}^{-1}$  UV-B uygulaması yapılan fidelerde  $35.96\text{ cm}^2$ ,  $16.2\text{ kJ m}^{-2}\text{ gün}^{-1}$  UV-B uygulaması yapılan fidelerde  $37.54\text{ cm}^2$  yaprak alanı saptanmıştır. Kontrol grubu fidelerde ise  $46.09\text{ cm}^2$  ile en fazla yaprak alanı tespit edilmiştir (Çizelge 2 ve 3).

**Çizelge 1.** Farklı UV-B doz uygulamaların domates fidelerinde fide boyu, kök boğazı çapı, kök uzunluğu, yaprak sayısı ve yaprak alanına olan etkisi.

**Table 1.** The effect of different UV-B dose applications on seedling height, root collar diameter, root length, number of leaves and leaf area in tomato seedlings.

Uygulama Dozları	Fide boyu (cm)	Kök boğazı çapı (mm)	Kök uzunluğu (cm)	Yaprak sayısı (adet bitki $^{-1}$ )	Yaprak alanı (cm $^2$ )
Kontrol	10.01	4.06 b	11.51 a	3.06 b	25.70
$10.8\text{ (kJ m}^{-2}\text{ gün}^{-1})$	10.87	4.56 a	8.48 b	2.83 c	27.37
$16.2\text{ (kJ m}^{-2}\text{ gün}^{-1})$	10.83	4.61 a	11.91 a	3.44 a	28.87

LSD  $\%_5$  (fide boyu)= Ö.D., LSD  $\%_5$  (kök boğazı çapı)= 0.430, LSD  $\%_1$  (kök uzunluğu)= 1.106, LSD  $\%_1$  (yaprak sayısı)= 0.187, LSD  $\%_5$  (yaprak alanı)= Ö.D.

**Çizelge 2.** Farklı UV-B doz uygulamaların hıyar fidelerinde fide boyu, kök boğazı çapı, kök uzunluğu, yaprak sayısı ve yaprak alanına olan etkisi.

**Table 2.** The effect of different UV-B dose applications on seedling height, root collar diameter, root length, number of leaves and leaf area in cucumber seedlings.

Uygulama Dozları	Fide boyu (cm)	Kök boğazı çapı (mm)	Kök uzunluğu (cm)	Yaprak sayısı (adet bitki $^{-1}$ )	Yaprak alanı (cm $^2$ )
Kontrol	11.74	6.83 a	10.82 a	2.69 ab	39.59 b
$10.8\text{ (kJ m}^{-2}\text{ gün}^{-1})$	10.86	6.00 b	9.86 c	2.75 a	45.37 a
$16.2\text{ (kJ m}^{-2}\text{ gün}^{-1})$	11.81	5.78 b	10.35 b	2.50 b	35.84 c

LSD  $\%_5$  (fide boyu)= Ö.D., LSD  $\%_5$  (kök boğazı çapı)= 0.558, LSD  $\%_5$  (kök uzunluğu)= 0.339, LSD  $\%_5$  (yaprak sayısı)= 0.195, LSD  $\%_1$  (yaprak alanı)= 2.830.

**Çizelge 3.** Farklı UV-B doz uygulamaların patlıcan fidelerinde fide boyu, kök boğazı çapı, kök uzunluğu, yaprak sayısı ve yaprak alanına olan etkisi.

**Table 3.** The effect of different UV-B dose applications on seedling height, root collar diameter, root length, number of leaves and leaf area in eggplant seedlings.

Uygulama Dozları	Fide boyu (cm)	Kök boğazı çapı (mm)	Kök uzunluğu (cm)	Yaprak sayısı (adet bitki $^{-1}$ )	Yaprak alanı (cm $^2$ )
Kontrol	12.87	4.78 a	8.02	3.44	46.09 a
$10.8\text{ (kJ m}^{-2}\text{ gün}^{-1})$	12.39	3.94 b	7.93	2.94	35.96 b
$16.2\text{ (kJ m}^{-2}\text{ gün}^{-1})$	13.13	4.11 b	7.79	3.11	37.54 b

LSD  $\%_1$  (fide boyu)= Ö.D., LSD  $\%_1$  (kök boğazı çapı)= 0.655, LSD  $\%_1$  (kök uzunluğu)= Ö.D., LSD  $\%_1$  (yaprak sayısı)= Ö.D., LSD  $\%_1$  (yaprak alanı)= 5.302.

Del Corso ve Lercari (1997) serada yetiştirilen domates fidelerinde bitki boyunu kontrol etmek ve fidelerin dış ortama alıştırmalarını sağlamak amacıyla yaptıkları UV-B uygulamaları sonucunda kullanılan doza bağlı olarak UV radyasyon uygulamasının yaprak alanını % 65 oranında azalttığını saptamışlardır. Yürütülen çalışmada ise, hıyar fidelerinde yüksek doz UV-B uygulaması ile, patlıcan fidelerinde UV-B'nin her iki doz uygulaması fide yaprak alanında azalmaya neden olmuştur. Sonuçlar yukarıdaki araştırmacıların sonuçları ile uyum göstermektedir.

Shaukat ve ark. (2013) UV-B ışın uygulamalarının, siyah mercimeğin (*Vigna mungo L.*) çimlenmesi, fide büyümesi üzerine yaptıkları çalışma sonucunda UV-B ışının artmasıyla fidelerdeki kök ve sürgün gelişiminin önemli ölçüde azaldığını belirlemişlerdir. Çalışmamızda hıyar fidelerinde elde edilen sonuçlar araştırmacıların çalışması ile paralellik gösterirken, domates fidelerinde yüksek doz (16.2 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup>) UV-B uygulamasının kök uzunluğunu üzerine bir etkisi olmadığı, 10.8 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> UV-B ışın uygulamasının ise kök uzunluğunda azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir.

### 3.2. Klorofil miktarı, yaprak rengi ( $L^*$ , $C^*$ ve $H^\circ$ açısı değerleri)

Domates ve hıyar fidelerine düşük doz UV-B uygulamalarının klorofil miktarını artırdığı belirlenmiştir. Yüksek doz UV-B uygulaması yapılan domates fidelerinde klorofil miktarı azalırken, kontrol grubu domates fidelerinin klorofil miktarı 48.95 SPAD ile UV-B uygulamaları yapılan fidelere istatistiksel olarak benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Kontrol grubu ile yüksek doz UV-B uygulaması yapılan hıyar fidelerinin klorofil miktarı ise istatistiksel olarak benzerlik göstermektedir (Çizelge 4 ve 5). Onur (2016) fide döneminde yapılan farklı dozlardaki (4.8 ve 9.6 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup>) UV-B ışın uygulaması sonucu Fortunas çeşidi marul fidelerinde 9.6 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> UV-B uygulamasının klorofil miktarını azalttığını belirlemiştir. Domates ve hıyar fidelerinde 16.2 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> UV-B uygulamasının klorofil miktarındaki azaltıcı etkisi Onur (2016)'un araştırma sonuçlarıyla uyum göstermektedir.

**Çizelge 4.** Farklı UV-B doz uygulamaların domates fidelerinde klorofil miktarı,  $C^*$ ,  $L^*$  ve  $H^\circ$  açısı değerleri üzerine etkisi.

**Table 4.** The effects of different UV-B dose applications on chlorophyll content,  $C^*$ ,  $L^*$  ve  $H^\circ$  angle values in tomato seedlings.

Uygulama Dozları	Klorofil miktarı (Spad)	$C^*$	$L^*$	$H^\circ$
Kontrol	48.95 ab	23.11	43.05	126.89
10.8 (kJ m <sup>-2</sup> gün <sup>-1</sup> )	49.34 a	21.45	42.51	126.49
16.2 (kJ m <sup>-2</sup> gün <sup>-1</sup> )	47.77 b	22.19	42.67	126.97

LSD % 1 (klorofil)= 1.294, LSD % 1 (chroma)= Ö.D., LSD % 1 ( $L^*$  renk değeri)= Ö.D., LSD % 1 (hue açısı değeri)= Ö.D.

**Çizelge 5.** Farklı UV-B doz uygulamaların hıyar fidelerinde klorofil miktarı,  $C^*$ ,  $L^*$  ve  $H^\circ$  açısı değerleri üzerine etkisi.

**Table 5.** The effect of different UV-B dose applications on the amount of chlorophyll,  $C^*$ ,  $L^*$  ve  $H^\circ$  angle values in cucumber seedlings.

Uygulama Dozları	Klorofil miktarı (Spad)	$C^*$	$L^*$	$H^\circ$
Kontrol	51.09 b	21.34	36.69	128.64
10.8 (kJ m <sup>-2</sup> gün <sup>-1</sup> )	53.82 a	20.24	35.75	129.03
16.2 (kJ m <sup>-2</sup> gün <sup>-1</sup> )	50.22 b	21.58	37.15	127.87

LSD % 5 (klorofil)= 2.247, LSD % 5 (chroma)= Ö.D., LSD % 5 ( $L^*$  renk değeri)= Ö.D., LSD % 1 (hue açısı değeri)= Ö.D.

**Çizelge 6.** Farklı UV-B doz uygulamaların patlıcan fidelerinde klorofil miktarı,  $C^*$ ,  $L^*$  ve  $H^\circ$  açısı değerleri üzerine etkisi.

**Table 6.** The effects of different UV-B dose applications on chlorophyll content,  $C^*$ ,  $L^*$  ve  $H^\circ$  angle values in eggplant seedlings.

Uygulama Dozları	Klorofil miktarı (Spad)	$C^*$	$L^*$	$H^\circ$
Kontrol	46.94	25.10 a	41.28 a	124.26 a
10.8 (kJ m <sup>-2</sup> gün <sup>-1</sup> )	45.41	23.57 b	40.36 b	124.61 a
16.2 (kJ m <sup>-2</sup> gün <sup>-1</sup> )	47.24	25.10 a	40.64 b	123.32 b

LSD % 1 (klorofil)= Ö.D., LSD % 5 (chroma)= 1.242, LSD % 5 ( $L^*$  renk değeri)= 0.602, LSD % 5 (hue açısı değeri)= 0.721.

10.8 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> UV-B ışın uygulaması yapılan patlıcan fidelerinin yaprak rengine ait  $C^*$  değeri 23.57 ile diğer gruplara göre daha düşük miktarda bulunurken, bu uygulamanın  $C^*$  değerleri üzerine azaltıcı etki yaptığı saptanmıştır. 16.2 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> UV-B ışın uygulaması yapılan fideler ile kontrol grubu fidelerde  $C^*$  değeri 25.10 olarak tespit edilmiştir. UV-B uygulamaları patlıcan fidelerinde yaprak renginin  $L^*$  değerleri üzerine azaltıcı etki gösterirken, yüksek doz UV-B uygulamasının yaprak renginin  $H^\circ$  açısı değerlerinin azalmasına neden olmuştur (Çizelge 6).

Onur (2016) marul fidelerinde farklı iki dozda yaptığı çalışmada 9.6 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> UV-B uygulamasının  $L^*$  renk değerini azaltıcı etki gösterdiğini, 4.8 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> UV-B ışın uygulamasının istatistiksel olarak bir değişikliğe neden olmadığını belirtmiştir. Araştırmacının yüksek doz (9.6 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup>) UV-B uygulaması, çalışmamızda elde edilen sonuçları destekler niteliktedir.

### 3.3. Toprak üstü aksamda ve kökte kuru madde miktarı ve protein miktarı

Hıyar fidelerinde UV-B uygulama dozlarının kök kuru madde miktarını etkilemediği tespit edilirken, 10.8 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> UV-B ışın uygulaması yapılan domates ve patlıcan fidelerinin kök kuru madde miktarı (% 12.94-11.23) ile kontrol grubu domates ve patlıcan fidelerinin kök kuru madde miktarı (% 13.48-11.62) arasında istatistiksel olarak bir farklılık görülmemiştir. 16.2 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> UV-B ışın uygulamasının domates ve patlıcan fidelerinin kökte kuru madde miktarında (% 15.90-14.35) artışa neden olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 7, 8 ve 9).

UV-B uygulama dozlarına paralel olarak hıyar fidelerinde toprak üstü aksamda kuru madde miktarlarında azalma meydana geldiği belirlenmiştir. UV-B uygulama dozu arttıkça hıyar fidelerinin toprak üstü aksam protein içeriğinde artış meydana geldiği, patlıcan fideleri için bu artışın düşük doz UV-B uygulamasında görüldüğü belirlenmiştir (Çizelge 8 ve 9).

**Çizelge 7.** Farklı UV-B doz uygulamalarının domates fidelerinde toprak üstü aksam, kökte kuru madde ve protein miktarı üzerine olan etkisi.

**Table 7.** The effect of different UV-B dose applications on tomato seedlings, above ground, dry matter and protein amount on root.

Uygulama Dozları	Toprak üstü aksamda kuru madde miktarı (%)	Toprak üstü aksamda protein miktarı (%)	Kökte kuru madde miktarı (%)	Kökte protein miktarı (%)
Kontrol	8.88	14.70	13.48 b	11.82
10.8 (kJ m <sup>-2</sup> gün <sup>-1</sup> )	8.66	14.53	12.94 b	10.35
16.2 (kJ m <sup>-2</sup> gün <sup>-1</sup> )	8.72	16.82	15.90 a	11.15

LSD % 5 (toprak üstü kuru madde) = Ö.D., LSD % 5 (toprak üstü protein) = Ö.D., LSD % 5 (kök kuru madde) = 1.582, LSD % 5 (kök protein) = Ö.D.

**Çizelge 8.** Farklı UV-B doz uygulamalarının hıyar fidelerinde toprak üstü aksam, kökte kuru madde ve protein miktarı üzerine olan etkisi.

**Table 8.** The effect of different UV-B dose applications on cucumber seedlings, above ground, dry matter and protein amount on root.

Uygulama Dozları	Toprak üstü aksamda kuru madde miktarı (%)	Toprak üstü aksamda protein miktarı (%)	Kökte kuru madde miktarı (%)	Kökte protein miktarı (%)
Kontrol	8.78 a	19.04 b	12.98	12.08
10.8 (kJ m <sup>-2</sup> gün <sup>-1</sup> )	8.15 ab	19.77 ab	12.00	12.55
16.2 (kJ m <sup>-2</sup> gün <sup>-1</sup> )	7.66 b	21.82 a	12.38	13.81

LSD % 5 (toprak üstü kuru madde) = 0.802, LSD % 5 (toprak üstü protein) = 2.056, LSD % 1 (kök kuru madde) = Ö.D., LSD % 5 (kök protein) = Ö.D.

**Çizelge 9.** Farklı UV-B doz uygulamalarının patlıcan fidelerinde toprak üstü aksam, kökte kuru madde ve protein miktarı üzerine olan etkisi.

**Table 9.** The effect of different UV-B dose applications on the amount of dry matter and protein in the overgrowth, root in eggplant seedlings.

Uygulama Dozları	Toprak üstü aksamda kuru madde miktarı (%)	Toprak üstü aksamda protein miktarı (%)	Kökte kuru madde miktarı (%)	Kökte protein miktarı (%)
Kontrol	11.59	12.34 b	11.62 b	11.20
10.8 (kJ m <sup>-2</sup> gün <sup>-1</sup> )	13.06	20.31 a	11.23 b	13.24
16.2 (kJ m <sup>-2</sup> gün <sup>-1</sup> )	11.47	11.29 b	14.35 a	11.65

LSD % 5 (toprak üstü kuru madde) = Ö.D., LSD % 1 (toprak üstü protein) = 2.384, LSD % 1 (kök kuru madde) = 1.993, LSD % 1 (kök protein) = Ö.D.

#### 4. Sonuç

Fidelerde pişkinleşmeyi sağlamak için stres faktörleri ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Bununla birlikte bir stres faktörü olan UV-B ışın uygulamalarının fide gelişimi ve kalitesi üzerine etkileri önem taşımaktadır.

Domates ve hıyar fidelerinde UV-B ışın uygulamalarının kök gelişimini baskıladığı, domates fidelerinde kök boğazı çapında artışa neden olurken hıyar ve patlıcan fidelerinde kök boğazı çapında azalmaya sebep olduğu belirlenmiştir. 16.2 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> UV-B uygulaması domates ve patlıcan fide köklerinde kuru madde birikimini artırıcı etki göstermiştir. Bu veriler doğrultusunda 16.2 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> UV-B uygulamasının domates fidelerinde kök kuru madde miktarı ve kök boğazı çapında artışa neden olmasından dolayı fide pişkinleşmesinde olumlu rol oynayabileceği düşünülmektedir.

Yaprak sayısı hıyar fidelerinde 16.2 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> uygulamasında artarken yaprak alanı bu uygulama ile azalmıştır. Domates fidelerinde ise 10.8 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> uygulamasında yaprak sayısı azalırken 16.2 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> uygulamasında yaprak sayısında artış meydana gelmiştir. UV-B uygulaması yapılan patlıcan fidelerinde yaprak alanında azalma saptanmıştır.

Patlıcan fidelerinde yaprak renginin C\* değerleri 10.8 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> uygulamasında azalırken, L\* değerleri her iki dozda da düşüş göstermiştir. H<sup>o</sup> açısı değerleri ise 16.2 kJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> uygulamasında azalmıştır. UV-B uygulaması patlıcan fide yapraklarının mat ve donuk bir görünüm kazanmasına neden olmuştur.

Dünyamıza ulaşan UV-B ışınlarının bitkiler ve canlılar üzerine olan etkileri son yıllarda yapılan araştırmalarla önem kazanmıştır. Çalışmanın fide döneminde yapılacak uygulamaların fide yetiştiriciliğinde veya hazır fide sektöründe adaptasyon, patojenlere dayanıklılık ve pişkinleştirme işlemine

katkı sağlaması açısından önemli sonuçlar içerebileceği düşünülmektedir.

#### Teşekkür

Bu araştırma yüksek lisans tez çalışmasındaki verilerin bir kısmından oluşmaktadır. Desteklerinden dolayı Akdeniz Üniversitesine teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- Anderson JG, Toohey DW, Brune WH (1991) Free radicals within the Antarctic vortex: The role of CFCs in Antarctic Ozone Loss. *Science* 251: 39-46.
- AOAC (1992) Official Method 992.23. Crude Protein in Cereal Grains and Oilseeds. Washington DC, USA.
- Del Corso G, Lercari B (1997) Use of UV radiation for control of height and conditioning of tomato transplants (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Scientia Horticulturae* 71: 27-34.
- Fedina I, Hidema J, Velitchkova M, Georgieva K, Nedeva D (2010) UV-B induced stress responses in three rice cultivars. *Biologia Plantarum* 54: 571-574.
- McFarland M, Kaye J (1992) Chlorofluorocarbons and ozone. *Photochemistry and Photobiology*, 55: 911-929.
- Onur A (2016) Marullarda Fide Döneminde Yapılan UV-B Işın Uygulamalarının Bitki Gelişimi, Ürün Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Shaukat SS, Farooq MA, Siddiqui MF, Zaidi S (2013) Effect of enhanced UV-B radiation on germination, seedling growth and biochemical responses of *Vigna mungo* (L.) hepper. *Pakistan Journal of Botany* 45(3): 779-785.
- TS1129/ISO 1026 (1998) Meyve ve sebze ürünleri düşük basınç altında kurutma ile kurumadde ve azeotropik distilasyon metodu ile su muhtevasının tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Yayın No: 1129/ISO 1026, Ankara.

- Uslu A, Özgür M (2002) Hıyar Fidesi Yetiştiriciliğinde Boylanmanın Kontrolü Üzerine Bazı Büyüme Düzenleyici Maddelerin Etkisi. VI. Sebze Tarımı Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa, s. 49-56.
- Yuan L, Ming Y, Xunling W (1998) Effects of enhanced ultraviolet-B radiation on crop structure, growth and yield components of spring wheat under field conditions. *Field Crops Research*, 57(3): 253-263.
- Zlatev ZS, Lidon FC, Kaimakanova M (2012) Plant physiological responses to UV-B radiation. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 6: 481-501.





## Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin verim ve verim unsurları ile glutenin ve gliadin bant desenlerinin belirlenmesi\*

Determination of yield, yield components, glutenin and gliadin patterns of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes

Bekir AKTAŞ<sup>1</sup>, Saime Ünver İKİNCİKARAKAYA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü, Yenimahalle/Ankara

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Dışkapı/Ankara

Sorumlu yazar (Corresponding author): B. Aktaş, e-posta (e-mail): bekir\_aktas@yahoo.com

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): sunver@agri.ankara.edu.tr

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 15 Ağustos 2018  
Düzeltilme tarihi 04 Ocak 2019  
Kabul tarihi 07 Ocak 2019

#### Anahtar Kelimeler:

Ekmeklik buğday  
Verim  
Verim unsurları  
Glutenin  
Gliadin

### ÖZ

Bu çalışma; Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde 2007-2008 ve 2008-2009 yetiştirme dönemlerinde yürütülmüştür. Tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak 17 ekmeklik buğday çeşidi ile yürütülen bu çalışmada; çeşitlerin verim ve verime etkili bazı unsurların farklı iki yılda değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. İklim koşulları açısından araştırmanın yürütüldüğü iki yetiştirme dönemi, uzun yıllar ortalamasına göre oldukça farklılık göstermiştir. İncelenen tüm özellikler bakımından yıllar arasında farklılık önemli bulunmuş bu nedenle yıllar birleştirilmeden ayrı ayrı değerlendirilmiştir. İncelenen tüm özellikler yönünden çeşitler arasındaki farklılıklar da önemli bulunmuş ve çeşitler gruplandırılmıştır. En düşük ve en yüksek değerlere göre sırasıyla birinci ve ikinci yıl; metrekarede fertil başak sayısı 253.8-385.0 ve 306.3-532.5 adet, başakta fertil başakçık sayısı 13.85-20.03 ve 15.60-20.20 adet, başakta tane sayısı 22.58-43.75 ve 26.18-50.43 adet, başakta tane verimi 0.818-1.626 ve 1.090-2.253 g, birim alan tane verimi 127.5-192.2 ve 219.2-420.2 kg da<sup>-1</sup>, bin tane ağırlığı 28.08-34.12 ve 33.36-45.23 g arasında değişim göstermiştir. Glu-A1 lokusunda; 11 çeşit 2\*, 4 çeşit 1 bandına sahip olup, 2 çeşitte ise bant bulunmamıştır. Glu-B1 lokusunda; 10 çeşit 7+8, 3 çeşit 7+9, 3 çeşit 17+18 bantları ve 1 çeşit ise 7 bandı taşımaktadır. Glu-D1 lokusunda; 11 çeşit 5+10, 6 çeşit ise 2+12 bantlarına sahiptir.

### ARTICLE INFO

Received 15 August 2018  
Received in revised form 04 January 2019  
Accepted 07 January 2019

#### Keywords:

Bread wheat  
Yield  
Yield components  
Glutenin  
Gliadin

### ABSTRACT

This study was carried out at the Ankara University, Faculty of Agriculture, Haymana Research and Application Farm during 2007-2008 and 2008-2009 growing seasons. In this research, the aim of this study was to determine the variation of yield and some of the yield components that affect yield on different varieties in two years. The experiments were conducted with four replications in randomized complete block design with 17 bread wheat varieties. In terms of climate conditions, the two growing cycles in which the study was conducted were considerably different compared to average of long years. The results obtained for the analyzed parameters per year were significantly different; therefore, the years were separately evaluated. The differences among the varieties in relation to all characteristics taken into account were found out to be important so the varieties were grouped. According to minimum and maximum values of the varieties for the first year and second year respectively, fertile spike number per square meter ranged from 253.8 to 385.0 and it varied from 306.3-532.5, number of fertile spikelets per spike 13.85-20.03 and 15.60-20.20, number of grain per spike 22.58-43.75 and 26.18-50.43, grain weight per spike 0.818-1.626 g and 1.090-2.253 g, grain yield 127.5-192.2 kg da<sup>-1</sup> and 219.2-420.2 kg da<sup>-1</sup>, 1000 kernel weight 28.08-34.12 g and 33.36-45.23 g. Band 2\* (in 11 varieties), band 1 (in 4 varieties) and no band (in 2 varieties) on Glu-A1 locus have been determined. Bands 7+8 (in 10 varieties), bands 7+9 (in 3 varieties), bands 17+18 (in 3 varieties) and band 7 (in one variety) on Glu-B1 locus have been determined. Bands 5+10 (in 11 varieties), bands 2+12 (in 6 varieties) on Glu-D1 locus have been determined.

\*Doktora tezinden üretilmiştir.

## 1. Giriş

Ülkemizde insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan buğday, adaptasyon yeteneğinin yüksek olması nedeniyle büyük ekiliş alanına ve yüksek bir üretim değerine sahiptir. Gıdanın öneminin her geçen gün arttığı dünyada buğdaya olan ihtiyaç, gelecekte de artarak devam edecektir (Kün 1988). Ülkemizin tarımsal alanının büyük bir bölümünün ekolojik şartlarının buğday tarımını zorunlu kılması yanında makinalı tarıma uygunluğu, ürünün muhafazası, pazarlaması ve taşınmasının kolay olması gibi etkenler de buğday tarımının yaygınlığını arttırmaktadır (Akkaya 1994).

Küresel ısınma sonucunda dünyada olduğu gibi ülkemizde de uzun yıllar ortalamalarından büyük sapmalar yaşanmaktadır. Bunun sonucunda tarımsal üretimde düşüşler yaşanmaktadır. 2007-2008 ekim yılında kuraklık ve sıcaklıkların yüksek seyretmesi buğday üretiminde düşüşe neden olmuştur. Bir sonraki ekim yılında ise ekilen alan hemen hemen aynı iken üretim miktarı yaklaşık 3 milyon ton artış göstermiştir (TÜİK 2017). Üretimdeki artışa karşılık un ve makarna sanayicisi açısından kalite sorunu ortaya çıkmıştır. Türkiye’de buğday tarımı yapılan alanların önemli bir kısmını sulama yapılmayan kuru tarım alanları oluşturmaktadır (Aydoğan ve Soylu 2017). Kontrol edilemeyen ekolojik koşullar, ıslahçıları değişken çevre şartlarına uyum yeteneği yüksek genotipleri elde etmeye yönlendirmektedir.

