

Bursa Uludağ Üniversitesi
ZİRAAT FAKÜLTESİ

Bursa Uludag University
Faculty of Agriculture

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

The Journal of Agricultural
Faculty of Bursa Uludag University

Cilt 32

Volume

Sayı 2

Number

2018

Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi

Aşağıdaki veri tabanları tarafından taranmaktadır.

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



CAB International



FAO AGRIS/CARIS



TR Dizin

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

DergiPark
AKADEMİK



Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi

The Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludağ University

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

Cilt / Volume: 32

Sayı /Number: 2

Yıl/Year: 2018

e-ISSN 2651-4044

Bursa Uludağ Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Adına

Sahibi / Owner

Prof.Dr. Uğur BİLGİLİ
Dekan/Dean

Baş Editör/Editor in Chief

Doç.Dr. Hakan ÇELİK

Alt Yayın Komisyonu - Konu Editörleri / Section Editors

Doç.Dr. Hakan ÇELİK

Doç.Dr. Tolga TİPİ

Doç.Dr. Asuman CANSEV

Doç.Dr. Hayrettin KUŞÇU

Doç.Dr. Ayşegül KUMRAL

Dr.Öğr.Üyesi Kadir İLHAN

Doç.Dr. Ekin SUCU

Araş.Gör.Dr. Gamze BAYRAM

Dr.Öğr.Üyesi Elvan ENDER ALTAY

Sayfa ve Kapak Tasarım

Bursa Uludağ Üniversitesi Basımevi
Bursa - 2018

Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi yılda iki kez yayınlanan hakemli bir dergidir. Dergide yayınlanan tüm yazıların sorumluluğu yazarlarına aittir. Yayınlanan yazılar, yayıncının izni olmadan çoğaltılamaz. Yazılardan alıntı yapılması durumunda mutlaka referans gösterilmelidir.

Dergimize yaptığınız atıflarda “**Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.**” kısaltması kullanılmalıdır.

The Journal of Agriculture Faculty of Bursa Uludağ University is a refereed journal biannually published. All rights to article published in this Journal are reserved by Agriculture Faculty of Bursa Uludağ University. Permission must be obtained for reproduction in whole or in part in any form. The title of the journal should be cited as “**Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.**”

İletişim/Contact

Tel: 0224 294 14 07

Fax: 0 224 294 14 02

e-posta: zfdergisi@uludag.edu.tr

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

Danışma Kurulu
(Advisory Board)

Prof.Dr. Süleyman TABAN

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara, TÜRKİYE

Prof.Dr. Erdoğan GÜNEŞ

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Ankara, TÜRKİYE

Prof.Dr. Mevlüt TÜRK

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, TÜRKİYE

Prof.Dr. Mehmet AYÇİÇEK

Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bingöl, TÜRKİYE

Prof.Dr. Ece TURHAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Eskişehir, TÜRKİYE

Doç.Dr. Gölge SARIKAMIŞ

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara, TÜRKİYE

Doç.Dr. Zeliha GÖKBAYRAK

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale, TÜRKİYE

Doç.Dr. Ahmed A.K. Salama

Universitat Autònoma de Barcelona, Department of Animal and Food Sciences, Ruminant Research Group, SPAIN

BU SAYIDA HAKEMLİK YAPAN ÖĞRETİM ÜYELERİ

(Scientific Advisory Board)

(Alfabetik Sıraya Göre/Alphabetical Order)

Akbulut, Çağım	Harran Üniversitesi
Akkaya Aslan, Ş. Tülin	Bursa Uludağ Üniversitesi
Altun, Soner	Bursa Uludağ Üniversitesi
Arslan, Hüseyin	Siirt Üniversitesi
Atasever, Ü.Haluk	Erciyes Üniversitesi
Ay, Recep	Süleyman Demirel Üniversitesi
Ayçiçek, Mehmet	Bingöl Üniversitesi
Başer, İsmet	Namık Kemal Üniversitesi
Bayhan Bahar	Ege Üniversitesi
Boyras, Nuh	Selçuk Üniversitesi
Canbolat, Önder	Bursa Uludağ Üniversitesi
Çelebi, Muhittin	Selçuk Üniversitesi
Dağlı, Fatih	Akdeniz Üniversitesi
Göksoy, A.Tanju	Bursa Uludağ Üniversitesi
Gürel, Serhat	Bursa Uludağ Üniversitesi
İpek, Aydın	Bursa Uludağ Üniversitesi
Kargin, Hilal	Mersin Üniversitesi
Kıncı, Özer	Ege Üniversitesi
Kızıl, Ünal	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Koç, Fisun	Namık Kemal Üniversitesi
Korkut, Zahit Kayıhan	Namık Kemal Üniversitesi
Kumral, N. Alper	Bursa Uludağ Üniversitesi
Seferoğlu, Saime	Adnan Menderes Üniversitesi
Soylu, Süleyman	Selçuk Üniversitesi
Sucu, Ekin	Bursa Uludağ Üniversitesi
Şener, Mehmet	Namık Kemal Üniversitesi
Tezcan, Himmet	Bursa Uludağ Üniversitesi
Topal, Ali	Selçuk Üniversitesi
Uçar, Yusuf	Süleyman Demirel Üniversitesi
Yıldırım, İsmet	Düzce Üniversitesi
Yılmaz, Okan	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Yılmaz Dikmen, Bilgehan	Bursa Uludağ Üniversitesi
Zencirkıran, Murat	Bursa Uludağ Üniversitesi

İçindekiler / Contents

ARAŞTIRMA MAKALELERİ (Research Articles)

Research on the Effects of NPK (Chemical fertilizer) and Organic Fertilizers Used for Some Cotton Species (*Gossypium hirsutum* L.) Grown in Semi-arid Climate Conditions on Growing Crops, Growing Crop Elements and Sustainable Agriculture

Yarı Kurak İklim Koşullarında Üretilen Bazı Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Çeşitlerinde Kullanılan NPK ve Organik Gübrelerin Verim, Verim Unsurları ve Sürdürülebilir Tarıma Etkisinin Araştırılması

Cevher İlhan CEVHERİ, Ahmet YILMAZ..... 1

Bazı İleri Makarnalık Buğday (*Triticum turgidum* var. durum L.)

Genotiplerinin Çimlenme Döneminde Tuz Stresine Tepkileri

Responses of Some Advanced Durum Wheat (*Triticum turgidum* var. durum L.) Genotypes to Salt Stress at Germination Stage

Samet ÇİÇEK, Barış KİLERCİOĞLU, Ramazan DOĞAN,

Emine BUDAKLI ÇARPICI..... 19

Bursa Karacabey Ovasında Son 25 Yılda Değişen Bitkisel Üretim Deseni ve Sulama Uygulamalarının Uzaktan Algılama ve ET Haritalama Tekniği ile Değerlendirilmesi

Evaluation of Cropping Pattern and Irrigation Regimes Variation within The Last 25 years Through Remote Sensing and ET Mapping Techniques

Eyüp Selim KÖKSAL, Sakine ÇETİN, Ali Osman DEMİR, Emre TUNCA,

Burak Nazmi CANDOĞAN, Ş. Tülin AKKAYA ASLAN..... 31

Landsat Uydu Görüntülerinden NDVI Değer Dağılımının Parsel Bazlı Değerlendirilmesi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çiftlik Arazisi Örneği Parcel Based Evaluation of NDVI Values Distribution from Landsat Satellite Images, A case study of Uludağ University, Faculty of Agriculture Farm

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

Kemal Sulhi GÜNDOĞDU, Benjamin B. BANTCHINA 45

Sulama Projelerinde Arazi Toplulaştırmasının Gerekliliği: Daphan Sulaması Örneği

The Necessity of Land Consolidation in Irrigation Projects: A Case Study in Daphan Irrigation Project/Turkey

A.Vahap YAĞANOĞLU, Aynur FAYRAP, Recep YANIK 55

Bursa İli Gürsu ve Kestel İlçelerindeki Meyve Üreticilerinin Pestisit Kullanımına Yönelik Tutum ve Davranışlarının Belirlenmesi

Determination of Attitudes and Behaviors of Fruit Producers towards Pesticide Use in Gürsu and Kestel Districts of Bursa Province

Elif ERBEK, Ahmet ÖZYÖRÜK, Ümit ARSLAN 69

Sensitivity Analysis in Landscape Ecological Planning; The Sample of Bayburt

Ekolojik Peyzaj Planlamasında Duyarlılık Analizi; Bayburt Örneği

Esra ÖZHANCI, Hasan YILMAZ 77

Farklı Kuraklık Stresi Seviyelerinin Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Etkisi

Effects of Different Drought Stress Levels on The Germination and Early Seedling Growth in Durum Wheat

Canser DOLGUN, Esra AYDOĞAN ÇİFCİ 99

Bursa Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Susamda Farklı Ekim Zamanlarının Tohum Verimi Ve Bazı Verim Bileşenlerine Etkileri

Effects of Different Sowing Dates on the Seed Yield and Some Yield Components of Sesame Grown under Bursa Ecological Conditions

Mehmet ÖZ, Hayrettin KUŞÇU 111

Effect of Egg Weight on Eggshell Thickness, Pore Density and Chick Quality in Broiler Breeder Flock

Broiler Damızlık Sürüsünde Yumurta Ağırlığının Yumurta Kabuk Kalınlığı, Por Yoğunluğu ve Cıvciv Kalitesi Üzerine Etkisi

Saliha SABAH, Ümran ŞAHAN 123

DERLEMELER (Reviews)

Doğal Düşmanlarda İnektisit Direnci

Insecticide Resistance in Natural Enemies

Duygu DEMİRÖZ, Hilal TUNCA 131

Akuakültürde Akuaponik Sistemler ve Önemi

Place and Importance of Aquaponic Systems in Aquaculture

Hilal KARGIN, Murat BİLGÜVEN 159

Karma Yem Teknolojisindeki Gelişmelerin Karma Yem Kalitesine ve Yem Değerine Etkileri

The Effects of Developments in Compound Feed Technologies on Compound Feed Quality and Compound Feed Value

Kadir Cem AKBAY, İbrahim AK 175

Balık Yemlerinde Balık Unu Yerine Tavuk Ununun Kullanılma Olanakları

Replacement of Fish Meal by Poultry By-product in Trout Feeds

Murat BİLGÜVEN, Gökhan CAN 189

Sütün Enzimatik Koagülasyonu ve Peynir Üretiminde Bitkisel Pıhtılaştırıcılar

Enzymatic Coagulation of Milk and Plant Coagulants in the Cheese Production

Ezgi EROĞLU, Tülay ÖZCAN 201



Research on the Effects of NPK (Chemical fertilizer) and Organic Fertilizers Used for Some Cotton Species (*Gossypium hirsutum* L.) Grown In Semi-arid Climate Conditions on Growing Crops, Growing Crop Elements and Sustainable Agriculture^a

Cevher İlhan CEVHERİ^{1*}, Ahmet YILMAZ²

¹Harran Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Şanlıurfa, Türkiye,

²Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye,

*Sorumlu yazar ORCID: 0000-0002-7070-2652

e-posta (Corresponding author e-mail): icevheri@harran.edu.tr

Yazar(lar) ORCID: 0000-0002-2350-1516

e-posta (Author-s e-mail):hayilmaz@harran.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 08.08.2017; Kabul Tarihi (Accepted): 27.12.2017

Abstract: Organic agriculture is a controlled and conditional system that protects the humankind, the environment and the whole ecosystem by preventing sentetic pesticides that cause serious illnesses and contaminate the soil, the air, the water and our food. In order to popularize organic agriculture this study was carried out by using ST-468 and BA-119 cotton varieties at NPK (Chemical fertilizer), Cattle manure, Pigeon manure, and control parcels at Akçakale Vocational High School of Harran University of Organic Agriculture conditions in 2013 and 2014. It is found that according to used organic and chemical fertilizers, plant height varies between 105,46 cm (control) and 116,48 cm (pigeon manure); boll number per plant⁻¹ varies between 19,10 (control) and 31,03 (NPK); average boll weight varies between 5,43 g (control) and 6,18 g (Cattle manure); average seed cotton boll weight varies between 4,33 g (control) and 4,82 g (Cattle manure); seed cotton yield varies between 3240,26 kg ha⁻¹ (control) and 4420,45 kg ha⁻¹ (NPK fertilizer); monopodial branch number varies between 3,51 (pigeon manure) per plant⁻¹ and 4,16 per plant⁻¹ (Cattle manure); number plant⁻¹ boll number per plant⁻¹ varies between 12.13 (control) and 15.12 (NPK); First sympodial branch node number varies between 6,96 (Cattle manure) and 9.60 (Pigeon manure) number plant⁻¹ ginning ratio varies between 40,88% (control) and 42,99 % (pigeon manure); 100 seed weight varies between 9,93 g (control)and 10,41 g (NPK). It is confirmed that the use of organic and NPK (chemical fertilizers) has dramatic effects and statistical differences on plant height, boll number, boll weight and yield.

Keywords: Organic cotton, organic fertilizer, chemical fertilizer.

^a Cevheri, C.İ. and Yılmaz, A. 2018. Research on the Effects of NPK (Chemical fertilizer) and Organic Fertilizers Used for Some Cotton Species (*Gossypium hirsutum* L.) Grown In Semi-arid Climate Conditions on Growing Crops, Growing Crop Elements and Sustainable Agriculture. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32 (2),1-17.

Yarı Kurak İklim Koşullarında Üretilen Bazı Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Çeşitlerinde Kullanılan NPK ve Organik Gübrelerin Verim, Verim Unsurları ve Sürdürülebilir Tarıma Etkisinin Araştırılması

Öz: Organik tarım günümüzde insan bünyesinde önemli hastalıklara neden olan, toprağı, havayı, besinlerimizi ve suyu kirleten sentetik ilaçlara maruz kalmamıza engel olarak insanı, çevreyi ve bütün ekosistemi koruyan kontrollü ve kayıtlı bir sistemdir. Organik pamuk üretimi yapmak, yaşadığımız yer kürenin geleceğı hakkında olumlu düşünmek anlamına gelmektedir. Ülkemizde ve bölgemizde organik tarımı yaygınlaştırmak amacıyla bu çalışma 2013-2014 yıllarında, Harran Üniversitesi Akçakale Meslek Yüksekokulu Organik Tarım koşullarında ST-468 ve BA-119 pamuk çeşitleri kullanılarak; NPK, Biofarm ve Güvercin gübreleri ile gübre kullanılmayan kontrol parsellerinde yürütülmüştür. Kullanılan organik ve kimyasal gübrelere göre bitki boyunun 105.46 cm (kontrol) ile 116.48 cm (Güvercin Gübresi); bitki başına koza sayısının 19.10 adet bitki⁻¹ (kontrol) ile 31.03 adet bitki⁻¹ (NPK); ortalama koza ağırlığının 5.43 g (kontrol) ile 6.18 g (Biofarm Gübresi); ortalama koza kütlü ağırlığının 4.33 g (Kontrol) ile 4.82 g (Biofarm Gübresi); kütlü pamuk veriminin 3240.26 kg ha⁻¹ (Kontrol) ile 4420.45 kg ha⁻¹ (NPK Gübresi); odun dalı sayısının 3.51 adet bitki⁻¹ (Güvercin Gübresi) ile 4.16 adet bitki⁻¹ (Biofarm Gübresi); meyve dalı sayısının 12.13 adet bitki⁻¹ (Kontrol) ile 15.12 adet bitki⁻¹ (NPK Gübresi); ilk meyve dalı boğum sayısının 6.96 adet bitki⁻¹ (Biofarm Gübresi) ile 9.60 adet bitki⁻¹ (Güvercin Gübresi); çırçır randımanının %40.88 (Kontrol) ile %42.99 (Güvercin Gübresi); 100 tohum ağırlığının 9.93 g (Kontrol) ile 10.41 g (NPK Gübresi) arasında değıştiğı saptanmıştır. Çalışmada kullanılan organik ve kimyasal gübre uygulamalarının bitki boyu, koza sayısı, koza ağırlığı ve verim gibi incelenen karakterler üzerine istatistiksel önem düzeyinde farklılıklar oluşturduğı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Organik pamuk, organik gübre, kimyasal gübre.

Introduction

Organic Agriculture is a farming process that is certificated and every step between production and consumption is controlled without using chemical input. The purpose of organic agriculture is to maintain sustainable agriculture, to prevent contamination of nature and to protect ecological system. Organic agriculture dates back 20th century when ozone layer thinning and future dangers for nature started to draw attention (Anonymous, 2016).

Cotton plant is one of the most chemical input used products in farming. Moreover, 16% of the world's pesticide production is used for cotton farming. Cotton farming has 3% production share in the world's agricultural production, but during its production process, a great amount of chemical fertilizers and pesticides are used. As a result, cotton plant is the most chemical used industrial plant compared to the other products. These chemicals aim at harmful insects, however they give harm to beneficial insect population as well as harmful insects. Furthermore, pesticides that are used excessively are absorbed by soil and they contaminate the groundwater and the air. There harmful chemicals accumulate in the soil and they affect the cultivation of plants negatively after cotton production that results in contamination of beneficial parts of the plants. As a result of contamination, human health gets harmed. Using organic cotton means considering our health and the future of the earth that we live on. Agricultural practices that have been applied for many years, dangerous

pesticides and fertilizers and the production of genetically modified products can be replaced by organic agriculture practices.