Türkiye’nin farklı ekolojilere sahip olması nedeniyle uzun yıllar süren bitki ıslah çalışmaları ile elde edilen yeni çeşitlerin kayıt altına alınmasında bölgesel denemeler yapılmaktadır. Bölgesel denemeler yanında kuru ve sulu koşullar da ayrı ayrı değerlendirilmektedir. Orta Anadolu Bölgesinin sahip olduğu iklim koşullarından dolayı temel tarımsal ürünü buğday ve arpadır. Uzun yıllar boyunca Bezostaja 1 ve Gerek 79, Orta Anadolu Bölgesi kuru tarım alanlarında en fazla ekiliş sahip çeşitler olmuştur. 2008 yılında; Bezostaja 1 çeşidi 35 556 ton, Gerek 79 ise 5 831 ton sertifikalı tohumluk üretimine sahiptir (TTSM 2009). 2016 yılına gelindiğinde; Bezostaja 1 çeşidi 17 768 ton, Sönmez 2001 12 938 ton, Tosunbey 9 252 ton, Bayraktar 2000 7 944 ton sertifikalı tohumluk üretimine sahiptir

**Çizelge 1.** Deneme yerine ait iklim verileri (MGM 2009).

**Table 1.** Climatic data of experimental area (MGM 2009).

Aylar	Yağış (mm)			Sıcaklık (°C)			Nispi Nem (%)		
	2007-08	2008-09	U.Y. Ort.	2007-08	2008-09	U.Y. Ort.	2007-08	2008-09	U.Y. Ort.
Eylül	0	38.3	17.1	17.9	17.4	17.0	41.0	58.6	53.1
Ekim	16.1	17.9	22.3	12.3	10.6	11.6	56.0	74.7	65.4
Kasım	79.1	39.3	30.8	5.4	6.2	5.1	78.0	82.7	73.1
Aralık	46.5	33.0	40.7	-4.8	-0.9	0.4	82.0	93.1	79.4
Ocak	17.0	48.2	34.8	-5.7	0	-1.7	87.7	89.1	78.3
Şubat	16.0	69.0	32.6	-2.4	1.8	-0.3	78.9	87.6	76.4
Mart	52.2	65.7	36.4	7.9	2.9	4.1	64.5	81.2	73.1
Nisan	24.6	59.4	39.6	11.5	8.6	9.4	61.9	73.9	65.4
Mayıs	41.6	41.7	45.5	12.8	13.1	13.8	59.9	69.3	63.3
Haziran	15.9	43.3	30.9	19.4	18.9	18.1	47.9	56.2	57.5
Temmuz	0	24.5	15.0	22.1	21.1	21.6	41.5	54.8	49.8
Ağustos	0	21.8	12.7	23.7	22.7	21.6	40.0	89.1	48.6
<b>Toplam</b>	<b>309.0</b>	<b>502.1</b>	<b>358.4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Ortalama</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>10.0</b>	<b>10.2</b>	<b>10.1</b>	<b>61.6</b>	<b>75.9</b>	<b>65.3</b>

(TTSM 2016). Gerek 79 çeşidinin ise yok denecek kadar az sertifikalı tohumluk üretimi bulunmaktadır.

Yurtdışından ülkemize getirilen çeşitlerin büyük bölümü Avrupa ülkelerinde ıslah edilmiş çeşitlerdir. Bu çeşitlerin tescil başvuruları, ağırlıklı olarak yıllık yağış miktarı fazla veya sulu tarım yapılan bölgeler için yapılmaktadır. Özellikle Orta Anadolu Bölgesi kuru koşullar için yurtdışı kökenli çeşit başvurusu yok denecek kadar azdır. Bu çalışmada; Orta Anadolu Bölgesi için tescil edilmiş çeşitlerin aynı çevre koşullarında verim ve verim üzerine etkili unsurların belirlenmesi ile biyokimyasal desenlerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada; Bezostaja 1, Köse 220/39, Kıraç 66, Gerek 79, Gün 91, Kırgız 95, İkizce 96, Aydın 98, Harmankaya 99, Karahan 99, Altay 2000, Demir 2000, Bayraktar 2000, Sönmez 2001, Tosunbey, Seval ve Müfitbey ekmeleklik buğday çeşitleri materyal olarak kullanılmıştır. Bezostaja 1; Rusya’da ıslah edilmiş, ülkemizde 1968 yılında kayıt altına alınmıştır. Diğer 16 çeşit ise sırasıyla Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ve Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından kuru koşullar için farklı yıllarda ıslah edilmiştir.

Deneme alanı İç Anadolu Bölgesinin karasal iklim yapısına sahip olup, ortalama aylık ve uzun yıllar sıcaklık, yağış ve oransal nem değerleri Çizelge 1’de verilmiştir (MGM 2009). Bu veriler incelendiğinde, iki yetiştirme döneminde yağış miktarı ve dağılımı ile sıcaklık bakımından uzun yıllar ortalamasından sapmalar göstermiştir. İlk deneme yılında yıllık toplam yağış miktarı 309.0 mm, ikinci yetiştirme döneminde ise büyük bir artış göstererek 502.1 mm olarak gerçekleşmiştir. Deneme alanı; kahverengi toprak grubunda olup, kireç oranı yüksektir. Organik madde miktarı ve fosfor az, potasyum yeterli seviyededir. Her iki yetiştirme döneminde denemeler birbirine yakın nadas yapılan parsellerde kurulmuştur.

Denemeler; Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde 2 yetiştirme dönemi (2007-2008 ve 2008-2009) boyunca tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Çeşitler; 20 cm sıra aralığında, altı sıralı parsel ekim makinası kullanılarak 6 m<sup>2</sup> alana sahip parsellere (5x1.2 m) ekilmiştir. Metrekareye 500 adet canlı tohum düşecek şekilde, her çeşit için tohumluk miktarı hesaplanmıştır. Ekimde 2.3 kg da<sup>-1</sup> N ve 6.0 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> hesabıyla DAP gübresi verilmiştir. Sapa kalkma öncesinde 3.7 kg da<sup>-1</sup> N hesabıyla % 33'lük amonyum nitrat verilmiştir.

Bu çalışmada incelenen özelliklere ait verilerin elde edilmesinde, Tosun ve Yurtman (1973), Geçit (1982) ve Ünver (1995) tarafından ortaya konan yöntemlerden faydalanılmıştır. Veriler SAS (SAS Institute 1998) programı ile tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizine alınmıştır. İstatistiksel önemlilik seviyelerinin belirlenmesinde F testinden yararlanılmış iken ortalamaların farklılık gruplandırılmalarında ise Duncan testi kullanılmıştır.

Çeşitlerin biyokimyasal yönden tanımlanmasında yüksek molekül ağırlıklı glutenin bant desenlerinin belirlenmesi için SDS-PAGE yöntemi kullanılmıştır (UPOV 2017). Düşük molekül ağırlıklı gliadin bant desenlerinin belirlenmesinde ise Khan ve ark. (1990)'ın önerdiği yöntem uygulanmıştır.

Gliadin bantlarının değerlendirilmesinde, bantların nispi hareketliliği (Rm) ve nispi yoğunluğu (Ri) esas alınmıştır. Nispi yoğunlukta; en az boyanan bantlara 1, en koyu boyanan bantlara ise 5 değeri verilmiştir (Bushuk ve Zillman 1978). Bantların nispi hareketliliği;

$$Rm = \frac{\text{İncelenen bandın orijinden uzaklığı}}{\text{Referans bandın orijinden uzaklığı}} \times 50$$

formülüne göre hesaplanmıştır. Referans çeşit olarak Neepawa çeşidi kullanılmıştır. Neepawa'nın da R50 bandı nispi hareketliliğin ölçümünde referans alınmıştır. Araştırmada kullanılan çeşitlerin gliadin bantlarında, referans alınan banda kadar okuma yapılmıştır. Referans bandın altındaki daha düşük molekül ağırlığındaki bantlarda ise okuma yapılmamıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Yılların birleşik varyans analizinde, incelenen tüm özelliklerde yıllar arası farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuş ve bu nedenle yıllar ayrı ayrı değerlendirilmiştir. İncelenen özelliklerin F değerleri, ortalama değerler, Duncan farklılık gruplandırmaları ve varyasyon katsayıları sırasıyla Çizelge 2 ve Çizelge 3'te verilmiştir.

#### 3.1. Metrekarede fertil başak sayısı

Metrekarede fertil başak sayısı bakımından 2007-2008 yetiştirme döneminde 385.0 başak m<sup>-2</sup> ile Bayraktar 2000 çeşidi ilk sırada yer almıştır. Demir 2000 çeşidi 253.8 başak m<sup>-2</sup> ile en düşük metrekarede başak sayısını göstermiştir. 2008-2009 yetiştirme döneminde de Bayraktar 2000 çeşidi 532.5 başak m<sup>-2</sup> ile en yüksek metrekarede başak sayısını verirken, 306.3 başak m<sup>-2</sup> ile Bezostaja 1 çeşidi son sırada yer almıştır. Her iki deneme yılında da Altay 2000, Bezostaja 1 ve Demir 2000 çeşitleri en düşük metrekarede başak sayısını gösteren çeşitler olmuştur. İkinci deneme yılında yıllık toplam yağışta ilk yıla göre 193.1 mm'lik bir yükseliş yaşanmış ve tüm çeşitlerin metrekarede fertil başak sayısında artış gözlemlenmiştir. Ancak çeşitler, metrekarede fertil başak sayısındaki oransal artış yönünden büyük farklılıklar göstermiştir. Çevre koşullarındaki iyileşmeye karşın çeşitlerin kardeşlenme potansiyellerinin birbirinden farklı oranda artış göstermesi genetik yapının da oldukça önemli olduğunu doğrulamaktadır.

**Çizelge 2.** Ekmeklik buğday çeşitlerinde metrekarede fertil başak sayısı, başakta fertil başakçık sayısı, başakta tane sayısına ait ortalamaların farklılık gruplandırmaları ve bazı istatistiksel değerleri.

**Table 2.** The grouping according to mean difference and some statistical values of fertile spike number per square meter, number of fertile spikelets per spike and number of grain per spike on the bread wheat varieties.

Çeşitler	Metrekarede Fertil Başak Sayısı		Başakta Fertil Başakçık Sayısı		Başakta Tane Sayısı	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Köse 220/39	320.0 a-e	437.5 bcd	14.03 ij	16.43 e	22.58 g	26.18 h
Bezostaja 1	260.0 de	306.3 g	17.33 c	18.78 b	38.00 bcd	40.73 e
Kıraç 66	307.5 a-e	437.5 bcd	15.00 f-1	18.95 b	27.10 f	35.48 g
Gerek 79	325.0 a-e	450.0 bc	15.35 d-g	16.58 e	31.98 e	37.05 fg
Gün 91	293.8 b-e	426.3 bcd	19.00 b	20.20 a	38.88 bc	43.73 cd
Kırgız 95	381.8 a	388.8 cde	14.93 gh1	16.85 de	32.40 e	39.38 ef
İkizce 96	336.3 a-d	462.5 b	16.00 def	17.20 cd	34.00 de	40.55 e
Aytın 98	330.0 a-e	408.8 b-e	13.85 j	15.60 f	27.38 f	37.38 fg
Harmankaya 99	306.3 a-e	416.3 b-e	18.80 b	18.75 b	42.25 ab	50.43 a
Karahan 99	303.8 a-e	446.3 bc	15.65 d-g	17.68 c	31.65 e	36.48 g
Altay 2000	283.3 cde	351.3 efg	16.20 de	18.78 b	33.63 de	45.78 bcd
Demir 2000	253.8 e	313.8 fg	20.03 a	19.95 a	43.75 a	47.33 b
Bayraktar 2000	385.0 a	532.5 a	14.28 hij	15.80 f	32.00 e	37.23 fg
Sönmez 2001	360.0 abc	423.8 bcd	16.33 d	17.30 cd	38.70 bc	43.35 d
Tosunbey	307.5 a-e	377.5 def	14.95 f-1	16.60 e	35.28 cde	49.75 a
Seval	373.3 ab	376.3 def	15.23 e-h	16.93 de	33.33 de	40.13 e
Müfitbey	345.0 abc	372.5 def	18.28 b	19.75 a	35.23 cde	46.05 bc
Ortalama	321.9	407.5	16.19	17.77	34.01	41.00
F (Çeşitler)	2.57**	7.58**	32.16**	69.05**	13.72**	52.18**
V.K. (%)	15.1	10.0	4.1	2.0	8.6	4.1

**Çizelge 3.** Ekmeklik buğday çeşitlerinde başakta tane verimi, birim alan tane verimi, bin tane ağırlığına ait ortalamaların farklılık gruplandırmaları ve bazı istatistiksel değerleri.

**Table 3.** The grouping according to mean difference and some statistical values of grain weight per spike, grain yield and 1000 kernel weight on the bread wheat varieties.

Çeşitler	Başakta Tane Verimi (g)		Birim Alan Tane Verimi (kg da <sup>-1</sup> )		Bin Tane Ağırlığı (g)	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Köse 220/39	0.818 ı	1.090 g	146.3 b-e	219.2 h	29.33 c-f	35.41 h
Bezostaja I	1.394 bc	1.763 d	169.7 abc	265.0 g	33.57 a	39.56 de
Kıraç 66	0.827 hı	1.270 f	156.3 a-e	275.8 fg	30.45 bc	33.36 ı
Gerek 79	1.043 e-h	1.491 e	192.2 a	344.6 cde	29.11 def	35.57 h
Gün 91	1.220 cde	1.774 d	127.5 e	361.9 b-e	28.70 ef	37.49 g
Kırgız 95	1.161 def	1.816 cd	188.2 a	385.6 abc	33.12 a	41.08 cd
İkizce 96	0.970 fgh	1.609 e	176.3 abc	318.6 ef	28.08 f	34.80 h
Aytın 98	0.923 ghı	1.561 e	139.4 cde	335.4 de	29.99 bcd	39.15 ef
Harmankaya 99	1.492 ab	2.223 a	177.9 ab	389.4 abc	33.67 a	43.65 b
Karahan 99	1.126 d-g	1.539 e	150.0 b-e	330.6 de	33.54 a	38.64 ef
Altay 2000	1.127 d-g	1.966 b	131.9 de	347.5 cde	28.68 ef	39.51 de
Demir 2000	1.626 a	2.192 a	149.1 b-e	377.5 a-d	34.12 a	42.32 bc
Bayraktar 2000	1.195 c-f	1.595 e	177.2 ab	420.2 a	34.07 a	39.46 e
Sönmez 2001	1.392 bc	1.966 b	175.0 abc	346.9 cde	33.37 a	39.56 de
Tosunbey	1.120 d-g	1.928 bc	164.1 a-e	391.3 abc	28.66 ef	37.67 fg
Seval	1.071 efg	1.749 d	167.5 a-d	358.6 b-e	29.79 cde	39.92 de
Müfitbey	1.330 bcd	2.253 a	148.5 b-e	404.2 ab	31.06 b	45.23 a
Ortalama	1.167	1.752	161.0	345.4	31.13	38.96
F (Çeşitler)	10.40**	47.72**	3.03**	12.29**	33.28**	38.75**
V.K. (%)	12.0	5.3	13.7	8.7	2.5	2.6

Metrekarede başak sayısında genotipin etkisi yanında kuraklık stresinin etkisi de önemlidir (Simane ve ark. 1993). Verim unsurları içerisinde metrekarede başak sayısı, tane verimine doğrudan etkisi nedeniyle birinci seviyede önemlidir (Sönmez ve ark. 1999). Birim alandan alınan tane veriminin artırılmasında yüksek metrekarede fertil başak sayısına sahip olan genotipler önem kazanmaktadır (Öztürk ve Akten 1999). Naneli ve ark. (2015) kış aylarındaki yağıştaki düşüşün kardeşlenmeyi olumsuz etkilediğini, bahar aylarındaki düşük yağışın başak oluşum ve gelişimini olumsuz etkileyebileceğini belirtmişlerdir. Kaydan ve Yağmur (2008)'un 16 ekmeklik buğday çeşidi ile Van koşullarında yaptığı araştırmada metrekarede fertil başak sayısı ortalamalarını 265.3-412.3 başak m<sup>-2</sup>, Dönmez (2002)'in Haymana'da 25 ekmeklik buğday genotipi ile yaptığı araştırmada metrekarede fertil başak sayısı ortalamalarını 242.8-597.5 başak m<sup>-2</sup> olarak gözlemlediği araştırma ile bulgularımız benzerlik taşımaktadır. Çağlar ve ark. (2006)'nın ekmeklik buğdayda metrekarede fertil başak sayısı ortalamalarını 373.8-604.4 başak m<sup>-2</sup> gözlemlemiş ve Demir 2000'in en düşük metrekarede başak sayısına sahip çeşitlerden biri olduğunu vurguladıkları çalışma ile elde ettiğimiz veriler uyumludur.

### 3.2. Başakta fertil başakçık sayısı

Başakta fertil başakçık sayısı yönünden ilk yıl deneme sonuçları incelendiğinde; 20.03 adet ile en yüksek değer Demir 2000'nden elde edilirken, en düşük değeri 13.85 fertil başakçık/başak ile Aykın 98 göstermiştir. Diğer çeşitler bu iki değer arasında yer almıştır. İkinci deneme yılında Gün 91 çeşidi 20.20 fertil başakçık/başak sayısı ile en yüksek değeri alırken, bunu Demir 2000 çeşidi 19.95 fertil başakçık/başak ile izlemiştir. Yine ilk yıl olduğu gibi Aykın 98 çeşidi ikinci yılda en düşük başakta fertil başakçık sayısını gösteren çeşit olmuştur. Başakta fertil başakçık sayısı ortalamaları bakımından

çeşitler istatistiksel olarak % 5 önemlilik seviyesinde ilk yıl 10, ikinci yıl ise 6 farklı grupta yer almıştır.

İlk deneme yılında Gün 91 çeşidinin başaklarının uç kısımlarında steril başakçık oluşumları gözlemlenmiştir. Bezostaja I çeşidinde ise ekstra başakçık oluşumları görülmüştür. Genotiplerin fazladan başakçık oluşturma eğilimleri farklı olup, çeşit teşhisinde kullanılabilir (Hervey-Murray 1980). Başakta fertil başakçık sayısı başakta tane sayısına doğrudan etkisi nedeniyle önemlidir. Başakta fertil başakçık sayısının genotipe ve çevreye (Kün 1996), birim alandaki fertil başak sayısına (Demir 1982), ana sap ve kardeşler ile ekim sıklığına (Geçit 1982) bağlı olduğu belirtilmektedir.

### 3.3. Başakta tane sayısı

Başakta tane sayısı ortalamaları birinci yıl 34.01 tane/başak, ikinci yıl ise 41.00 tane/başak olarak belirlenmiştir. Birinci deneme yılında; Demir 2000 çeşidi 43.75 tane/başak ile en yüksek başakta tane sayısı ortalamasını göstermiş, bu çeşidi 42.25 tane/başak ortalama ile Harmankaya 99 çeşidi takip etmiştir. Başakta tane sayısı ortalamalarında en düşük değer ise Köse 220/39 çeşidinden (22.58 tane/başak) elde edilmiştir. İkinci deneme yılında; en yüksek başakta tane sayısı ortalamalarını Harmankaya 99 (50.43 tane/başak) ve Tosunbey (49.75 tane/başak) çeşitleri vermiştir. İlk yetiştirme döneminde olduğu gibi ikinci yılda da en düşük başakta tane sayısı ortalamasını yine Köse 220/39 (26.18 tane/başak) çeşidi göstermiştir.

Olumsuz çevre şartları, başaktaki başakçık ve başakçıkta çiçek sayısında azalmaya veya tozlanmış çiçeklerin ölümü nedeniyle başaktaki tane sayısında kayıplara neden olabilmektedir. Birim alan tane veriminin yükseltilmesi için başakta tane sayısı fazla genotiplere ve başakta tane sayısını artırıcı tarımsal uygulamalara önem verilmelidir (Öztürk ve

Akten 1999). Kaydan ve Yağmur (2008), Kınacı ve ark. (2008), Dönmez (2002) ve Aydoğan ve Soylu (2017)'nin araştırmalarında elde ettiği sonuçlar ile bulgularımız benzerlik içerisindedir.

### 3.4. Başakta tane verimi

Birinci yetiştirme döneminde başakta tane verimine ait ortalama 1.167 g, ikinci yetiştirme döneminde ise 1.752 g olarak gerçekleşmiştir. İlk yıl Demir 2000 1.626 g ile, ikinci yıl ise 2.253 g ile Müfitbey çeşidi en yüksek başakta tane verimi ortalamasını vermiştir. Her iki deneme yılında da Köse 220/39 çeşidi en düşük ortalama değere sahip çeşit olmuştur. Başakta tane verimi ortalamaları istatistik olarak % 5 önemlilik düzeyinde ilk yıl 9, ikinci yılda ise 7 farklı grupta yer almıştır.

Buğdayda tane verimini arttırmak için, başakta tane sayısı yanında başakta tane ağırlığının da artırılması gerekmektedir. Verimi doğrudan etkileyen ana öğelerden biri de başakta tane ağırlığıdır (Kahraman 2006). Başakta tane verimi ana sap ve kardeşlere (Geçit ve ark. 1987), genotipe ve çevreye (Çölkesen ve ark. 1999), başak boyu ile başaktaki tane sayısına (Akdamar ve ark. 2002), ekim zamanına (Kahraman 2006), ekim sıklığına (Geçit 1982) göre değişmektedir. Kahraman (2006), Kınacı ve ark. (2008)'nin çalışmalarında elde ettikleri bulgularla sonuçlarımız uyumludur.

### 3.5. Birim alan tane verimi

Birim alan tane verimi yönünden 2007-2008 yetiştirme döneminde çeşitler ortalaması 161.0 kg da<sup>-1</sup> iken 2008-2009 döneminde 345.4 kg da<sup>-1</sup> olarak gerçekleşmiştir. Birinci yıl Gerek 79 192.2 kg da<sup>-1</sup> verimi ile ilk sırada yer alırken 127.5 kg da<sup>-1</sup> ile Gün 91 çeşidi son sırada yer almıştır. İkinci yıl Bayraktar 2000 420.2 kg da<sup>-1</sup> ile en yüksek birim alan tane verimini verirken Köse 220/39 çeşidi 219.2 kg da<sup>-1</sup> ile en düşük değeri göstermiştir. Birim alan tane veriminde; az yağışlı geçen ilk yılda istatistik olarak % 5 önemlilik seviyesinde 5, yağışlı geçen ikinci deneme yılında ise ortalamalar 8 farklı grupta toplanmıştır. Daha yağışlı geçen ikinci yılda Köse 220/39 çeşidinde yatma görülmüştür. Birinci yetiştirme döneminde Gün 91'de ise özellikle başakların uç kısmında sterilit gözlenmiştir. Gün 91 çeşidi ilk deneme yılına göre ikinci yıl birim alan tane verimini en çok arttıran çeşitlerden biri olmuştur.

Birim alan tane verimi genotip, çevre ve kültürel işlemlerinin etkisi altındadır. İki deneme yılının iklim verileri incelendiğinde özellikle yağış ve sıcaklık yönünden uzun yıllar ortalamalarından büyük sapmalar gösterdiği görülmektedir. İkinci deneme yılında tüm verim unsurları ilk yıla göre artış göstermiştir. Birim alan tane veriminde de yaklaşık iki katlık bir artış görülmüştür. Birim alan tane verimine ait elde ettiğimiz

bulgular Dönmez (2002) ve Aydoğan ve ark. (2007)'nin bulgularıyla uyum içerisindedir.

### 3.6. Bin tane ağırlığı

Bin tane ağırlığı bakımından birinci deneme yılında 34.12 g ile Demir 2000 çeşidi ilk sırada yer alırken, İkizce 96 çeşidi 28.08 g ile son sırada yer almıştır. İkinci deneme yılında en yüksek bin tane ağırlığını 45.23 g ortalama değeri ile Müfitbey, en düşük değer ise 33.36 g ile Kıraç 66 çeşidinden elde edilmiştir. İlk yetiştirme döneminde çeşitlerin ortalaması 31.13 g, ikinci yetiştirme döneminde ise 38.96 g olarak belirlenmiştir. İkinci deneme yılında ilk yıla göre bin tane ağırlığını en fazla arttıran çeşit Müfitbey olmuştur. Altay 2000 ve Seval çeşitleri bu artışta Müfitbey'i takip etmiştir.

Bin tane ağırlığı; genotipe (Genç ve ark. 1993), m<sup>2</sup>'de fertil başak sayısı ve başakta tane sayısına (Öztürk ve Akten 1999), ekolojik koşullara (Kün 1996) bağlı olarak değişmektedir. Bitkinin ana sapına ve kardeşlerine ait başaklarında bin tane ağırlıkları farklılık göstermektedir (Geçit 1982). Gübreleme ve sulama da bin tane ağırlığına etki eden unsurlardandır (Acer 2004).

### 3.7. Tarımsal özellikler arasındaki ilişkiler

Bu araştırmada incelenen özellikler arasındaki ilişkiler Çizelge 4'de verilmiştir. Metrekarede fertil başak sayısı ile birim alan tane verimi arasında (0.5740\*\*), başakta tane verimi (0.2243\*\*) ve bin tane ağırlığı (0.3581\*\*) arasında pozitif ve önemli ilişki bulunmuştur.

Başakta fertil başakçık sayısı ile başakta tane sayısı (0.7386\*\*), başakta tane verimi (0.6884\*\*), birim alan tane verimi (0.3854\*\*), bin tane ağırlığı (0.4835\*\*) arasında pozitif ve önemli ilişki belirlenmiştir. Başakta tane sayısı ile başakta tane verimi (0.9133\*\*), birim alan tane verimi (0.6091\*\*), bin tane ağırlığı (0.6431\*\*) arasında pozitif ve önemli ilişkiler saptanmıştır. Başakta tane verimi ile birim alan tane verimi arasında (0.7791\*\*) pozitif ve önemli ilişki bulunmuştur.

Uzun yıllar ortalaması esas alındığında; ilk deneme yılının kurak geçmesi, buna karşın ikinci deneme yılının ise yağışlı geçmesi incelenen özelliklerde sapmalar göstermiştir. Her iki deneme yılının birbirinden çok farklı olması birim alan tane verimi ve diğer özellikler bakımından çeşitlerin potansiyellerinin belirlenmesi bakımından olumlu bir durum olarak görülmüştür. Verim ve verim öğeleri arasındaki ilişkiler, daha önce yapılmış pek çok araştırma ile benzerlik göstermektedir (Öztürk ve Akten 1999; Soylu ve ark. 1999; Yağmur ve Kaydan 2008; Aydoğan ve Soylu 2017). Verim ve verime etki eden unsurların etki dereceleri yıllara göre değişmekte olup bunlar arasında en önemli neden ise iklim koşulları olmaktadır (Kırtok ve Çölkesen 1985).

Çizelge 4. Tarımsal özellikler arasındaki ilişkiler.

Table 4. The relationship between the agronomic traits.

	1	2	3	4	5	6
1. Metrekarede Fertil Başak Sayısı	1.0000					
2. Başakta Fertil Başakçık Sayısı	-0.0137	1.0000				
3. Başakta Tane Sayısı	0.0787	0.7386**	1.0000			
4. Başakta Tane Verimi	0.2243**	0.6884**	0.9133**	1.0000		
5. Birim Alan Tane Verimi	0.5740**	0.3854**	0.6091**	0.7791**	1.0000	
6. Bin Tane Ağırlığı	0.3581**	0.4835**	0.6431**	0.8606**	0.3820**	1.0000

\*\*0.01 düzeyinde önemli

\*\*Significant at p<0.01



### 3.8. Glutenin bant deseni

Bu çalışmada kullanılan ekmeklik buğday çeşitlerinin Glutenin bantları Çizelge 5’de verilmiştir. Glu-A1 lokusunda, Harmankaya 99 ve Altay 2000 çeşitlerinde bant gözlenmemiştir. Tosunbey, Seval, Sönmez 2001 ve İkizce 96’da 1, diğer çeşitlerde 2\* bantı belirlenmiştir. Glu-B1 lokusunda; incelenen çeşitlerin 10’u 7+8, diğer çeşitler ise 7, 7+9 ve 17+18 bantlarına sahiptir. Glu-D1’de çeşitler ağırlıklı olarak 5+10 bantlarına sahip olup, 6 çeşit ise 2+12 bantlarını taşımaktadır.

**Çizelge 5.** Ekmeklik buğday çeşitlerinin glutenin bantları.

**Table 5.** Glutenin band patterns of bread wheat varieties.

Çeşitler	Glu A1	Glu B1	Glu D1
Köse 220/39	2*	7+8	2+12
Bezostaja 1	2*	7+9	5+10
Kıraç 66	2*	7+8	5+10
Gerek 79	2*	7+8	2+12
Gün-91	2*	17+18	5+10
Kırgız-95	2*	7+8	2+12
İkizce 96	1	7+9	5+10
Aytın 98	2*	7+8	2+12
Harmankaya-99	Bant yok	7+8	5+10
Karahan-99	2*	7+8	5+10
Altay 2000	Bant yok	17+18	5+10
Demir 2000	2*	7+9	2+12
Bayraktar 2000	2*	7+8	5+10
Sönmez 2001	1	7	2+12
Tosunbey	1	17+18	5+10
Seval	1	7+8	5+10
Müfitbey	2*	7+8	5+10

Gluten, albumin ve globulin ekmeklik buğdayın proteinini oluşturmaktadır. Gluten de çözünme durumlarına göre iki alt protein olan glutenin ve gliadine ayrılmakta olup bunlar çevre faktörlerinden etkilenmemekte dolayısıyla genotiplere özgüdürler. Gliadinlere göre daha yüksek molekül ağırlığına sahip olan gluteninlerin ekmeklik buğdayın kalitesi ile ilişkisi üzerine pek çok araştırma yapılmıştır (Payne ve ark. 1987; Graybosch 1992; Lookhart ve ark. 1993; Wang ve Ning 1995; Galova ve ark. 2003; Yıldız ve ark. 2014).

Yeni geliştirilen çeşitlerin tescil edilmesinde veya ıslahçı hakları kapsamında koruma altına alınmasında farklılık, yeknesaklık ve durulmuşluk (FYD) testleri yapılmaktadır. Uluslararası Yeni Bitki Çeşitlerini Koruma Birliği (UPOV) tarafından çeşit ayırımı kriteri olarak 27 karaktere ilave olarak glutenin bant desenlerini içeren 3 ilave karakter bulunmaktadır (UPOV 2017). Bu çalışmada, glutenin bant desenlerinin belirlenerek çeşitlerin tanımlanması amaçlanmıştır. Bu nedenle kalite kriterleri ile glutenin bantları arasındaki ilişkiler incelenmemiştir. Gerek yüksek molekül ağırlıklı gluteninler

gerekse de düşük molekül ağırlığına sahip gluteninler morfolojik tanımlama yapıldıktan sonra genotipik tanımlama yapmak için genetik saflığın korunmasında ve doğrulanmasında büyük fayda sağlamaktadır.

### 3.9. Gliadin bant deseni

Bu çalışmada materyal olarak kullanılan ekmeklik buğday çeşitlerinin gliadin bantları, nispi hareketlilikleri ve nispi yoğunluklarına göre Şekil 1’de gösterilmiştir. Her siyah kutucuk bir gliadin bantını sembolize etmekte ve kutucukların içerisinde de rakamlarla 1-5 skalası (1-En az boyanan 5-En fazla boyanan) esas alınarak bantların nispi yoğunlukları verilmiştir. Gliadin bant desenleri yönünden yüksek oranda farklı tipleri içeren çeşitlerin ağırlıklı olan bant desenleri verilmiştir. Az sayıda tip dışı bitkiler içeren çeşitlerde bu durum göz ardı edilerek ağırlıklı bant desenine göre okumalar yapılmıştır. Fazla miktarda farklı tiplerden oluşan çeşitlerde (Köse 220/39 ve Gerek 79) baskın olan iki tipte okumalar yapılarak verilmiştir.

Ülkemizde bitki çeşitlerinin tescil işlemlerini yürüten Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü’nde gliadin analizleri morfolojik gözlemleri destekleyici unsur olarak etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Çevresel faktörlerin gliadinleri etkilememesi ve az bir numunenin analiz için yeterli olması ile hızlı bir yöntem olması çeşit teşhisinde avantajlar sağlamaktadır (Bushuk ve Zillman 1978; Yupsanis 1983; Lookhart ve ark. 2005). Bu çalışmadan elde edilen bulgular Dönmez (2009) ile benzerlik göstermiştir.

## 4. Sonuç

Çalışmamızda, Orta Anadolu Bölgesinde kuru koşullarda yetiştirilen ekmeklik buğday çeşitlerinin aynı çevre koşullarında verim ve verim unsurları belirlenmiştir. Bu araştırmanın yapıldığı 2007-2008 ile 2008-2009 yetiştirme dönemlerinde yağış, yağışın yıl içerisindeki dağılımı ve sıcaklık yönünden birbirinden oldukça farklı iki yıl yaşanmıştır. İklim koşulları açısından farklı iki yıl yaşanması, çeşitlerin potansiyellerini ortaya koyma açısından olumlu karşılanmıştır. İlk yetiştirme yılında birim alan tane veriminde Gerek 79 en yüksek değeri gösterirken 9 çeşit ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. İkinci yıl ise Bayraktar 2000 çeşidi en yüksek birim alan tane verimini vermiş ve 5 çeşit ile aynı istatistiksel gruba girmiştir. Bayraktar 2000 çeşidi; kurak geçen ilk yıl Gerek 79 çeşidi ile aynı istatistiksel gurupta yer almış, ikinci yıl yağış miktarındaki artışa daha iyi tepki vererek verimini Gerek 79’dan daha fazla artırmıştır.

Bu çalışmada incelenen çeşitlerin ağırlıklı olarak; Glu A1 lokusunda 2\*, Glu B1 lokusunda 7+8, Glu D1 lokusunda ise 5+10 bantlarını taşıdığı belirlenmiştir. Ayrıca gliadin bant desenleri yönünden de çeşitlerin tanımlanması yapılmıştır. Bitki morfolojisine dayalı çeşit ayırımı kriterleri yanında, glutenin ve gliadin bant desenleri de çeşit muhafazasında etkin bir şekilde destekleyici bir unsur olarak kullanılabilir.

Rm	Köşe 220/39	Köşe 220/39	Bezostaja 1	Kıraç-86	Gerek 79	Gerek 79	Gün 91	Kırgız-95	İkizce 96	Ayın 98	Harmankaya	Karahan-99	Altay2000	Demir 2000	Bayraktar	Sönmez	Tosunbey	Seval	Müfitbey	Rm
13	2	2																		13
14			1		1	1	1				1		1		1	1	1	1	2	14
15																				15
16	3	3																		16
17			3	3	2	2		3		3	3	4	3		2	3			4	17
18							3		3					4			4	4		18
19																				19
20			3	3			4	3		2	2	5	2	4		3	4	4	5	20
21									3											21
22		2		1	2			1							2					22
23				2	2			1		1		2			2					23
24										1										24
25	3						1				2		2				1	1	1	25
26		3		2		1		2		1										26
27					3					2					3					27
28	2	2		1				1	1											28
29					3	3		3		3						3	1	1	5	29
30	2		4	4				4			3	4		4	4		5	5		30
31		2	1					1						1						31
32	2			1	1	1	2		1	1	1	3			2	2	2	2	3	32
33	2	2			1	1								1					1	33
34							3		1								1			34
35	3	3						2		2			1			2			3	35
36					1	1														36
37			1	1							1	2			1	1	1	1	1	37
38								1						1					2	38
39																				39
40							2		1											40
41																				41
42	1	1	1	1	1	1	5	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	42
43																				43
44	5	5	4	4	4	4	1	5	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5	5	44
45																				45
46	5	5	4	4	4	4		5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	46
47	2	1		1			5			1	3					1				47
48					1	1	4								1	2	5	2	3	48
49	3		4			2		2				4		5		2				49
50		5		5	5		2	5		5	2		1		5		3		3	50

Şekil 1. Ekmeklik buğday çeşitlerinin gliadin bantları.  
 Figure 1. Gliadin band patterns of some bread wheat varieties.

## Kaynaklar

- Acer S (2004) Bazı makarnalık buğday çeşitlerinin verim ve kalite özellikleri üzerine farklı sulama zamanları ile azot dozlarının etkisi. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akdamar M, Tayyar Ş, Gökkuş A (2002) Effects of different sowing times on yield and yield related traits in bread wheat grown in Çanakkale. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 15(2): 81-87.
- Akkaya A (1994) Buğday Yetiştiriciliği. Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 1, Ders Kitapları Yayın No: 1, Kahramanmaraş.
- Aydoğan S, Akçacık AG, Şahin M, Kaya Y (2007) Ekmeklik buğday (*T. aestivum* L.) genotiplerinde verim ve bazı kalite özellikleri arasındaki ilişkiler. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 16(1-2): 21-30.
- Aydoğan S, Soylu S (2017) Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Verim ve Verim Ögeleri ile Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 2017, 26(1): 24-30.
- Bushuk W, Zillman RR (1978) Wheat Cultivar Identification by Gliadin Electrophoregrams. I. Apparatus, Method and Nomenclature. Can. J. Plant Sci. 58: 505.
- Çağlar Ö, Öztürk A, Bulut S (2006) Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin Erzurum Ovası koşullarına adaptasyonu. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 37(1): 1-7.
- Çölkesen M, Cesurer L, Yürürdurmaz C, Demirbağ V, Çiçek A, Başgöl A, Engin A (1999) Kahramanmaraş Koşullarına Uygun Yüksek Verimli Arpa Çeşitlerinin Belirlenmesi. Türkiye III. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım, Adana, 234-239.
- Demir Z (1982) Kışlık arpada tohum irilik, miktar ve sıra arası açıklığının tane verimine etkileri. Doktora tezi, Ankara Üniv., Ankara, s. 52.
- Dönmez E (2002) Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinde genotip x çevre etkileşimleri ve stabilite analizleri üzerine bir araştırma. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Ens., Doktora tezi, Tokat.
- Dönmez Ö (2009) Türkiye’de tescil edilmiş bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin glutenin ve gliadin bant desenleri. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü, Ankara.
- Galova Z, Starovicova M, Knoblochova H, Greganova Z (2003) Biochemical and molecular characterization of new wheat genotypes. Section Cellular and Molecular Biology v. 58(6) pp. 1061-1066.
- Geçit HH (1982) Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.em Thell) çeşitlerinde ekim sıklıklarına göre birim alan değerleri ile ana sap ve çeşitli kademede ki kardeşlerin tane verimi ve verim komponentleri üzerine araştırmalar. Doçentlik tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Geçit HH, Gürbüz B, Özcan S (1987) Ekmeklik buğdayda ekim sıklığının birim alan değerleri üzerine etkileri. Türkiye Tahıl Sempozyumu, 8-9 Ekim 1987, Bursa, s. 159-170.
- Genç İ, Yağbasanlar T, Özkan H (1993) Akdeniz iklim kuşağına uygun makarnalık buğday çeşitlerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar. Makarnalık Buğday Mamülleri Sempozyumu, 30 Kasım-3 Aralık, s. 127-141, Ankara.
- Graybosch RA (1992) High molecular weight glutenin subunit composition of cultivars, germplasm, and parents of U.S. red winter wheat. Crop science (USA) v. 32(5) pp. 1151-1155.
- Hervey-Murray CG (1980) The identification of cereal varieties. RHM Arable Services Limited, Cambridge.
- Kahraman T (2006) Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde farklı ekim zamanı ve azotlu gübreleme uygulamalarının, tane dolum süresi ve tane dolum oranı ile verim ve kalite unsurlarına etkilerinin belirlenmesi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Tekirdağ.
- Kaydan D, Yağmur M (2008) Van ekolojik koşullarında bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin verim ve verim ögeleri üzerine bir araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 14(4): 350-358.
- Khan K, Hamada AS, Jacobsen A, Huckle L (1990) Procedure for Wheat Cultivar Identification by Polyacrylamide Gel Electrophoresis (Page) of Gliadin Proteins. Department of Cereal Science and Food Technology, North Dakota State University, Fargo, North Dakota.
- Kınacı G, Budak Z, Kutlu İ, Tarhan P, Tavas N, Gıcı BN, Gündüz F, Bozkuş C, Kınacı E (2008) Değişik olgunlaşma süreli buğday çeşitlerinin Eskişehir koşullarına adaptasyonu üzerine bir araştırma. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran 2008, Konya, s. 93-100.
- Kırtok Y, Çölkesen M (1985) Çukurova Koşullarında Denemeye Alınan Arpa Çeşitlerinde Önemli Bazı Verim Unsurları Üzerinde Path Katsayısı Analizi. Doğa Bilim Dergisi, Seri: D2, Cilt: 9, Sayı: 1.
- Kün E (1988) Serin iklim tahılları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1032 Ders Kitabı, 299, Ankara, s. 322.
- Kün E (1996) Tahıllar-I (Serin İklim Tahılları). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1451, Ders kitabı 431, Ankara.
- Lookhart GL, Hagman K, Kasarda DD (1993) High-molecular-weight glutenin subunits of the most commonly grown wheat cultivars in the U.S. in 1984. Plant Breeding (Germany) v. 110(1) pp. 48-62.
- Lookhart GL, Bean SR, Culbertson C (2005) Wheat quality and wheat varietal identification. Proceedings of the 12th International ICC Cereal and Bread Congress, Harrogate, UK, 23-26th May 2004. pp. 293-297.
- MGM (2009) İklim verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Naneli İ, Sakin MA, Kırık AS (2015) Tokat-Kazova Şartlarında Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32(1): 91-103.
- Öztürk A, Akten Ş (1999) Kışlık buğdayda bazı morfofizyolojik karakterler ve tane verimine etkileri. Tr. J. of Agriculture and Forestry 23; 409-422.
- Payne PI, Mark NA, Anatole KF, Linda HM (1987) The Relationship HMW Glutenin Subunit Composition and the Bread-making Quality of British-grown Wheat Varieties. J. Sci. Food Agric. 40, 51-65.
- SAS Institute (1998) SAS/STAT User’s guide. Version 7<sup>th</sup>. SAS Institute, Cary, NC.
- Simane B, Struik PC, Nachit MM, Peacock JM (1993) Ontogenetic Analysis of Yield Component Yield Stability of Durum Wheat in Water-Limited Environments. Euphytica 71: 211-219.
- Soylu S, Topal A, Sade B, Akgün N (1999) Konya Şartlarında Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Verim ve Verim Ögelerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi 13(20), Konya, s. 60-73.
- Sönmez F, Ülker M, Yılmaz N, Ege H, Bürün B, Apak R (1999) Tir buğdayında tane verimi ile bazı verim ögeleri arasındaki ilişkiler. Tr. J. of Agriculture and Forestry 23: 45-52.
- Tosun O, Yurtman N (1973) Ekmeklik buğdaylarda (*Triticum aestivum* L. Em Thell) verime etkili morfolojik ve fizyolojik özellikler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı 23: 418-434.
- TTSM (2009) Tohumluk Sertifikasyon Faaliyet Raporu. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü, Ankara.
- TTSM (2016) Tohumluk Sertifikasyon Faaliyet Raporu. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü, Ankara.
- TÜİK (2017) www.tuik.gov.tr Erişim 4 Ekim 2017.
- UPOV (2017) UPOV-Guidelines For The Conduct Of Tests For Distinctness, Uniformity And Stability.

- Ünver S (1995) Buğdayda tohum iriliğinin verim ve verim öğeleri üzerine etkisi. TARM Yayın No: 1, Ankara, s. 37.
- Wang R, Ning K (1995) Correlation of high-molecular-weight glutenin subunit compositions of some elite wheat lines and their hybrid progenies to bread-making quality. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica (China)* v. 4(4) pp. 25-30.
- Yağmur M, Kaydan D (2008) Kışlık buğdayda tane verimi, verim öğeleri ve fenolojik dönemler arasındaki ilişkiler. *Harran Ün. Ziraat Fakültesi Dergisi* 12(4): 9-18.
- Yıldız A, Akan K, Akçura M (2014) Türkiye'nin Doğu Bölgesinden Toplanan Bazı Yerel Ekmeklik Buğday Popülasyonlarından Seçilen Saf Hatların Yüksek Molekül Ağırlıklı Glutenin Alt Birimlerinin İncelenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi* 21(2015): 346-354.
- Yupsanis T (1983) Identification and technological screening of wheat varieties by electrophoresis of gliadins. *Georgiki Erevna (Greece)* v. 7(2) pp. 157-167.



# Greenhouse gas footprint of replacing nutrients lost through soil erosion due to root and tuber crops harvesting

Kök ve yumru bitkilerin hasadıyla oluşan toprak erozyonunda kaybolan besin maddelerinin sera gazı ayak izi değerleri

Mehmet PARLAK<sup>ID</sup>

Canakkale Onsekiz Mart University, Lapseki Vocational School, Canakkale- TURKEY

Corresponding author (Sorumlu yazar): M. Parlak, e-mail (e-posta): mehmetparlak06@hotmail.com

## ARTICLE INFO

Received 08 October 2018  
Received in revised form 14 January 2019  
Accepted 06 March 2019

### Keywords:

Soil erosion  
Soil nutrient losses  
Greenhouse gas emissions  
Potato  
Carrot

## ABSTRACT

Soil loss due to root crop harvesting (SLCH) is an important component of total soil erosion that threatens sustainable agriculture. Globally, it ranges from 1.81 to 4.55 Mg ha<sup>-1</sup> per harvest. I assessed greenhouse gas (GHG) footprint of producing fertilizer to replace nutrients lost with soil due to potato (*Solanum tuberosum* L.), carrot (*Daucus carota* L.), and celery (*Apium graveolens* L.) harvesting in the Izmir-Odemis town, Konya province and Sakarya-Geyve town in Turkey. Production of mineral fertilizers contributes to the global GHG emissions. About 40x10<sup>3</sup> Mg of soil per year was lost annually through potato, carrot and celery harvest from the study region, which resulted in 32.93 Mg of N, 3.21 Mg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and 7.69 Mg of K<sub>2</sub>O losses per year. The fertilizer production to replace the nutrients lost releases about 270 Mg CO<sub>2</sub> per year. The large nutrient losses and GHG emissions warrant consideration of soil management practices to reduce SLCH.

## MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 08 Ekim 2018  
Düzeltilme tarihi 14 Ocak 2019  
Kabul tarihi 06 Mart 2019

### Anahtar Kelimeler:

Toprak erozyonu  
Besin maddesi kayıpları  
Sera gazı emisyonları  
Patates  
Havuç

## ÖZ

Bitki hasadı nedeniyle toprak kaybı sürdürülebilir tarımı tehdit eden toprak erozyonunun önemli bir bileşenidir. Bitki hasadıyla oluşan toprak kaybı 1.81 ile 4.55 Mg ha<sup>-1</sup> hasat<sup>-1</sup> değerleri arasında değişmektedir. İzmir'in Ödemiş ilçesi, Konya ili, Sakarya'nın Geyve ilçesinde patates, havuç ve kereviz hasadındaki toprakla kaybolan besin maddelerine eşdeğer gübre üretimindeki sera gazları tahmin edilmiştir. Mineral gübrelerin üretimi küresel sera gazı emisyonuna katkıda bulunmaktadır. Çalışma alanında patates, havuç ve kereviz hasadıyla kaybolan toprak miktarı yılda yaklaşık 40x10<sup>3</sup> Mg'dir. Bu toprak kaybı yılda 32.93 Mg N, 3.21 Mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ve 7.69 Mg K<sub>2</sub>O kaybına neden olmaktadır. Gübrelerin üretimi esas alındığında sera gazı olarak atmosfere yılda 270 Mg CO<sub>2</sub> salınmaktadır. Bitki hasadı nedeniyle toprak kaybını azaltmak için toprak yönetimi uygulamalarında besin maddesi kayıpları ve sera gazı emisyonlarına daha fazla önem verilmelidir.

## 1. Introduction

Soil loss due to crop harvesting (SLCH) is defined as the loss of top soil from arable land during harvesting of crops such as potato, yam (*Dioscorea* spp), sugar beet (*Beta vulgaris* L.), carrot, leek (*Allium porrum* L.), and groundnut (*Arachis hypogaea* L.). SLCH not only contributes to the total soil erosion but also causes nutrient losses, affecting agricultural sustainability (Poesen et al. 2001; Ruysschaert et al. 2004; Parlak et al. 2008; Parlak et al. 2016; Oshunsanya et al. 2018). Nutrient-enriched soil attached to the roots is removed with the harvest of tuber and root crops including potato, carrot, celery, sugar beet, cassava (*Manihot esculenta*), radish (*Raphanus sativus*), yam, and many others. The importance of SLCH in comparison with water erosion has been shown in several

studies. The SLCH can constitute about 20% of the total soil lost from root crop fields (Poesen et al. 2001). For example, the average of SLCH for all five crops (radish, beetroot, garlic, potato and sugar beet) was estimated as 4.42 Mg ha<sup>-1</sup> which was similar to soil losses caused by water erosion in the catchments in Iran (Faraji et al. 2017). Also, in Flanders area of Belgium, Ruysschaert et al. (2008) found that 46% of soil loss was due to crop harvesting and the rest due to water erosion when the total sediment loss was 3.7 Mg ha<sup>-1</sup>. While SLCH is recognized as a contributor to soil degradation (Li et al. 2006; Parlak et al. 2016), the amount of nutrient lost with SLCH is not much discussed.



Isabirye et al. (2007) reported soil losses due to manual cassava and sweet potato harvests in eastern Uganda respectively as 3.4 Mg ha<sup>-1</sup> and 0.2 Mg ha<sup>-1</sup>. Researchers reported plant nutrient loss values as 1.71 kg N ha<sup>-1</sup> harvest<sup>-1</sup>, 0.16 kg P ha<sup>-1</sup> harvest<sup>-1</sup> and 1.08 kg K ha<sup>-1</sup> harvest<sup>-1</sup> for cassava; as 0.14 kg N ha<sup>-1</sup> harvest<sup>-1</sup>, 0.01 kg P ha<sup>-1</sup> harvest<sup>-1</sup> and 0.15 kg K ha<sup>-1</sup> harvest<sup>-1</sup> for sweet potato. Oshunsanya (2016) reported higher plant nutrient losses due to white cocoyam (*Colocasia esculentus*) and red cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) harvests in Nigeria than the plant nutrient losses of Isabirye et al. (2007) for cassava and sweet potato. Yu et al. (2016) in a research carried out in Northern China Plain, indicated total N loss due to potato harvest as 2.2 kg ha<sup>-1</sup> harvest<sup>-1</sup> and indicated that the loss in available P contents was 13-16 times more than the values reported by Mwango et al. (2015) in Tanzania.

Production of chemical fertilizers to replace the nutrients lost with SLCH could increase net GHG emissions. For example, in India, which is the second largest synthetic N fertilizer producer of the world, it is estimated that GHG emissions from synthetic N fertilizer reached 100 million Mg of CO<sub>2</sub> equivalent (CO<sub>2</sub>-e) in 2007 (Tirado et al. 2010). In China, not considering direct N<sub>2</sub>O emissions from the field, the average fertilizer production-induced GHG emissions from 1993 to 2012 were 259.21 Mg CO<sub>2</sub>-e, or 47.1% of the total GHG emissions (Wang et al. 2017). In Turkey, chemical fertilizer production was 3,576,598 Mg in 2013 (Turkish Statistical Institute 2016), but the extent of GHG emissions has not been investigated. I evaluated the GHG footprint of producing fertilizer to replace N, P, and K lost with SLCH of potato, carrot and celery in Turkey and extrapolated results to the study region.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Description of the study areas

This study was conducted at three sites in Izmir-Odemis, Konya, and Sakarya-Geyve in Turkey. Research sites are respectively located in Aegean Region, Central Anatolia and North East of Turkey. The Odemis site is located in Izmir province (38° 16' N latitude and 27° 59' E longitude). Soil is loam with 0-2% slope. The Konya site is located in the Central Anatolian Plateau (37°38'N latitude and 33°35' E longitude). Soil is clayey with 0-2% slopes. Geyve site is located in Sakarya province (40° 30' - 40° 45' N latitude and 30° 13' - 30° 29' E longitude). Soils are silt loam, silt clay loam, and clayey with 0-2% slopes. According to the meteorological station (1950-2005) in Izmir-Odemis, Konya and Sakarya-Geyve, annual precipitation is 689, 316, and 640 mm, respectively (DMI 2014).

### 2.2. Sampling protocol

The SLCH data reported for the study region were used for this study (Parlak and Blanco-Canqui 2015; Parlak et al. 2016; Parlak et al. 2018). Data on the harvest area under potato, carrot and celery production, which are common crops, were collected from Izmir-Odemis town, Konya province, and Sakarya-Geyve town in Turkey (Turkish Statistical Institute 2016).

The amount of soil attached to potato, carrot, and celery at harvest was determined to estimate SLCH. Plant and soil sampling was performed in January 2013 for potato, in November 2013 for carrot and in November 2016 for celery.

Two-row potato harvester was used in potato harvest and plot size was 1.65x2.3 m. Manual harvest was performed for carrot from 2x2 m plots. Combine carrot harvester was used for machine carrot harvest from 2x4 m plots. All plants were harvested from potato, carrot, and celery plots. 50 to 70 samples were randomly taken from carrot plots, 30-40 from potato plots and 7-11 from celery plots. Since plant densities are different, number of samplings were also different. Before harvesting, the average plant density, which is equal to the number of roots or tubers per area, was determined.