Turkey is one of the leading countries in the organic cotton production. In Turkey, 258 farmers produced 20.127 tonnes of unginning cotton and 7958 tonnes of fibre cotton on 4140 ha production field in 2013 and 2014 growing seasons and in this way Turkey has 6.80% share of organic fibre cotton production in the world. In the organic cotton production ranking in the world; India is the first, China is the second, Turkey is the third, Africa is the fourth, Tanzania is the fifth and the USA is the sixth in 2013-2014 production season. In 2013-2014 production season organic cotton production was more or less 116.974 tonnes. In 2014, world organic cotton sale volume increased to about 10 billion dollars (Anonymous, 2015 a). Turkey is one of the rare countries that have fertile lands to produce organic textile products and industry and technology to process these products. Especially with GAP (Southeastern Project) and increasing organic cotton production, organic textile production has started to increase. The most important potential countries for organic textile products are the USA in particular and Sweden, Germany, England, France, Switzerland, Japan, Italy and Netherland. Turkey has great advantages for both processing of organic cotton that is produced in GAP region and marketing the product to the nearby countries. In the some researches and studies, we see that a great number studies have been done on the cotton production in the world and in Turkey.

Gençer & Oğlakçı (1983) pointed out that nitrogen dosages are effective to ginning yield (%), fruiting branch number, and unginning cotton yield but they are not effective to monopodial branch number, boll number, boll weight, unginning boll weight, fibre index, fibre length, ultimate tensile stress of fibre and fibre fineness in their study that they proceeded to determine the effect of different order distance and nitrogen fertilizing to the quality and yield elements of cotton plant (*Gossypium hirsutum* L.). Bondada et al (1996), stated that appropriate nitrogen dosages increase plant's leaf number and size, plant height, boll weight and boll size and as a result, they provide yield increase. Ohlendorf & Rude (1996) pointed out that approximately 70% of the product is taken from the first position of the fruiting branches, 20% from the second position, 5% from third position and the later positions and 15% from the secondary fruiting branches grow on the monopodial branches in the cotton production system. In his study on the effect of different nitrogen dosages (0, 80, 160 ve 240 kg ha⁻¹ N) on blooming of cotton, fruiting branch number, yield and yield elements, Haliloğlu (1999) stated that the most yield of unginning cotton was obtained from 160 kg ha⁻¹ pure nitrogen application. In the same study, stated that nitrogen dramatically increased the plant height, monopodial branch number, fruiting branch number, blooming day number, the first fruiting branch node number, average ripeness period, daily yield index and earliness index. Anlağan (2001) stated that the economical nitrogen dosage is 160 kg ha⁻¹ and nitrogen increases plant height, fruiting branch number and boll number in his study to determine the effects of different nitrogen dosages to agricultural and technological elements of the cotton (*Gossypium hirsutum* L.)

Bozdoğan (2006), in his study that he carried out with two cotton varieties (*Gossypium hirsutum* L.) in 2004 and 2005, pointed out that there are significant difference at statistical level between the two Genovarieties as regards duration of flowering, boll opening day number, ginning yield, 100 seed weight, fibre length and unginning cotton weight. He also pointed out that plant height, monopodial branch number, fruiting branch number, boll weight and unginning yield differ statistically in years and he stated it is

possible that it may happen as a result of climate and the cultural practices. According to Bozdoğan, unginning yield is a quantitative element that is conducted by a great number of different genes and these elements may be affected by environmental conditions.

Khaliq et al (2006) searched the effects of organic and inorganic fertilizer resources and effective microorganisms on cotton yield and yield elements in Pakistan in 1999 and 2000. In their study, they applied Inspection(control), Organic materials (OM), Effective Microorganisms (MO), minerals (NPK) and different combinations of these. They stated the results of their study as that when organic materials and effective microorganisms were used solely they failed to increase the cotton yield and yield components. However, when they were applied as combined, they increased the yield and yield components as 44% compared to inspection and as a result of addition of NPK fertilizer (1700:850:600 kg ha⁻¹) to organic fertilizer and effective microorganisms, the highest unginning cotton yield (2470 kg ha⁻¹) was acquired.

In their study that they researched for the effects of chemical fertilizers, organic farm fertilizer and micro plant nutrition materials on cotton yield features, fibre quality features and economy in 2004 and 2005, Kumari et al (2006) stated that the application of nitrogen, phosphorous, potassium with 25% or 50% organic farm fertilizer increased the plant height, fruiting branch number and boll number and the fibre parameters of 2005 were 2.5% higher than the previous season. In their study "Research on Organic Cotton Farming Potentials" between 2002 and 2006 Kısakürek et al (2007) stated that verticillium dahlia occurred less in organic farming parcels than inspection and traditional production systems; with the effect of fertilizing Variety earliness occurred in organic farming parcels and with the effect of acids exposed as a result of decomposition of the farm fertilizer, the plant could benefit from Fe, Mn and P₂O₅ more efficiently. They also stated that in parcels in which traditional farming systems were applied pests occurred more than organic and inspection systems, and cotton leaf hairiness affected the density of pests and they pointed out that traditional farming provided higher yield than organic farming parcels.

Ali et al (2009) in their study which consisted of farm manure, chicken manure, chemical fertilizer and inspection parcels that are used in cotton farming in 2006 and 2007 stated that farm fertilizer and chicken manure application increased the leaf size, plant height, distance between the nodes, fruiting branch number, root dry weight and fibre yield. Gunjal et al (2009) in their study that they carried out by applying six different fertilizer combinations in India in 2006 stated that, parcels in which poultry manure with phosphorus and potassium addition were used provided similar unginning cotton yield compared to other parcels in cotton fibre yield and yield components, but in the parcels where poultry and farm fertilizer were used together the results were plant height as 102.76 cm, fruiting branch number 24.50 per plant, monopodial branch 3.87 per plant, and boll number 34.30 per plant, boll weight 3.93 g and unginning yield 2112 kg ha⁻¹. Ahmed et al (2013) carried out a study that they applied 0.8 and 16 tonnes ha⁻¹ cattle manure in organic farming conditions. As a result of 8 tonnes ha⁻¹ dosage of fertilizing boll number was 22 per plant, average boll weight was 3.01 g, cotton fibre yield was 1278.2 tonnes ha⁻¹, ginning yield was 34.72%. They stated that when dosage of fertilizing raised to 16 tonnes ha⁻¹, boll number was 29.33 per plant⁻¹ and fibre yield was 1307 kg ha⁻¹. Akyol (2013) in his study on usability of liquid cattle manure as main fertilizer in cotton farming and determining appropriate dosage stated that liquid cattle manure as main fertilizer could be applied in cotton farming and as a result of its usage, it had positive effects especially on unginning

cotton yield and the other elements such as ginning yield, plant height, fruiting branch number and monopodial branch number. Channagounda et al (2014), in their study in which they searched the effect of microbial bacterias on cotton plant in 2011 and 2012 stated that a great amount of beneficial bacterias, fungus, actinomycetes occurred in the 50% compost and 50% vermicompost application, N₂-Fixers and enzyme activities, phosphatase, deshydrogenase activities increased the soil's respiration speed and affected the plant growth positively. Lopez et al (2014) carried out a study in which they applied 0-40-80-120 tonnes of cattle manure and 120-60-0 plant ha⁻¹ nitrogen to two different plant density 120.000 plant ha⁻¹ in the process of organic cotton production. According to the study they pointed out that the highest unginning cotton yield was obtained with 120.000 plant ha⁻¹ plant density and 8 tonnes of cattle manure dosage. Yang et al (2014), in their study on searching the effects of root bacterias on verticillium dahliae, stated that 49.9 % plant growth was observed in the cotton parcels that root bacterias were fertilized in the greenhouse conditions compared to inspection parcels. Moreover, they stated that bacteria application decreased the verticillium dahliae 76.0 %, increased the cotton yield 13.7%. They pointed out that infusion of bacteria to the soil developed the yield and uniformity index, increased the organic material in the soil and regulated the percentages of Nitrogen, Phosphor and Potassium. Chavda et al (2015) said that they produced cotton by applying 5 tonnes of vermicompost per hectare in India between 2012 and 2013. According to Chavda et al (2015), unginning yield was 3500 kg ha⁻¹ in the parcels that were applied vermicompost. They obtained 3040 kg ha⁻¹ of unginning cotton yield from control parcels. They pointed out that vermicompost application provided higher yield increase than chemical fertilizer application when all elements were taken into consideration.

Material and Method

This study was planned and carried out as three replications and with split plot randomized blocks experiment design at Harran University Akçakale Vocational High School, organic agriculture conditions in 2013 and 2014. The main plots were formed by ST-468 and BA-119 commercial varieties which are compatible with the ecology of the region, the sub-parcels were NPK (Chemical fertilizer), Cattle manure, Pigeon manure and control (no fertilizer) parcels. In the study, the length of the parcels was 12 meters, the width of the parcels was 2.8 meters and there was 3 meters gap among the parcels for fertilizer isolation. Planting was done on 30th April 2013 and on 5th May 2014.

In the experiment ST-468 and BA-119 cotton varieties were used. ST-468 is a semi-early Variety. It has a great adaptation capability and it has perfect yield results. It has hairy leaves. It is convenient for mechanical harvesting. BA-119 has earliness and it has medium height. It is adapted to the region and convenient for the mechanical harvesting. The soil of the experiment area was clayish and loamy with average of two years 1.26 % of salt, 25.7 % of lime (CaCO₃), 32.2 kg ha⁻¹ phosphorus, 1298.0 kg ha⁻¹ potassium, 1.275 % organic material and 7.48 PH of soil reaction. The samples of soil of experiment area's analyses were made according to Tüzüner (1990), methods at laboratory of GAP TAEM (GAP Agricultural Research Institute) in Şanlıurfa Province. The analysis of soil results was taken at Table 1. The studies had been carried out as fixed trial format for two years. The soil was plowed 25 centimeters depth after November and the second plow was done by cultivator in March. When the soil was ready, gobble disk array was constructed and soon

after Cattle manure and pigeon manure were mixed with the soil. Cattle manure was applied as 2.000 kg ha⁻¹, pigeon manure was applied as 1.000 kg ha⁻¹ and NPK fertilizer was applied as 200 kg ha⁻¹ 15-15-15 compound fertilizer as the base fertilizer before planting. Urea fertilizer was applied as 240 kg ha⁻¹ stage of flowering and boll development manure had produced by fermentation method of cattle manure and vegetable protein sources. It is a fertilizer that improves the physical structure of the soil, enriches the soil plant nutrients and humus. Cattle manure and pigeon manure was made analysis in GAP Agricultural Research Institute in Şanlıurfa Province. According to the analyzes; cattle manure was consists 2% P₂O₅, 2% water-soluble potassium (K₂O), 20% maximum moisture, C / N 9-12, 2 % organic nitrogen (N), pH range is around 7. Pigeon Manure was made analysis in. According to analysis of Pigeon manure consists 25 % organic material, 6.24% total nitrogen (N), 1.19 % P₂O₅, 1.61 % water-soluble potassium (K₂O). Pigeon manure and cattle manure after naturally burned was applied as dried. Organic fertilizers and NPK fertilizer applications were applied in different parcels and different places with isolation distance at the same climate conditions. Hoeing was done six times against weed by manual and mechanic hoe. Drip irrigation was used in the trial and it was done seven times in total. The mixture of soft soap (3 kg per 100 lt water⁻¹) and spirit (600 g 100 lt water⁻¹) was applied against aphid, thrips, white fly and red spider mite. Neemazal is an organic certified pecticide with a trade name. In addition to this application, Neemazal that is produced from Neem tree was applied with the dosage of 300 cc 100 lt water⁻¹ at the chilly times of the day by covering all the plant's surface according to density of pests three times in total (Cevheri and Yılmaz, 2016). One meter was taken out from both sides of the parcels with different organic and NPK fertilizers and two lines in the middle were harvested two times manually in the third week of September and in the middle of October. It is seen that between April and October, known as cotton planting season, the average temperature values of July, September and October in 2014 (0.7, 2.3 ve 1.8 °C) were relatively higher than 2013 values according to comparison of temperature values of 2013, 2014 and average temperature values. Variance analysis of the data of the yield and the yield elements that were acquired from the experiment were processed according to JUMP statistical programme and significant level of them were classified according to LSD test.

Table 1. Soil Analysis Results for the Trial Area

Years	Saturation with water (%)	Total Salt (%)	Water Saturated Soil PH	Lime (CaCo3) (%)	Available nutrients for plants (kg ha ⁻¹)		Organic Material (%)
					Phosphorus P ₂ O ₅	Potasium K ₂ O	
2013	66	1.26	7.66	26.0	27.8	1442.0	1.20
2014	66	0.78	7.30	25.4	36.7	1154.0	1.35
average	66	1.02	7.48	25.7	32.2	1298.0	1.275

Anonimous, 2015b.

Results and Discussion

Plant Height (cm)

According to two years average values out of Table 2, it is understood that plant height varies between 110.32 cm (ST-468) and 112.86 cm (BA-119), BA-119 variety has a higher value as 112.86 cm. As a result of fertilizer applications, average plant height varies between 105.46 cm (control) and 116.48 cm (pigeon manure) and the highest plant height was obtained from pigeon manure application. According to variety x fertilizer interaction values, it is seen that the lowest plant height value was obtained from BA- 119 x control (100.06 cm) interaction and the highest plant height was obtained from BA-119 x Pigeon manure interaction (116.48 cm). Neither any difference occurred between the varieties in the level of statistical importance nor the fertilizer applications had a significant effect on plant height. It is seen that there wasn't any difference on plant height among the NPK (chemical fertilizer) parcels, organic fertilizer parcels and control (non-fertilizer) parcels (Table 2).

Our findings are coherent with Khaliq et al (2006), Reddy et al (2007), Gunjal et al (2009), Kivilcim et al (2010) who stated that when organic materials and effective microorganisms are used solely, they do not increase the cotton yield and the yield components, however organic materials, effective microorganisms mineral NPK (chemical fertilizer) and different combinations of these increase the yield and the yield components. In the examined literature, Bondada et al (1996), Phipps et al (1997), Haliloğlu (1999), Anlağan (2001), Ali et al (2009), Yolcu (2009), Shah et al (2012) stated that appropriate nitrogen dosages increase the leaf number and size, plant height, boll weight and seed size. This statement that is not entirely coherent with our findings possibly resulted from different genotypical structure of the Varieties which used in the experiments, different environmental conditions and different cultural applications. Thus, Albayrak (2014) pointed out that any kind of diseases and pest that would cause a significant decrease of

Table 2. Average Values of Features that are Analyzed According to Cotton and Fertilizer Variety used in the Experiment and Interactions of the Variety-Fertilizer

R.F.	Fertilizer Applications	Varieties			R.F.	Fertilizer Applications	Varieties		
		ST-468	BA-119	Average			ST-468	BA-119	Average
1	1.C.M	111.23	116.46	113.85	6	1.C.M	4.20	4.13	4.16
	2. P.M.	111.70	121.26	116.48		2. P.M.	3.83	3.20	3.51
	3.NPK	107.50	113.66	110.58		3.NPK	3.56	3.50	3.53
	4. control	110.86	100.06	105.46		4. control	3.70	3.36	3.53
	Average	110.32	112.86	111.59		Average	3.82	3.54	3.68
	CV(%):8.53 LSD(Variety): N.S. LSD(Fertilizer): n.s. LSD(Variety*Fertilizer): n.s.					CV(%):15.07 LSD(Variety): n.s. LSD(Fertilizer): n.s. LSD(Variety*Fertilizer): n.s.			
2	1.C.M	29.06a	27.53a	28.30a	7	1.C.M	13.66	11.23	12.45b
	2. P.M.	25.30a	30.50a	27.90a		2. P.M.	15.56	11.03	13.30ab
	3.NPK	30.46a	31.60a	31.03a		3.NPK	17.46	12.76	15.12a
	4. control	25.03a	13.16b	19.10b		4. control	15.06	9.20	12.13b
	Average	27.46	25.70	26.58		Average	15.43	11.05	13.25
	CV(%):14.96 LSD(Variety): n.s. LSD(Fertilizer): 5.00** LSD(Variety*Fertilizer): 7.07*					CV(%):11.23 LSD(Variety): n.s. LSD(Fertilizer): 1.87* LSD(Variety*Fertilizer): n.s.			
3	1.C.M	5.90	6.46	6.18a	8	1.C.M	6.83b	7.10a	6.96b
	2. P.M.	5.80	6.16	5.98a		2. P.M.	11.26a	7.93a	9.60a
	3.NPK	5.86	5.75	5.81ab		3.NPK	6.86b	7.90a	7.38b
	4. control	5.43	5.43	5.43b		4. control	12.40a	6.76b	9.58a
	Average	5.75	5.95	5.85		Average	9.33	7.42	8.38
	CV(%):7.05 LSD(Variety): n.s. LSD(Fertilizer): 0.51* LSD(Variety*Fertilizer): n.s.					CV(%):13.30 LSD(Variety):n.s. LSD(Fertilizer): 1.4** LSD(Variety*Fertilizer): 1.98**			
4	1.C.M	4.56	5.08	4.82	9	1.C.M	42.10	41.86	41.98ab
	2. P.M.	4.43	4.63	4.53		2. P.M.	42.72	43.27	42.99a
	3.NPK	4.76	4.71	4.74		3.NPK	40.99	41.19	41.09b
	4. control	4.30	4.36	4.33		4. control	41.51	40.25	40.88b
	Average	4.51	4.70	4.60		Ortalama	41.83	41.64	41.74
	CV(%):7.38 LSD(Variety): n.s. LSD(Fertilizer): n.s. LSD(Variety*Fertilizer): n.s.					CV(%):2.19 LSD(Variety): n.s. LSD(Fertilizer): 1.15** LSD(Variety*Fertilizer): n.s.			
5	1.C.M	3220.33	3510.66	3370.00bc	10	1.C.M	10.20	9.83	10.01
	2. P.M.	3320.52	3930.00	3620.76b		2. P.M.	10.26	10.25	10.25
	3.NPK	4410.25	4430.66	4420.45a		3.NPK	10.30	10.53	10.41
	4. control	3410.85	3060.66	3240.26c		4. control	10.40	9.47	9.93
	Average	3590.48	3730.74	3340.68		Average	10.29	10.02	10.15
	CV(%):8.16 LSD(Variety): n.s. LSD(Fertilizer): 37.67** LSD(Variety*Fertilizer): n.s.					CV(%):4.12 LSD(Variety): n.s. LSD(Fertilizer): n.s. LSD(Variety*Fertilizer): n.s.			