The mass of adhering wet soil per root or tuber was measured in the field immediately after harvesting by weighing gross crop mass (mass of tuber plus mass of moist soil), washing the tubers in a bucket, and weighing the individual tuber (net crop mass or M<sub>crop/p</sub>) again. The net crop masses were also used to calculate the average root or tuber mass, while the crop yield (M<sub>cy</sub>, in Mg ha<sup>-1</sup>) was calculated from the average root or tuber mass and the plant density (Li et al. 2006). The gravimetric soil moisture content was determined in the 0-20 cm depth before the harvesting.

### 2.3. Soil sampling and soil analysis

Soil samples taken for nutrient analysis were 39 from mechanically harvested potato fields in Odemis (Figure 1.A and B), 32 from manually and mechanically harvested carrot fields in Konya (Figure 1.C and D), and 27 from manually harvested celery fields in Geyve (Figure 1.E and F) for the 0-20 cm soil depth. Soil samples were taken from the plots during the harvest. Soil was analyzed for total N, available P, extractable K concentrations. Total nitrogen, available P, and extractable K were assessed using the methods described by Kjeldahl (Bremner and Mulvaney 1982), Olsen and Sommers (1982), and Knudsen et al. (1982), respectively.

### 2.4. Soil loss estimation

I used the following equations to characterize SLCH (Ruysschaert et al. 2004):

Total soil loss due to crop harvesting SLCH<sub>spec</sub> is dimensionless.

$$\text{Total SLCH}_{\text{spec}}(\text{kg kg}^{-1}) = \frac{M_{\text{ds}}}{M_{\text{crop}}} \quad (1)$$

where M<sub>ds</sub> is the mass of oven-dry soil (kg), and M<sub>crop</sub> is net crop mass of the sample (kg),

$$\text{SLCH}_{\text{crop}}(\text{kg ha}^{-1} \text{ harvest}^{-1}) = \text{SLCH}_{\text{spec}} \times M_{\text{cy}} \quad (2)$$

where M<sub>cy</sub> = net crop yield (kg ha<sup>-1</sup> harvest<sup>-1</sup>).

Nutrient loss (expressed on elemental basis) through crop harvesting was estimated using Eq. 3.

$$\text{Nutrient loss}(\text{kg ha}^{-1} \text{ harvest}^{-1}) = \text{Nutrient content}(\text{g kg}^{-1} \text{ soil}) \times \text{SLCH}_{\text{crop}}(\text{kg ha}^{-1} \text{ harvest}^{-1}) \quad (3)$$

### 2.5. Determination of fertilizer equipment

Since ammonium nitrate, triple superphosphate and potassium sulfate are the most common fertilizers, which are used to provide N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O respectively, their equivalents were calculated as follows:

Ammonium nitrate (Mg)=  $[100 \times \text{lost N (Mg ha}^{-1} \text{ harvest}^{-1}) / 33] \times \text{harvest area (ha)}$  (4)

Triple superphosphate (Mg)=  $[100 \times \text{lost P}_2\text{O}_5 \text{ (Mg ha}^{-1} \text{ harvest}^{-1}) / 48] \times \text{harvest area (ha)}$  (5)

Potassium sulfate (Mg)=  $[100 \times \text{lost K}_2\text{O (Mg ha}^{-1} \text{ harvest}^{-1}) / 50] \times \text{harvest area (ha)}$  (6)

where 33, 48 and 50 denote the percentages of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O in ammonium nitrate, triple superphosphate and potassium sulfate fertilizers, respectively.

## 2.6. Carbon footprint quantity for fertilizers

Carbon footprint quantity for ammonium nitrate production (Mg)= Ammonium nitrate (Mg) x 2.46 (7)

Carbon footprint quantity for triple superphosphate production (Mg)= Triple superphosphate (Mg) x 1.08 (8)

Carbon footprint quantity for potassium sulfate fertilizer production (Mg)= Potassium sulfate (Mg) x 1.12 (9)

Carbon footprint values for ammonium nitrate, triple superphosphate and potassium sulfate fertilizers (Mg CO<sub>2</sub>-equivalent Mg<sup>-1</sup> fertilizer) were respectively taken as 2.46, 1.08 and 1.12 (Wood and Cowie 2004).



**Figure 1.** A. Mechanical potato harvesting; B. Soils remained over potatoes after mechanical harvest; C. Manual carrot harvesting; D. Soils remained over carrots after mechanical harvesting; E. Manual celery harvesting; F. Soils left and accumulated in washing facility after manual celery harvesting.

### 3. Results and Discussion

Table 1 presents the N, P, and K losses due to SLCH for different crops across the three sites in Turkey. The greatest N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O losses were for manual carrot harvest, whereas the lowest N and K<sub>2</sub>O losses were for mechanical potato harvest. The differences in nutrient losses among sites were due to differences in both SLCH and nutrient status. The lowest P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> loss was for mechanical carrot harvest (Table 1). In this study, the N lost with mechanical harvest of potato was lower than the value reported by Mwango et al. (2015), while the P and K losses were higher than those reported by Mwango et al. (2015).

Total removed soil values were estimated respectively as 16.29x10<sup>3</sup> Mg for potato, 22.88x10<sup>3</sup> Mg for carrot, and 0.72x10<sup>3</sup> Mg for celery in this study (Table 2). Similar with current findings, previous researchers also reported significant soil removal from the fields due to crop harvesting. Faraji et al. (2017) reported that 431x10<sup>3</sup> Mg soils were removed from 170.7x10<sup>3</sup> ha potato farming lands in Iran; Li et al. (2006) indicated that 6x10<sup>6</sup> Mg soils were removed from the fields due to sugar beet and potato harvest in China. In Belgium, soil loss due to potato, fodder beet, sugar beet and chicory harvests was reported as annually 1.4x10<sup>6</sup> Mg (Ruysschaert et al. 2008). The amount of CO<sub>2</sub> released to atmosphere through the production of chemical fertilizers was considered as C footprint. The release was higher for ammonium nitrate than triple superphosphate and potassium sulfate fertilizer production in this study. The C footprint values for the production of chemical

fertilizers were the largest for carrot (139.11 Mg CO<sub>2</sub>-eq) and the smallest for celery production (7.36 Mg CO<sub>2</sub>-eq) (Table 2). In Turkey, greenhouse gas emissions by agricultural sector in 2013 was 57.2 million ton (Turkish Statistical Institute 2017). Present value (269.78 Mg) was lower than the GHG of agricultural sector. Among the commercial fertilizers, N fertilizers have the greatest C footprint. The manufacture of N fertilizers is very fossil-fuel intensive and thus its contribution to emissions through CO<sub>2</sub> is very high (Tirado et al. 2010). Similarly, Oruç (2013) assessed the data of 25 public and 8 private sugar factories in Turkey between 2005-2012 (for 8 years) and reported soil loss due to sugar beet harvest as 4.54 Mg ha<sup>-1</sup>, total soil N loss as 20 157 Mg, total C footprint value of ammonium nitrate (35% N) as 141 392 Mg. Oruç (2013) calculated the amount of CO<sub>2</sub> released to atmosphere from 2 644 003 ha land area in 8 years as 141 392 Mg. My estimated annual CO<sub>2</sub> value (0.019 Mg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) was lower than the value (0.05 Mg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) reported by Oruç (2013).

Many are unaware of the large amount of nutrients removed with SLCH. My study suggests that losses of nutrients with SLCH are high and deserve attention. Improvement in root and tuber crop harvesting techniques, soil management, and nutrient use efficiency is needed to reduce GHG emissions. My results could differ from other regions due to differences in soil, crop, harvesting technique and agronomic practices influencing SLCH (Ruysschaert et al. 2004), but it highlights the implications that nutrient losses due to crop harvesting can have on GHG emissions.

**Table 1.** Amounts of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O lost during harvesting of potato, carrot and celery.

Crop	Methods of harvesting	Element	Amount(g kg <sup>-1</sup> ) (mean±standard deviation)	Losses (kg <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> harvest <sup>-1</sup> )
Potato	Mechanical harvesting (n= 39)	N	0.95±0.36	1.71
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.12±0.05	0.23
		K <sub>2</sub> O	0.11±0.04	0.20
Carrot	Manual harvesting (n= 14)	N	0.68±0.30	3.81
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.06±0.03	0.35
		K <sub>2</sub> O	0.28±0.11	1.56
Carrot	Mechanical harvesting (n= 18)	N	0.76±0.34	2.68
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.39±0.02	0.14
		K <sub>2</sub> O	0.22±0.06	0.78
Carrot	Manual+mechanical harvesting (n= 32)	N	0.73±0.32	3.31
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.05±0.03	0.22
		K <sub>2</sub> O	0.25±0.09	1.12
Celery	Manual harvesting (n= 27)	N	1.25±0.45	5.02
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.05±0.02	0.22
		K <sub>2</sub> O	0.37±0.08	1.48

**Table 2.** Data are calculated for the study areas based on data on SLCH and nutrient losses from the study sites\*.

Crop	Methods of harvesting	SLCH Mg ha <sup>-1</sup> harvest <sup>-1</sup> )	Harvest area <sup>1</sup> (ha)	SLCH	N	A.N	CO <sub>2</sub> -e	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TSP	CO <sub>2</sub> -e	K <sub>2</sub> O	P.S	CO <sub>2</sub> -e
				(10 <sup>3</sup> Mg)	(Mg)	(Mg) <sup>a</sup>	(Mg) <sup>d</sup>	(Mg)	(Mg) <sup>b</sup>	(Mg) <sup>c</sup>	(Mg)	(Mg) <sup>e</sup>	(Mg) <sup>f</sup>
Potato	Mechanical harvesting	1.81	9000	16.29	15.39	46.63	114.63	2.07	4.31	4.65	1.80	3.60	4.03
Carrot	Manual+mechanical harvesting <sup>g</sup>	4.55	5030	22.88	16.64	50.42	124.03	1.10	2.29	2.47	5.63	11.26	12.61
Celery	Manual harvesting	4.00	180	0.72	0.90	2.72	6.69	0.04	0.08	0.09	0.26	0.52	0.58
Total			14210	39.89	32.93	99.77	245.35	3.21	6.68	7.21	7.69	15.38	17.22

\* Carbon footprint total for ammonium nitrate, triple superphosphate and potassium sulfate fertilizers was annually 269.78 Mg CO<sub>2</sub>.

<sup>1</sup> Harvested area data were taken from Turkish Statistical Institute (2016).

<sup>a</sup> A.N: Ammonium nitrate(33% N); <sup>b</sup> TSP: Triple superphosphate(48% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); <sup>c</sup> P.S: Potassium sulfate(50% K<sub>2</sub>O); <sup>d</sup> Carbon footprint quantity for ammonium nitrate production; <sup>e</sup> Carbon footprint quantity for TSP production; <sup>f</sup> Carbon footprint quantity for potassium sulfate fertilizer production; <sup>g</sup> Since the data were not available for manual and mechanical harvests, manual and mechanical harvested areas were provided together.

#### 4. Conclusion

In Izmir-Odemis, Konya, Sakarya-Geyve, annually  $39.89 \times 10^3$  Mg soil is lost due to potato, carrot and celery harvest. This estimated soil loss results in the removal of 32.93 Mg of N, 3.21 Mg of  $P_2O_5$  and 7.69 Mg of  $K_2O$ . Considering C footprint values for fertilizer production, it is estimated that 269.78 Mg  $CO_2$  are annually released to the atmosphere. The high  $CO_2$  release of should be a concern to farmers, researchers, government agencies, and others on the potential negative impacts of SLCH on GHG. Additional research is needed on the effects of SLCH on C footprint under different crops, soils, harvest techniques, and climatic zones.

#### Acknowledgement

I wish to thank Dr. Humberto Blanco-Canqui for recommendations and English review and corrections.

#### References

- Bremner JM, Mulvaney CS (1982) Nitrogen-total. In: Page AL, Miller RH, Keeney DR (Eds.), *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*, 2nd ed. Agronomy No: 9, ASA,SSSA, Madison, Wisconsin, pp. 539–579.
- DMI (2014) Meteorological Bulletin Turkish State Meteorological Service (in Turkish).
- Faraji M, Chakan AA, Jafarizadeh M, Behbahani AM (2017) Soil and nutrient losses due to root crops harvesting: a case study from southwestern Iran. *Archives of Agronomy and Soil Science* 63(11): 1523-1534.
- Isabirye M, Ruysschaert G, Van Linden L, Poesen J, Magunda, MK, Deckers J (2007) Soil losses due to cassava and sweet potato harvesting: a case study from low input traditional agriculture. *Soil and Tillage Research* 92: 96-103.
- Knudsen D, Peterson GA, Pratt PF (1982) Lithium, sodium, and potassium. In: Page AL, Miller RH, Keeney DR (Eds.), *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*, 2nd ed. Agronomy No: 9, ASA,SSSA, Madison, Wisconsin, pp. 225–245.
- Li Y, Ruysschaert G, Poesen J, Zhang QW, Bai LY, Li L, Sun LF (2006) Soil losses due to potato and sugar beet harvesting in NE China. *Earth Surface Processes and Landforms* 31: 1003-1016.
- Mwango SB, Msanya BM, Mtakwa PW, Kimaro DN, Deckers J, Poesen J, Lilanga S, Sanga R (2015) Soil loss due to crop harvesting in Usambara Mountains, Tanzania: the case of carrot, onion and potato. *International Journal of Plant and Soil Science* 4(1): 18-28.
- Olsen SR, Sommers LE (1982) Phosphorus. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*, 2nd ed. Agronomy No: 9, ASA,SSSA, Madison, Wisconsin, pp. 403-427.
- Oruç N (2013) Estimation of soil lost and carbon footprint equivalent of soil nitrogen lost due to the sugar beet harvest in Turkey. In: 1. Central Asia Congress on Modern Agricultural Techniques and Plant Nutrition. 01-03 October 2013, Bishkek, Kyrgyzstan.
- Oshunsanya SO (2016) Quantification of soil loss due to white cocoyam (*Colocasia esculentus*) and red cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) harvesting in traditional farming system. *Catena* 137: 134-143.
- Oshunsanya SO, Yu H, Li Y (2018) Soil loss due to root crop harvesting increases with tillage operations. *Soil Tillage and Research* 181: 93–101.
- Parlak M, Karaca S, Turkmen N (2008) The cost of soil lost caused by sugar beet harvest: a case study for Turkey. *Journal of Agricultural Sciences* 14(3): 284–287.
- Parlak M, Blanco-Canqui H (2015) Soil losses due to potato harvesting: a case study in western Turkey. *Soil Use and Management* 31: 525–527.
- Parlak M, Palta Ç, Yokuş S, Blanco-Canqui H, Çarkacı DA (2016) Soil losses due to carrot harvesting in south central Turkey. *Catena* 140: 24–30.
- Parlak M, Çiçek G, Blanco-Canqui H (2018) Celery harvesting causes losses of soil: a case study in Turkey. *Soil Tillage and Research* 180: 204–209.
- Poesen J, Verstraeten G, Soenens R, Seynaeve L (2001) Soil losses due to harvesting of chicory roots and sugar beet: an underrated geomorphic process? *Catena* 43: 35–47.
- Ruysschaert G, Poesen J, Verstraeten G, Govers G (2004) Soil loss due to crop harvesting: significance and determining factors. *Progress in Physical Geography* 28: 467–501.
- Ruysschaert G, Poesen J, Notebaert B, Verstraeten G, Govers G (2008) Spatial and long term variability of soil loss due to crop harvesting and the importance relative to water erosion: a case study from Belgium. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 126: 217-228.
- Tirado R, Gopikrishna SR, Krishnan R, Smith P (2010) Greenhouse gas emissions and mitigation potential from fertilizer manufacture and application in India. *International Journal of Agricultural Sustainability* 8(3): 176-185.
- Turkish Statistical Institute (2016) Agricultural data. <http://www.tuik.gov.tr>. Accessed 30 December 2016 (in Turkish).
- Turkish Statistical Institute (2017) National Greenhouse Gas Inventory Report 1990-2015. Annual Report for Submission under the “United Nations Framework Convention on Climate Change”. 517 pages.
- Wang Z, Chen J, Mao S, Han Y, Chen F, Zhang L, Li Y, Li C (2017) Comparison of greenhouse gas emissions of chemical fertilizer types in China’s crop production. *Journal of Cleaner Production* 141:1267-1274.
- Wood S, Cowie A (2004) A review of greenhouse gas emission factors for fertilizer production. Research and Development Division, State Forests of New South Wales. Cooperative Research Centre for Greenhouse Accounting For IEA Bioenergy Task 38.
- Yu H, Li Y, Zhou N, Chappell A, Li X, Poesen J (2016) Soil nutrient loss due to tuber crop harvesting and its environmental impact in the North China Plain. *Journal of Integrative Agriculture* 5(7): 1612-1624.





## Tavuk gübresi uygulamalarının domates (*Solanum lycopersicum* L.) gelişimi ve verim üzerine etkilerinin belirlenmesi

### Determination of the effects on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) growth and yield of poultry manure application

İlker SÖNMEZ<sup>1</sup>, Ahmet Şafak MALTAŞ<sup>1</sup>, Hilal Şerife SARIKAYA<sup>1</sup>, Adem DOĞAN<sup>2</sup>,  
Mustafa KAPLAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 07058, Antalya

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 07058, Antalya

Sorumlu yazar (Corresponding author): İ. Sönmez, e-posta (e-mail): ilkersonmez@akdeniz.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): ahmetsafak@akdeniz.edu.tr, hilallsarikaya@gmail.com, ademdogan@akdeniz.edu.tr, mkaplan@akdeniz.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 11 Ekim 2018  
Düzeltilme tarihi 14 Ocak 2019  
Kabul tarihi 06 Mart 2019

#### Anahtar Kelimeler:

Tavuk gübresi  
Domates (*Solanum lycopersicum* L.)  
Organik gübre  
Verim

#### ÖZ

Bu çalışma farklı tavuk gübresi dozlarının (0 kg da<sup>-1</sup>, 600 kg da<sup>-1</sup>, 1200 kg da<sup>-1</sup>) domates (*Solanum lycopersicon* cv. *Tayfun F<sub>1</sub>*) gelişimi ve verimi üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla sera koşullarında gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla domates meyvesinde gelişme (meyve çapı, meyve ağırlığı, meyve sayısı, pH, asitlik, sertlik, SÇKM: Suda çözünabilir kuru madde, vitamin C) ve verim değerleri ile bitki-meyve ve toprakta besin elementi konsantrasyonları (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu) belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre domateste ortalama meyve ağırlığı ve verim değerlerinde 600 kg da<sup>-1</sup> uygulaması en uygun doz olarak belirlenirken, meyve ve bitki besin elementi konsantrasyonlarında 1200 kg da<sup>-1</sup> uygulaması daha iyi sonuçların elde edilmesini sağlamıştır. Toprakların makro besin içeriklerinde 600 kg da<sup>-1</sup> uygulaması, mikro besin içeriklerinde ise 1200 kg da<sup>-1</sup> uygulaması en yüksek değerlerin elde edildiği uygulamalar olarak belirlenirken, en düşük değerler kontrol uygulamalarından elde edilmiştir. Tavuk gübresi uygulamalarının temel kimyasal gübrelerle birlikte uygulanmasının verim ve kalite parametrelerinde önemli katkılar sağladığı görülmüş olup, bu çalışmada düşük doz olan 600 kg da<sup>-1</sup> uygulamasının uzun süreli kullanımlarda toprak tuzluluğu problemi oluşumunda risk oluşturmayacağı ve ekonomik doz olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

#### ARTICLE INFO

Received 11 October 2018  
Received in revised form 14 January 2019  
Accepted 06 March 2019

#### Keywords:

Poultry manure  
Tomato (*Solanum lycopersicum* L.)  
Organic manure  
Yield

#### ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effects of different poultry manure application (0 kg da<sup>-1</sup>, 600 kg da<sup>-1</sup>, 1200 kg da<sup>-1</sup>) on growth and yield of tomatoes cultivation in greenhouse conditions. For this purpose, the values of growth (fruit diameter, fruit weight, number of fruit, pH, acidity, fruit firmness, total soluble solids, vitamin C), yield and the mineral concentrations of fruit-plant-soil (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu) were determined. As a result of this study, the application of 1200 kg da<sup>-1</sup> at fruit and plant nutrient concentrations ensures better results while the average fruit weight and yield values are determined as the most suitable dosage for application of 600 kg da<sup>-1</sup>. The application of 600 kg da<sup>-1</sup> at soil macro nutrient concentrations has the best value while the soil micro nutrient contents are determined as the most suitable dosage for application of 1200 kg da<sup>-1</sup> and the minimum values of mineral nutrient contents were obtained control application (0 kg da<sup>-1</sup>). It has been observed that the chicken manure application with basic chemical fertilizers provides significant contributions in yield and quality parameters and it is considered that the dose of 600 kg da<sup>-1</sup> will not be a risk for soil salinization problem and can be evaluated as an economic dose over a long period of use.



## 1. Giriş

Topraklardaki verimlilik parametrelerinin geliştirilmesinde kimyasal gübrelemeye ilave olarak organik gübreleme büyük öneme sahip olup, bitkisel üretimdeki önemi ise gün geçtikçe daha da artmaktadır. Organik gübre kullanımı ile tarım topraklarında verimlilik artarken, toprak özelliklerinin iyileştirilmesi de toprakların sürdürülebilirliğinin sağlanmasında ve sağlıklı tarımsal ürünlerin elde edilmesinde anahtar rol oynamaktadır. Topraklara organik gübre uygulamalarıyla toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerindeki değişimler toprakların gelecek nesillere daha üretken bir şekilde aktarılmasını sağlayacak yegâne uygulamalar olarak görülmektedir (Shirani ve ark. 2002; Bender ve ark. 1998; Tavalı ve ark. 2014). Organik gübreler içerisinde tavuk gübreleri önemli bir yer tutmaktadır. Gamliel ve ark. (1993) solarizasyon yapılan alanda kompostlanmış tavuk gübresi uygulamasının marul verimini önemli ölçüde artırdığı belirlemiştir. Duyar (2007) tavuk gübresi uygulaması ile marul bitkisinde önemli oranda azot artışı sağlamıştır. Rynk (1992), diğer organik materyallere göre tavuk gübresi kompostunun toprak özellikleri üzerine iyileştirici etkisinin daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Tavuk gübresi, solucan gübresi gibi üretim materyalleri tek başına bir organik gübre olmaktan ziyade, iyi bir toprak ıslah maddesi ve aynı zamanda kültür bitkilerini hastalıklara dirençli kılma özelliği olan çevreci ve ekonomik materyaller olup, bunların tarımsal amaçlı olarak kullanımı ülkemizde de giderek yaygınlaşmaktadır (Bellitürk 2016).

Kaplan ve ark. (2006), farklı organik gübre uygulamalarının marul yetiştiriciliğinde toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkilerini araştırmış, sıvı tavuk gübresi ve sıvı tavuk gübresinin kan unu ve katı tavuk gübresi ile kombinasyonlarının en iyi sonuçları veren organik gübre uygulamaları olduğunu belirlemiştir. Ogbadu ve ark. (1989), tavuk gübresinin patlıcanda ham lif, titre edilebilir asitlik miktarı ve toplam protein içeriğini önemli ölçüde artırdığını, hemiselüloz içeriğini ise önemli miktarda azalttığını belirlemiştir. Moreira ve ark. (2014), farklı organik uygulamaların (organik kompost, tavuk gübresi, sığır gübresi, koyun gübresi ve teker fasulye) marul bitkisinin verim ve gelişimine etkisinde en iyi sonucun tavuk gübresi uygulamasından elde edildiğini saptamıştır. Masarirambi ve ark. (2010), çeşitli seviyelerde tavuk gübresinin marulda gelişme, verim ve kalite üzerine etkilerini araştırmış, tavuk gübresinin 20, 40 ve 60 ton ha<sup>-1</sup> dozları uygulanmış ve en iyi verimin 60 ton ha<sup>-1</sup> dozundan elde edildiği belirlenmiştir.

Artan dozlarda organik materyal uygulanan topraklarda yetiştirilen mısır bitkilerinin kuru madde miktarının ve N, P ve K kapsamlarının artan oranlarda uygulanan organik materyaller ile arttığı saptanmıştır (Brohi ve ark. 1995). Kocabaş ve ark. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, tavuk gübresi (TG), koyun gübresi (KG) ve sığır gübresi (SG) gibi çeşitli hayvansal gübreler ile bu gübrelerin kombinasyonlarının adaçayı bitkisinde etkilerinin araştırıldığı çalışmada organik gübre uygulamalarıyla, adaçayı bitkisinin uçucu yağ içeriği ve bitkinin N, P, K konsantrasyonları arasında pozitif yönde bir ilişki belirlenmiştir. Sönmez ve Kaplan (2011) tarafından farklı tarımsal atıkların birlikte kompost yapıldığı bir çalışmada karanfil bitkilerinin kuru madde içerikleri ve makro besin içeriklerinde %100 tavuk gübresinin en iyi değerlerin elde edildiği uygulama olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışma, tavuk gübresinin artan dozlarında yetiştirilen domates bitkisinin gelişimi, kalitesi, verimi ve besin içeriği

üzerine etkileri ile bazı toprak verimlilik parametreleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırma Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne ait araştırma ve uygulama seralarında 2016 yılında yürütülmüştür. Sera koşullarında yürütülen çalışmada Çizelge 1'de özellikleri verilen toprağa tavuk gübresinin 3 farklı dozu (0 kg da<sup>-1</sup>, 600 kg da<sup>-1</sup>, 1200 kg da<sup>-1</sup>) uygulanmış ve tavuk gübresi dozlarının gelişme, verim ve kalite üzerine olan etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Deneme toprağı uzun yıllardır domates üretimi yapılan ve toprak özellikleri bakımından oldukça iyi özelliklere sahiptir. Deneme toprağının yıllardır yapılan gübre uygulamaları nedeniyle bitki besleme özellikleri yüksek olup deneme esnasında yapılan gübreleme programı bitkilerin beslenme düzeylerine göre düzenlenmiştir. Uygulama materyali olarak kullanılan tavuk gübresi ticari bir ürün olup, firma tarafından beyan edilen analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Araştırmada kullanılan deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

**Table 1.** Some physical and chemical properties of soil used in study.

Özellikler	Değer	Değerlendirme
pH	7.42	Hafif alkalın
Kireç (%)	17.20	Çok fazla kireçli
Bünye	-	Killi tın
EC (dS m <sup>-1</sup> )	0.42	Tuzsuz
Organik Madde (%)	2.43	Az
Toplam azot (%)	0.15	Çok iyi
Alınabilir P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	236.50	Yüksek
Değişebilir K (mg kg <sup>-1</sup> )	568.20	Yüksek
Değişebilir Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	469.80	İyi
Değişebilir Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	4259.00	İyi
Değişebilir Na (mg kg <sup>-1</sup> )	101.40	Düşük
Alınabilir Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	4.73	İyi
Alınabilir Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	10.70	Yeterli
Alınabilir Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	9.24	İyi
Alınabilir Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	6.80	Yeterli

**Çizelge 2.** Kullanılan tavuk gübresinin bazı analiz özellikleri.

**Table 2.** Properties of poultry manure used in the study.

Özellikler	Değer
Toplam organik madde, (%)	55
Toplam azot, (%)	2
Organik azot, (%)	1
Toplam P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , (%)	3
Maksimum nem, (%)	20
pH	6-8

Çalışmada bitki materyali olarak Tayfun F<sub>1</sub> domates çeşidi kullanılmıştır. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak planlanmış ve her parselde 12 bitki olacak şekilde 3 Şubat 2016 tarihinde dikilmiştir. Fideler sıra arası 40 cm, sıra üzeri 90 cm olacak şekilde deneme parsellerine dikilmiş, dikimden sonraki bütün kültürel işlemler (sulama, ilaçlama vb.) tüm uygulama parsellerine eşit uygulanmıştır. Yetiştirme süresi boyunca bütün parsellere eşit 1.5 dS m<sup>-1</sup> (20 kg da<sup>-1</sup> N, 15 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 30 kg da<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 5 kg da<sup>-1</sup> CaO, 2.5 kg da<sup>-1</sup> MgO) olacak şekilde fertigasyon gübrelemesi yapılmış ve deneme 18 Haziran 2016 tarihinde sonlandırılmıştır.