R.F. : Researched Features. (*):Significant at 5% statistical level; (**):Significant at 1% statistical level
C.M. :Cattle manure, P.M.: Pigeon manure

1.Plant Height (cm), 2.Boll Number Per Plant (number plant⁻¹), 3.Boll Weight (g), 4. Seed Cotton Boll Weight (g), 5.Seed cotton yield (kg ha⁻¹), 6. Monopodial Branch Number (number plant⁻¹), 7.Sympodial Branch number (number plant⁻¹), 8. First Sympodial Branch Node Number (number plant⁻¹), 9.Ginning Yield (%), 10.100 Seed Weight (g).

Yield in cotton farming province-wide were not recorded in Aydın in 2012 but he also stated that because of early high temperatures and excessive dense planting there occurred quality and yield decrease. Along with that, values of plant height of our study were at normal levels.

Boll Number Per Plant (number plant⁻¹)

According to average values of two years obtained from Table 2; boll number of the Varieties per plant varies between 27.46 number plant⁻¹ (ST-468) and 25.70 number plant⁻¹ (BA-119), ST-468 variety has a higher boll number value as 27.46. Moreover, as result of fertilizer applications, boll number per plant varies between 19.10 (Inspection) and 31.03 NPK (chemical fertilizer) number plant⁻¹. The highest boll number was obtained from NPK (chemical fertilizer) application, however Cattle manure and pigeon manure applications had effects similar to NPK (chemical fertilizer). In addition; according to variety x fertilizer interaction values, the least boll number per plant was obtained from BA-119 x control (13.16 number plant⁻¹) the most boll number per plant was obtained from BA-119 x NPK (31.60 number plant⁻¹). However, except from BA-119 x control interaction, the other Variety x fertilizer interactions statistically stayed within the same group. Any difference did not occur in the way of boll number per plant among the Varieties, moreover, fertilizer applications had an insignificant effect on boll number per plant. It can be said that fertilizer applications increased the boll number per plant compared to control and there wasn't any difference between NPK (chemical fertilizer) and organic (Cattle manure and pigeon manure) fertilizer applications (Table 2). Our findings are partially or totally coherent with Khaliq et al (2006), Kumari et al (2006), Attia et al (2008), Gunjal et al (2009), Yolcu (2009), Shah et al (2012), Ahmed et al (2013) that stated organic materials and effective microorganisms, when used alone, did not increase the cotton yield and the yield components however when organic materials, effective microorganisms, minerals (NPK) and different combinations of these are used, they increase the cotton yield and the yield components. Results of Kivılcım et al (2010) which indicate organic fertilizer parcels and conventional fertilizer parcels are in the same group as yield and the other features are taken into consideration are in favor of our findings.

Boll Weight (g)

It can be understood from the Table 2 that average boll weight varies between 5.75 g (ST-468) and 5.95 g (BA-119), BA-119 has a higher weight value as 5.95 g. Moreover, as a result of fertilizer applications the average boll weight varies between 5.43 (control) and 6.18 (Cattle manure). In addition, the highest boll weight value was obtained from Cattle manure application. However, pigeon manure application had a similar effect as Cattle manure. According to variety x fertilizer interaction values, the lowest boll weight was obtained from the control parcels with no fertilizer and the highest boll weight was obtained from BA-119 x Cattle manure (6.46 g) interaction. However, it is seen that Variety x fertilizer interactions are not statistically significant. Any kind of difference did not develop among the Varieties in statistical importance level according to boll weight in variety x fertilizer interactions but fertilizer applications increased the boll weight compared to control. While applied fertilizers increased the boll weight compared to control, any significant difference was found between chemical fertilizer applications and organic fertilizer applications (Table 2). Our findings are partly or totally in coherence with

findings of Gençer & Oğlakçı (1983), Khaliq et al (2006), Gunjal et al (2009), Ahmed et al (2013) about boll weight.

Seed Cotton Boll Weight (g)

According to average values of two years in Table 2, unginne boll weight of Varieties varies between 4.51 g (ST-468) and 4.70 g (BA-119). It is understood that BA-119 has a higher weight value as 4.70 g. As a consequence of fertilizer applications, average unginne boll weight varies between 4.33 g (control) and 4.82 g (Cattle manure); the highest unginne boll weight was obtained from Cattle manure application. Moreover, according to variety x fertilizer interaction values, the lowest unginne boll weight was obtained from the control parcels where any of fertilizers weren't used and the highest unginne boll weight was obtained from the interaction of BA-119 x Cattle manure (5.08 g). Any kind of difference at the level of statistical importance didn't develop among the Varieties according to unginne boll weight but fertilizer applications and variety x fertilizer interactions also did not have a significant effect on unginne boll weight (Table 2). The results of Gunjal et al (2009), Shah et al (2012), Attia et al (2008)' which stated that a higher cotton fibre yield and yield components were obtained from parcels where poultry manure together with phosphor and potassium as subsidiary effect were used and applications did not any significant effect on these characteristics respectively support our own results.

Seed cotton yield (kg ha⁻¹)

According to average values of two years in Table 2, it is seen that seed cotton yield of varieties varies between 3590.48 kg ha⁻¹ (ST-468) and 3730.74 kg ha⁻¹ (BA-119), BA-119 has a higher value with 3730.74 kg ha⁻¹. In addition, as a result of fertilizer applications, seed cotton yield varies between 3240.26 kg ha⁻¹ (control) and 4420.45 kg ha⁻¹ NPK (chemical fertilizer), the highest unginne cotton yield was obtained from NPK (chemical fertilizer) application. According to variety x fertilizer interaction values, the lowest unginne cotton yield value was obtained from BA-119 x control interaction (3060.66 kg ha⁻¹) and the highest seed cotton yield value was obtained from BA-119 x NPK (chemical fertilizer) interaction (4430.66 kg ha⁻¹). Any kind of difference at the level of statistical importance didn't develop among the varieties according to seed cotton yield but variety x fertilizer interactions also did not have a significant effect on unginne cotton yield (kg ha⁻¹) (Table 2). Fertilizer applications affected the seed cotton yield that the highest seed cotton yield was obtained from chemical NPK (chemical fertilizer) application. According to values, chemical fertilizer is followed by pigeon and Cattle manure respectively. Our findings are more or less in coherence with Bozdoğan (2006) who stated boll yield may be affected by a great number of genes and environmental conditions; Kumari et al (2006) who stated NPK (chemical fertilizer) and organic fertilizer has a great effect on yield component of cotton; Kısakürek et al (2007) who stated conventional farming conditions provide more product increase than organic production; Aydemir (1982) who stated nitrogen increase the boll number, seed size and fibre yield; Gençer & Oğlakçı (1983) who stated that nitrogen increase unginne cotton yield; Bondada (1996) who stated appropriate nitrogen dosages increase the plant's leaf number and size, plant height, boll weight, seed size and unginne yield; Phipps et al (1997) who stated that nitrogen fertilizing increase the fibre yield; Anlağan(2001) who stated nitrogen is effective on plant yield components and Shah et al (2012) who stated that the highest yield was obtained from the trial in which 50%

NPK and 50% organic farm fertilizer were used. Similar results were stated by Haliloğlu (1999), Çakmakçı (2005), Kumari et al (2006), Kısakürek et al (2007), Ahmed et al (2013), Akyol (2013), Channagounda et al (2014), Lopez et al (2014), Yang et al (2014) ve Chavda et al (2015).

Monopodial Branch Number (number plant⁻¹)

According to average values of two years in Table 2; it is seen that monopodial branch numbers of the varieties vary between 3.82 number plant⁻¹(ST-468) and 3.54 (BA-119) number plant⁻¹, ST-468 has a higher value with 3.82 number plant⁻¹; a result of fertilizer applications, monopodial branch numbers vary between 3.51 number plant⁻¹ (pigeon manure) 4.16 number plant⁻¹ (Cattle manure); the highest monopodial branch number was obtained from Cattle manure application. In addition, according to variety x fertilizer interaction values, the lowest monopodial branch number was obtained from BA-119 x pigeon manure (3.20 number plant⁻¹) and the highest monopodial branch number was obtained from ST-468 x Cattle manure (4.20 number plant⁻¹). Interaction of Variety x fertilizer was considered as statistically insignificant. Any kind of difference at the level of statistical importance didn't develop among the Varieties according to monopodial branch number but fertilizer applications also did not have a significant effect on monopodial branch number. Monopodial branch number did not differ in parcels where NPK (chemical fertilizer), organic (Cattle manure and pigeon manure) fertilizer applications were applied and the parcel where no fertilizers were used (Table 2). Thus, Gençer & Oğlakçı (1983) stated that nitrogen dosages were not effective on monopodial branch number, Anlağan (2001) stated that when organic materials and effective microorganism are used alone, they do not increase the yield and the yield components. Moreover, Khaliq et al (2006) stated that when they are used as combined they increase the yield and the yield components with 44% compared to control and Kivılcım et al (2010) stated that Nazilli-84 variety was produced organically and parcels with organic fertilizers and parcels with conventional fertilizers stayed in the same group according to yield and the other examined features. The result of Haliloğlu (1999) that nitrogen dosage increase the monopodial branch number contrasts our findings. This situation may be caused by different plant materials, different environmental conditions and different cultural processes.

Sympodial Branch number (number plant⁻¹)

According to average values of two years in Table 2; it is seen that sympodial branch numbers of the varieties vary between 15.43 number plant⁻¹ (ST-468) and 11.05 number plant⁻¹ (BA-119). ST-468 has a higher fruiting branch number value as 15.43 number plant⁻¹. As a result of fertilizer applications, sympodial branch numbers vary between 12.13 number plant⁻¹ (control) and 15.12 number plant⁻¹ NPK (chemical fertilizer), the highest fruiting branch number value was obtained from NPK (chemical fertilizer) application. According to variety x fertilizer interaction values, the highest values were obtained from ST-468 x NPK (17.46 number plant⁻¹) and the lowest values were obtained from BA-119 x control (9.20 number plant⁻¹). Among the parcels in which chemical fertilizer application NPK (chemical fertilizer), organic fertilizer application (Cattle manure and pigeon manure) and none- fertilizer application were applied, a significant difference was detected (Table 2). Although a higher fruiting branch number was taken from the parcels with NPK (chemical fertilizer) application, it can be said that organic fertilizer applied parcels gave good results, too. Similar results were stated by researchers such as Gençer & Oğlakçı

(1983), Haliloğlu (1999), Anlağan (2001), Bozdoğan (2006), Kumari et al (2006), Ali et al (2009), Gunjal et al (2009), Yolcu (2009), Akyol (2013).

First Sympodial Branch Node Number (number plant⁻¹)

First sympodial branch number is one the vegetal features that determine earliness. For this reason, for early çömer varieties, first sympodial branch node number is lower. According to average values of two years in Table 2; the first sympodial branch node numbers vary between 9.33 number plant⁻¹ (ST-468) and 7.42 number plant⁻¹ (BA-119), and ST-468 has a higher value with 9.33 number plant⁻¹. However, there are not any statistical importance level differences between the varieties. As a result of fertilizer applications, the average numbers of the first fruiting branch nodes vary between 6.96 number plant⁻¹ (Cattle manure) and 9.60 number plant⁻¹ (pigeon manure); the highest the first branch nodes number was obtained from pigeon manure application and inspection parcels gave similar high results. According to variety x fertilizer interaction values, the lowest first fruiting branch nodes number were obtained from BA-119 x control interaction (6.76 number plant⁻¹), and the highest first fruiting branch node numbers were obtained from ST-468 x control interaction (12.40 number plant⁻¹). While NPK (chemical fertilizer) application had low values with ST-468, it had higher values with BA-119 and placed in the upper group (Table 2). Our findings are more or less coherent with the findings of Ohlendorf & Rude (1996), Khaliq et al (2006), Gunjal et al (2009), Yolcu (2009) and Kılıvcım et al (2010). But, according to examined resources, findings of Haliloğlu (1999) contrast our findings. It may be caused by diversity of the nitrogen resources, varieties, environmental factors and cultural applications.

Ginning Yield (%)

According to average values of two years in Table 2; ginning yield of the varieties varies between 41.83% (ST-468) and 41.64% (BA-199), ST-468 had a higher value with 41.83 % but, any significant statistical difference did not develop between the Varieties in the way of ginning yield. As a result of fertilizer applications, average ginning yield varies between 40.88 % (control) and 42.99% (pigeon manure), therefore the highest ginning yield was taken from pigeon manure application. According to Variety x fertilizer ginning yield values, it is understood that the lowest ginning yield was taken from BA-119 x control (40.25%) interaction and the highest ginning yield was taken from BA-119 x Pigeon manure (43.27%) interaction. Ginning yield (41.09%) of the parcels in which NPK (chemical fertilizer) was applied had similar value to inspection parcels ginning yield (40.88 %), ginning yield (42.99% and 44.98 % respectively) of the parcels with pigeon manure and Cattle manure had lower values (Table 2). Moreover, any important difference couldn't be detected according to Variety x fertilizer interaction values. This result is coherent with the findings of İncekara (1971), however, among the examined resources, it contrasts with the findings of Gençer & Oğlakçı (1983), Akyol (2013), Erdal et al (2013) who stated nitrogen dosages increase the ginning yield and Şahin (1994), Yolcu (2009) who stated nitrogen dosages decrease the ginning yield. We assume that it may be caused by different geno Varieties of the Varieties that used, different ecologies and different environmental interactions. Despite of this, ginning yield rate (%) of our study is normal in the Harran plain ecological conditions, moreover it stays in the borders that may be higher than normal.

100 Seed Weight (g)

According to average values of two years in Table 2; 100 seed weight of the varieties varies between 10.29 g (ST-468) and 10.02 g (BA-119), ST-468 has a higher value with 10.29 g but there aren't any significant statistical differences between the varieties in the way of 100 seed weight. As a result of fertilizer applications, 100 seed weight varies between 9.93 g (control) and 10.41g and the highest 100 seed weight was taken from NPK (chemical fertilizer) application. Both chemical and organic fertilizer applications did not affect 100 seed weight in level of statistical importance. According to Variety x fertilizer interaction values, the lowest 100 seed weight values was obtained from BA-119 x control (9.47 g) interaction and the highest 100 seed weight value was obtained from BA-119 x NPK (chemical fertilizer) interaction. Any statistically significant difference was not detected for 100 seed weight between the varieties, varieties x fertilizer interactions and the fertilizer applications (Table 2). Researches stated that appropriate nitrogen dosages increase the seed size (Aydemir 1982, Bondada et al 1996, Yolcu 2009). From the point of our view, this may be resulted from diversity of genotypical structure of the Varieties, environmental conditions and cultural applications. In our study, it may be said that 100 seed weight (g) stayed at the normal levels according to Varieties and ecological conditions of our region.

Corelations Between the Yield and the Yield Components

Coefficient of correlation among the features which were examined were given in Table 3. From the Table 3. Some relations (corelation) were detected between the vegetative specialties and yield components specialties that were examined from the Table 3. In the study, a positive and important corelation ($r=0.4245^*$) was detected between boll number and Sympodial branch, between average cotton seed boll weight (g) and monopodial branch($r=0.5064^*$), between Average cotton seed boll weight (g) and average boll weight($r=0.6386^{**}$), between ginning yield and the plant height ($r=0.4739^*$), between ginning yield and monopodial branch($r=0.4337^*$), between 100 seed weight and boll number ($r=0.4246$). Desaleng et al (2009), in their study that they planted 15 F_1 cotton variety which was produced by diallel hybridization at Ethiopia Werer Agricultural Research Institute, stated that heredity has a great percentage in corelation of unginned and fibre quality figures. Researchers reported that there is an important and positive corelation between seed cotton boll weight and boll weight ($r=0.99^*$), fibre yield($r=0.88^{**}$) and fibre index ($r=0.96^{**}$). Moreover, they stated a positive corelation between ultimate tensile stress of fibre and fibre quality criteria, and a positive and important corelation between ultimate tensile stress of fibre and fibre lenght($r=0.64^{**}$), between fibre thinness and uniformity ($r=0.61^{**}$). Additionally, they reported negative and important corelations between fibre lenght and fibre thinness ($r=-0.86^{**}$); between fibre lenght and short fibre index ($r=-0.85^{**}$) and between fibre lenght and monotony ($r=-0.99^{**}$). Similar results were reported by researchers such as Mert et al (1998), Bilalis et al (2010), Salahuddin et al (2010), Araujo et al (2012).

Table 3. Correlations between the examined vegetative features.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,0000									
2	0,2871	1,0000								
3	-0,0295	0,1117	1,0000							
4	0,0598	0,0133	0,3206	1,0000						
5	0,3884	0,0706	0,4245*	-0,0006	1,0000					
6	0,3675	0,2641	-0,2497	-0,2723	0,2682	1,0000				
7	0,2759	0,5064*	-0,1779	-0,3732	0,1670	0,6386**	1,0000			
8	0,4739*	0,4337*	-0,0225	0,1925	0,2828	0,3329	0,2714	1,0000		
9	0,2991	-0,1326	0,3289	0,1421	0,4246*	-0,2990	-0,1412	0,1292	1,0000	
10	0,1259	-0,2315	0,2655	-0,1826	0,5219	0,1454	0,1778	-0,0074	0,3407	1,0000

1.Plant height(cm), 2.Monopodial branch (number plant⁻¹), 3. Sympodial branch (number plant⁻¹), 4. First sympodial branch node number (number plant⁻¹), 5. Boll number (number plant⁻¹), 6. Average boll weight (g), 7. Average cotton seed boll weight (g), 8. Ginning yield (%), 9. 100 Seed weight (g), 10. Seed cotton weight (kg ha⁻¹). (*):Significant at 5% statistical level; (**):Significant at 1% statistical level

Conclusion

The study in which the effect of NPK and organic fertilizers, used for some cotton Varieties(*Gossypium hirsutum* L.) in semi-arid climates, on the yield, yield components and sustainable agriculture were searched resulted in a positive way. According to results of the study; it is determined that a great amount of chemical input is used in conventional conditions and this results in serious threats such as contamination of nature, destruction of natural habitat. The most important result of our study is that the highest seed cotton yield was obtained from NPK fertilizer as 4420.45 kg ha⁻¹ and according to variety x fertilizer interaction, the highest seed cotton yield was obtained from BA-119 x NPK fertilizer interaction. Moreover, it is understood that the highest yield was obtained from pigeon manure among the organic fertilizer applications, and according to variety x fertilizer interaction in organic fertilizer applications, the highest seed cotton yield was obtained from BA-119 with pigeon manure application as 3930.00 kg ha⁻¹. Organic cotton farming and the usage of organic input to provide sustainable agriculture, security of nature and the ecosystem is an important matter. Therefore, in order to increase the contribution of our planters, the application of pigeon manure to BA-119 cotton Variety in organic cotton farming system can be preferred as an alternative of conventional cotton farming.

References

- Ahmed, O. A., Ahmed, M. A. & Mehdi, A. S., (2013). Effect of potassium fertilizer, organic matter and deficit irrigation on cotton. *Diyala Agricultural Sciences Journal*, 5 (2): 360-372.
- Albayrak, H. (2014). Effect of growing conditions on yield, fibre and seed characteristics in the cotton production of central district of Aydın (Master's thesis, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Ali, M. M., Jasim, A. A., & Hameed, R. M., (2009). Response of some cotton *Gossypium hirsutum* L. properties to the tillage systems and fertilizers. *Diyala Agricultural Sciences Journal*, 1(1):150-161.
- Akyol, N., (2013). The research of usability of liquid animal fertilizers as top-dressing and suitable dosage in cotton cultivation. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 62s.
- Anlağan, M., (2001). A Research on effects of different nitrogen and growth regulators doses on the agronomical and technological characteristics of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) at the ecological conditions of the Harran Plain in the GAP region. *ÇÜ Ziraat Fakültesi Doktora Tezi Adana*.
- Anonymous, (2015a). <http://textileexchange.org/>
- Anonymous, (2015b). Gap Agricultural Research Enstitute, Soil Analysis Laboratory Şanlıurfa. 2015.
- Anonymous (2016). <http://www.bioglobal.com.tr/biyolojik-tarim>.
- Araújo, L. F. D., Almeida, W. S. D., Bertini, C. H. C. D. M., Neto, V., das Chagas, F., & Bleicher, E., (2012). Correlations and path analysis in components of fibre yield in cultivars of upland cotton. *Bragantia*, 71(3), 328-335.
- Attia, A. N., Sultan, M. S., Said, E. M., Zina, A. M. & Khalifa, A. E., (2008). Effect of the first irrigation time and fertilization treatments on growth, yield, yield components and fibre traits of cotton. *Journal of Agronomy* 7 (1): 70-75.
- Aydemir, M., (1982). Cotton improvement, cultivation techniques and fibre properties. Tarım ve Orman Bakanlığı, Pamuk İşleri Genel Müdürlüğü, Nazilli Bölge Pamuk Araştırma Enstitüsü Yayınları No:33, S:80-89, İzmir.
- Bilalis, D., Patsiali, S., Karkanis, A., Konstantas, A., Makris, M., & Efthimiadou, A., (2010). Effects of cultural system (organic and conventional) on growth and fibre quality of two cotton (*Gossypium hirsutum* L.) varieties. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 25(03), 228-235.
- Bondada, B. R., Oosterhuis, D. M., Norman, R. J., & Baker, W. H., (1996). Canopy photosynthesis, growth, yield, and boll 15N accumulation under nitrogen stress in cotton. *Crop Science*, 36(1), 127-133.
- Bozdoğan, İ., (2006). Investigations on yield and fibre traits of naturally colored grey cotton line (*G. hirsutum* L.) with regional standard cotton (*G. hirsutum* L.) cultivars Maraş-92 and Sayar-314. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 33s.
- Channagouda, R. F., Babalad, H. B., and Kerure, P., (2014). Impact of organic farming practices on soil microbial population in cotton. *International Journal of Tropical Agriculture*, 32(3/4), 499-508.
- Cevheri, C. İ., & Yılmaz, A., (2016). The effects of different organic fertilizer applications on day number and day-degree value of some (*Gossypium hirsutum* L.) cotton varieties, grown as

organic agriculture under harran plain conditions. *Harran Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(2), 82-93.

- Chavda, V. N., & Rajawat, B. S., (2016). Performance evaluation of vermicompost on yield of Kharif groundnut and cotton crops. *International Journal of Forestry and Crop Improvement*, 6(2):127-131.
- Çakmakçı, R. (2005). Bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin tarımda kullanımı. *Journal of the Faculty of Agriculture*, 36(1).
- Desalegn, Z., Ratanadilok, N., & Kaveeta, R., (2009). Correlation and heritability for yield and fibre quality parameters of Ethiopian cotton (*Gossypium hirsutum* L.) estimated from 15 (diallel) crosses. *Kasetsart J.(Nat. Sci.)*, 43, 1-11.
- Erdal, Ü., Sökmen, Ö., Üner, K., Bilir, L., Göçmez, S., Okur, N., & Çakmak, R., (2010). Bağ Yetiştiriciliğinde Organik ve Konvansiyonel Tarım Uygulamalarının Verim, Kalite ve Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri. In *Organik Tarım Araştırma Sonuçları 2005-2010* (pp. 333-340). TC Tarım ve Köyişleri Bakanlığı.
- Gençer, O., & Oğlakçı M., (1983). Farklı Sıra Arası Uzaklığı ve Azot Gübrelemesinin, Pamuk Bitkisinin (*G. hirsutum* L.) Verim ve Kalite Unsurlarına Etkisi Üzerine Araştırmalar. *ÇÜ ZF Yıllığı*, (3-4).. Ç.Ü.Z.F. Yıllığı, Sayı: 3-4 Adana.
- Gunjal, P., Joshi, M., Bhaskar, S., & Sudhakar, K. S., (2009). Effect of enriched organic manures on the growth, yield and quality of intra *hirsutum* hybrid cotton. *Mysore Journal of Agricultural Sciences*, 43(2), 261-266.
- Haliloğlu, H., (1999). A research of the effects of different nitrogen rates on flowering and fruiting pattern, yield, yield components in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in the Harran plain conditions. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, Şanlıurfa, 162s.
- İncekara, F., (1971). Endüstri Bitkileri Islahı I, Lif Bitkileri ve Islahı, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Agonomi-Genetik Kürsüsü, İzmir.
- Khalilq, A., Abbasi, M. K., & Hussain, T., (2006). Effects of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. *Bioresource technology*. 97(8), 967-972.
- Kısakürek, M. N., Gözcü, D., Arpacı, B. B., Kılıç, C., Aslan, C., Çiçek, B., & Şen, İ., (2011). Kahramanmaraş'ta Organik Pamuk Üretim Olanaklarının Araştırılması. In *Organik Tarım Araştırma Sonuçları* (pp. 115-122). TC Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü.
- Kıvılcım, M. N., Erdogan, O., Bozbek, T., Sezener, V., Özkan, İ., Erdal, Ü., & Güler, A., (2010). Büyük Menderes Havzasında Organik Pamuk Üretim Olanaklarının Araştırılması. In *Organik Tarım Araştırma Sonuçları* (pp. 145-152). TC Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü.
- Kumari, S. R., & Subbaramamma, P., (2006). Effect of farm yard manure, chemical fertilizers and micronutrients on yield, economics and fibre properties of cotton. *Journal of Cotton Research and Development*, 20(1), 64-70.
- López Martínez, J. D., Salazar Sosa, E., Trejo-Escareño, H. I., García Hernández, J. L., Navarro Morones, M., & Vázquez-Vázquez, C., (2014). Cotton production with high sowing densities using organic fertilization. *Phyton (Buenos Aires)*, 83, 237-242.
- Ohlendorf, B. L. P., Rude, P. A., Clark, J. K., & Flint, M. L., (1996). Integrated pest management for cotton in the western region of the United States. *UC ANR Pub*, 3305, 164.

- Mert, M., Bayraktar, N. & Çalışkan, M.E., (1998). Path coefficient and correlations for seed-cotton yield and some yield components of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in amdx plain conditions. *Mustafa Kemal üniversitesi Ziraat Fakóltesi Dergisi*, 3(1): 115-124.
- Phipps, B. J., Stevens, W. E., Ward, J. N., & Scales, T. V., (1997). The influence of mepiquat chloride (PIX) and nitrogen rate upon the maturity and fibre quality of upland cotton. In *Beltwide Cotton Conferences (USA)*.
- Reddy, K. C., Malik, R. K., Reddy, S. S., & Nyakatawa, E. Z., (2007). Cotton growth and yield response to nitrogen applied through fresh and composted poultry litter. *Journal of cotton science*. 11: 26-34.
- Salahuddin, S., Abro, S., Kandhro, M. M., Salahuddin, L., & Laghari, S., (2010). Correlation and path coefficient analysis of yield components of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) sympodial. *World Applied Sciences J. IDOSI*, 8, 71-75.
- Shah, M. S., Verma, N., & Rai, R. K., (2012). Effect of organic manures and bio-pesticides on cotton yield. *New Agriculturist*, 23(2), 145-148.
- şahin, A., 1994. Nazilli-84, Nazilli-87 ve Nazilli M-503 Pamuk Çeşitlerinin Azot Gereksinimi. Nazilli Bölge Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Nazilli. No:43.
- Tüzüner, A. 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuarları El Kitabı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Yang, W., Zheng, L., Liu, H. X., Wang, K. B., Yu, Y. Y., Luo, Y. M., & Guo, J. H., (2014). Evaluation of the effectiveness of a consortium of three plant-growth promoting rhizobacteria for biocontrol of cotton *Verticillium* wilt. *Biocontrol Science and Technology*, 24(5), 489-502.
- Yolcu, S., (2009). Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Effects of different nitrogen doses and application times on yield, yield components and plant growth and development monitoring parameters in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Kahramanmaraş, 157s.



Bazı İleri Makarnalık Buğday (*Triticum turgidum* var. *durum* L.) Genotiplerinin Çimlenme Döneminde Tuz Stresine Tepkileri^a

Samet ÇİÇEK¹, Barış KİLERCİOĞLU¹, Ramazan DOĞAN^{2*},
Emine BUDAKLI ÇARPICI²

¹Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye,
²Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye,

*Sorumlu yazar ORCID: 0000-0002-8271-1476

e-posta (Corresponding author e-mail): rdogan@uludag.edu.tr

Yazar(lar) ORCID:0000-0002-1056-7911, 0000-0002-6057-5389, 0000-0002-2205-2501

e-posta (Author-s e-mail): cicek_ziraat@hotmail.com, bariskilerci1993@gmail.com,
ebudakli@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 21.11.2017; Kabul Tarihi (Accepted): 08.02.2018

Öz: Bu araştırma, bazı ileri makarnalık buğday genotiplerinin çimlenme döneminde farklı tuz konsantrasyonlarına tepkilerinin belirlenmesi amacıyla Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bitki Fizyolojisi laboratuvarında yürütülmüştür. Araştırmada, 10 adet ileri makarnalık buğday genotipi ile karşılaştırmak için 1 adet makarnalık buğday çeşidi (st. Gediz-75) materyal olarak kullanılmış ve 6 farklı tuz konsantrasyonu (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM NaCl) ele alınmıştır. Araştırma, Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'nde iki faktörlü ve 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çalışmada, çimlenme gücü, sürgün uzunluğu, kökçük uzunluğu, sürgün ve kökçük kuru ağırlıkları ve tuza tolerans indeksi özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; ele alınan ileri makarnalık genotipleri arasında M-1 numaralı genotip ile Gediz-75 çeşidi çimlenme döneminde sürgün uzunluğu, kökçük uzunluğu, sürgün ve kökçük ağırlığı ve tuz toleransı gibi özellikler yönü ile ön plana çıktığı için tuz stresine toleranslı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Makarnalık buğday, NaCl, çimlenme, tuz stresi.

^a Çiçek, S., Kilercioğlu, B., Doğan, R. ve Budaklı, E. 2018. Bazı İleri Makarnalık Buğday (*Triticum turgidum* var. *durum* L.) Genotiplerinin Çimlenme Döneminde Tuz Stresine Tepkileri. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32 (2), 19-29.

Responses of Some Advanced Durum Wheat (*Triticum turgidum* var. *durum* L.) Genotypes to Salt Stress at Germination Stage

Abstract: In this study six salt concentrations (0, 50, 100, 150, 200 and 250 mM) were used to determine the effects of salinity on germination stage of 10 advanced durum wheat lines and cultivar (st. cv. Gediz-75) in the plant physiology laboratory of the Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, University of Uludag. The experiment was carried out as Randomized Plots Design with two factors and three replications. In the research, germination percentage, shoot length and root length, dry weights of shoot and root and salt tolerance index were examined. According to the results of research; Among the advanced durum wheat lines examined, line M-1 and Gediz-75 has been found to be tolerant to salt stress for its appearance in terms of properties such as shoot length, root length, shoot and root weight and salt tolerance in the germination period compared to others genotypes

Keywords: Durum wheat, NaCl, germination, salt stress.

Giriş

Tarımı yapılan alanlarda verimliliği kısıtlayan önemli faktörlerden birisi tuzluluktur. Dünyada sulanabilir tarım arazilerinin yaklaşık üçte birinde tuzluluk sorunu olup bu alanın yaklaşık 400-950 milyon ha olduğu tahmin edilmektedir (Hasegawa et al. 1986; Özkaldı ve ark. 2004; Taghipour and Salehi, 2008). Tuzlulaşma nedeniyle dünyada her yıl 10 milyon ha tarım arazinin elden çıktığı bildirilmektedir. Ülkemizde ise tarım topraklarının yaklaşık 1.5 milyon hektarı tuzluluk problemi olduğu (TÜİK, 2004), özellikle buğday ambarı olarak nitelendirilen İç Anadolu bölgesinde drenaj bozukluğu olan topraklar bulunmakta olup, bu tip topraklarda ise bitki yetiştirilmesini sınırlandıran en önemli etkenler tuzluluk ve alkalilik olduğu bildirilmektedir (Özcan ve ark. 2000). Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde yetersiz yağış ve yüksek buharlaşma tuzluluğun başlıca nedenlerindedir. Diğer taraftan sulamadaki yanlış uygulamalar, özellikle iyi bir drenajın olmadığı alanlarda tuzluluğa neden olabilmektedir (Baltacı ve ark. 2004).