Denemede yaprak ve meyve örnekleri alınarak gerekli fiziksel ölçümler yapıldıktan sonra laboratuvara getirilmiş, yıkandıktan sonra 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir (Kacar ve İnal 2008). Bitki analizleri için ise domates yaprak örneklerinde toplam N modifiye Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar ve İnal 2008). Ayrıca, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu analizleri için bitki örnekleri Soltanpour ve Workman (1981) tarafından bildirildiği şekilde yaş yakılıp ICP-OES cihazında okunmuştur.

Toprak örneklerinde pH (Jackson 1967), kireç (CaCO<sub>3</sub>) (Evlıya 1964), elektriksel iletkenlik (Anonim 1988), bünye (Bouyoucos 1955), organik madde (Black 1965), toplam N (Black 1957), alınabilir P (Olsen 1982), ekstrakte edilebilir K, Ca ve Mg (Kacar 1972) ve alınabilir Fe, Zn, Cu ve Mn analizleri (Lindsay ve Norwell 1978) yapılmıştır.

Domates meyvelerinde ortalama meyve çapı, bitki başına meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığı, bitki başına verim değerleri tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca meyvelerin renk, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı, titre edilebilir asit (TEA) değeri, meyve suyu pH'sı ve C vitamini içeriği belirlenmiştir.

Domateslerde SÇKM miktarı belirlemek üzere meyve örnekleri katı meyve sıkacağından geçirilmiş ve meyve usaresi elde edilmiştir. Bu süzütüden alınan örnek dijital refraktometre ile (Hanna HI96801, Hanna Instruments, USA) belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar % olarak ifade edilmiştir. Örneklerde TEA miktarının belirlenmesi amacıyla 2 ml meyve suyu, 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH metrede (Inolab pH 720, WTW, Germany) pH= 8.1'e kadar titre edilmiştir. Sonuçlar % sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır (Demir 2002; Doğan ve ark. 2016). Meyvelerin kabuk renginde meydana gelen değişimler meyvenin ekvator bölgesinden üç farklı noktadan Minolta CR-400 (MINOLTA Camera Co, LTD Ramsey, NJ) marka renk ölçer ile CIE L\*a\*b\* renk düzleminde belirlenmiştir (McGuire 1992; Doğan ve ark. 2017). Çalışmada meyve eti sertliği el penetromesi yardımıyla meyve ekvator bölgesinden üç farklı noktadan ölçülmüştür. Ölçümler 3 mm'lik bir çapa sahip uçla gerçekleştirilmiştir. Meyvelerin C vitamini içeriği Cemeroglu ve ark. (2007) tarafından belirtilen metoda göre yapılmıştır. Bu amaçla meyveler % 6'lık metafosforik asit çözeltisi ekstrakte edilmiştir. Ekstraktan 5 ml alınan örnek üzerine sırasıyla 5 ml asetat tampon, 1 ml 2,6-Diclorophenolindophenol ve 10 ml ksilen eklenmiştir. Daha sonra tüpler 5 000 rpm'de 4 °C sıcaklıkta 10 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Alınan üst faz spektrofotometre cihazında (Analytik Jena Specord 40,

Germany) 500 nm dalga boyunda okutulmuştur. Sonuçlar oluşturulan kalibrasyon eğrisi ile hesaplanmış ve mg 100 g<sup>-1</sup> taze ağırlık olarak verilmiştir.

Laboratuvar analizleri ve ölçümler neticesinde elde edilen bulgular SPSS 17.0 paket programında varyans analizi yapılarak Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur (Yurtsever 1984).

### 3. Bulgular ve Tartışma

Farklı dozlarda tavuk gübresi uygulamalarının domates bitkisinde meyvede ortalama meyve çapı, ortalama meyve ağırlığı, bitki başı meyve sayısı, bitki başına verim, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), pH, renk, titre edilebilir asitlik, sertlik ve vitamin C içeriği üzerine olan etkileri Çizelge 3'te verilmiştir. Tavuk gübresi uygulama dozlarının, ortalama meyve çapı, ortalama meyve ağırlığı, SÇKM ve meyvelerde renk değerleri (L, C, H değerleri) üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamış, ancak pH, bitki başı meyve sayısı, bitki başına verim, Vitamin C miktarı, titre edilebilir asitlik ve meyve sertlik değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bitki başına meyve sayısı ve verim değerlerinde 600 kg da<sup>-1</sup> uygulaması en yüksek değerlerin elde edildiği uygulama olarak belirlenmiştir. Tavuk gübresi uygulamasıyla domates meyve veriminde artış sağlandığı bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Güler 2004; Mehdizadeh 2013). Ceyhan ve ark. (2000) domates yetiştiriciliğinde farklı organik gübre uygulamalarında en yüksek verim 6.3 ton da<sup>-1</sup> ile dekara 5 ton uygulanan tavuk gübresinden elde edilmiştir.

Domates meyvelerinde titre edilebilir asitlik bakımından kontrol uygulaması en yüksek değeri sağlarken en düşük değerler tavuk gübresi dozlarında belirlenmiştir. Meyve sertliği bakımından ise 1200 kg da<sup>-1</sup> tavuk gübresi dozu en yüksek değerin elde edildiği uygulama olarak belirlenmiş, en düşük değerler kontrol ve 600 kg da<sup>-1</sup> dozlarından elde edilmiştir. Domates yetiştiriciliğinde organik gübrelerin kullanılmasıyla bazı kalite kriterlerinin (toplam kuru madde miktarı, pH, antioksidan aktivitesi, sertlik değerleri, kül, protein ve azot miktarları, renk değerleri) kimyasal gübreleme ile yetiştirilenlere göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Abdollah 2008).

Domates meyvelerinin besin içerikleri üzerine tavuk gübresi dozlarının etkisi Ca, Mn ve Cu elementleri hariç diğer tüm besin elementlerinde istatistiksel olarak farklı düzeylerde önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Artan tavuk gübresi dozları ile bitki besin içeriklerindeki artış paralel olmayıp 600 kg da<sup>-1</sup>

Çizelge 3. Tavuk gübresi uygulamalarının domates meyvelerinin bazı kalite parametreleri üzerine etkileri<sup>1</sup>.

Table 3. The effects of poultry manure treatments on some tomato fruits quality parameters<sup>1</sup>.

İncelenen Kriter	0 kg da <sup>-1</sup>	600 kg da <sup>-1</sup>	1200 kg da <sup>-1</sup>	Önemlilik
Ortalama meyve çapı (mm)	62.14	64.07	62.74	1.515öd
Ortalama meyve ağırlığı (g meyve <sup>-1</sup> )	115.83	118.17	111.00	1.330öd
Bitki başı meyve sayısı (adet bitki <sup>-1</sup> )	27.47b <sup>2</sup>	32.70a	28.07b	6.023*
Bitki başına verim (kg bitki <sup>-1</sup> )	3.41b <sup>2</sup>	3.91a	3.43b	11.901**
SÇKM (%)	5.07	4.83	4.90	0.4105öd
pH	4.51	4.62	4.52	0.0529öd
Lightness (L*)	38.53	38.70	38.94	0.7912öd
Chroma (C*)	35.43	35.58	35.45	1.3192öd
Hue angle (H°)	41.96	41.33	41.51	1.3544öd
Titre edilebilir asitlik (% sitrik asit)	0.33a <sup>2</sup>	0.30b	0.30b	0.0231*
Meyve sertliği (N cm <sup>-2</sup> )	8.58b <sup>2</sup>	9.24b	10.85a	1.4887*
C vitamini (mg 100 g <sup>-1</sup> )	30.45a <sup>2</sup>	28.85b	28.99b	0.2917*

<sup>1</sup>Değerler 3 tekrerr ortalamasıdır. <sup>2</sup>Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklılar % 5 düzeyinde önemlidir. \*: p< 0.05, \*\*: p< 0.01, öd: önemli değil.

uygulamasını bazı besin elementi içeriklerinde 1200 kg da<sup>-1</sup> uygulaması ile aynı sonucun elde edilmesini sağlamıştır. Meyvelerin K (% 3.32) ve Fe (49.25 mg kg<sup>-1</sup>) içeriklerinde 1200 kg da<sup>-1</sup> uygulaması en yüksek değerlerin elde edilmesini sağlarken; N (% 2.23), Mg (% 0.16) ve Zn (7.03 mg kg<sup>-1</sup>) içeriklerinde hem 600 kg da<sup>-1</sup> hem de 1200 kg da<sup>-1</sup> uygulamaları en yüksek değerlerin elde edildiği grupta yer almışlardır. **Önal ve ark. (2003)** artan organik materyal ilavesinin domates meyvesinde besin konsantrasyonunda artışa neden olduğunu belirtmiştir. **Çizelge 4**'de yapılan değerlendirmede sadece P (% 0.55) içeriklerinde en yüksek değer kontrolden elde edilmiş, kontrol uygulaması genel olarak en düşük değerlerin elde edildiği uygulama olarak belirlenmiştir.

Domates bitki örneklerinin besin içeriklerine farklı tavuk gübresi uygulamalarının etkileri bakımından yapılan değerlendirmede; Ca, Mg, Zn ve Cu içeriklerinde uygulamaların etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmazken, diğer besin elementlerinin içerikleri üzerine tavuk gübresi uygulamalarının etkilerinin önemli olduğu belirlenmiştir (**Çizelge 5**). Bitki örneklerinin N (% 3.56), P (% 0.51) ve K (% 3.44) içeriklerinde en yüksek değerler 1200 kg da<sup>-1</sup> uygulamasından elde edilirken, Fe (79.13 mg kg<sup>-1</sup> ve 81.78 mg kg<sup>-1</sup>) ve Mn (123.13 mg kg<sup>-1</sup> ve

125.88 mg kg<sup>-1</sup>) içeriklerinde 600 kg da<sup>-1</sup> ve 1200 kg da<sup>-1</sup> tavuk gübresi uygulamaları en yüksek değerlerin elde edildiği uygulamalar olarak belirlenmişlerdir. Çalışmada kontrol uygulamaları en düşük değerlerin elde edildiği uygulama olarak belirlenmiştir (**Çizelge 5**). **Topçuoğlu ve ark. (2001)** örtü altı domates yetiştiriciliğinde toprağa uygulanan organik gübrelerin uygulama düzeylerine bağlı olarak bitkinin kuru madde miktarını, N, P, K ve Mg içeriğini artırdığını tespit etmiştir. Tavuk gübresinde bulunan organik azot miktarının yaklaşık % 90'ının ilk yıl mineralize olması bitki ve toprakta azot bakımından iyi sonuç alınmasının nedeni olarak belirtilmektedir (**Smith ve Peterson 1982**). **Güler (2004)** tavuk gübresinin açıkta domates yetiştiriciliğinde 600 kg da<sup>-1</sup> uygulanmasından verim, kalite ve bitki besin element içeriği açısından yeterli olduğunu bildirilmiştir. **Ewulo ve ark. (2008)** ve **Adekiya ve Agbede (2009)** tavuk gübresi uygulamalarının domates yapraklarının N, P, K, Ca ve Mg içeriklerini artırdığını bildirmişlerdir.

Artan tavuk gübresi uygulamalarının deneme topraklarının pH düzeylerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmazken, organik madde düzeyleri ve EC değerleri p < 0.001 düzeyde önemli bulunmuştur (**Çizelge 6**). Toprakların

**Çizelge 4.** Tavuk gübresi dozlarının domates meyvelerinin besin içerikleri üzerine etkileri<sup>1</sup>.

**Table 4.** The effects of poultry manure treatments on tomato fruits nutrient contents<sup>1</sup>.

İncelenen Kriter %	0 kg da <sup>-1</sup>	600 kg da <sup>-1</sup>	1200 kg da <sup>-1</sup>	Önemlilik
Azot (%)	1.95b <sup>2</sup>	2.10a	2.23a	12.90**
Fosfor (%)	0.55a <sup>2</sup>	0.52b	0.47c	23.55***
Potasyum (%)	2.75c <sup>2</sup>	2.95b	3.32a	29.035***
Kalsiyum (%)	0.14	0.16	0.15	0.542öd
Magnezyum (%)	0.13b <sup>2</sup>	0.16a	0.15a	6.50*
Demir (mg kg <sup>-1</sup> )	25.01b <sup>2</sup>	28.16b	49.25a	18.82**
Çinko (mg kg <sup>-1</sup> )	2.33b <sup>2</sup>	5.45a	7.03a	14.13**
Mangan (mg kg <sup>-1</sup> )	12.08	12.09	12.34	0.22öd
Bakır (mg kg <sup>-1</sup> )	7.79	18.44	36.86	2.32öd

<sup>1</sup>Değerler 3 tekrerrüt ortalamasıdır. <sup>2</sup>Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar % 5 düzeyinde önemlidir. \*: p < 0.05, \*\*: p < 0.01, \*\*\*: p < 0.001, öd: önemli değil.

**Çizelge 5.** Tavuk gübresi dozlarının domates yapraklarının besin içerikleri üzerine etkileri<sup>1</sup>.

**Table 5.** The effect of poultry manure treatments on tomato leaves nutrient contents<sup>1</sup>.

İncelenen Kriter	0 kg da <sup>-1</sup>	600 kg da <sup>-1</sup>	1200 kg da <sup>-1</sup>	Önemlilik
Azot (%)	2.85b <sup>2</sup>	3.27ab	3.56a	5.35*
Fosfor (%)	0.41c <sup>2</sup>	0.47b	0.51a	42.44***
Potasyum (%)	3.12b <sup>2</sup>	3.18b	3.44a	12.24**
Kalsiyum (%)	4.86	4.90	5.07	0.412öd
Magnezyum (%)	0.48	0.45	0.49	1.563öd
Demir (mg kg <sup>-1</sup> )	71.04b <sup>2</sup>	79.13a	81.78a	45.36***
Çinko (mg kg <sup>-1</sup> )	12.41	12.89	13.05	0.787öd
Mangan (mg kg <sup>-1</sup> )	109.62b <sup>2</sup>	123.13a	125.88a	7.25*
Bakır (mg kg <sup>-1</sup> )	10.51	10.60	10.06	0.387öd

<sup>1</sup>Değerler 3 tekrerrüt ortalamasıdır. <sup>2</sup>Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar % 5 düzeyinde önemlidir. \*: p < 0.05, \*\*: p < 0.01, \*\*\*: p < 0.001, öd: önemli değil.

**Çizelge 6.** Tavuk gübresi uygulamalarının bazı toprak özellikleri üzerine etkileri<sup>1</sup>.

**Table 6.** The effects of poultry manure treatments on some soil parameters<sup>1</sup>.

İncelenen Kriter	0 kg da <sup>-1</sup>	600 kg da <sup>-1</sup>	1200 kg da <sup>-1</sup>	Önemlilik
Organik Madde (%)	2.22b <sup>2</sup>	3.00a <sup>2</sup>	3.10a <sup>2</sup>	27.38***
pH	7.39	7.44	7.42	0.33öd
EC (dS m <sup>-1</sup> )	0.530c	0.689a	0.650b	139.72***
Azot (%)	0.117b	0.177a	0.203a	8.44*
Fosfor (mg kg <sup>-1</sup> )	209.68c	313.33a	248.16b	160.82***
Potasyum (mg kg <sup>-1</sup> )	724.77c	969.33a	875.33b	53.94***
Kalsiyum (mg kg <sup>-1</sup> )	4549.33	4152.33	4319.67	2.58öd
Magnezyum (mg kg <sup>-1</sup> )	452.20b	430.70a	477.77a	8.74*
Demir (mg kg <sup>-1</sup> )	2.66b	3.19ab	3.92a	5.90*
Çinko (mg kg <sup>-1</sup> )	9.93b	9.90b	10.97a	7.47*
Mangan (mg kg <sup>-1</sup> )	16.88a	10.80b	16.62a	108.33***
Bakır (mg kg <sup>-1</sup> )	5.94b	6.85a	5.91b	12.54**

<sup>1</sup>Değerler 3 tekrerrüt ortalamasıdır. <sup>2</sup>Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar % 5 düzeyinde önemlidir. \*: p < 0.05, \*\*: p < 0.01, \*\*\*: p < 0.001, öd: önemli değil.

organik madde düzeyine 600 kg da<sup>-1</sup> ve 1200 kg da<sup>-1</sup> tavuk gübresi dozları (% 3.00 ve % 3.10) aynı düzeyde etkide bulunmuştur. Toprak organik madde içeriği bakımından en düşük değer kontrol (% 2.22) uygulamasından elde edilmiştir. Topraklara ilave edilen tavuk gübrelere ile toprak organik maddesi % 35-40 oranında artış göstermiştir. Organik materyal ilaveleriyle toprak organik maddesinde artış gözlemlendiği birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Alagöz ve ark. 2006; Yılmaz ve Alagöz 2010; Akalan 1987; Haynes ve Naidu 1998). Toprakların EC değerlerinde 600 kg da<sup>-1</sup> uygulaması (0.689 dS m<sup>-1</sup>) en yüksek değer elde edildiği uygulama olurken en düşük değer kontrolden (0.530 dS m<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. Organik gübre ilavesi ile toprakların tuzluluğu artmasına rağmen bu artış toprak tuzluluğunu tehdit edecek düzeylere ulaşmamıştır. Soil Survey Staff (1951) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre toprak örneklerinin tuzsuz sınıfına girdikleri belirlenmiştir.

Toprakların besin konsantrasyonlarında ise Ca hariç tüm elementler üzerine tavuk gübresi uygulamalarının etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tavuk gübresinin 600 kg da<sup>-1</sup> ve 1200 kg da<sup>-1</sup> dozları toprakların N (% 0.177 ve % 0.203) ve Mg (430.70 mg kg<sup>-1</sup> ve 477.77 mg kg<sup>-1</sup>) konsantrasyonlarında aynı düzeyde etkide bulunurken; P (313.33 mg kg<sup>-1</sup>), K (969.33 mg kg<sup>-1</sup>) ve Cu (6.85 mg kg<sup>-1</sup>) konsantrasyonlarında 600 kg da<sup>-1</sup> uygulaması, Fe (3.92 mg kg<sup>-1</sup>) ve Zn (10.97 mg kg<sup>-1</sup>) konsantrasyonlarında da 1200 kg da<sup>-1</sup> uygulaması en yüksek değerlerin elde edildiği uygulamalar olarak belirlenmiştir. Mn konsantrasyonunda ise kontrol (16.88 mg kg<sup>-1</sup>) ile 1200 kg da<sup>-1</sup> (16.62 mg kg<sup>-1</sup>) tavuk gübresi uygulaması en yüksek değerlere sahipken en düşük değer 600 kg da<sup>-1</sup> (10.80 mg kg<sup>-1</sup>) dozundan saptanmıştır. Ca ve Mn hariç tüm elementlerde en düşük değerler kontrolden elde edilmiştir. Kacar ve Katkat (2007), toprakların fosfor içerikleri üzerine toprak organik maddesinin etkisinin yüksek olduğunu bildirmiştir. Duyar (2007) tavuk gübresi uygulaması ile marul bitkisinde önemli oranda azot artışı sağlamıştır. Kaplan ve ark. (2006) kan uyu ve tavuk gübresi uygulamalarının sonbahar döneminden ilkbahar dönemine doğru toprağın pH, EC ve K içeriğinde azalmaya, N, P, Ca, Mg, Fe ve Mn içeriğinde ise artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Güneş (2007) organik uygulamaların (leonardit) toprakların makro element içeriklerinde artışa neden olduğunu bildirmiştir. Morlat ve Chaussod (2008) organik uygulamalarla toprakların potasyum içeriklerinin arttığını bildirmektedir. Şahin (2013) tavuk gübresinin zeytin yetiştirilen toprakların değişebilir demir ve bakır içeriğinde olumlu etkilerinin olduğunu belirlemiştir. Adekiya ve Ojeniyi (2002) tavuk gübresinin toprakların fiziksel özelliklerini iyileştirdiğini ve besin elementlerinin alınabilirliğini artırdığını bildirmiştir. Steiner ve ark. (2007) artan dozlardaki tavuk gübresi uygulamasının toprak pH'sı, fosfor, kalsiyum ve magnezyum kapsamında artışa neden olduğunu bildirmişlerdir.

#### 4. Sonuç

Tarımsal üretimde verimliliği artıran en önemli unsurlardan birisi olan gübreleme uygulamalarında organik gübreleme; hem toprak özellikleri üzerine olan önemli etkileri nedeniyle hem de bitki gelişimine katkı sağlaması nedeniyle son yıllarda çok fazla oranda tercih edilmektedir. Özellikle kimyasal gübrelerin etkinliğinin artırılması nedeniyle verimde ciddi artışlar sağladığı bilinmektedir. Tavuk gübrelere son yıllarda tavukçuluk sektöründeki artışla birlikte tarım sektöründe kaliteli ürün temini bakımından öne çıkmaktadır. İşlenmiş tavuk gübrelere toprak özellikleri ve bitki gelişimindeki önemli katkıları

yanında ithal ürünlere göre ekonomik olarak daha uygun olması nedeniyle kullanımları her geçen gün daha da artmaktadır. Bu çalışmada da tavuk gübresinin farklı dozlarının domates bitkisinde gelişme, verim, kalite ve toprak özelliklerindeki değişimler gözlenmeye çalışılmıştır. Tavuk gübresinin özellikle meyvedeki verim analizlerinde 600 kg da<sup>-1</sup> uygulaması önerilirken meyvedeki besin elementi içeriklerinde 1200 kg da<sup>-1</sup> uygulaması en iyi sonuçları sağlamıştır. Bitki besin içeriklerinde 1200 kg da<sup>-1</sup> uygulaması, toprakta makro besin içeriklerinde 600 kg da<sup>-1</sup> uygulaması ve mikro besin içeriklerinde de 1200 kg da<sup>-1</sup> uygulaması en yüksek değerlerin elde edildiği uygulamalar olarak belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulamasına ilave olarak uygulanan tavuk gübresi dozlarının özellikle verim unsurlarında artışa neden olması topraktaki besin elementlerinin yayarışlılığının artırılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle 600 kg da<sup>-1</sup> uygulamasının ekonomik doz olarak ortaya çıkmasının uzun süreli çalışmalarla desteklenmesi gerekliliği de dikkate alınması gereken bir durumdur. Toprak özelliklerinin iyileştirilmesi ve besin elementlerinin alınabilirliğinin artırılmasında organik gübrelere olumlu etkilerinden dolayı kullanımlarının artırılması desteklenmelidir. Özellikle toprak organik maddesinin düşük olduğu alanlarda bu uygulamalar yıllar boyunca tekrarlanarak toprak kalitesinde ve sürdürülebilir üretimde artışlar sağlanabilir.

#### Kaynaklar

- Abdollah F (2008) Organik ve konvansiyonel domates ürünlerinin ayırt edilme yöntemleri ve kalite farklarının incelenmesi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Adekiya AO, Ojeniyi SO (2002) Evaluation of tomato growth and soil properties under methods of seedling bed preparation in an alfisol in the rainforest zone of southwest Nigeria. Soil and Tillage Res. 64: 275-279.
- Adekiya AO, Agbede TM (2009) Growth and yield of tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill) as influenced by poultry manure and NPK fertilizer. Emirates Journal of Food and Agriculture 21(1): 10-20.
- Akalan İ (1987) Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1025, Ankara, s. 309.
- Alagöz Z, Yılmaz E, Öktüren F (2006) Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 19(2): 245-254.
- Anonim (1988) Meyve, sebze ve mamulleri-nitrit ve nitrat tayini-moleküler absorpsiyon spektrofotometrik metot. Türk Standardı, ICS 67.080, TS 6183/Aralık 1988.
- Bellitürk K (2016) Sürdürülebilir Tarımsal Üretimde Katı Atık Yönetimi İçin Vermikompost Teknolojisi. Çukurova Tarım ve Gıda Bil. Dergisi 31(3): 1-5, Adana.
- Bender D, Erdal İ, Dengiz O, Gürbüz M ve Tarakçıoğlu C (1998) Farklı Organik Materyallerin Killi Bir Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. International Symposium On Arid Region Soil. International Agrohydrology Research And Training Center, Menemen, İzmir, s. 506-510.
- Black CA (1957) Soil-plant relationships. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Black CA (1965) Methods of Soil Analysis Part 2, Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher Madisson, Wilconsin, U.S.A., pp. 1372-1376.
- Bouyoucos GJ (1955) A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. Agronomy Journal 4(9): 434.