Topraktaki tuz birikimi bitki gelişimini farklı derecede etkileyebildiği gibi farklı bitki türlerinin tepkisi de farklı olmaktadır. Genellikle, 0-0,8 dS m⁻¹ arasındaki EC değerleri tarımsal üretim bakımından kabul edilebilir değerler olarak ifade edilirken, bitki bazında ise özellikle tahılların gerek çimlenme gerekse erken fide döneminde yüksek tuzluluğa karşı duyarlı oldukları bildirilmiştir (Ghoulam and Fares, 2001). Tuzluluk, bitkilerde genelde çimlenmeyi azaltmakta veya geciktirmekte, bitki boyunu kısaltmakta, yaprak alanını ve kardeş sayısını azaltmakta ve sonuçta bitki verimini olumsuz yönde etkilemektedir (Gupta and Srivastava, 1989; Pessarkli et al. 1991). Tuz stresi çalışmalarında bitkinin çimlenme ve fide gelişim dönemleri üzerinde daha fazla durulmakta ve türlerin tuza tepkilerinin belirlenmesinde bu gelişim evreleri daha çok dikkate alınmaktadır. Özellikle bitkinin çimlenme döneminde görülen bu olumsuzluğun esas nedeni tuzun tohum içerisine su alımını engellemesidir. Ayrıca tuzlu topraklarda yetiştirilen bitkilerde görülen verim azalışının nedenleri arasında; aşırı miktarda bulunan Na⁺ ve Cl⁻ gibi iyonların neden olduğu toksik etki, bitki iyon dengesindeki bozulmalar, bitkinin farklı bölgelerine besin taşınmasındaki problemler, fotosentez ve solunum gibi fizyolojik işlevlerin zarar görmesi gösterilmektedir (Kara ve ark. 2011).

Önceki araştırmalarda; Begum ve ark. (1992), NaCl stresinin buğdayda çimlenme oranının önemli derecede azalttığını, Veli et al. (1994), ilk gelişme döneminde buğday çeşitleri arasında tuza tolerans bakımından önemli farklılıklar belirlendiğini, Vardar et al. (2014) yapmış oldukları araştırmalarda, kök uzunluğu ve sürgün boyu, sürgün kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, çimlenme gücü, çimlenme oranındaki azalma ve tuz tolerans indeksi gibi özelliklerde tuz konsantrasyonunun artışına bağlı olarak önemli derecede düşüşlerin olduğunu, Benlioğlu ve ark. (2015), çalışmalarında tuz konsantrasyonlarının artmasıyla birlikte incelenen tüm parametrelerde olumsuz yönde değişikliklerin meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışma, Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde melezleme çalışmaları sonucunda elde edilmiş olan bazı ileri makarnalık buğday genotiplerinin çimlenme döneminde farklı tuz konsantrasyonlarına karşı tepkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Metod

Araştırma, 2017 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bitki Fizyolojisi Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Denemede, bölgede en fazla tarımı yapılan ve denemelerde standart olarak kullanılan Gediz-75 buğday çeşidi ile Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilen 10 adet ileri makarnalık buğday genotipi kullanılmıştır. Denemede kullanılan genotiplere ait özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan ileri makarnalık buğday genotiplerinin özellikleri

Genotip/Çeşit	Melez/Pedigri
M-1	Altın4/(0708MBVD-1) 1557.91/3/UVEYIK/61-130//MENCEKİ'S'/3/KND YE08M.05936-0E-0E-1E-0E
M-2	Altın4/(0708MBVD-1) 1557.91/3/UVEYIK/61-130MENCEKİ'S'/3/KND YE08M.05936-0E-0E-5E-0E
M-3	BERK/OVI//UVY162/61-130/3/LDSDWARFMUTANT/SARIBASAK YE08M.05947-0E-0E-5E-0E
M-4	UVY162/61-130//794/3/ LDSDWARFMUTANT/SARIBASAK YE08M.05949- 0E-0E-0E-13E-0E
M-5	C-1252/KIZILTAN91//ZENIT YE08M.05956-0E-0E-1E-0E
M-6	C-1252/KIZILTAN91//ZENIT YE08M.05956-0E-0E-5E-0E
M-7	C-1252/KIZILTAN91//ZENIT YE08M.05956-0E-0E-7E-0E
M-8	ALTINTAS//GDO481/FATASEL/3/ZENIT YE08M.05958-0E-0E-4E-0E
M-9	DF900.83/7/CMK79'S'//073-44/OVI/6/CR'S'/GS'S'//APULICUM/3/DF17- 72/4/PI165 YE08M.05960-0E-0E-11E-0E
M-10	12.IR/5/CMK79'S'//414-44/OVI/3/BERK/OVI/4/1149 YE08M.05962-0E-0E- 0E-1E-0E
M-11	Gediz-75

Araştırmada, altı farklı tuz konsantrasyonu (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM NaCl) kullanılmıştır (Cokkızgın, 2012). İki faktörlü olarak planlanan çalışma Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'nde iki faktörlü üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çimlendirmeler için 15 cm'lik petri kapları kullanılmış olup, çimlendirme öncesinde tohumlar %1'lik sodyum

hipoklorit ile yüzey steralizasyonuna tabi tutulmuştur. Tohumlar 3 dakika sodyum hipoklorit ile çalkalanmış ve ardından saf su ile iyice yıkanmıştır (Akbarimoghaddam et al. 2011). Yüzey sterilizasyonu yapılan tohumlar kurutma kağıtları üzerine alınarak kurutulmuş ve ardından içerisinde çift katlı filtre kağıdı bulunan petri kaplarına 30'ar adet tohum tartılarak ve birbirine değemeyecek şekilde yerleştirilmiştir. Çift katlı filtre kağıtları arasına konulan tohumların üzerine farklı tuz yoğunluklarını içeren 15 ml'lik çözeltiler dökülmüştür. Bu işlemlerden hemen sonra petri karanlık koşullara sahip $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa ayarlı iklimlendirme dolabına konulmuş ve burada 8 gün korunmuşlardır. Bu süre içerisinde petrielerde tuz birikimini engellemek amacıyla 2 gün aralıklarla filtre kâğıtları değiştirilmiş ve ardından tekrar 15 ml çözeltileri verilmiştir.

Denemenin ilk gününden başlayarak her gün aynı saatte gözlemler yapılmıştır. Kökçük uzunluğu 2 mm'yi geçen tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve sayımları yapılmıştır (Fuller ve ark. 2012). Genotiplere ait çimlenme güçlerinin belirlendiği denemenin 8. gününde her bir petri kabından 10 adet örnek olarak alınmış ve bu örneklerde sürgün ve kökçük uzunlukları ölçülmüştür. Yine aynı örneklerde sürgün ve kökçük kuru ağırlıklarının belirlenmesi için örnekler sürgün ve kökçük kısımlarına ayrılmış ve 70°C 'de 24 saat kurutulup tartılmıştır (Atak ve ark. 2006). Tuz tolerans indeksi (TTİ) aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır.

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

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

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

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Bazı ileri makarnalık buğday genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarında tespit edilen çimlenme gücü, kökçük uzunluğu, sürgün uzunluğu, kökçük kuru ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı ve tuz tolerans indeksi değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 2'de sunulmuştur. Makarnalık buğday genotiplerinin sürgün kuru ağırlıkları arasındaki farklılıklar % 5, diğer özellikler arasındaki farklılıklar ise % 1 olasılık düzeyinde önemli çıkmıştır. Ayrıca, tuz konsantrasyonları ve genotip x tuz konsantrasyonu interaksiyonu bakımından incelenen tüm özellikler arasındaki farklılıklar istatistikî anlamda % 1 olasılık düzeyinde önemli olmuştur (Çizelge 2). Bu özellikler açısından genotip x tuz konsantrasyonu interaksiyonunun önemli çıkması, genotiplerin artan tuz konsantrasyonlarına tepkilerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Ölçümü yapılan özellikler açısından genotip x tuz konsantrasyonu interaksiyonu önemli çıktığından her bir özellik için yalnızca interaksiyonlara ilişkin değerler aşağıda başlıklar halinde sunulmuştur.

Çizelge 2. Farklı Tuz konsantrasyonlarının İleri Makarnalık Buğday Genotiplerinde İncelenen Bazı Özelliklere İlişkin Varyans Analiz Sonuçları (K.O.)

Varyasyon Kaynağı	S.D.	Çimlenme Gücü	Sürgün Uzunluğu	Kökçük Uzunluğu	Sürgün Kuru Ağırlığı	Kökçük Kuru Ağırlığı	Tuz Tolerans İndeksi
Genotip	10	2214.48**	16.981**	21.02**	12.938*	9.596**	435.856**
Tuz Konsantrasyonu	5	24206.76**	1610.026**	1310.10**	811.487**	251.772**	69040.592**
Genotip x Tuz	50	142.52**	3.230**	3.33**	2.311**	1.949**	183.732**
Hata	198	46.41	0.535	0.991	0.441	0.288	18.20

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

Çimlenme Gücü (%):

Çimlenme güçleri gerek genotip gerekse tuz konsantrasyonlarına göre farklılık göstermiş bu durum interaksyon varyansının önemliliği ile belirlenmiştir (Çizelge 2). Bu nedenle interaksyon değerlerine bakıldığında; genotiplerin çimlenme güçlerinin % 7.00-90.50 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek çimlenme gücü değerleri sırasıyla %90.50, %84.00 ve %80.00 ile Gediz-75 çeşidi ile M-10, M-9 ve M-4 makarnalık buğday genotiplerinde tuzsuz koşullardan, M-4 ve M-10 genotiplerinde ise yine sırasıyla %88.50 ve %83 olarak da 50 mM NaCl uygulanan dozlarda elde edilmiştir. Buna karşılık en düşük çimlenme gücü (% 7.00) 7 numaralı makarnalık buğday genotipinin 250 mM NaCl dozundan elde edilmiştir. İncelenen materyal arasında çimlenme gücü bakımından tuz stresinden en az etkilenen Gediz-75 çeşidi, en hassas olan genotipler ise M-7 ve M-5 genotipleri olmuştur. Bazı genotiplerin çimlenme yüzdeleri artan tuz konsantrasyonlarından istikrarlı ve düşük oranlarda azalırken, bazı genotiplerde azalma yüzdeleri daha sert ve düzensiz olmuştur. Özellikle M-10, M-1, M-9, M-3 ve M-6'da azalma düzenli ve istikrarlı olurken, M-2, M-8 ve M-7'de ise azalmalar düzensiz olmuştur (Çizelge 3). Ekmekçi ve ark. (2005) artan tuz seviyelerine bağlı olarak çimlenme gücündeki azalma, Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının toksitesinin yanı sıra, artan osmotik basıncın çimlenme için gerekli olan suyun tohum tarafından alınmasını engellemesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Bulgularımız; genotiplerin artan tuz dozlarına bağlı olarak çimlenme oranının azaldığını bildiren birçok araştırmacının bulguları ile benzerlik göstermiştir (Begum ve ark. 1992; Dumlupınar ve ark. 2007; Datta et al. 2009; Akbarimoghaddam et al. 2011; Hussain et al. 2013; Mahmoodzadeh et al. 2013; Vardar et al. 2014 ve Benlioğlu ve ark. 2015).

Sürgün Uzunluğu (cm):

Sürgün uzunlukları da hem genotip hem de tuz konsantrasyonları açısından farklılık göstermiş olup, bu farklılıklar interaksyonda da kendini göstermiştir. Genel olarak tuz konsantrasyonları arttıkça genotiplerin oluşturduğu sürgünlerin uzunlukları azalmıştır. Bu sonucun ortaya çıkış nedeni olarak tuz iyonlarının bir sonucu olan toksik etki ile osmotik basıncın neden olduğu su alımının olumsuz etkilenmesinden ileri geldiği söylenebilir. Araştırmada, genotiplerin artan tuz konsantrasyonlarına karşı tepkileri farklı olmasından dolayı da genotip x tuz interaksyonu önemli çıkmıştır. (Çizelge 2 ve Çizelge 3). Araştırma sonuçları incelendiğinde sürgün uzunluğu bakımından en yüksek değer M-1'de ve tuzsuz ortamda elde edilmiştir. Tuz konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak sürgün

uzunluklarında çok sert düşüşler meydana gelmiştir. Araştırmada, en kısa sürgün uzunluğu 0.01 cm ile 250mM NaCl uygulamasında ve M-7'de elde edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar birçok araştırmacının bulguları ile büyük benzerlik göstermiştir (Dumlupınar ve ark. 2007; Datta et al. 2009; Akbarimoghaddam et al. 2011; Abdoli et al. 2013; Hussain et al. 2013; Vardar et al. 2014 ve Benlioğlu ve ark. 2015).

Kökçük Uzunluğu (cm):

Yapılan araştırmada kökçük uzunluğu, gerek makarnalık buğday genotipleri gerekse tuz konsantrasyonlarına göre farklılıklar oluşmuş, bu farklılıklar interaksiyon etkisi olarak da ortaya çıkmıştır (Çizelge 2). İnteraksiyon değerleri incelendiğinde; en uzun kökçük 16.83 cm ile 50mM NaCl konsantrasyonunda ve M-4'de, 15.61 cm ile M-3 genotipi ve tuzsuz uygulamasından elde edilmiştir.

NaCl dozundaki artışa bağlı olarak kökçük uzunlukları kısalma göstermiş ve en kısa kökçük boyu (0.06 cm) 250 mM NaCl uygulamasında ve M-7 genotipinde saptanmıştır (Çizelge 3). Tuza dayanımda önemli göstergelerden biri de kökçüğün gelişme durumudur. Çimlenme sırasında su alımında tuz engeli yoksa kökçük normal gelişim gösterir. Bu nedenle tuz stresi nedeniyle kökçük gelişiminde ortaya çıkan bu olumsuz gelişmeler, bitkinin su alımındaki azalmalardan kaynaklanmaktadır. Tuzun kökçük uzunluğu üzerindeki olumsuz etkisi birçok araştırı tarafından da tespit edilmiştir (Dumlupınar ve ark. 2007; Datta et al. 2009; Akbarimoghaddam et al. 2011; Abdoli et al. 2013; Hussain et al. 2013;Vardar et al. 2014 ve Benlioğlu ve ark. 2015).

Çizelge 3. Bazı Makarnalık Buğday Genotiplerinin Farklı Tuz Konsantrasyonlarından Elde Edilen Ortalama Çimlenme Gücü, Sürgün Uzunluğu, Kökçük Uzunluğu, Sürgün Kuru Ağırlığı, Kökçük Kuru Ağırlığı ve Tuz Tolerans İndeksi Değerleri

Genotipler	Tuz Konsantrasyonları (mM NaCl)					
	0	50	100	150	200	250
Çimlenme Gücü (%)						
M-4	80.00 ^{b-f}	88.50 ^{ab}	76.50 ^{c-h}	63.50 ^{l-o}	47.50 ^{t-v}	24.00 ^z
M-10	85.50 ^{a-c}	83.00 ^{a-e}	73.50 ^{f-j}	68.50 ^{h-m}	47.50 ^{t-v}	21.00 ^z
M-1	78.50 ^g	66.50 ^{r-m}	70.50 ^{g-l}	55.50 ^{o-t}	46.00 ^{u-w}	21.50 ^z
M-9	84.00 ^{a-d}	75.50 ^{d-i}	77.50 ^{c-h}	53.50 ^{p-u}	33.00 ^{yz}	14.00 ^z
M-2	74.50 ^{e-j}	78.50 ^{c-g}	73.00 ^{f-k}	51.00 ^{r-v}	33.50 ^{yz}	24.50 ^z
M-3	78.00 ^{c-g}	73.00 ^{f-k}	73.00 ^{f-k}	51.50 ^{q-v}	37.00 ^{w-y}	12.50 ^z
M-6	79.50 ^{b-g}	73.50 ^{f-j}	64.00 ^{k-o}	45.50 ^{u-w}	26.50 ^z	13.00 ^z
M-8	70.50 ^{g-l}	80.50 ^{b-f}	64.00 ^{k-o}	43.00 ^{v-x}	22.50 ^z	11.00 ^z
M-5	59.50 ^{m-r}	60.50 ^{m-q}	57.00 ^{n-s}	44.50 ^{u-w}	24.50 ^z	14.50 ^z
M-7	61.50 ^{l-p}	48.50 ^{s-v}	60.50 ^{m-q}	28.50 ^{yz}	12.50 ^z	7.00 ^z
Gediz-75	90.50 ^a	76.00 ^{d-h}	80.00 ^{b-f}	77.00 ^{c-h}	65.50 ^{j-n}	34.50 ^{x-z}
Sürgün Uzunluğu (cm) (%)						
M-4	15.54 ^{b-c}	13.50 ^d	9.40 ^{kl}	3.47 ^{p-r}	1.16 ^{u-w}	0.01 ^y
M-10	12.12 ^{e-g}	12.01 ^{e-g}	8.37 ^m	3.72 ^{p-r}	0.85 ^{v-y}	0.04 ^y
M-1	17.24 ^a	15.34 ^{b-c}	9.61 ^{kl}	6.12 ^o	1.89 ^{tu}	0.31 ^{w-y}
M-9	12.88 ^{de}	11.45 ^{gh}	8.77 ^{lm}	2.83 ^t	0.78 ^{v-y}	0.01 ^y
M-2	15.98 ^b	14.83 ^c	10.97 ^{hi}	4.14 ^p	1.11 ^{u-x}	0.01 ^y
M-3	15.26 ^{b-c}	12.50 ^{d-f}	7.83 ^{mn}	1.98 ^{s-u}	0.64 ^{v-y}	0.15 ^{w-y}
M-6	12.85 ^{de}	10.69 ^{h-j}	7.89 ^{mn}	3.96 ^{pq}	0.38 ^{w-y}	0.12 ^{x-y}
M-8	15.45 ^{b-c}	12.53 ^{d-f}	8.78 ^{lm}	3.19 ^{p-r}	0.25 ^{w-y}	0.01 ^y
M-5	12.60 ^{d-f}	9.99 ^{i-k}	7.21 ^{ln}	2.98 ^{q-s}	0.45 ^{w-y}	0.02 ^y
M-7	14.57 ^c	12.97 ^{de}	9.91 ^{jk}	4.12 ^p	0.01 ^y	0.01 ^y
Gediz-75	13.01 ^{de}	11.68 ^{f-h}	8.78 ^{lm}	5.20 ^o	1.55 ^{uv}	0.43 ^{w-y}
Kökçük Uzunluğu (cm)						
M-4	14.25 ^{b-f}	16.83 ^a	11.60 ^{h-l}	5.93 ^{t-u}	3.43 ^{yz}	0.51 ^z
M-10	11.98 ^{g-k}	12.98 ^{e-h}	10.01 ^{m-o}	5.04 ^{v-x}	2.51 ^{lz}	0.16 ^z
M-1	14.29 ^{b-e}	15.28 ^{bc}	10.88 ^{t-m}	6.68 st	4.34 ^{w-y}	1.16 ^z
M-9	14.39 ^{b-d}	11.98 ^{g-k}	10.76 ^{j-n}	4.89 ^{v-x}	2.31 ^z	0.41 ^z
M-2	12.08 ^{g-j}	12.94 ^{e-h}	10.78 ^{j-n}	6.57 ^{s-u}	3.85 ^{x-z}	1.03 ^z
M-3	15.61 ^{ab}	13.87 ^{d-f}	9.79 ^{m-p}	5.18 ^{u-x}	3.28 ^{yz}	0.44 ^z
M-6	13.25 ^{d-g}	10.76 ^{j-n}	7.93 ^{q-s}	4.94 ^{v-x}	1.78 ^z	0.44 ^z
M-8	11.76 ^{h-l}	13.76 ^{d-f}	9.42 ^{n-p}	4.05 ^{xy}	1.26 ^z	0.18 ^z
M-5	12.23 ^{g-i}	11.43 ^l	8.91 ^{o-q}	5.52 ^{t-w}	2.37 ^z	0.50 ^z
M-7	11.15 ^{i-m}	10.58 ^{l-n}	8.56 ^{p-r}	4.92 ^{v-x}	0.49 ^z	0.06 ^z
Gediz-75	14.03 ^{c-f}	12.88 ^{f-h}	10.62 ^{k-n}	7.33 ^{rs}	4.09 ^{xy}	0.78 ^z

* Genotip x NaCl dozu interaksiyonlarına ait önemli çıkan ortalamalarda aynı harfi taşıyan değerler arasında 0.05 olasılık düzeyinde fark yoktur.

Çizelge 4. Bazı Makarnalık Buğday Genotiplerinin Farklı Tuz Konsantrasyonlarından Elde Edilen Sürgün Kuru Ağırlığı, Kökçük Kuru Ağırlığı ve Tuz Tolerans İndeksi Değerleri

Genotipler	Tuz Konsantrasyonları (mM NaCl)					
	0	50	100	150	200	250
Sürgün Kuru Ağırlık (mg/sürgün)						
M-4	12.03 ^b	11.03 ^{c-e}	8.00 ^{k-m}	3.88 st	1.25 ^{w-z}	0.03 ^z
M-10	9.88 ^{f-h}	9.23 ^{h-j}	7.40 ^{m-o}	4.15 st	1.50 ^{w-y}	0.02 ^z
M-1	13.03 ^a	11.55 ^{bc}	8.03 ^{k-m}	5.25 ^{qr}	2.68 ^{uv}	0.69 ^{x-z}
M-9	9.43 ^{g-i}	8.38 ^l	6.85 ^{n-p}	3.40 ^{tu}	0.64 ^{yz}	0.03 ^z
M-2	11.63 ^{bc}	11.03 ^{c-e}	7.77 ^{l-m}	4.65 ^{rs}	1.45 ^{w-y}	0.05 ^z
M-3	11.03 ^{c-e}	8.18 ^{k-m}	6.03 ^{pq}	2.08 ^{vw}	1.32 ^{w-y}	0.10 ^z
M-6	10.30 ^{e-g}	7.95 ^{k-m}	6.13 ^{pq}	3.88 st	1.61 ^{wx}	0.16 ^z
M-8	11.28 ^{b-d}	10.35 ^{d-g}	7.28 ^{m-o}	3.45 ^{tu}	1.35 ^{w-z}	0.04 ^z
M-5	7.85 ^{lm}	7.58 ^{l-o}	6.15 ^{pq}	3.35 ^{tu}	0.61 ^{yz}	0.05 ^z
M-7	10.58 ^{d-f}	9.62 ^{l-o}	7.43 ^{pq}	3.58 ^{tu}	0.05 ^z	0.04 ^z
Gediz-75	9.68 ^{f-i}	8.80 ^k	6.80 ^{op}	5.58 ^{qr}	2.68 ^{uv}	0.51 ^z
Kökçük Kuru Ağırlığı (mg/sürgün)						
M-4	6.22 ^{c-e}	7.82 ^{ab}	7.37 ^b	3.65 ^{n-q}	3.37 ^{pq}	0.30 ^z
M-10	4.92 ^{t-l}	5.42 ^{f-j}	5.65 ^{d-i}	4.22 ^{l-o}	1.25 ^{v-y}	0.15 ^z
M-1	8.25 ^a	6.15 ^{c-f}	6.15 ^{c-f}	4.92 ^l	3.02 ^{qr}	0.62 ^{x-z}
M-9	5.90 ^{c-h}	5.52 ^{e-i}	5.22 ^{g-j}	3.45 ^{pq}	1.87 ^{s-v}	0.25 ^z
M-2	6.40 ^c	7.50 ^b	6.25 ^{c-e}	4.05 ^{m-p}	2.07 ^{s-u}	0.57 ^{yz}
M-3	7.40 ^b	5.92 ^{c-g}	5.82 ^{c-h}	2.15 st	1.55 ^{t-w}	0.32 ^z
M-6	6.52 ^c	5.42 ^{f-j}	5.02 ^k	3.75 ^{n-q}	1.35 ^{u-x}	0.38 ^z
M-8	6.10 ^{c-f}	6.32 ^{cd}	5.17 ^{h-j}	2.45 ^{rs}	0.82 ^{w-z}	0.60 ^{x-z}
M-5	5.65 ^{d-i}	4.97 ^k	4.95 ^l	3.62 ^{o-q}	1.20 ^{v-y}	0.28 ^z
M-7	4.70 ^{i-m}	3.75 ^{n-q}	4.30 ^{k-o}	3.12 ^{qr}	0.20 ^z	0.06 ^z
Gediz-75	6.55 ^c	5.12 ^{ij}	4.72 ^{j-m}	4.37 ^{k-n}	3.27 ^q	0.60 ^{x-z}
Tuz Tolerans İndeksi (%)						
M-4	100.00 ^{ab}	103.29 ^a	84.25 ^{t-h}	41.23 ^{rs}	25.32 ^{uv}	1.66 ^z
M-10	100.00 ^{ab}	98.99 ^{ab}	88.18 ^{d-f}	56.59 ^{no}	18.58 ^{w-y}	0.88 ^z
M-1	100.00 ^{ab}	83.18 ^{f-i}	66.61 ^{lm}	47.81 ^{pq}	26.79 ^u	6.16 ^z
M-9	100.00 ^{ab}	91.00 ^{c-e}	78.77 ^{h-j}	44.68 ^{qr}	16.36 ^{x-z}	1.67 ^z
M-2	100.00 ^{ab}	102.75 ^a	77.75 ^{ij}	48.25 ^{pq}	19.57 ^{v-x}	3.16 ^z
M-3	100.00 ^{ab}	76.51 ^{jk}	64.57 ^m	22.92 ^{u-w}	15.56 ^{x-z}	2.23 ^z
M-6	100.00 ^{ab}	79.47 ^{h-j}	66.25 ^{lm}	45.31 ^{qr}	17.57 ^{w-z}	3.23 ^z
M-8	100.00 ^{ab}	95.94 ^{bc}	71.63 ^{kl}	33.95 ^t	12.44 ^z	3.50 ^z
M-5	100.00 ^{ab}	92.96 ^{cd}	82.22 ^{g-j}	51.67 ^{op}	13.43 ^{yz}	2.46 ^z
M-7	100.00 ^{ab}	87.54 ^{d-g}	76.74 ^{jk}	43.85 ^{qr}	1.36 ^z	0.43 ^z
Gediz-75	100.00 ^{ab}	85.80 ^{c-g}	71.01 ^{kl}	61.31 ^{mn}	36.66 st	6.87 ^z

* Genotip x NaCl dozu interaksiyonlarına ait önemli çıkan ortalamalarda aynı harfi taşıyan değerler arasında 0.05 olasılık düzeyinde fark yoktur.

Sürgün Kuru Ağırlığı (mg):

Makarnalık buğday genotiplerinin sürgün kuru ağırlıkları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Sürgün kuru ağırlığı da sürgün uzunluğunda olduğu gibi gerek genotip gerekse tuz konsantrasyonları bakımından farklılık göstermiş olup, bu farklılıklar interaksiyon etkisi olarak da önemli düzeyde ortaya çıkmıştır. Genel olarak tuz konsantrasyonları arttıkça genotiplere ait sürgün kuru ağırlıklarında azalmalar saptanmıştır. Bu durumda; interaksiyon değerleri incelendiğinde de görüleceği üzere en yüksek sürgün kuru ağırlığı (13.03 mg/sürgün) tuzsuz şartlarda ve M-1 genotipinde, en düşük (0.04 mg/sürgün) ise 250 mM tuz uygulamasından ve M-10'dan elde edilmiştir (Çizelge 2 ve Çizelge 4). Tuz stresinin sürgün gelişimi üzerindeki olumsuz etkisi birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Akbari et al. 2007; Datta et al. 2009; Akbarimoghaddam et al. 2011; Abdoli et al. 2013; Hussain et al. 2013; Vardar et al. 2014 ve Benlioğlu ve ark. 2015).

Kökçük Kuru Ağırlığı (mg):

İleri Makarnalık buğday genotiplerinin ve farklı NaCl dozlarının da kökçük kuru ağırlıkları, genotiplerin kökçük uzunluğundaki durumları ile paralellik göstermektedir. Araştırmada kökçük kuru ağırlığı bakımından genotip x tuz interaksiyonu da önemli bulunmuş olup, en yüksek kökçük kuru ağırlığı (8.25 mg/sürgün) tuzsuz koşullarda ve M-1'de, en düşük (0.06 mg/sürgün) ise 250 mM NaCl uygulamasında ve M-7 genotipinde tespit edilmiştir (Çizelge 2 ve Çizelge 4). Akbarimoghaddam et al. (2011) yaptıkları araştırmada buğday genotipleri arasında kökçük kuru ağırlığı bakımından önemli farklılıkların olmadığını, artan tuz konsantrasyonlarının ise kök gelişimini azalttığını ve aynı zamanda kökçük kuru ağırlığını da olumsuz etkileyip en yüksek tuz konsantrasyonunda (12.5 dS/m) kontrole kıyasla yaklaşık % 20 azalttığını bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar Akbari et al. (2007), Abdoli et al. (2013), Gupta and Srivastava, (1989), Pessarakli et al. (1991), Vardar et al. (2014) ve Benlioğlu ve ark. (2015) tarafından da tespit edilmiştir.

Tuz Tolerans İndeksi (%):

İleri makarnalık buğday genotiplerinin tuza tolerans indeksleri gerek genotipler gerekse tuz dozları bakımından farklılık göstermiş ve bu farklılıklar interaksiyon etkisinde de ortaya çıkmıştır. İnteraksiyon değerlerine bakıldığında, genotiplerin tuza tolerans indekslerinin %0.43 ile %103.29 arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Buna göre en yüksek tuza tolerans indeksi M-4 ve M-2 makarnalık buğday genotipinin 50 mM tuz konsantrasyonlarında tespit edilmiştir (% 103.29 ve % 102.75). Tuz dozlarının artışına bağlı olarak genotiplerin tuza tolerans indeks değerlerinde de çok sert ve önemli azalmalar olduğu belirlenmiştir. Araştırmada incelenen diğer bazı özellikler bakımından ön plana çıkan M-1 genotipi ile Gediz-75 çeşidi tuza tolerans indeksi bakımından da kendini göstermiştir. M-1 makarnalık buğday genotipi ile Gediz-75 çeşidinin tuza tolerans indeksi, tuz konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak kademeli bir azalma gösterirken diğer genotiplerde çok sert düşüşler olduğu görülmektedir (Çizelge 2, Çizelge 3 ve Çizelge 4). Tuz stresinin tahıllarda tuza tolerans indeksini önemli derecede azalttığı bazı araştırmacılar tarafından da ifade edilmiştir (Bağcı et al. 2007; Kara ve ark. 2010; Sharma et al. 2016).

Sonuç

Bu çalışmada kontrole karşı, farklı tuz konsantrasyonlarının bazı ileri makarnalık buğday genotiplerinin çimlenmesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonuçları, artan konsantrasyonlardaki tuz konsantrasyonlarının incelenen tüm karakterler üzerine istatistiki olarak önemli ve olumsuz etki yaptığını göstermiştir. Bazı genotiplerin ölçülen tüm özellikleri dikkate alındığında tuz stresine tolerans açısından kararlı olmadığı görülmekle birlikte, bazı genotiplerin (M-1, M-3) ve standart olarak kullanılan Gediz-75 çeşidinin birçok özellik açısından istikrarlı oldukları görülmüştür. Genel olarak, araştırmada incelenen tüm özellikler farklı tuz konsantrasyonlarından olumsuz etkilenmişler, tuz konsantrasyonu arttıkça özellikle kökçük ve sürgün uzunluğunda çok hızlı düşüşler dikkat çekmektedir. Benzer durumlar kökçük kuru ve sürgün kuru ağırlığında da görülmektedir. Araştırma sonuçlarına göre tüm genotiplerde 150 mM tuz konsantrasyonundan sonra çimlenme özellikleri önemli derecede olumsuz etkilenmişlerdir. Özellikle tuz tolerans indeksi değerleri beklenildiği gibi tuzsuz ortamlarda daha yüksek bulunurken, 150 mM NaCl konsantrasyonuna kadar olan tolerans değerleri daha istikrarlı olmuştur. Bununla birlikte daha sağlıklı önerilerde bulunabilmek için bu araştırmaların çimlenme dönemi ile birlikte fide dönemlerini de kapsayacak şekilde tarla ve saksı koşullarında yürütülmesi, bu sonuçlar ile birlikte diğer özellikleri de belirlendikten sonra ümit var olanların tescile gönderilmesi daha doğru olacaktır.

Kaynaklar

- Abdoli M., Saeidi M., Azhand M., Jalali-Honarmand S., Esfandiari E. and F. Shekari. 2013. The effects of different levels of salinity and indole-3-acetic acid (IAA) on early growth and germination of wheat seedling. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 9(4):329-338.
- Akbari G., Sanavy S.A.M.M. and S. Yousafzadeh. 2007. Effect of auxin and salt stress (NaCl) on seed germination of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Pak. J. Biol. Sci.*, 10(15): 2557-2561.
- Akbarimoghaddam H., Galavi M., Ghanbari A. and N. Panjehkeh. 2011. Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. *Trakia Journal of Sciences*, 9(1): 43- 50.
- Atak M., Kaya M.D., Killi G. and C.Y. Ciftci. 2006. Effects of NaCl on the Germination, Seedling Growth and Water Uptake of Triticale. *Turk J Agric For* 30 (2006) 39-47.
- Baltacı F., Can D., Karaoğlu A. ve A. Tantur. 2004. Tuzluluk, nedenleri ve çevresel etkileri. *Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu*, 20-21 Mayıs, Ankara, 185-190.
- Bağcı S.A., Ekiz H. ve A. Yılmaz. 2007. Salt tolerance of sixteen wheat genotypes during seedling growth. *Turkish J. Agric. Forestry* 31: 363-372.
- Basalah M. O. 1991. Effect of soaking on seed germination and growth of squash (*Cucurbita pepo* L.) Seeding. *Arab Gulf J Scient Res.* 9:87-97.
- Begum F., Karmoker J.L., Fattah Q.A. and A.F.M. Maniruzzaman. 1992. The effect of salinity and its correlation with K⁺, Na⁺. Claccumulation in germinating seeds of *Triticum aestivum* L. cv. Akbar. *Plant Cell Physiology* 33(7):1009-1114
- Benlioğlu B. ve U. Özkan. 2015. Bazı Arpa Çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L.) Çimlenme Dönemlerinde Farklı Dozlardaki Tuz Stresine Tepkilerinin Belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24 (2):109-114.