- Brohi AR, Karaman MR, Aktaş A (1995) Residual effect of some organic fertilizers on dry matter yield and NP content of maize crop grown on a calcareous and non-calcareous soil. Soil Fertility and Fertilizer Management 9th International Symposium of CIEC, 25-30 Sept. 1995, Kuşadası, Turkey.
- Cemeroğlu B, Yemencioğlu A ve Özhan M (2007) Gıda analizleri kitabı. Bizim Grup Basımevi, s. 45-84, Ankara.
- Ceyhan Ş, Yoldaş F, Mordoğan N, Çakıcı H (2000) Domates yetiştiriciliğinde farklı hayvansal gübrelerin verim ve kaliteye etkisi. II. Sebze Tarımı Sempozyumu, 11- 13 Eylül, Isparta, s. 51-55.
- Demir H (2002) Bazı sebze türlerinin organik tarım yöntemleri ile yetiştirilmesi, verim ve kalite analizlerinin yapılması üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Doğan A, Selçuk N, Erkan M (2016) Comparison of pesticide-free and conventional production systems on postharvest quality and nutritional parameters of peppers in different storage conditions. Scientia Horticulturae 207: 104-116.
- Doğan A, Kurubaş MS, Erkan M (2017) Farklı dozlarda 1-Metilsiklopropan (1-MCP) uygulamalarının 'Hass' avokado çeşidinin depolanması üzerine etkileri. Mediterranean Agricultural Sciences 30(2): 71-78.
- Duyar H (2007) Yeşil gübrelemenin serada organik sebze üretimine etkileri. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Evlia H (1964) Kültür bitkilerinin beslenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Sayı: 10, Ankara.
- Ewulo BS, Ojeniyi SO, Akanni DA (2008) Effect of poultry manure on selected soil physical and chemical properties, growth, yield and nutrient status of tomato. African Journal of Agricultural Research 3(9): 612-616.
- Gamliel A, Stapleton JJ (1993) Effect of chicken compost or ammonium phosphate and solarization on pathogen control, rhizosphere microorganisms, and lettuce growth. Plant Disease 77(9): 886-891.
- Güler S (2004) Tavuk gübresi ve inorganik gübre uygulamasının domateste verim, kalite ve yaprağın besin element içeriği üzerine etkileri. Derim 21(1): 21-29.
- Güneş A (2007) Alüviyal materyaller üzerinde oluşan topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin verim ve besin içeriği üzerine organik ve mineral gübre uygulamalarının etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Haynes RJ, Naidu R (1998) Influence of lime, fertilizer and manure application on soil organic matter content and soil physical conditions: A review. Nutrient Cycling in Agroecosystem 51: 123-137.
- Jackson ML (1967) Soil chemical analysis. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Kacar B (1972) Bitki ve toprağın kimyasal analizleri. II. Bitki Analizleri, A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları: 453, Ankara.
- Kacar B, Katkat V (2007) Bitki besleme. Nobel Yayınları, ISBN: 9789515918345.
- Kacar B, İnal A (2008) Bitki analizleri. Nobel Yayınları, s. 1241.
- Kaplan M, Sönmez S, Polat E, Demir H ve Sönmez İ (2006) Kan unu ve tavuk gübresi uygulamalarının toprak özellikleri üzerine etkisi, Türkiye III. Organik Tarım Sempozyumu, 1-4 Kasım, Yalova, s. 533-541.
- Kocabaş İ, Sönmez İ, Kalkan H, Kaplan M (2007) The effects of different organic manure applications on essential oil ratio and nutrient contents of sage (*Salvia fruticosa* Mill.) Akdeniz Univ. Journal of the Faculty of Agriculture 20(1): 105-110.
- Lindsay WL, Norvell WA (1978) Development of a DTPA soil test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Science Society of America Journal 42(3): 421-428. Madison, Wisconsin, USA, 1372-1376.
- Masarirambi MT, Hlawe MM, Oseni OT, Sibiya TE (2010) Effects of organic fertilizers on growth, yield, quality and sensory evaluation of red lettuce (*Lactuca sativa* L.) 'VenezaRoxa'. Agriculture and Biology Journal of North America 1(6): 1319-1324.
- McGuire RG (1992) Reporting of objective colour measurements. HortScience 27: 1254-1255.
- Mehdizadeh M, Darbandi EI, Naseri-Rad H, Tobeh A (2013) Growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as influenced by different organic fertilizers. International Journal of Agronomy and Plant Production 4(4): 734-738.
- Moreira MA, Dos Santos CAP, Lucas AAT, Bianchini FG, De Souza IM, Viegas PRA (2014) Lettuce production according to different sources of organic matter and soil cover. Agricultural Sciences 5: 99-105.
- Morlat R, Chaussod R (2008) Long-term additions of organic amendments in a loire valley vineyard. I. Effects on Properties of a Calcareous Sandy Soil. American Journal of Enology & Viticulture 59(4): 353-363.
- Ogbadu GH, Easmon J (1989) Influence of inorganic and organic fertilizers on the chemical composition of three Department of Biochemistry, eggplant cultivars. Ahmadu Bello University, Zaira, Nigeria.
- Olsen SR, Sommers EL (1982) Phosphorus soluble in sodium bicarbonate, methods of soil analysis, part 2, Chemical and Microbiological Properties. Edit: A.L. Page, P.H. Miller, D.R. Keeney, 404-430.
- Önal MK, Topçuoğlu B, Arı N (2003) Toprağa uygulanan kentsel atıma çamurunun domates bitkisine etkisi\* 2. gelişme ve meyve özellikleri ile meyvede mineral içerikleri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 16(1): 97-106.
- Rynk R (1992) On farm composting handbook (NRAES-54) Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Ithaca, New York. pp. 186.
- Shirani H, Hajabbasi MA, Afyuni M and Hemmat A (2002) Effects of farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in central Iran. Soil and Tillage Research 68: 101-108.
- Smith JH and Peterson JR (1982) Recycling of nitrogen through land application of agricultural, food, processing, and municipal wastes. In: Nitrogen in Agricultural Soils (Ed. F. J. Stevenson), 791-831.
- Soil Survey Staff (1951) Soil survey manual. Agricultural Research Administration, U.S. Dept. Agriculture, Handbook No: 18, pp. 340-377.
- Soltanpour PN, Workman SM (1981) Use of inductively-coupled plasma spectroscopy for the simultaneous determination of macro and micro nutrients in  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ -DTPA extracts of soils. In Barnes R.M. (ed). Developments in Atomic Plasma Analysis, USA, pp. 673-680.
- Sönmez İ, Kaplan M (2011) The Effects of Some Agricultural Wastes Composts on Carnation Cultivation. African Journal of Agricultural Research 6(16): 3936-3942.
- Steiner C, Teixeira WG, Lehmann J, Nehls T, De Macedo JLV, Blum WEH, Zech W (2007) Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. Plant and Soil 291(1-2): 275-290.
- Şahin G. (2013) Organik Zeytin Yetiştiriciliğinde Farklı Gübre Dozlarının Toprak Özellikleri, Yaprak Besin Elementi içeriği ve Yağ kalitesi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Tavali İE, Uz İ, Orman Ş (2014) Vermikompost ve tavuk gübresinin yazlık kabağın (*Cucurbita pepo* L. cv. Sakız) verim ve kalitesi ile toprağın bazı kimyasal özellikleri üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 27(2): 119-124.



Topçuoğlu B, Önal MK, Arı N (2001) Toprağa kentsel katı atık kompostu ve kentsel atıksu arıtma çamuru uygulamalarının sera domatesinde kuru madde miktarı ve bazı bitki besin içerikleri üzerine etkisi. GAP II. Tarım Kongresi, 24- 26 Ekim, Şanlıurfa.

Yılmaz E, Alagöz Z (2010) Effects of short-term amendments of farmyard manure on some soil properties in the Mediterranean Region-Turkey, *Journal of Food Agriculture&Environment* 8: 859-862.

Yurtsever N (1984) Deneysel istatistik metotları. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, No: 56, Ankara.



## Giresun ilindeki sığırcılık işletmelerinin genel yapısının belirlenmesi\*

### Determination of general structure of cattle enterprises in Giresun province

Sezai ALKAN<sup>1</sup>, Haydar ÜNLÜ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Ordu

<sup>2</sup>Giresun Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Giresun

Sorumlu yazar (Corresponding author): S. Alkan, e-posta (e-mail): sezaialkan61@gmail.com

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): haydarunlu28@hotmail.com

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 25 Ekim 2018  
Düzeltilme tarihi 21 Kasım 2018  
Kabul tarihi 21 Kasım 2018

#### Anahtar Kelimeler:

Giresun ili  
Sığırcılık işletmesi  
Sorun

#### ÖZ

Bu çalışma, Giresun ilindeki sığırcılık işletmelerinin genel yapısının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada Giresun ilinin merkezinde ve ilçelerinde bulunan sığırcılık işletmelerinde yapılan anketlerden elde edilen veriler kullanılmıştır. Anket yapılan işletmeler hayvan sayılarına göre  $\leq 5$  baş, 6-15baş, 16-29 baş ve  $\geq 30$  baş olmak üzere dört kategoriye ayrılmıştır. İncelenen işletmelerin % 19.27'sinde yerli ırk, % 47.50'sinde melez, % 20.33'ünde kültür ırkı ve % 11.99'unda yerli+melez+kültür ırkı sığırlar kullanılmaktadır. Doğum bölmesi olan işletmelerin oranı % 7.59, doğum bölmesi olmayan işletmelerin oranı ise % 91.65 olarak belirlenmiştir. İşletmelerin % 36.27'sinde buzağı bölümünün bulunduğu, % 62.82'sinde ise bulunmadığı tespit edilmiştir. Kayıt tutulan işletmelerin oranı % 15.93, kayıt tutulmayan işletmelerin oranı ise % 82.85 olarak belirlenmiştir. İşletmelerin % 88.01'inde sağımın elle yapıldığı ve süt analizi yaptırmayan işletmelerin oranının % 93.93 olduğu tespit edilmiştir. Suni tohumlama yaptıran işletmelerin oranı % 63.13 olarak saptanmıştır. Ahırların % 71.17'sinde zeminin beton olduğu tespit edilmiştir. İşletme sahiplerinin % 78.15'inin okuryazar/ilkokul mezunu olduğu belirlenmiş olup işletme sahiplerinin % 53.41'inin herhangi bir tarımsal örgüte üye olmadığı tespit edilmiştir.

#### ARTICLE INFO

Received 25 October 2018  
Received in revised form 21 November 2018  
Accepted 21 November 2018

#### Keywords:

Giresun province  
Cattle enterprise  
Problem

#### ABSTRACT

This study was carried out to determine the general structure of cattle breeding enterprises in Giresun province. In the study, the data obtained from the surveys conducted in the cattle enterprises in the center and districts of Giresun province were used. According to animal numbers, surveyed cattle enterprises were divided into four categories:  $\geq 5$  animals, 6-15 animals, 16-29 animals and  $\leq 30$  animals. In the investigated enterprises, domestic breed is used in 19.27%, crossbred in 47.50%, culture breed in 20.33% and domestic+crossbred+culture breeds in 11.99%. The ratio of enterprises with birth chamber was determined as 7.59% and the ratio of those without birth chamber was found as 91.65%. It was determined that 36.27% of the enterprises have a calf chamber and 62.82% of the enterprises have no calf chamber. The ratio of recorded enterprises was determined as 15.93% and the ratio of non recorded enterprises was found as 82.85%. It was determined that in 88.01% of the enterprises milking was performed by hand and in 93.93% of the enterprises milk analysis was made. The proportion of enterprises having artificial insemination was 63.13%. It was found that 71.17% of the enterprises have concrete floor. It was determined that 78.15% of business owners were literate / primary school graduates. It has been determined that 53.41% of enterprises owners are not members of any agricultural organization.

\*BY: 1707 nolu Yüksek Lisans tezinden derlenmiştir.

## 1. Giriş

İnsanların sağlıklı ve dengeli bir yaşam sürdürebilmeleri için bitkisel gıdaların yanı sıra hayvansal gıdaları da yeterli ve dengeli bir şekilde alınması gerekmektedir. Ülkelerin gelişmişlik düzeyleri arttıkça, hayvansal gıdalara da olan talep artmaktadır. Türkiye'de kişi başına düşen hayvansal protein tüketimi ortalama 36 g gün<sup>-1</sup> iken, Avrupa Birliği ülkelerinde

60 g gün<sup>-1</sup> ve A.B.D'de ise 70 g gün<sup>-1</sup>dür (Tapkı ve ark. 2018). Hayvansal gıdaların başında süt ve ürünleri ile et ve ürünleri gelmektedir. Kişi başına hayvansal kökenli gıdaların tüketiminde gelişmiş ülkelerle geri kalmış ve gelişmekte olan ülkeler arasında önemli farklılığın olduğu bilinmektedir. Gelecekte gelişmiş ülkelerde hayvansal kaynaklı gıdalara olan

talepte önemli bir artış beklenmezken, 2020'li yıllarda nüfusu hızla artan gelişmekte olan ülkelerde et ve süte olan talebin 2 kat artabileceği bildirilmektedir (Hocquette ve Gigli 2005). Hayvancılık gelişmiş ülkelerde bir endüstri haline gelmiş ve ekonominin önemli bir parçası olmuştur. Bu durum hayvancılığın ulusal düzeyde geliştirilmesi gereken önemli bir sektör olduğunu ortaya koymaktadır (Anonim 2015).

Sığırlar süt ve kırmızı et üretiminde önemli bir yere sahiptir. Türkiye'de üretilen sütün % 90.6'sı ve üretilen kırmızı etin ise % 85'i sığırlardan elde edilmektedir. Türkiye'nin toplam sığır varlığı yaklaşık 15.9 milyon baş ve bunun 5.9 milyon başı sağmal durumda olup 18.7 milyon ton sığır sütü üretilmektedir (Anonim 2017). Türkiye'de sığır yetiştiriciliği hayvancılık faaliyetleri içerisinde önemli bir yer tutmasına rağmen hayvan başına elde edilen süt verimi yeterli düzeyde değildir. İnek başına süt üretimi A.B.D'de ortalama 9.840 kg, Avrupa Birliği ülkelerinde ortalama 6.466 kg, Türkiye'de ise ortalama olarak 3.000 kg civarındadır (Hozman ve Akçay 2016).

Sığırların verim özellikleri hayvana ait genetik faktörlerin yanı sıra bakım, besleme, barınak koşulları ve sürü yönetimiyle ilgili olan çevresel faktörlerin etkisi altındadır. Bundan dolayı, verim özelliklerinin iyileştirilebilmesi için hayvanların genetik kapasitelerinin ve verim üzerine etkili çevre şartlarının optimum hale getirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, istenilen verim performansını elde edilebilmesi için genetik potansiyeli yüksek hayvanların kullanılmasının ve en uygun bakım-besleme koşullarının uygulanmasının yanı sıra hayvanlara uygun barınak şartlarının sağlanması da son derece önemlidir. Üretim yönü, hayvanların özellikleri ve bölgenin iklim koşulları göz önünde bulundurulmadan yapılan barınaklar hayvanların yaşam standardını ve verimlerini sonuç olarak da işletme kârlılığını olumsuz olarak etkilemektedir (Bardakçioğlu ve ark. 2004; Akman 2006). Sığırlardan sahip oldukları genotipin gerektirdiği optimum verimin alınabilmesi için öncelikli olarak barınaklar uygun şekilde projelendirilmeli, bakım-besleme ve sürü yönetimi gibi çevre faktörleri de iyi düzenlenmelidir. Hayvanlardan hedeflenen verimin alınmasının temel şartı; genetik kapasitelerinin artırılması yanında hayvanların içerisinde buldukları çevre şartlarının da iyileştirilmesidir.

Bu araştırmada, Giresun İlinde faaliyette bulunan sığırcılık işletmelerinin genel yapılarının ve sorunlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Giresun ilinde kayıtlı 20 916 sığırcılık işletmesi bulunmaktadır (Anonim 2016). Bu araştırmanın materyalini, Giresun ilindeki 20 916 sığırcılık işletmesinden tabakalı örnekleme yöntemine göre seçilen toplam 659 adet işletme oluşturmuştur. İşletmeler büyüklüklerine göre ≤ 5 baş, 6-15 baş, 16-29 baş ve ≥ 30 baş olmak üzere 4 farklı gruba ayrılmıştır. Örneğe girecek işletme sayıları % 1 hata payı (α) % 99 güven aralığı dikkate alınarak ayrı ayrı hesaplanmıştır (Yamane 1967).

$$n = \frac{N \sum N_h S_h^2}{N^2 * D^2 + \sum N_h S_h^2}, D^2 = \frac{d^2}{Z^2}$$

Formülde;

n= örnek hacmi

N= Populasyondaki toplam işletme sayısı

N<sub>h</sub>= h. tabakadaki işletme sayısı

S<sub>h</sub>= h. tabakadaki standart sapma

d= Populasyon ortalamasından izin verilen hata miktarı  
Z= İzin verilen hata miktarına göre Z-tablo değeri.

Belirlenen örnek genişliğinin tabakalara dağıtımında orantılı dağıtım yöntemi kullanılmış ve aşağıdaki formül ile tabakaların genişlikleri hesaplanmıştır. Anketlerin değerlendirilmesinde SPSS İstatistik Paket Programı kullanılmıştır (Anonim 2008).

$$n_h = \left( \frac{N_h}{N} \right) n$$

Formülde;

n<sub>h</sub>= h. tabakadaki anket sayısı

N<sub>h</sub>= h. tabakadaki işletme sayısı

N= Toplam işletme sayısı.

Araştırmada anket uygulanan sığırcılık işletmelerinin tabakalara göre % 1 hata payı ile dağılımı Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. İşletmelerin tabakalara göre dağılımı.

Table 1. Distribution of enterprises by classification.

İşletme Büyüklüğü	İşletme Sayısı (N <sub>h</sub> )	N <sub>h</sub> / N	Anket Sayısı (n)
≤ 5 Baş	14.057	67.2	359
6-15 Baş	4.979	23.8	188
16-29 Baş	1.402	6.7	66
≥ 30 Baş	478	2.3	46
	N= 20.916	100	659

## 3. Bulgular ve Tartışma

Çizelge 2'de görüldüğü gibi işletme sahiplerinin sadece % 2.28'ini okuryazar olmayanlar oluşturmaktadır. Ayrıca, işletme sahiplerinin % 15.63'ü ortaokul mezunu, % 3.19'u ise lise mezunu olup üniversite mezunu olanların oranı sadece % 0.46 olarak belirlenmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda, Çağrı (1996) işletme sahiplerinin % 77.5'inin ilkökul, Şahin ve ark. (2001) işletme sahiplerinin % 57.6'sının ilkökul, Soyak ve ark. (2007) yetiştiricilerin % 59'unun ilkökul, Demir (2011) işletme sahiplerinin % 62.5'inin ilkökul, Demir ve Ayvazoğlu (2012) işletme sahiplerinin % 45.6'sının ilkökul, Şeker ve ark. (2012) yetiştiricilerin % 48.8'inin ilkökul terk ve ilkökul mezunu olduğunu belirlemişlerdir. Yine Tapkı ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, işletme sahiplerinin sadece % 0.9'unun okur-yazar olmadığı, % 5.3'ünün üniversite, % 29.5'inin ortaokul ve lise ve % 64.3'ünün ilkökul mezunu olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada işletme sahiplerinin eğitim düzeyleri genel olarak literatürde belirtilen değerlerle benzerlik göstermektedir.

Çizelge 2. İşletme sahiplerinin eğitim durumları.

Table 2. Educational status of enterprise owners.

Eğitim Durumu	n	%
Okuryazar değil	15	2.28
Okuryazar / İlkokul	515	78.15
Ortaokul	103	15.63
Lise	21	3.19
Üniversite	3	0.46
Cevap Vermeyen	2	0.30

İşletme sahiplerinin hayvancılıkla ilgili kursa/egitime katılma durumları incelendiğinde; en büyük oranı hayvancılık ile ilgili eğitime/kursa katılmayanların (% 81.49) oluşturduğu ve işletme sahiplerinin yalnızca % 17.60'nın hayvancılıkla ilgili eğitime ya da kursa katıldığı anlaşılmaktadır (Çizelge 3). Tapkı (1996) işletme sahiplerinin hayvancılık konusunda eğitim alma oranını % 3, Koçyiğit ve ark.(2015) % 17 ile Bakan ve Aydın (2016) ise % 34.3 olarak bildirmişlerdir. Yine Tapkı ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada, sığır yetiştiriciliği konusunda eğitim olanların oranının % 22.32 olduğunu, bu yetiştiricilerin % 68'inin tarım teşkilatlarından, % 12'sinin okullardan, % 16'sının özel kuruluşlardan ve % 4'ünün de deneyimli yetiştiricilerden eğitim aldıklarını belirlemişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara dayanarak, hayvancılıkla uğraşan yetiştiricilerin büyük bir kısmının hayvancılık alanında yaşanan yenilikleri takip etmediği ya da buna ihtiyaç duymadığı ve geleneksel yöntemlerle hayvancılık yaptıkları söylenebilir.

**Çizelge 3.** İşletme sahiplerinin hayvancılık ile ilgili kursa/egitime katılma durumu.

**Table 3.** Participating status of enterprise owners in training or course on livestock.

Kurs/Eğitim Katılım Durumu	İşletme Sayısı	%
Katılan	116	17.60
Katılmayan	537	81.49
Cevap vermeyen	6	0.91

Çizelge 4'de görüldüğü gibi, yetiştiricilerin % 53.41'inin herhangi bir tarımsal örgüte üye olmadığı ve % 46.59'unun ise üye olduğu anlaşılmaktadır. Hayvancılık desteklemelerinin yetiştirici birlikleri aracılığıyla yapılmasına rağmen, ankete katılan yetiştiricilerin neredeyse yarıya yakınının yetiştirici birliklerine üye olmaması sorgulanması gereken bir durum olarak ortaya çıkmıştır. Bunun nedeni araştırılmalı ve yetiştiricilerin hala neden yetiştirici birliklerine üye olmadıklarının sebepleri açık bir şekilde ortaya konulmalıdır. Demir ve Aral (2009) tarafından yapılan çalışmada yetiştiricilerin % 35'inin tarımsal amaçlı kooperatif ya da birlik üyesi olduğu, buna karşın % 65'inin ise üyeliğinin bulunmadığı belirlenmiştir.

**Çizelge 4.** İşletme sahiplerinin tarımsal örgütlere üyelik durumu.

**Table 4.** Membership status of enterprise owners to agricultural organizations.

Kooperatif/Birlik Üyeliği	İşletme Sayısı	%
Üye	297	46.59
Üye olmayan	352	53.41

İşletmelerin % 47.50'sinde melez sığırlar, % 20.33'ünde kültür sığırları, % 19.27'sinde yerli ırk sığırlar ve % 11.99'unda ise melez + yerli ve kültür ırkı sığırlar yetiştirilmektedir (Çizelge 5). Çizelgeden de anlaşıldığı gibi işletmelerin yaklaşık olarak yarısında melez sığırlar kullanılmaktadır. Tapkı (1996) Hatay ilinde yaptığı bir çalışmada işletmelerdeki kültür ırkı sığır oranını % 10, yerli sığır ırkı oranını % 44 ve melez sığırların oranını ise % 46 olarak belirlemiştir. Tugay ve Bakır (2005) Giresun ilinde yürüttükleri çalışmada, hayvancılık işletmelerinin % 23.6'sında yerli sığır ırkları, % 71.1'inde melez ve % 5.3'ünde kültür ırkı bulunduğunu, Aygül ve Özkütük (2012) ise süt üretim amaçlı işletmelerde hayvan varlığının % 94' ünün, besi sığırcılığı işletmelerinde ise % 68'inin kültür ırklarından oluştuğunu belirlemiştir. Tapkı ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada ise işletmelerin

% 2.62'sinde yerli ırk, % 16.8'inde melez genotiplerin ve % 80.6'sında ise kültür ırkı sığırların yetiştirildiği belirtilmiştir. Belirtilen araştırma sonuçları arasındaki farklılıkların, araştırmaların farklı zamanlarda, farklı işletmelerde ve bölgelerde yapılmış olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

**Çizelge 5.** İşletmelerdeki sığır genotiplerinin dağılımı.

**Table 5.** Distribution of cattle genotypes in enterprises.

Hayvan İrkları	İşletme Sayısı	%
Yerli ırklar	127	19.27
Melez	313	47.50
Kültür ırkı	134	20.33
Yerli + Melez + Kültür	79	11.99
Cevap vermeyen	6	0.91

Araştırmada sığır yetiştiricilerinin % 62.82'si en büyük problemlerinin yem fiyatlarının yüksek olduğunu belirtmişlerdir (Çizelge 6). Hayvancılık faaliyetindeki en önemli gider kaynağı yem maliyetleri olup işletme maliyetinin yaklaşık olarak % 65-70'ini oluşturmaktadır. Tugay ve Bakır (2005) yaptıkları çalışmada işletmelerin sorunlarını pazar, kredi, yem fiyatının yüksekliği, süt fiyatının düşüklüğü olarak belirlemiştir. Bu çalışmada ise en önemli sorunlar yem fiyatları yüksekliği ve ürünlerin fiyatına pazarlanmaması olarak belirlenmiştir. Demir ve Aral (2009), sığırcılık işletmelerinin karşılaştıkları sorunların belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada; örgütlenme eksikliğinin en önemli sorun olduğunu, buna bağlı olarak üretilen sütün düşük fiyatla satıldığını ve üretimde kullanılan girdilerin fiyatlarının ise yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Giresun ilinde hem yem bitkilerinin yetiştirilmesi için yeterli alanın olmaması ve hem de iklim koşullarının yem bitkilerinin kurutulması için uygun olmamasından dolayı gerek duyulan kaba yem daha uzak pazarlardan temin edilmektedir. Bu duruma yem maliyetlerinin artması neden olmaktadır.