- Cokkızgın A. 2012. Salinity Stress in Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Seed Germination. Not. Bot. Horti Agrobot. Cluj-Napoca, 40(1), 177– 182
- Datta J.K., Nag S., Banerjee A. and N.K. Mondal. 2009. Impact of salt stress on five varieties of Wheat(*Triticum aestivum* L.) cultivars under laboratory condition. J. Appl. Sci. Environ. Manage. 13(3): 93 – 97.
- Dumlupınar Z., Kara R., Dokuyucu T. ve A. Akkaya. 2007. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yetiştirilen bazı makarnalık buğday genotiplerinin çimlenme ve Fide karakterlerine elektrik akımı ve tuz konsantrasyonlarının etkileri. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 10(2): 100-110.
- Ekmekçi E., Apan M. ve T. Kara, 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(3): 118-125.
- Fuller M.P., Hamza J.H., Rihan H.Z. and M. Al-Issawi. 2012. Germination of primed seed under nacl stress in wheat. ISRN Botany, Article ID 167804, 5 pages doi:10.5402/2012/167804.
- Gupta S.C. and J.P. Srivastava. 1989. Effect of salt stres on Morpho-Physiological parameters in wheat. Indian J. Plant physiol. Vol. 32. no.2. pp 169-171.
- Hasegawa P.M., Bressan R. A. and A. V. Handa. 1986. Cellular mechanism of salinity tolerance, Horticultural Science, 21 (6):1317-1324.
- Hussain S., Khaliq A., Matloob A., Wahid M. A. and I. Afzal. 2013. Germination and growth response of three wheat cultivars to NaCl salinity. Soil Environ. 32(1): 36-43.
- Kara B., Akgün İ. ve D. Altındal. 2011. Tritikale genotiplerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine tuzluluğun (NaCl) etkisi. Selçuk Üniversitesi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi. 25(1):19.
- Maas E.V. and G.J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance - current assessment. Journal of the Irrigation and Drainage Division. 103(2):115-134.
- Mahmoodzadeh H., Khorasani F. M. and H. Besharat. 2013. Impact of salt stress on seed germination indices of five wheat cultivars. Annals of Biological Research, 4 (6):93-96.
- Özcan H, Turan M A, Koç Ö, Çıkılı Y, Taban S, 2000. Tuz stresinde bazı nohut (*Cicer arietinum* L) çeşitlerinin gelişimi ve prolin, sodyum, klor, fosfor ve potasyum konsantrasyonlarındaki değişimler. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 24: 649-654.
- Özkaldı A., Boz B. ve V.Yazıcı. 2004. GAP'ta drenaj sorunları ve Çözüm önerileri. Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu, 20-21 Mayıs, Ankara, s: 97-105.
- Pessaraki M., Tucker T.C. and K. Nakabayashi. 1991. Growth response of barley and wheat to salt stres. Journal of Plant Nutrition. 14(4), 331-340.
- Turan Z.M. 1995. Araştırma ve Deneme Metotları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları. No:62, Bursa. 121 s.
- Vardar Y., Aydoğan C. E. and K.Yagdi. 2014. Salinity Effects On Germination Stage of Bread and Durum Wheat Cultivars. YYU J AGR SCI, 24(2): 127- 139.
- Veli S., Kirtok Y., Duzenli S., Tukul S. and M. Kilinc. 1994. Evaluation of salinity stress on germination characteristics and seedling growth of 3 bread wheats (*Triticum aestivum* L.). Tarla Bitkileri Kongresi, 25-29 Nisan 1994-İzmir, Cilt I, 57-61.



Bursa Karacabey Ovasında Son 25 Yılda Değişen Bitkisel Üretim Deseni ve Sulama Uygulamalarının Uzaktan Algılama ve ET Haritalama Tekniği ile Değerlendirilmesi^a

Eyüp Selim KÖKSAL^{1*}, Sakine ÇETİN¹, Ali Osman DEMİR², Emre TUNCA¹
Burak Nazmi CANDOĞAN², Ş. Tülin AKKAYA ASLAN²

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun, Türkiye,

²Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye,

*Sorumlu yazar ORCID: 0000-0002-5103-9170

e-posta (Corresponding author e-mail): eselim@omu.edu.tr, eselimk@yahoo.com

Yazar(lar) ORCID: 0000-0003-7333-4250, 0000-0003-3409-6680, 0000-0001-6869-9602,

0000-0001-9898-5685, 0000-0001-5129-8642

e-posta (Author-s e-mail): sakine.cetin@omu.edu.tr, aodemir@uludag.edu.tr,

emre.tunca@omu.edu.tr, bncandogan@uludag.edu.tr, akkaya@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 10.11.2017; Kabul Tarihi (Accepted): 26.02.2018

Öz: Tarımsal üretimde bitki deseni, sulama ve gübreleme gibi konularda alınan kararlar, sosyo-ekonomik koşullar, tarımsal alt yapı olanakları ve teknolojik değişimler doğrultusunda bir yıldan diğerine farklılık gösterebilmektedir. Karacabey Ovası hem Marmara Bölgesi hem de Türkiye için önemli düzeyde tarımsal üretim potansiyeline sahip ovalardan birisidir. Yakın geçmişte ovanın üretim potansiyelinin artırılmasına yönelik sulama ve arazi toplulaştırması gibi önemli tarımsal alt yapı yatırımları gerçekleştirilmiştir. Tarım alanlarının izleme ve değerlendirilmesinde, uzaktan algılama teknikleri, örnelemeye dayalı tekniklere göre, daha etkili, ucuz ve pratiktir. Bu çalışmada, 1990-2015 yılları arasında Karacabey Ovası'na ait, Landsat 5 TM ve Landsat 8 uydu görüntüleri işlenerek, vejetasyon ve evapotranspirasyon (ET) durumunu temsil eden haritalar hazırlanmıştır. Aynı dönemlere ait görüntüler kendi içerisinde değerlendirilerek, Karacabey Ovası'nda söz konusu zaman diliminde sulama suyu kullanım durumu ve bitkisel üretim desenindeki genel değişimler değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan algılama, evapotranspirasyon, landsat uydu görüntüleri, vejetasyon indeksleri.

^a Köksal, E.S., Çetin, S., Demir, A.O., Tunca, E., Candoğan, B.N. ve Aslan, Ş.T. 2018. Bursa Karacabey Ovasında Son 25 Yılda Değişen Bitkisel Üretim Deseni ve Sulama Uygulamalarının Uzaktan Algılama ve ET Haritalama Tekniği ile Değerlendirilmesi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32 (2), 31-43.

Evaluation of Cropping Pattern and Irrigation Regimes Variation within The Last 25 years Through Remote Sensing and ET Mapping Techniques

Abstract: Cropping pattern of agricultural production could be changed from one year to another based on, decisions made about irrigation and fertilization, socio-economic situations, agricultural infrastructure opportunities and technological improvements. Karacabey Plains is one of the important areas of Turkey and Marmara region which have an important agricultural production potential. In order to increase the agricultural production in plains land consolidation and irrigation infrastructure have been re-established. Remote sensing offers more cheaper and practical tools instead of techniques depending on sampling, for agricultural management. In this study, vegetation and evapotranspiration (ET) maps of Karacabey Plains were generated by processing the Landsat 5 and 8 satellite images. By this way, these maps were evaluated to understand the change of cropping pattern and irrigation water usage in Karacabey Plains.

Keywords: Remote sensing, evapotranspiration, landsat satellite images, vegetation index.

Giriş

Uzaktan algılama başta tarım olmak üzere birçok sektör tarafından artan bir şekilde araştırma amacıyla ve/veya uygulamada kullanılmaktadır. Bitkisel üretimde etkili bir yönetim ancak konumsal ve zamansal olarak çok değişken olan tarım alanlarına ilişkin veri ve bilgi elde etmeye dayanmaktadır. Yoğun işgücü ve parasal kaynak gerektiren arazi gözlemlerine alternatif olarak uzaktan algılama teknikleri kullanılabilir ve bu bakımdan uydu görüntüleri tarımsal yönetimde önemli bir yer tutmaktadır (Gowda ve ark., 2008). Uydu görüntülerine dayalı bu teknikler, bitki ve toprak koşullarının sezon boyu ve yıllar arasındaki değişimlerinin izlenmesinde, sulu tarım alanlarında sulama uygulamalarının değerlendirilmesinde, buna bağlı olarak su ücretlerinin belirlenmesinde ve su kaynaklarının yönetiminde etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Droogers ve ark., 2010).

Uzaktan algılama teknikleriyle meteorolojik veriler bir arada kullanılarak enerji dengesi algoritmalarına dayanan çeşitli modeller geliştirilmiştir (Bastiaanssen ve ark., 2001, Polhamusa ve ark., 2013). Bu modellerden bazıları SEBAL (Bastiaanssen ve ark., 1998a), SEBS (Su, 2002), TSEB (Norman ve ark., 2000), METRIC (Allen ve ark., 2007a), Alexi (Anderson ve ark., 2007) ve ETWatch (Wu ve ark., 2012)'dir.

Enerji dengesine dayanan modeller, Evapotranspirasyonun (ET) konumsal ve zamansal olarak haritalanmasına olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte modeller vejetasyona bağlı olan çeşitli göstergeleri (NDVI, SAVI, YAI ve albedo) kullanarak enerji dengesi bileşenleri olan Net Radyasyon (Rn), Toprak Isı Akısı (G), Hissedilebilir Isı Akısı (H) ve Gizli Isı Akısının (LE) ayrı ayrı tahmin edilip haritalanmasına dayanmaktadır (Bastiaanssen ve ark., 1998a; 1998b; Allen ve ark., 2005, 2007a; Kjaersgaard ve ark., 2009).

Bu çalışmada, Karacabey Ovasının 1990-2015 yılları arasında sulama suyu kullanma durumu ve vejetasyon durumundaki değişimlerin uzaktan algılama teknikleriyle değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

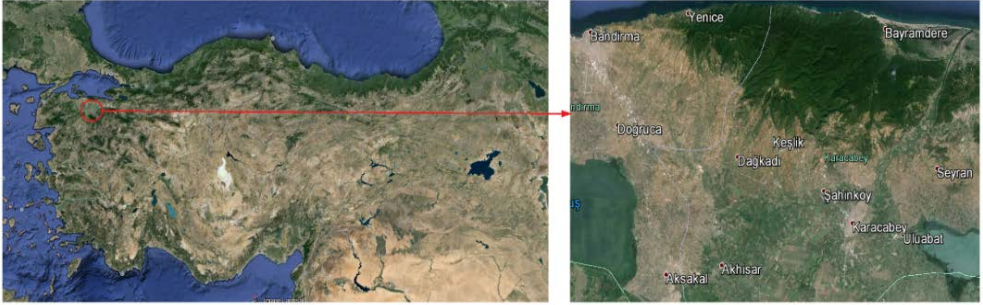
Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışma Alanı

Çalışma Bursa ili, Karacabey ilçesi Karacabey Ovası için yürütülmüştür. Marmara Bölgesi'nde bulunan Karacabey Bursa'nın 65 km batısında yer alan Bursa'ya bağlı bir ilçedir. Karacabey Ovası'nda en çok buğday, domates, arpa, mısır, fasulye, bezelye, şekerpancarı, pamuk, ayçiçeği ve tütün yetiştirilmektedir. Ayrıca sebzeçilik ve meyvecilik gelişmiştir ve hayvancılık halka büyük gelir sağlamaktadır. Ovanın toplam alanı ise 16683 ha'dır.

Karacabey sulama projesi 1989 yılında tamamlanmış ve 1996 yılında, Karacabey Ovası'nda Karacabey Ova Köyleri Sulama Birliği (OKSB)'ne devir edilmiştir. Karacabey sulama şebekesinin net sulama alanı 15683 ha'dır (Anonim, 2015). Su kaynakları Manyas Gölü ve bu gölü besleyen Kocaçay ile göle ulaşan yan derelerdir. Göl en fazla Mürvetler deresinden beslenmektedir. Bu derenin tüm suları göle ulaşmamaktadır. Suyun bir kısmı Karadere üzerindeki regülatöre saptırılmaktadır. Gölü besleyen diğer bir önemli kaynak Sığırcıklı deresidir. Çalışma alanı Şekil 1'de verildiği gibidir. Söz konusu şekil Google Earth sisteminden üretilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının coğrafik konumu

Çalışmada Kullanılan Uydu Görüntüleri

Bu çalışmada, 9 adet Landsat 5 TM (18 Temmuz 1991, 11 Haziran 1995, 30 Haziran 2002, 3 Temmuz 2003, 11 Temmuz 2006, 28 Haziran 2007, 17 Haziran 2009, 6 Temmuz 2010 ve 9 Temmuz 2011) ve 2 adet Landsat 8 (30 Temmuz 2013 ve 1 Temmuz 2014) uydu görüntüsü kullanılmıştır. Landsat 5 ve Landsat 8 uydularının genel özellikleri Çizelge 1'de verildiği gibidir. Çalışmada arşivde var olan görüntülerin arasından genel olarak Haziran ve Temmuz aylarında çekilen görüntüler kullanılmıştır.

Çizelge 1. Landsat 5 TM ve Landsat 8 TM uydularının genel teknik özellikleri (Anonymous, 2015).

Uydu Görüntüsü	Bantlar	Dalga Boyu Uzunluğu (µm)	Konumsal Çözünürlük (m)
Landsat 5 TM	Bant 1: Mavi	0,45-0,52	30
	Bant 2: Yeşil	0,52-0,60	30
	Bant 3: Kırmızı	0,63-0,69	30
	Bant 4: Yakın IR	0,76-0,90	30
	Bant 5: Orta IR	1,55-1,75	30
	Bant 6: Termal IR	10,40-12,5	120
	Bant 7: Orta IR	2,08-2,35	30
Landsat 8 TM	Bant 1 - Kıyı/Aerosol	0.433 - 0.453	30
	Bant 2 - Mavi	0.450 - 0.515	30
	Bant 3 - Yeşil	0.525 - 0.600	30
	Bant 4 - Kırmızı	0.630 - 0.680	30
	Bant 5 -Yakın IR	0.845 - 0.885	30
	Bant 6 - Kısa Dalga IR	1.560 - 1.660	30
	Bant 7 - Kısa Dalga IR	2.100 - 2.300	30
	Bant 8 - Pankromatik	0.500 - 0.680	15
	Bant 9 - Sırrus	1.360 - 1.390	30
	Bant 10 -Uzun Dalga IR	10.30 - 11.30	100
	Bant 11 - Uzun Dalga IR	11.50 - 12.50	100

Meteorolojik Veriler

Bu çalışmada, gerekli iklim verileri Bursa Merkez ve Karacabey İlçesi için saatlik ve günlük olarak Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından oluşturulan Türkiye Meteorolojik Veri Arşiv ve Yönetim Sistemi (TÜMAS)'nden temin edilmiştir. İklim verilerinden hava sıcaklığı, rüzgar hızı (2 m yükseklikteki), oransal nem, güneş radyasyonu ve atmosferik basınç saatlik ve günlük olarak alınmıştır. Diğer yandan, yağış sadece günlük olarak temin edilmiş ve su yılı başlangıcından (1 Ekim) görüntü tarihine kadar toplam yağış miktarları hesaplanmıştır. Günlük iklim verileri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Bursa ili, Karacabey ilçesine ait meteorolojik veriler

Görüntü Tarihleri	Hava Sıcaklığı (°C)	Rüzgar Hızı (m/s)	Oransal Nem (%)	Güneş Radyasyonu (mj/m ² gün)	Atmosferik Basınç (kPa)
18 Temmuz 1991	25.50	3.20	38.00	23.50	100.60
11 Haziran 1995	24.30	2.10	65.00	28.16	100.33
30 Haziran 2002	25.90	2.40	70.30	22.68	99.52
3 Temmuz 2003	26.15	2.80	52.30	25.76	89.73
11 Temmuz 2006	24.60	3.00	40.00	23.86	100.33
28 Haziran 2007	27.00	1.00	46.00	26.68	99.74
17 Haziran 2009	22.55	3.40	60.70	27.14	100.35
6 Temmuz 2010	29.30	3.20	43.00	26.94	99.43
9 Temmuz 2011	23.45	3.20	50.70	28.03	100.48
30 Temmuz 2013	23.95	2.00	53.00	27.60	99.98
1 Temmuz 2014	24.9	2.50	51.30	24.09	100.44

Kullanılan Bilgisayar Yazılımları

Çalışmada uydu görüntülerinin işlenmesinde ve sayısal veri elde etmede Erdas 10.0 ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Tarım Teşkilatı (USDA) Tarımsal Araştırma Servisi (ARS)'ne bağlı Koruma ve Üretim Araştırma Laboratuvarı (CPRL) tarafından geliştirilen bir model, haritalama çalışmalarında Global Mapper 13.0 ve Arc GIS 10.0 ve Python bilgisayar yazılımları kullanılmıştır. Çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi (OMÜ) Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Laboratuvarı'nda yürütülmüştür.