**Çizelge 6.** Sığır yetiştiriciliğinin en önemli sorunları.

**Table 6.** The most important problems of cattle breeding.

Sorunlar	İşletme Sayısı	%
Ürünlerin fiyatına pazarlanmaması	55	8.35
Yem fiyatlarının yüksek olması	414	62.82
Sağlık-koruma hizmetlerinin yüksek olması	13	1.97
Ürünlerin fiyatında pazarlanmaması + Yem fiyatları yüksek	97	14.72
Yem fiyatları yüksek + Sağlık-koruma hizmetleri	34	5.16
Ürünlerin fiyatına pazarlanmaması + Yem fiyatları yüksek + Sağlık-koruma hizmetleri	37	5.61
Cevap vermeyen	9	1.37

Çizelge 7'de görüldüğü gibi işletmelerin % 62.22'si kaba yem ihtiyaçlarını satın alarak, % 13.96'sı kendi arazisinde üreterek ve % 23.52'si ise hem satın alarak hem de kendi arazisinde üreterek karşılamaktadır. Görüldüğü üzere, işletmelerin önemli bir kısmı kaba yemi satın almaktadır. İşletmelerin bulunduğu bölgede yeterli ekilebilir arazinin bulunmadığından, işletmelerin önemli bir kısmı ihtiyaç duyduğu kaba yemi satın almak zorunda kalmaktadır. Bu duruma bağlı olarak ta işletmelerin üretim maliyetleri artmaktadır

İşletmelerin % 82.40'ı kesif yemi satın almakta, % 14.42'si hem satın almakta hem de kendisi hazırlamaktadır (Çizelge 8). Kesif yemini kendi hazırlayan işletmelerin oranı % 2.43 olup oldukça düşüktür. İncelenen işletmelerin önemli bir kısmının

kaba ve kesif yem temininde dışarıdan satın almaya bağımlı olması işletmelerin en önemli sorunu olarak ortaya çıkmakta ve yem maliyetleri olabildiğince yükselmektedir. Bu durum bölgedeki işletmeler için çok önemli bir sorun olup çözümü için gerekli önlemlerin alınması ve işletmelerin yem temin maliyetlerinin azaltılması gerekmektedir. Demirtaş (2006) yaptığı bir çalışmada, işletmelerin % 50'sinde hazır yem kullanıldığını, diğer % 50'sinde ise hazır yemin yanında kaba yem gereksinimini karşılamak amacıyla işletme arazisinde yetiştirilen yem bitkilerinin kullanıldığını belirtmiştir. Şahin ve Yılmaz (2008) tarafından yapılan bir çalışmada ise yem bitkisi üreten işletmelerde işletme başına düşen ortalama işletme arazisinin 52.5 dekar olduğu ve işletme arazilerinin tamamının işletmecilerin mülkü olduğu bildirilmiştir. Yaptığımız araştırmada işletmelerin kaba ve kesif yem üretimi konusunda yetersiz oldukları ve önemli ölçüde dışa bağımlı oldukları belirlenmiştir.

Sığırcılık işletmelerinde sağım öncesi meme temizliği % 91.35 oranında su ile yapılırken dezenfektan kullanan işletmelerin oranı % 4.55 olarak belirlenmiştir (Çizelge 9). İşletmelerin % 94.23'ünde günde iki sağım yapıldığı, elle sağım yapılan işletmelerinin oranının % 88 olduğu ve seyyar sağım makinesi kullanım oranı ise % 9.86 olarak tespit edilmiştir. Sağmal hayvan başına günlük süt verimi 5 litreden az olan işletmelerin oranı % 16,08, süt verimi 5-10 litre arasında olanların oranı % 68.13, süt verimi 10-15 litre arasında olanların oranı % 12.29 ve süt verimi 15 litreden fazla olanların oranı sadece % 2.28 olarak belirlenmiştir. Yetiştiricilerin genellikle süt analizi yaptırmadıkları (% 93.93) tespit edilmiş olup üretilen sütün % 27.31'i çiğ olarak satılmakta, % 21.70'i ise peynir ve tereyağı yapılarak değerlendirilmektedir.

**Çizelge 9.** İşletmelerde sağım, süt verimi ve sütün değerlendirilmesi.

**Table 9.** Milking, milk yield and evaluation of milk in enterprises.

	n	Seçenekler	%
	602	Su ile yapılıyor	91.35
Sağım Öncesi Meme Temizliği Yapma Durumu	30	Dezenfektan kullanılıyor	4.55
	13	Yapılmıyor	1.97
	14	Cevap Vermeyen	2.12
Günlük Sağım Sayısı	30	Bir sağım	4.55
	621	İki sağım	94.23
	8	Cevap Vermeyen	1.21
Sağım Şekli	580	Elle sağım	88.01
	65	Seyyar sağım makinesi	9.86
	1	Sabit sağım ünitesinde	0.15
	7	Elle + Seyyar Makine	1.06
	6	Cevap Vermeyen	0.92
	106	5 litreden az	16.08
Sağmal Hayvan Başına Günlük Süt Verimi	449	5-10 litre arası	68.13
	81	10-15 litre arası	12.29
	15	15 litreden fazla	2.28
	8	Cevap vermeyen	1.21
	180	Çiğ süt satışı	27.31
Sütün Değerlendirilmesi	13	Yoğurt Satışı	1.97
	143	Peynir - Tereyağı satışı	21.70
	247	Çiğ Süt - İşlenmiş ürün satışı	37.48
	13	Satış yapmıyor	1.97
	63	Cevap vermeyen	9.56
	619	Yapılmıyor	93.93
Süt Analizi Yaptırma Durumu	3	6 ayda bir yapılıyor	0.46
	24	Yılda bir yapılıyor	3.64
	13	Cevap Vermeyen	1.97

Bakır (2002) tarafından yapılan çalışmada, sığırcılık işletmelerinde süt sağımının % 96.5 oranında elle, % 3.5 oranında makine ile yapıldığı bildirilmiştir. Demir (2011) yaptığı bir çalışmada, işletmelerin % 87'sinde sağımın elle yapıldığını ve sağım öncesi meme temizliği yapan işletmelerin oranının % 36.3 olduğunu belirtmiştir. Şeker ve ark. (2012) işletmelerin % 89.6'sında hayvan başına ortalama süt veriminin 10 kg ve daha az olduğunu bildirmişlerdir. Şahin ve ark. (2001) ise işletmelerde süt veriminin kültür ırklarında 18.03 kg gün<sup>-1</sup>, melezlerde 13.63 kg gün<sup>-1</sup> ve yerli ırklarda ise 9.47 kg gün<sup>-1</sup> hesaplamışlardır. Şahin ve Yılmaz (2008) tarafından yapılan araştırmada inek başına ortalama süt veriminin günlük 5.19 kg

**Çizelge 7.** İşletmelerin kaba yem temini durumu.

**Table 7.** Status of roughage supply of enterprises.

Kaba Yem Temin Şekli	n	%
Kendi arazisinden	92	13.96
Satın alma	410	62.22
Kendi arazisi ve satın alarak	155	23.52
Cevap vermeyen	2	0.30

**Çizelge 8.** İşletmelerin kesif yem temini durumu.

**Table 8.** Status of concentrated feed supply of enterprises.

Kesif Yem Temin Şekli	n	%
Kendisi hazırlıyor	16	2.43
Satın alıyor	543	82.40
Kendisi hazırlıyor ve satın alıyor	95	14.42
Kesif yem kullanmıyor	1	0.15
Cevap vermeyen	4	0.60



olduğu tespit edilmiştir. Sağım öncesi meme temizliği yapılırken çoğunlukla su kullanılması önemli bir sorun olarak ortaya çıkmıştır. Bu konuda yetiştiricilerin bilinçlendirilmesi ve dezenfektan kullanmalarına yönelik çalışmalar yapılmalıdır. İşletmelerin çoğunun küçük aile tipi işletmesi olmasına bağlı olarak sağım genel olarak elle yapılmaktadır. İşletmelerin önemli bir kısmında günlük süt verimi 5-10 kg arasındadır. Yetiştiricilerin daha verimli bir üretim yapabilmeleri için günlük süt veriminin arttırılmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır. En önemli sorunlardan biri de süt analizlerinin yapılmaması durumudur. Yetiştiriciler bu konuda bilgilendirilmeli ve süt analizlerinin yaptırılması konusunda yetiştiricilere gerekli teknik destek sağlanmalıdır.

İncelenen işletmelerdeki barınakların % 57.66'sının müstakil, % 41.12'sinin evin altında, % 87.56'sının kapalı bağlı

duraklı olduğu, % 71.17'sinde zeminin beton ve % 33.54'ünde duvar malzemesi olarak tuğla kullanıldığı, % 67.98'inde çatının ahşaptan oluştuğu ve % 66.46'sında çatı örtüsü olarak sac kullanıldığı tespit edilmiştir (Çizelge 10). Yine, ahırların % 93.78'inde hasta hayvan bölmesi % 91.65'inde doğum bölmesi % 97.88'inde sağımhane olmadığı, % 62.82'sinde buzağı bölmesi ve % 78.76'sında ise gübre çukuru ya da fosseptik olmadığı belirlenmiştir. Tugay ve Bakır (2005) tarafından yapılan çalışmada, barınakların % 35.7'sinin müstakil, % 62.2'sinin evin altında, % 2,1'inin ev altı-müstakil olduğu, barınak malzemesi olarak % 62,3 taş, % 27.9 briket, % 8.6 ahşap, % 1.1 kerpiç kullanıldığı, barınak tabanının % 47.5 beton, % 42.4 tahta, % 9.7 toprak ve % 0.5 taş malzemeden yapıldığı, % 49.3'ünde durak bulunmadığı ve

**Çizelge 10.** İşletmelerdeki barınakların yapısal özellikleri.

**Table 10.** Structural characteristics of shelters in enterprises.

	Seçenekler	n	%
Ahırın Yeri	Evin altı	271	41.12
	Müstakil	380	57.66
	Cevap vermeyen	8	1.22
	Kapalı Bağlı Duraklı	577	87.56
Ahır Tipi	Yarı Açık Duraklı	11	1.67
	Sundurma Tipi (Duraksız)	50	7.59
	Cevap vermeyen	21	3.19
	Toprak	95	14.42
Ahırın Zemin	Beton	469	71.17
	Ahşap	79	11.99
	Toprak + Beton + Ahşap	11	1.65
	Cevap vermeyen	5	0.76
	Briket	116	17.60
Ahırın Duvar Yapı Malzemesi	Taş	194	29.44
	Tuğla	221	33.54
	Ahşap	4	0.61
	Sac kaplama	2	0.30
	Briket + Taş + Tuğla	16	2.57
	Cevap vermeyen	105	15.93
Ahırın Çatı İskeleti	Ahşap çatı	448	67.98
	Çelik çatı	36	5.46
	Beton	7	1.06
	Cevap vermeyen	168	25.49
	Sac	438	66.46
Ahırın Çatı Örtü Malzemesi	Kiremit	30	4.55
	Eternit	1	0.15
	Sandviç panel	3	0.46
	Toprak	10	1.52
Hasta Hayvan Bölümü	Cevap vermeyen	177	26.86
	Var	34	5.16
	Yok	618	93.78
Doğum Bölmesi	Cevap vermeyen	7	1.06
	Var	50	7.59
	Yok	604	91.65
Sağımhane	Cevap vermeyen	5	0.76
	Var	9	1.37
	Yok	645	97.88
Buzağı Bölmesi	Cevap vermeyen	5	0.76
	Var	239	36.27
	Yok	414	62.82
Gübre Çukuru/Fosseptik	Cevap vermeyen	6	0.91
	Var	131	19.88
	Yok	519	78.76
	Cevap vermeyen	9	1.36

% 92'sinde altlık malzemesi olarak gazel, fındık patos artığı, saman ve kuru gübre kullanıldığı saptanmıştır. Karabacak ve Topak (2007) yaptıkları bir çalışmada, ahır çatılarının % 20 çelikten, % 75 ahşaptan ve % 5 betondan yapıldığını saptamışlardır. Çatı örtü malzemesi olarak % 55'inde kiremit, % 25'inde sıkıştırılmış kil, % 20'sinde ise sac kullanıldığını belirlemişlerdir. Yener ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada, süt sığırları barınakların % 85.2'sinde zeminin beton, besi sığırları işletmelerinde ise % 93'ünün sıkıştırılmış toprak olduğu tespit edilmiştir. Aydın ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada; ahırların % 51.5'inin bağlı duraksız kapalı ahırlar olduğunu, ahırların % 74.9'unda doğum bölmesi bulunmadığını, düve, dana ve kurudaki ineklerin bir arada barındırıldıklarını (% 84.3) ve ahırların % 81'inde altlık kullanılmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca, gübre temizliğinin elle yapıldığını (% 84.1), gübrenin açıkta depolandığını (% 80.3) ve işletmelerin gübrenin % 69.9'unu tarlaya atarak, % 13.4'ünün yakacak olarak ve % 11.8'ini ise satmak suretiyle değerlendirdiğini saptamışlardır. Özyürek ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada, barınakların % 97.7'sinin kapalı bağlı duraklı tip ve barınakların duvarlarının taş, briket, tuğla ve kerpiç olma durumunun sırasıyla % 41.7, % 24.7, % 10.1 ve % 23.5 olduğu belirlenmiştir. Yine, % 64.7'sinin çatısının sac ve % 93.3'ünün zemininin de beton olduğu tespit edilmiştir. Bölgede günümüzde barınakların evin altında bulunması ve çoğunun kapalı bağlı duraklı olması, buzağı bölmesi, doğum bölmesi, hasta hayvan bölmesi ve gübre ya da fosseptik çukuru bulunmaması düzeltilmesi gerek önemli sorunlar olarak ortaya çıkmıştır.

#### 4. Sonuç

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, işletmelerde daha karlı bir hayvancılık yapılabilmesi için işletmelerin sahip oldukları hayvan sayısının artırılması ve işletme sahiplerinin hayvancılık konusundaki teknik bilgi ve becerilerinin artırılması gerekmektedir. Bunun için de konuyla ilgili eğitim kursları düzenlenmeli ve bu kurslarda alanında uzman kişiler görev almalıdır. Hayvancılık desteklemeleri genellikle yetiştirici birlikleri aracılığıyla yapılmaktadır. Bu nedenle, yetiştiricilerin neden yetiştirici birliklerine üye olmadıklarının sebepleri belirlenmeli ve yetiştirici birliklerine üye olmaları sağlanmalıdır. Giresun ilinde hem yem bitkilerinin yetiştirilmesi için yeterli alanın olmaması ve hem de iklim koşullarının yem bitkilerinin kurutulması için uygun olmamasından dolayı gerek duyulan kaba yem daha uzak yerlerden temin edildiğinden yem maliyetleri artmaktadır. Yem maliyetlerinin azaltılması için gerekli önlemler ilgililer tarafından alınmalıdır. Yem bitkisi ekimine uygun olan arazilerin ekimi için yetiştiriciler teşvik edilmeli ve kaba yemin daha yakın yerlerden satın alınması sağlanmalıdır. Yetiştiriciler işletmelerinde kesif yemi nasıl yapacakları yönünde eğitilmeli ve işletmelerde kesif yem yapımı teşvik edilmelidir. Memede mastitis (meme yangısı) gibi rahatsızlıkların ortaya çıkmaması için yetiştiriciler meme temizliğinin nasıl yapılması gerektiği konusunda bilinçlendirilmelidir. Yetiştiriciler süt analizlerini neden yapmaları gerektiği konusunda bilgilendirilmeli ve süt analizlerinin yaptırılması konusunda yetiştiricilere gerekli destek verilmelidir. Yetiştiriciler işletmelerini projeli ve müstakil olarak yapmaları konusunda bilinçlendirilmeli ve ilgili kurum ya da kuruluşlar tarafından gerekli destekler sağlanmalıdır.

#### Teşekkür

Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi'ne sağlamış oldukları maddi destekleri için teşekkür ederiz (Proje No: BY-1707).

#### Kaynaklar

- Akman N (2006) Türkiye'nin Hayvansal Üretimi. Ziraat Fakültesi Yayınları. Ankara.
- Anonim (2008) SPSS İstatistik Paket Programı.
- Anonim (2015) Hayvancılık Raporu. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Tarımsal Ekonomi ve Politika Araştırmaları Bölüm Başkanlığı, Yıl: 2 Sayı: 2.
- Anonim (2016) Tarım ve Orman Bakanlığı Hayvan Bilgi Sistemi Türk-Vet Kayıt Sistemi Giresun İli Verileri.
- Anonim (2017) Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). Hayvansal üretim istatistikleri.
- Aydın R, Güler O, Yanar M, Diler A, Koçyiğit R, Avcı M (2016) Erzurum İli Hınıs İlçesi Sığırçılık İşletmelerinin Barınak Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi 19(1): 98-122.
- Aygül H, Özkütük K (2012) Malatya İli süt Sığırçılığı ve Sığır Besiciliğinin Yapısı. Adana Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü Dergisi 2: 7-11.
- Bakan Ö, Aydın R (2016) Ağrı İli Süt Sığırçılığı İşletmelerinin Sosyo-Ekonomik Özellikleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 47(2): 113-122.
- Bakır G (2002) Van ilindeki Özel Süt Sığırçılığı İşletmelerinin Yapısal Durumu. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 12(2): 1-10.
- Bardakçıoğlu HE, Türkyılmaz MK, Nazlıgül A (2004) Aydın İli Süt Sığırçılığı İşletmelerinde Kullanılan Barınakların Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 30(2): 51-62.
- Çağrı U, Odabaşıoğlu F (2009) Antakya Yöresi Besi Sığırçılığı İşletmelerinin Bilimsel Değerlendirilmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 14(2): 69-82.
- Demir P (2011) Kars ilindeki süt Üreticilerinin Bazı Teknik Bilgi Düzeylerinin Araştırılması. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi 6(1): 47-54.
- Demir P, Aral S (2009) Kars ilinde Faaliyet Gösteren Süt Sığırçılık İşletmelerinin Karşılaştıkları Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Veteriner Hekimler Derneği Dergisi 80(3): 17-22.
- Demir P, Ayvazoğlu C (2012) Hayvancılık İşletmelerinin Veteriner Hekimlik Hizmetlerinden Beklentileri. Kars İli Örneği. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 9(3): 169-174.
- Demirtaş M (2006) Manavgat İlçesi Süt Sığırçılık İşletmelerinin Genel Profili Üzerine Bir Araştırma. Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi).
- Hocquette JF, Gigli S (2005) Challenge of quality. Indicators of Milk and Beef Quality. EAAP Publication No: 112.
- Hozman SB, Akçay H (2016) Sivas İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine Üye Süt Sığırçılığı İşletmelerinin Bazı Teknik ve Ekonomik Özellikleri. Tarım Ekonomisi Dergisi 22(1): 57-65.
- Karabacak A, Topak R (2007) Ereğli Bölgesinde Süt sığırları Barınaklarının Yapısal Durumu ve Sorunları. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 21(42): 55-58.

- Koçyiğit R, Diler A, Yanar M, Güler O, Aydın R, Avcı M (2015) Erzurum İli Hınıs İlçesi Sığırcılık İşletmelerinin Yapısal Özellikleri: Çiftlik Yönetimi ve Buzağı Yetiştirme Uygulamaları. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 5(4): 85-97.
- Özyürek S, Koçyiğit R, Tüzemen N (2014) Erzincan İlinde Süt Sığırcılığı Yapan İşletmelerin Yapısal Özellikleri: Çayırılı İlçesi Örneği. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 11(3): 19-26.
- Soyak A, Soysal Mİ, Gürcan EK (2007) Tekirdağ İlindeki Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri ve Bu İşletmelerdeki Siyah Alaca Süt Sığırlarının Çeşitli Morfolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 4(3): 297-305.
- Şahin K, Gül A, Koç B, Dağıstan E (2001) Adana İlinde Entansif Süt Sığırcılığı Üretim Ekonomisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 11(2): 19-28.
- Şahin K, Yılmaz İH (2008) Van İli Gürpınar İlçesinde Yem Bitkileri Üretimi ve Sorunları Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 14(1): 16-21.
- Şeker İ, Tasalı H, Güler H (2012) Muş İlinde Sığır Yetiştiriciliği Yapılan İşletmelerin Yapısal Özellikleri. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi 26(1): 09-16.
- Tapkı İ (1996) Hatay İli Ve Çevresinde Süt Sığırı Yetiştiriciliği Ve Sığır Besiciliği Yapılan Tarım İşletmelerinin, Teknik, Ekonomik Ve Yapısal Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 71, Hatay.
- Tapkı N, Tapkı İ, Dağıstan E, Selvi MH, Kaya A, Güzey YZ, Demirtaş B, Çelik AD (2018) Hatay İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği Üyesi İşletmelerin Sosyo-Ekonomik Özellikleri. Journal of Animal Production 59(1): 25-32.
- Tugay A, Bakır G (2005) Giresun Yöresindeki Özel Süt Sığırcılığı İşletmelerinin İrk Tercihleri ve Barınakların Yapısal Durumu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 37(1): 39-47.
- Yamane T (1967) Statistics. An Introductory Analysis, 2nd Ed. New York: Harper and Row.
- Yener H, Atalar B, Mundan D (2013) Şanlıurfa İlindeki Sığırcılık İşletmelerinin Biyogüvenlik ve Hayvan Refahı Açısından Değerlendirilmesi. Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2(2): 87-93.

## YAZIM KURALLARI

### Kapsam

*MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES*, tarım ve yaşam bilimleri ile ilgili bilim alanlarının çok disiplinli bir platformudur. Dergiye bahçe bitkileri, bitki koruma, biyoenerji, biyometri ve genetik, doğal kaynaklar, gıda bilimi ve teknolojisi, hayvancılık, peyzaj ve doğa koruma, tarım ekonomisi, tarım makineleri, tarımsal biyoteknoloji, tarımsal yapılar ve sulama, tarla bitkileri ile toprak bilimi ve bitki besleme alanlarındaki özgün araştırma makaleleri ile sınırlı sayıda çağrılı derleme kabul edilmektedir.

### Genel Kurallar

Dergi, kapsamındaki bilim alanlarında Türkçe veya İngilizce dillerinden biri ile yazılmış makaleleri yayımlar. Sunulan makalelerin daha önce yayınlanmamış, yayımlanmak üzere bir yere sunulmamış ve yayın haklarının devredilmemiş olması gerekir. Dergide basılan eserlerin sorumluluğu yazar(lar)'ına aittir. Ayrıca yazar(lar) uluslararası ve ulusal bilim ve bilimsel yayın etik kurallarına uymak (International Committee of Medical Journal Editors ve Committee on Publication Ethics) zorundadırlar ve dergi bu konulardan sorumlu değildir. Türkçe bilmeyen yazarlar için Türkçe makale başlığı ve "Öz" Dergi Editörlüğüne hazırlanır.

### Eser Sunumu

Eserler, online sistem ([www.dergipark.gov.tr/mediterranean](http://www.dergipark.gov.tr/mediterranean)) kullanılarak dergiye sunulmalıdır. Esere katkıda bulunan tüm yazarlar tarafından imzalanmış "Telif Hakkı Devri Sözleşmesi" eser online sisteme yüklenmelidir. Etik kurul kararı gerektiren klinik ve deneysel insan ve hayvanlar üzerindeki çalışmalar için ayrı ayrı etik kurul onayı alınmış olmalı, bu onay makalede belirtilmeli ve belgesi makale gönderilirken sisteme yüklenmelidir.

### Makale Değerlendirme Süreçleri

Dergiye sunulan makale, Dergi Editörler Kurulunca ön değerlendirmeye tabii tutulur. Kurul, yazım kuralları ve içerik açısından dergide basılabilecek nitelikte bulmadığı makaleyi hakemlere göndermeden iade etme hakkına sahiptir. Dergide basılabilecek nitelikteki makaleler ise incelenmek üzere ait olduğu bilim alanında uzman üç hakeme gönderilir.

Hakemlerin oybirliği veya çoğunlukla basılmaya uygun bulmadığı makale hakkında yazar bilgilendirilir ve esere ait dokümanlar iade edilmez. Makale, hakemler tarafından sunulduğu haliyle basıma uygun bulunmuş ise yazara eserin basıma kabul edildiği bilgisi iletilir.

Hakemler tarafından basıma kabul edilebilir bulunmasına karşın düzeltme önerisi yapılan makale, düzeltmelerin yapılması için hakem önerileriyle birlikte yazara gönderilir. Yazar otuz gün içinde düzeltmeleri yaparak eserin son şeklini bir asıl kopya, düzeltmeler listesi ve "Telif Hakkı Devri Sözleşmesi" ile birlikte Editöre iletmek zorundadır. Yazar(lar)ın kabul etmedikleri önerilerin gerekçelerini bilimsel kanıt ve kaynaklarla düzeltmeler listesinde açıklamaları zorunludur. Editörler Kurulu, hakem raporları ve düzeltmelerle istenilenlere uyulma durumunu dikkate alarak makale hakkında nihai kararını verir ve sonuç yazara iletilir.

Basıma kabul edilmiş makale basılmadan önce sorumlu yazara son defa kontrol edilmek üzere gönderilir. Sorumlu yazar son kontrolleri yapılan makaleyi 10 gün içinde geri göndermek zorundadır. Yazarların hepsi basılan makalelerine [www.dergipark.gov.tr/mediterranean](http://www.dergipark.gov.tr/mediterranean) adresinden ulaşabilirler.

### MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES'de makale basımı ücretsizdir.

### Makale Hazırlama İlkeleri

Dergiye sunulan eser, kapak sayfası ve makale olmak üzere iki ana bölümden oluşmalıdır.

**1. İlk Sayfa:** Makalenin Türkçe ve İngilizce başlıkları ile yazar ad ve açık adresleri içermelidir. Ayrıca sorumlu yazar ve tüm iletişim bilgileri kapak sayfasında verilmelidir.

**2. Makale:** Makaleler, A4 boyutundaki kağıda 12 punto Times New Roman yazı karakteri ile çift satır aralıklı yazılmalıdır. Sayfanın sağında, solunda, altında ve üstünde 3 cm boşluk bırakılmalıdır. Makalenin sayfaları ve her sayfada satırlar numaralandırılmalıdır.

Makale, "Kaynaklar" bölümü dahil (şekil ve çizelgeler hariç) 16 sayfadan uzun olmamalıdır. Makale sunum örneğine yukarıda verilen web sayfasından ulaşabilmektedir. Yazar ad(lar)ı açık olarak yazılmalı ve unvan belirtilmemelidir. Toplam Çizelge ve Şekil sayısı 8'den fazla olmamalıdır.

**Makale Başlığı:** Kısa ve kapsayıcı olmalı, on beş kelimeyi geçmemeli ve ilk kelimenin baş harfi büyük olmak üzere küçük harfle ve **koyu** yazılmalıdır. İngilizce başlık aynı biçimde ve bir satır boşluk bırakılarak yazılmalıdır.

**Öz:** Türkçe "Öz" ve İngilizce "Abstract" 250 kelimeyi geçmemelidir. Öz, çalışmanın amacını, yöntemini ve sonuçlarını özetlemelidir.

**Anahtar Sözcükler:** Özün bir satır altına mümkünse başlıkta bulunmayan, çalışmanın içeriği ile doğrudan ilişkili ve dizinlenmeyi kolaylaştıracak en fazla 5 anahtar sözcük yazılmalıdır.

**Giriş:** Bu bölümde; çalışmanın konusu özetlenmeli, konu hakkındaki mevcut bilgi doğrudan ilişkili önceki çalışmalarla değerlendirilmeli ve bilgi üretimine ihtiyaç duyulan hususlar vurgulanıp çalışma ile ilişkilendirilmelidir. Son olarak çalışmanın amacı net ve açık bir şekilde ifade edilmelidir. *Makale içinde seksiyon başlıkları:* 'Kaynaklar' seksiyonu hariç hepsi numaralandırılmalıdır. Başlığın ilk harfi büyük diğerleri küçük olmalıdır. Ana başlıklar koyu ve alt başlıklar italik olmalıdır.

**Materyal ve Yöntem:** Bu bölümde; çalışmada kullanılan canlı ve cansız materyaller, uygulanan yöntemler, değerlendirilen ölçütler, uygulanan deneme desenleri veya örnekleme yöntemleri ile istatistiksel analizler ve güven sınırları gerektiğinde kaynaklarla da desteklenerek açık ve net biçimde anlatılmalıdır. Bu amaçla gerektiğinde alt başlık kullanılmalıdır.

**Bulgular:** Bu bölümde çalışmada elde edilen bulgular şekil ve çizelgeler yardımıyla ve istatistiksel analizlere dayalı olarak açık ve net bir biçimde verilmelidir. Şekil ve çizelgelerdeki tüm verilerin metin içinde tekrarından kaçınılmalı, vurgulayıcı noktalar anlatılmalıdır. Aynı veriler hem grafik hem de çizelge ile verilmemeli, konuya en uygun araç seçilmeli, anlatımda tekrarlayan cümle ve ifadelerden kaçınılmalıdır.

**Tartışma ve Sonuç:** Bu bölümde elde edilen bulgular, uyum ve zıtlık açısından önceki çalışmalarla karşılaştırılmalı, doldurduğu bilgi açığı vurgulanmalı, önceki bölümlerdeki ifadelerin olduğu gibi tekrarından kaçınılmalıdır. Son olarak ulaşılan nihai sonuç ve varsa öneriler verilmelidir.

Makale düzeninde bölümlerin "Bulgular ve Tartışma" ve/veya "Sonuç" şeklinde düzenlenmesi mümkün ve yazar(lar)a bağlıdır.

**Teşekkür:** Gerekli ise bu bölümde çalışmaya veya makaleye katkı veren kişiler, destekleyen kurumlar (varsa proje numaralarıyla) belirtilmelidir.

**Kaynaklar:** Metin içinde kaynaklara atıf "yazar soyadı ve yıl" yöntemine göre yapılmalı ve yazımda aşağıdaki örnekler dikkate alınmalıdır: Türkçe yazılan makalelerde; tek yazarlı eserlere "..... bildirilmektedir (Burton 1947).", iki yazarlı eserlere ".... olduğu belirlenmiştir (Sayan ve Karagüzel 2010).", üç veya daha fazla yazarlı eserlere ise "..... ortaya konmuştur ( Keeve ve ark. 2000)." örneklerinde olduğu gibi atıf yapılmalıdır. Aynı noktada birden fazla esere atıf yapılacaksa kaynaklar tarih sırasıyla ve aynı tarihli olanlar alfabetik sıralama ile "... bildirilmektedir (Burton 1947; Keeve ve ark. 2000; Gülsen ve ark. 2010; Sayan ve Karagüzel 2010)." örneğinde olduğu gibi yazılmalıdır.

Yazara yapılan atıflar ise “Borton (1947)’a göre ...”, “Sayan ve Karagüzel (2010), ...bildirmektedirler.” ve “Keeve ve ark. (2000), ... belirlemişlerdir.” örneklerinde olduğu gibi verilmelidir. Aynı yazarın aynı tarihli birden fazla yayınına atıf varsa “... (Yılmaz ve ark. 2004a, 2004b)” örneğindeki gibi yıldan sonra küçük harflerle tanımlanmalıdır.

Kaynaklar bölümünde, makalede atfı yapılan tüm basılmış veya basıma kabul edilmiş eserler alfabetik olarak (yazarların soyadlarına göre) ve orijinal dilinde verilmeli ve kaynak isimlerinde kısaltma yapılmamalıdır. Kaynak belirtiminde “Anonim” veya “Anonymous” kelimeleri yerine kurum kısaltmaları yoksa tam adı verilmelidir. Makaledeki yanlış atıf ve kaynak gösterimlerine ait sorumluluk yazar(lar)a aittir.

**Dergi:**

Karagüzel O (2003) Farklı tuz kaynak ve konsantrasyonlarının Güney Anadolu doğal *Lupinus varius*’larının çimlenme özelliklerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 16: 211-220.

Keeve R, Loupser HL, Kruger GHJ (2000) Effect of temperature and photoperiod on days to flowering, yield and yield components of *Lupinus albus* (L.) under field conditions. Journal of Agronomy and Crop Science 184: 187-196.

**Kitap:**

Kaçar B, Katkat V (2006) Bitki Besleme. 2. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

Taiz L, Zeiger E (2002) Plant Physiology. 3<sup>rd</sup> Edition, Sinauer Associates, Massachusetts.

**Kitap bölümü:**

Fıratlı Ç (1993) Arı Yetiştirme. (Ed: Ertuğrul M), Hayvan Yetiştirme. Baran Ofset, Ankara, s. 30-34.

Van Harten AM (2002) Mutation breeding of vegetatively propagated ornamentals. In: Vainstein A (Ed), Breeding for Ornamentals: Classical and Molecular Approaches. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 105-127.

**Yazarı belirtilmeyen kurum yayınları:**

TÜİK (2005) Tarımsal Yapı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Yayın No: 1579, Ankara.

**DOI ve internetten alınan bilgi:**

Gulsen O, Kaymak S, Ozogun S, Uzun A (2010) Genetic analysis of Turkish apple germplasm using peroxidase gene-based markers. doi:10.1016/j.scienta.2010.04.023.

FAO (2010) Statistical database. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Accessed 27 July 2010.

AİB (2010). Türkiye Süs Bitkileri Sektör Raporu. <http://www.aib.gov.tr/raporlar/kc/kcsusbitkileri2010.pdf>. Erişim 27 Temmuz 2010.

**Tezler:**

Girmen B (2004) Gazipaşa yöresinde doğal yayılış gösteren haytılarnın (*Vitex agnus-castus* L.) seleksiyonu ve çoğaltılabilme olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

Sever Mutlu S (2009) Warm-season turfgrass species: Adaptation, drought resistance and response to trinexapac-ethyl application. PhD Thesis, The University of Nebraska, Nebraska.

**Tam metin kongre/sempozyum kitabı:**

Hawkes JG (1998) Current status of genetic diversity in the world. In: Zencirci N, Kaya Z, Anikster Y, Adams WT (Eds), The Proceedings of International Symposium on *In Situ* Conservation of Plant Genetic Diversity. CRIFC, Ankara, Turkey, pp. 1-4.

Kesik T (2000) Weed infestation and yield of onion and carrot under no-tillage cultivation using four crops. In: 11th International Conference on Weed Biology. Dijon, France, pp. 437-444.

Karagüzel O, Altan S (1995) Gypsophilada (*Gypsophila paniculata* L. ‘Perfecta’) dikim zamanları ve uzun gün uygulama sürelerinin bitki gelişimi ve çiçeklenmeye etkileri. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Cilt 2, Adana, s. 615-619.

**Şekiller ve Çizelgeler:** Makalelerde fotoğraf, grafik, şekil, şema ve benzerleri "Şekil", sayısal değerler ise "Çizelge" olarak adlandırılmalıdır. Tüm şekil ve çizelgeler kendi içlerinde numaralandırılmalı ve makalenin sonuna yerleştirilmelidir. Şekil ve çizelge iç yazılarında 8 puntodan büyük punto kullanılmamalıdır. Şekil ve çizelgelerin enleri 8 cm veya 17 cm ve zorunlu ise boyutları en fazla 17x23 cm olmalıdır. Makalelerde fotoğraflar 600 dpi çözünürlükte ve JPG formatında olmalı ve mutlaka sonuçların açıklanmasında bilgilendirici nitelik taşımalıdır. Yazarlar makalede kullandıkları şekillerin baskı kalitelerini kontrol etmeli ve yüksek kalitede basıma uygun şekiller kullanmalıdır. Çizelgelerde dikey çizgi kesinlikle bulunmamalı, istatistiksel önemliliklerin belirtilmesinde mümkün olduğunca *P* değerleri verilmeli veya “\*” gibi sembollerin açıklaması mutlaka yapılmalıdır. İstatistiksel karşılaştırmalar için küçük harf kullanılmalı ve açıklamalarda hangi karşılaştırma yönteminin kullanıldığı ve önem düzeyi belirtilmelidir. **Çizelge ve şekil başlıkları ve açıklamaları kısa, öz ve tanımlayıcı olmalı ve Türkçe ve İngilizce yazılmalıdır.** Şekil ve çizelgelerde kısaltma kullanılmış ise hemen altında kısaltmalar açıklanmalıdır. Parçalardan oluşan şekiller gruplandırılmalı veya yüksek kalitede TIF formatına dönüştürülmelidir.

**Birimler:** Makalelerde SI (Système International d’Units) birim sistemi kullanılmalıdır. **Ondalık ayraç olarak nokta kullanılmalıdır** (1,25 yerine 1.25 gibi). Birimlerde “/” kullanılmamalı ve birimler arasında bir boşluk bırakılmalıdır (örneğin: 5.6 kg/ha değil, 5.6 kg ha<sup>-1</sup>; 18.9 g/cm<sup>3</sup> değil, 18.9 g cm<sup>-3</sup>; 1.8 µmol/s/m<sup>2</sup> değil, 1.8 µmol s<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup>).

**Kısaltmalar ve Semboller:** Makale başlığı ve başlıklarda kısaltma kullanılmamalıdır. Gerekli olan kısaltmalar kavramların ilk geçtiği yerde parantez içinde verilmelidir. Kısaltmalarda ve sembollerin kullanımında ilgili alanın evrensel kurallarına uyulması zorunludur.

**Latince İsimler ve Kimyasallar:** Makale başlığında yer alan Latince isimlerde otör adı kullanılmamalıdır. Öz ve makale metninde ise Latince isim ilk geçtiği yerde otör adıyla verilmeli, daha sonra geçtiği yerlerde uluslararası kabul görmüş kısaltmalar kullanılmalıdır. Örnek: “*Lupinus varius* (L.)...dır.”, “*L. varius* ... olarak da yetiştirilir.”. Tüm Latince isimler *italik* olarak yazılmalı, ancak yazımda ve gösterimde ilgili alanın evrensel yazım kurallarına uyulmalıdır. Çalışmalarda kullanılan kimyasallar, çalışma konusu gerektirmedikçe ve zorunlu olmadıkça ticari adlarıyla verilmemelidir.

**Formüller:** Makalelerde formüller “Eşitlik” olarak adlandırılmalı, gerektiğinde numaralandırılmalı, numara formülün yanında sağa dayalı olarak parantez içinde gösterilmeli ve eşitlikler mümkün olduğunca tek satıra (çift sütunda 8 cm) sığdırılmalıdır.

Yazar(lar)a, web sayfasından ([www.dergipark.gov.tr/mediterranean](http://www.dergipark.gov.tr/mediterranean)) derginin son sayılarını incelemeleri önerilir.



## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

### Scope

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES is a multidisciplinary platform for the related scientific areas of agriculture and life sciences. Therefore, the journal primarily publishes original research articles and accepts a limited number of invited reviews in agricultural biotechnology, agricultural economics, agricultural machinery, animal husbandry, bioenergy, biostatistics and genetics, farm structure and irrigation, field crops, food science and technology, horticulture, landscape and nature conservation, natural resources, plant protection, soil science and plant nutrition.

### General rules

Manuscripts within the scope of MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES can be submitted. The submitted manuscript must be unpublished, must not be simultaneously submitted for publication elsewhere, nor can the copyright be transferred somewhere else. Responsibility for the work published in this journal remains with the author(s). Moreover, the author(s) must comply with the ethical rules of science and scientific publications (International Committee of Medical Journal Editors and Committee on Publication Ethics). The journal is not responsible for these issues. For authors of non-Turkish origin, the Turkish title and abstract of the manuscripts will be translated from English into Turkish by the editorial team of the journal.

### Manuscript submission

The manuscripts should be submitted to the journal by using online system: [www.dergipark.gov.tr/mediterranean](http://www.dergipark.gov.tr/mediterranean). A copy of the "Copyright Transfer Agreement" signed by all authors who contributed to the manuscript should be submitted by the corresponding author. Those manuscripts requiring an Ethics Committee Report should be supplied a copy of the report by the Ethics Committee.

### Review process, proof and publishing

The manuscript submitted to the journal is subject to preliminary assessment by the Editorial Board. The Board has the right to decline the manuscript without initiating the peer review process in the event the manuscript does not meet the journal's criteria.

Manuscripts that meet the basic requirements of the journal are sent to three referees for review by experts in the particular field of science.

If all or a majority of the reviewers do not find the manuscript suitable for publication, the author is informed and documents are not returned.

Should the manuscript as is be found suitable for publication by reviewers; the author is informed of the final decision.

Should the manuscript is found publishable but requires revision as suggested by the review team; the areas where revisions are required are sent to the author with the referee's suggestions. The author is expected to return the corrected manuscript, or a letter of rebuttal within thirty days, including the last revised version of the manuscript, correction list and "Copyright Transfer Agreement" sent to Editor. Should the author(s) do not accept the reasons for the revision, they are required to present scientific evidence and record the sources giving reason for this rejection in the letter of rebuttal. The Editorial Board takes the final decision by taking the referee reports into account and the compliance with the requirements for correction and the authors are notified of the final decision for publication.

Before publishing, the proof of the accepted manuscript is sent to the corresponding author for a final check. The corresponding author is expected to return the corrected final proof within 10 days. All authors can access their article on the web page of the journal ([www.dergipark.gov.tr/mediterranean](http://www.dergipark.gov.tr/mediterranean)).

**MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES is free of charge.**

### Manuscript preparation guidelines

Manuscript submitted to the journal should consist of main two parts: the first page and the manuscript.

**1. The first page:** Should contain the title, names of the author(s) and addresses including the corresponding author's name and full contact details.

**2. Manuscript:** Manuscripts should be prepared on A4-size paper in 12 point, Times New Roman font, double line spaced, leaving 3cm blank spaces on all four margins of each page. Each page of the manuscript and each line on page should be numbered.

The manuscript should not be longer than **16** pages, double line spaced, including the "References" section (excluding any figures and tables). A total of Tables or Figures should not be more than 8 in the manuscript, and must have the following sections:

**Title:** Must be short and inclusive, not to exceed fifteen words, and the first letter of the first word to be written in uppercase and rest in lowercase letters, in bold.

**Abstract:** The abstract should not exceed 250 words, and it should summarize the objective of the study, the methods employed and the results.

**Keywords:** A maximum of five keywords, directly related to the subject matter and not employed in the title, should be recorded directly below the abstract.

**Introduction:** In this section, the subject of the study should be summarized, previous studies directly related to the study should be evaluated with the current knowledge of the subject, and the issues associated with production of the information needed are highlighted. Finally, the objective of the study should be clearly and explicitly stated. *Section titles within the manuscript:* except for the "References" all the main and sub-titles should be numbered. The first letters of the first words in the titles should be written in capital letters. Main titles should be written in bold and the sub-titles in italics.

**Material and methods:** In this section, all the materials employed in the study, the methods used, criteria evaluated, sampling methods applied, experimental design with statistical analysis and the confidence limits should be clearly explained.

**Results:** In this section the findings of the study should be presented clearly and explicitly with the help of figures, tables, and statistical analysis. Duplication of data presented in the Figures and Tables should be avoided, and the most appropriate tool should be employed.

**Discussion and Conclusion:** The findings of the study should be discussed with the results of previous studies, in terms of their similarity and contrast, and information gap filled by the study should be emphasized. Finally, conclusions and recommendations should be given. The manuscript layout of this section can be entitled "Results and Discussion" and / or "Conclusions" depending on author(s) preference.

For the reviews, the author(s) can make appropriate title arrangements.

**Acknowledgement:** People who contribute to the manuscript and/or the study and the funding agency (project numbers, if any) must be specified.

**References:** In the text, "the author's surname and the year" method should be used for identification of references. A reference identified by means of an author's surname should be followed by the date of the reference in parentheses. For identification of references provided by two authors, "and" should be used between the surnames of authors. When there are more than two authors, only the first author's surname should be mentioned, followed by 'et al.'. In the event that an author cited has had two or more works published in the same year, the reference, both in the text and in the reference list, should be identified by a lower case letter like 'a' and 'b' after the date to distinguish between the works. When more than one reference is given at the end of a sentence, the references should be chronologically ordered, those of same date in alphabetical order.

Examples:

Burton (1947), Sayan and Karaguzel (2010), Keeve et al. (2000), (van Harten2002), (Karaguzel and Altan1995), (Burton 1947; Keeve et al. 2000; Yilmaz 2004a,b; Karaguzel 2005, 2006; Gulsen et al. 2010; Sayan ve Karaguzel 2010).

References should be listed at the end of the manuscript in alphabetical order in the References section. The original language of reference should be employed and journal's name should not be abbreviated. Authors are fully responsible for the accuracy of the references they provide.

Examples:

**Journal:**

Karagüzel O (2003) Farklı tuz kaynak ve konsantrasyonlarının Güney Anadolu doğal *Lupinusvarius*'larının çimlenme özelliklerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 16: 211-220.

Keeve R, Loupser HL, Kruger GHJ (2000) Effect of temperature and photoperiod on days to flowering, yield and yield components of *Lupinusalbus* (L.) under field conditions. Journal of Agronomy and Crop Science 184: 187-196.

**Book:**

Taiz L, Zeiger E (2002) Plant Physiology. 3rd Edition, Sinauer Associates, Massachusetts.

**Book chapter:**

Van HartenAM (2002) Mutation breeding of vegetatively propagated ornamentals. In: Vainstein A (Ed), Breeding for ornamentals: Classical and Molecular Approaches. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 105-127.

**Institution publications with unknown author name(s):**

TSI (2005) Agricultural Structure.T.C. Prime Ministry State Institute of Statistics, Publication No. 1579, Ankara.

**DOI and received information from the internet:**

Gulsen O, Kaymak S, Ozogun S, Uzun A (2010) Genetic analysis of Turkish apple germplasm using peroxidase gene-based markers. doi:10.1016/j.scienta.2010.04.023.

FAO (2010) Statistical database.http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx. Accessed 27 July, 2010.

**Theses:**

Sever Mutlu S (2009) Warm-season turfgrass species: Adaptation, drought resistance and response to trinexapac-ethyl application. PhD Thesis, The University of Nebraska, Nebraska.

Girmen B (2004) Gazipaşa yöresinde doğal yayılış gösteren hayıtların (*Vitexagnus-castus* L.) seleksiyonu ve çoğaltılabilme olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

**Full-text congress/symposium book:**

Hawkes JG (1998) Current status of genetic diversity in the world. In: Zencirci N, Kaya Z, Anikster Y, Adams WT (Eds), The Proceedings of International Symposium on *In Situ* Conservation of Plant Genetic Diversity. CRIFC, Ankara, Turkey, pp. 1-4.

Kesik T (2000) Weed infestation and yield of onion and carrot under no-tillage cultivation using four crops. In: 11th International Conference on Weed Biology. Dijon, France, pp. 437-444.

**Figures and tables:** In submitted manuscripts all photographs, graphics, figures, diagrams and the like must be named as "Figure", and lists of numerical values as "Table". All figures and tables should be numbered and placed at the end of the manuscript. The font of the letters within Figures and Tables used should be no larger than 8 points. Figure and table widths should be 8 cm or 17 cm and, if necessary, dimensions of up to 17x23 cm. The images should be in JPG format with 600 dpi resolution and should be informative in explaining the results. The authors must check the printing quality of the figures and should use high quality figures suitable for printing. Use of vertical lines in the tables is unacceptable, statistical significance should be stated using *P* values as much as possible, or using the "\*" symbols for which description should be given. Small case lettering should be used for statistical groupings, and the statistical comparison method and significance level specified. Table and figure captions and descriptions should be short, concise, and descriptive. Abbreviations should be explained immediately if used within the Figures and tables. Those images composed of pieces should be grouped and converted into high-quality TIF format.

**Units:** For manuscripts SI (Systeme International d'Units) unit system is used. In units, "/" should not be used and there should be a space between the units (for example: 5.6 kg ha<sup>-1</sup>, instead of 5.6 kg/ha; 18.9 g cm<sup>-3</sup>, instead of 18.9 g/cm<sup>3</sup>; 1.8 µmol s<sup>-1</sup> m<sup>2</sup>, instead of 1.8 µmol/s/m<sup>2</sup>).

**Abbreviations and symbols:** Abbreviations should not be used in the manuscript title or in the subtitles. The necessary abbreviations at their first mention should be given in parentheses. Universal rules must be followed in the use of abbreviations and symbols.

**Latin names and chemicals:** The authority should not be used in the manuscript title when Latin names are used. The authority should be given when the Latin names are first used in the abstract and the text. For example: "*Lupinusvarius* (L.) is ...", "*L. varius* ... grown in the." Latin names should be written in italics. The trade mark of chemicals used in the studies should not be given unless it is absolutely necessary to do so.

**Formulas:** In manuscripts, formulas should be called "Equation", numbered as necessary, the numbers next to the formulas leaning right shown in brackets and the equations should be fitted in a single line (double-column, 8 cm), if possible.

The author (s) is encouraged to visit the web site ([www.dergipark.gov.tr/mediterranean](http://www.dergipark.gov.tr/mediterranean)) to see the latest issue of the journal.

**MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES**

e-ISSN 2528-9675

Dergi Web Sayfası: www.dergipark.gov.tr/mediterranean

**Adres:**

Akdeniz Üniversitesi  
Ziraat Fakültesi  
07058 Antalya, TÜRKİYE

Tel.: 0 242 310 2411

Faks: 0 242 2274564

E-posta: ziraatdergi@akdeniz.edu.tr

**TELİF HAKKI DEVRİ SÖZLEŞMESİ**

Yazar(lar)	
Makale Başlığı	

Eserden sorumlu yazarın bilgileri:

Adı ve Soyadı		Adresi	
E-posta			
Telefon		Faks	

Sunulmuş olan makalenin yazar(lar)ı olarak ben/bizler aşağıdaki konuları kabul ve taahhüt ederiz:

- Makale MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES Baş Editörlüğüne ulaşıncaya kadar Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesinin hiçbir sorumluluk taşımadığını kabul ederiz.
- Ben/Biz bu makalenin, etik kurallara uygun ve gerektiren hallerde etik izin belgelerinin alınmış olduğunu ve belirtilen materyal ve yöntemler kullanıldığında herhangi bir zarara ve yaralanmaya neden olmayacağını taahhüt ederiz.
- Bütün yazarlar makalenin tüm sorumluluğunu üstleniriz.
- Bu makale başka bir yerde yayınlanmamış ve yayınlanmak üzere herhangi bir yere sunulmamıştır.
- Bütün yazarlar gönderilen makaleyi görmüş ve onaylamıştır.
- Makalenin telif hakkından feragat ederek bu hakkı Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne devrettiğimizi ve Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesini makalenin yayımlanabilmesi konusunda yetkili kıldığımızı kabul ederiz.

Yukarıdaki konular dışında yazar(lar)ın aşağıdaki hakları saklıdır:

- Telif hakkı dışındaki patent hakları yazar(lar)a aittir.
- Yazar(lar) makalenin tümünü kitaplarında ve derslerinde, sözlü sunumlarında ve konferanslarında kullanabilir(ler).
- Yazar(lar)ın satış amaçlı olmayan kendi faaliyetleri için makalelerini çoğaltma hakları vardır.

Basıma kabul edilsin veya edilmesin dergiye sunulan makaleler iade edilmez ve esere ait tüm materyaller (fotoğraflar, orijinal şekiller ve diğerleri), dergi editörlüğünce iki yıl süreyle saklanır ve süre bitiminde imha edilirler.

Bu belge, tüm yazarlar tarafından imzalanmalıdır. Yazarların farklı kuruluşlarda bulunması durumunda imzalar farklı formlarda sunulabilir. Ancak bütün imzaların ıslak imza olması zorunludur.

*Yazar(lar)ın Adı ve Soyadı	Adresi	Tarih	İmza

\*: Satır sayısı yazar sayısı kadar olmalı, yetersizse artırılmalıdır.

**Sunulan eserin basıma kabul edilmemesi halinde bu belge geçersizdir.**

İMZALAYINIZ VE ONLİNE SİSTEME YÜKLEYİNİZ.

**MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES**

e-ISSN 2528-9675

Journal web page: www.dergipark.gov.tr/mediterranean

**Address:**

Faculty of Agriculture  
Akdeniz University  
07058 Antalya, TURKEY

Phone: +90 242 310 2411

Fax: +90 242 2274564

E-mail: ziraatdergi@akdeniz.edu.tr

**COPYRIGHT TRANSFER AGREEMENT**

Please note that publication of this article **can not** proceed until this signed form is submitted.

Author(s)	
Article title	

**Corresponding Author's Contact Information**

Name		Address	
E-mail			
Phone		Fax	

As the author (s) of the article submitted, we hereby accept and agree to the following terms and conditions.

- I/We acknowledge that the Faculty of Agriculture at Akdeniz University does not carry any responsibility until the article arrives at the Bureau of Editor in Chief of the MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES.
- I/We confirm that this article is in compliance with ethical rules, carries the ethical permission documents for the conditions required and will not cause any damage or injury when the materials and methods described herein are used.
- The author(s) here take the full responsibility for the contents of the article.
- The article has not been previously published and has not been submitted for publication elsewhere.
- All the authors have seen, read and approved the article.
- We accept that by disclaiming the copyright of the article, we transfer this right to the Faculty of Agriculture at Akdeniz University and authorize the Faculty of Agriculture at Akdeniz University in respect to publication of the article.

Except for the above issues, the author (s) reserve (s) the following rights

- The author(s) retain (s) all proprietary rights, other than copyright, such as patent rights.
- The author(s) can use the whole article in their books, teachings, oral presentations and conferences.
- The author (s) has/have the right to reprint/reproduce the article for noncommercial personal use and other activities.

Whether accepted for publication or not, articles submitted to the journal are not returned and all the materials (photographs, original figures and tables, and others) is withheld for two years and is destroyed at the end of this period of time.

This document must be signed by all of the authors. If the authors are from different institutions, the signatures can be submitted on separate forms. Nevertheless, all the signatures must be wet signatures.

*Author(s) Name(s)	Address	Date	Signature

\*: The number of colon must be equal to the number of authors. If insufficient, it must be increased.

**If the submitted article is not accepted for publication, this document is null and void.**

**PLEASE SIGN THE FORM AND UPLOAD ONLINE SYSTEM.**