Yöntem

Çalışmada uydu görüntülerinin işlenmesinde METRIC modeli kullanılmıştır. METRIC modeli temelde termal banda sahip uydu görüntüsü ve meteorolojik veriler yardımıyla yüzey enerji dengesine dayalı bir biçimde ET haritalama olanağı sunmaktadır (Allen et. al., 2005, 2007a). Çalışmada sırasıyla yüzey enerji dengesi bileşenleri olan R_n , G , ve H hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamaların tümü uydu görüntülerinde uydu görüntüsünün her bir hücresi (piksel) için yapılmıştır. Çalışmada öncelikle, enerji dengesi bileşenlerinin hesabında gerekli olan vejetasyon indeksleri ve albedo hesaplamaları, Eşitlikler 1, 2, 3 ve 4'de verildiği biçimde yapılmıştır.

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad (1)$$

$$SAVI = \frac{(1 + L)(NIR - RED)}{(L + NIR + RED)} \quad (2)$$

$$YAI = -\frac{\ln \frac{0.69SAVI}{0.59}}{0.91} \quad (3)$$

$$Albedo = \sum_{b=2}^7 [\rho_{s,b} W_b] \quad (4)$$

Burada NDVI; Normalize Edilmiş Vejetatif Değişim İndeksi, SAVI; Toprak Yansımalarını Dikkate Alan Vejetasyon indeksi, YAI; Yaprak Alan İndeksi, NIR; Yakın Kırmızı Ötesi Bant (Landsat 5 için bant 4, Landsat 8 için bant 5), RED; Kırmızı Bant (Landsat 5 için bant 3, Landsat 8 için bant 4), $\rho_{s,b}$; spektral yansıma ve W_b ; her bir bantın ağırlık katsayısı ve L toprak yansıma oranına ilişkin düzeltme katsayısıdır ve bu çalışmada 0,1 alınmıştır. Söz konusu eşitliklerin hesaplama detayları ve yüzey sıcaklığı (T_s) hesaplamaları Allen ve ark. (2005, 2007a) tarafından verildiği gibidir. Daha sonra çalışmada uydu görüntüsünün her bir hücresi için yüzey sıcaklığı hesaplaması yapılmıştır.

Net radyasyon absorbe edilen, yansıyan ve yayılan enerji arasındaki bütçeyi ifade etmektedir (Allen ve ark., 1998). Bu çalışmada R_n kısa dalga boylu radyasyon ve uzun dalga boylu radyasyon, albedo ve emissivite kullanılarak hesaplanmıştır. Toprak ısı akısı, R_n ve toprağı örten vejetasyonun yoğunluğuna bağlı olarak değişim gösterebilmektedir

(Allen et. al., 1998). Tüm hesaplamalarda Bastiaanssen (1998a), Allen ve ark. (2005), Allen ve ark. (2007a)'de verilen yöntemlerden yararlanılmıştır.

Hissedilebilir ısı akısı temel olarak bitki seviyesi ile bitkinin üzerinde belirli bir seviye arasındaki ısının değişimine tesir eden enerjiyi açıklamaktadır (Bastiaanssen ve ark., 1998a, b; Bastiaanssen ve Boss, 1999; Bastiaanssen ve Bandara, 2001; Allen ve ark., 2005, 2007a). H hesabına ilişkin en temel eşitliklerden birisi Eşitlik 5'de verilmiştir.

$$H = \frac{\rho C_p dT}{r_{ah}} \quad (5)$$

Burada, ρ ; havanın yoğunluğu (kg m^{-3}), C_p ; hava sabitesi ($\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$), dT ; yüzey sıcaklığı ile atmosfer sıcaklığı arasındaki fark ($^{\circ}\text{C}$) ve r_{ah} ; aerodinamik dirençtir (s m^{-1}). H hesabında dT ve r_{ah} hesabı önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü dT temel olarak yüzey sıcaklığı ve atmosfer sıcaklığı parametrelerinden oluşmaktadır. Bu parametreler bir uydu görüntüsünün her bir hücresinde farklı olabilmektedir. Bununla birlikte r_{ah} hesabı H'ye dayalı stabilite doğrulama işlemleri içermektedir. Buna göre METRIC modeli r_{ah} hesabında iterasyon işlemi içermektedir (Allen ve ark., 2005).

Enerji dengesine dayalı ET hesabında kullanılan birçok model, uydu görüntüsünün her bir hücresi için dT değerinin tahmini için benzer yaklaşımlara sahiptir (Gowda ve ark., 2008). Genel olarak bu değer, ET'nin en üst seviyede olduğu (soğuk hücre) ve hemen hiç olmadığı (sıcak hücre) iki uç nokta arasında dT 'nin T_s 'ye göre, $dT = a + bT_s$ gibi bir doğrusal regresyon denklemi ile kalibre edilmesini içermektedir. Hesaplama soğuk hücre için ET değeri 1.05 ET_r , sıcak hücre için ET değeri sıfır alınacaktır. ET_r uzun boylu bitki için tahmini su tüketimidir. ET_r hesabında Allen ve ark. (1998)'de ve ASCE-EWRI (2005)'de yonca için verilen yöntemden yararlanılmıştır (Allen ve ark., 2005). Elde edilen H değerleri kullanılarak, dT ve bu değer kullanılarak ilk a ve b katsayıları hesaplanmıştır. Belirlenen a ve b katsayıları uydu görüntüsünün her bir hücresi için dT hesabında kullanılmıştır. Bununla birlikte iterasyonun her bir adımı için a ve b katsayıları yenilenecek her bir hücre için dT değerleri tekrar hesaplanmıştır.

Rüzgar hızı ve buna bağlı fraksiyonlar uydu görüntüsünün her bir hücresi için farklılık gösterebilmektedir. Buna göre her bir hücre için rüzgar hızı fraksiyonu u^* 'ın hesaplaması için meteorolojik verilerin temin edildiği istasyonda 2.0 m yükseklikte ölçülen rüzgar hızına göre belirlenen u^* değeri 200 m yüksekliğe uyarlanarak ve uydu görüntüsünün her bir hücresi için belirlenecek zom değeri kullanılarak, her bir hücre için tekrar yeryüzüne indirgenmiştir. Bu aşamadan sonra uydu görüntüsünün her bir hücresi için hesaplanan ilk H değerleri kullanılarak r_{ah} için stabilite doğrulaması yapılarak ve hesaplanan yeni r_{ah} değerlerine göre tekrar belirlenen a ve b katsayıları kullanılarak yeni H değerleri belirlenmiştir. Döngüye, hesaplanan son iki H değeri arasındaki fark %10'dan daha az olana dek devam edilmiştir (Allen ve ark., 2005, 2007a; Tasumi ve ark., 2008).

METRIC modelinin son aşamasında enerji dengesine göre hesaplanan LE değerinin buharlaşma gizli ısısına (L) bölünmesiyle uydu görüntülerinin her bir hücresi için anlık ET (ET_i) hesaplanmıştır (Allen ve ark., 2005; Allen ve ark., 2007a). METRIC modeli ET_i değerlerinin günlük ET'ye (ET_d) dönüştürülmesinde ET_rF 'den yararlanmaktadır. ET_d ise günlük ET_r değerinin ET_rF ile çarpımı sonucu her bir hücre için ayrı olarak elde edilmiştir.

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Referans Bitki Su Tüketimi Bulguları

Çalışmada temin edilen iklim verileri kullanılarak, ASCE-EWRI (2005) ve Allen ve ark. (1998)'de verilen yöntemler esas alınarak kısa boylu bitki (ET_o) ve uzun boylu bitki (ET_r) için uydu görüntülerinin kayıt günü ve saatinde hesaplanan referans bitki su tüketimi değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. Uydu görüntülerinin çekim tarihlerinden en yüksek günlük ET_r değeri (11.56 mm) 28 Haziran 2007 tarihi için hesaplanırken, en düşük ET_r (5.99 mm) 11 Haziran 1995 tarihi için tahmin edilmiştir. Bununla birlikte saatlik ET_r değeri en yüksek (1.17 mm) 28 Haziran 2007 tarihi ve en düşük (0.30) 6 Temmuz 2010 tarihi için hesaplanmıştır.

Çizelge 3. Kullanılan görüntülerin kayıt tarihlerine ait günlük ve saatlik referans bitki su tüketimi (ET_o ve ET_r) değerleri

Görüntü Kayıt Tarihleri ve Saatleri	ET _o (mm)		ET _r (mm)		Yağış* (mm)
	Günlük	Saatlik	Günlük	Saatlik	
18 Temmuz 1991 - 11:09	5.20	0.53	6.29	0.59	758.5
11 Haziran 1995 - 10:52	5.04	0.58	5.99	0.67	708.7
30 Haziran 2002 - 11:21	6.41	0.66	8.54	0.79	759.2
3 Temmuz 2003 - 11:22	6.03	0.68	7.13	0.78	580.8
11 Temmuz 2006 - 11:38	6.05	0.57	7.81	0.71	566.0
28 Haziran 2007 - 11:39	8.43	0.89	11.56	1.17	412.7
17 Haziran 2009 - 11:34	6.73	0.64	8.87	0.74	643.5
6 Temmuz 2010 - 11:37	6.07	0.30	7.52	0.37	909.5
9 Temmuz 2011 - 11:34	6.28	0.65	8.24	0.78	896.8
30 Temmuz 2013 - 11:47	7.66	0.67	10.83	0.81	714.8
1 Temmuz 2014 - 11:45	7.02	0.67	7.02	0.76	731.5

*Görüntü tarihine kadar su yılı içerisinde (1 Ekim'den sonra) gerçekleşen toplam yağış miktarıdır.

Uydu Görüntülerinden Elde Edilen Bulgular

Kullanılan uydu görüntülerinin ait olduğu dönemler, yıllara göre farklılık göstermektedir ve 11 Haziran ile 30 Temmuz aralığında değişim göstermektedir. Bu tarihler Karacabey Ovası'nda vejetasyonun yoğun olduğu dönemin bir bölümüdür. Her bir görüntünün ait olduğu su yılı (başlangıcı 1 Ekim) dikkate alındığında en düşük yağış 28 Haziran 2007 (412.7 mm) öncesinde gerçekleşmiştir. 3 Temmuz 2003 ve 11 Temmuz 2006 tarihi öncesinde gerçekleşen yağış miktarı da genel olarak ortalamadan daha düşüktür. 6 Temmuz 2010 ve 9 Temmuz 2011 tarihleri öncesinde gerçekleşen yağış miktarları olan sırasıyla 909.5 mm ve 896.8 mm, genel ortalamanın üzerindedir. Bilindiği gibi gerçekleşen bu yağış miktarları sadece bitki su ihtiyacının doğrudan karşılanması bakımından değil aynı zamanda sulama şebekesinin su varlığı bakımından da önem teşkil etmektedir.

Vejetasyona İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında elde edilen NDVI haritaları Şekil 2'de verilmiştir. NDVI haritaları -1.0 ile 1.0 arasında değişmektedir. Çalışma alanında bitki örtüsünden yoksun alanlar için düşük olan NDVI değerleri tarım arazilerinde yaklaşık olarak 0.05 - 0.75

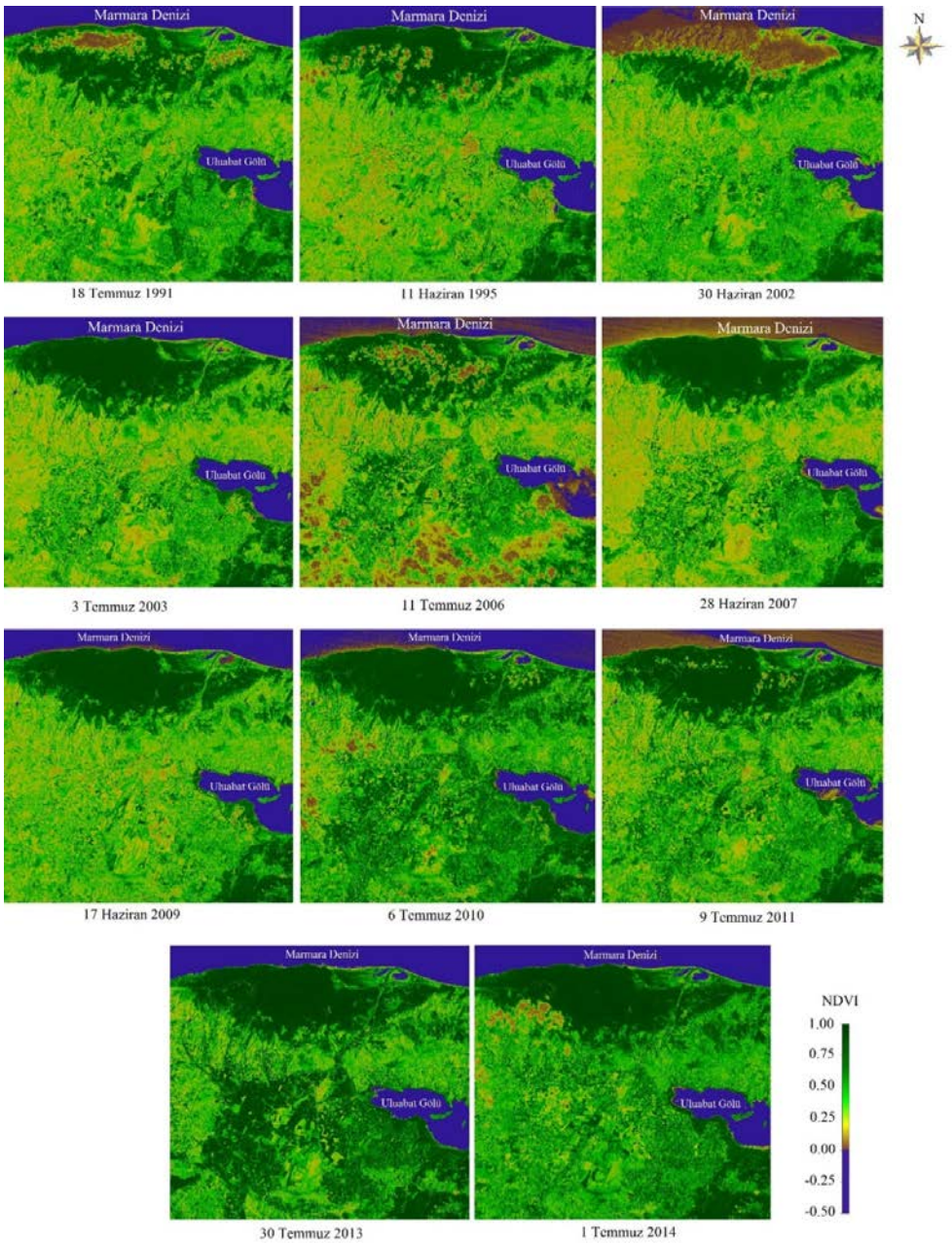
arasında değişim göstermektedir. NDVI haritalarına göre, ortalama olarak 30 Temmuz 2013 tarihinde vejetasyon seviyesi en yüksek iken 28 Haziran 2007 tarihinde vejetasyon seviyesi en dūşüktür. Birbirine yakın miktarlarda yağış gerçekleşen yıllar dikkate alındığında, sulama şebekesinin yeni olduğu ve DSİ tarafından işletildiği 1991 yılında genel vejetasyon, 1995 yılından daha yüksektir ve 2002 yılında, sulama şebekesinin devri Karacabey ovasında daha güçlü bir vejetasyonun oluşmasına katkı sağlamıştır. Bu kapsamda 2013 ve 2014 yılları da değerlendirilebilir ve özellikle 30 Temmuz 2013 tarihinde vejetasyon seviyesi oldukça güçlüdür. Bu duruma görüntünün birçok bitkinin vejetasyon olarak en üst düzeyde olduğu Temmuz ayının son tarihine ait olması da etkilidir. Ancak 1 Temmuz 2014 tarihli görüntüde vejetasyon seviyesinin güçlü olması son yıllarda Karacabey ovasında daha yoğun bir tarımsal üretim yapıldığını göstermektedir. Sulama yönetimi üzerine daha güçlü yorum yapabilmek için evapotranspirasyon haritalarının incelenmesi gerekmektedir.

Evapotranspirasyon Bulguları

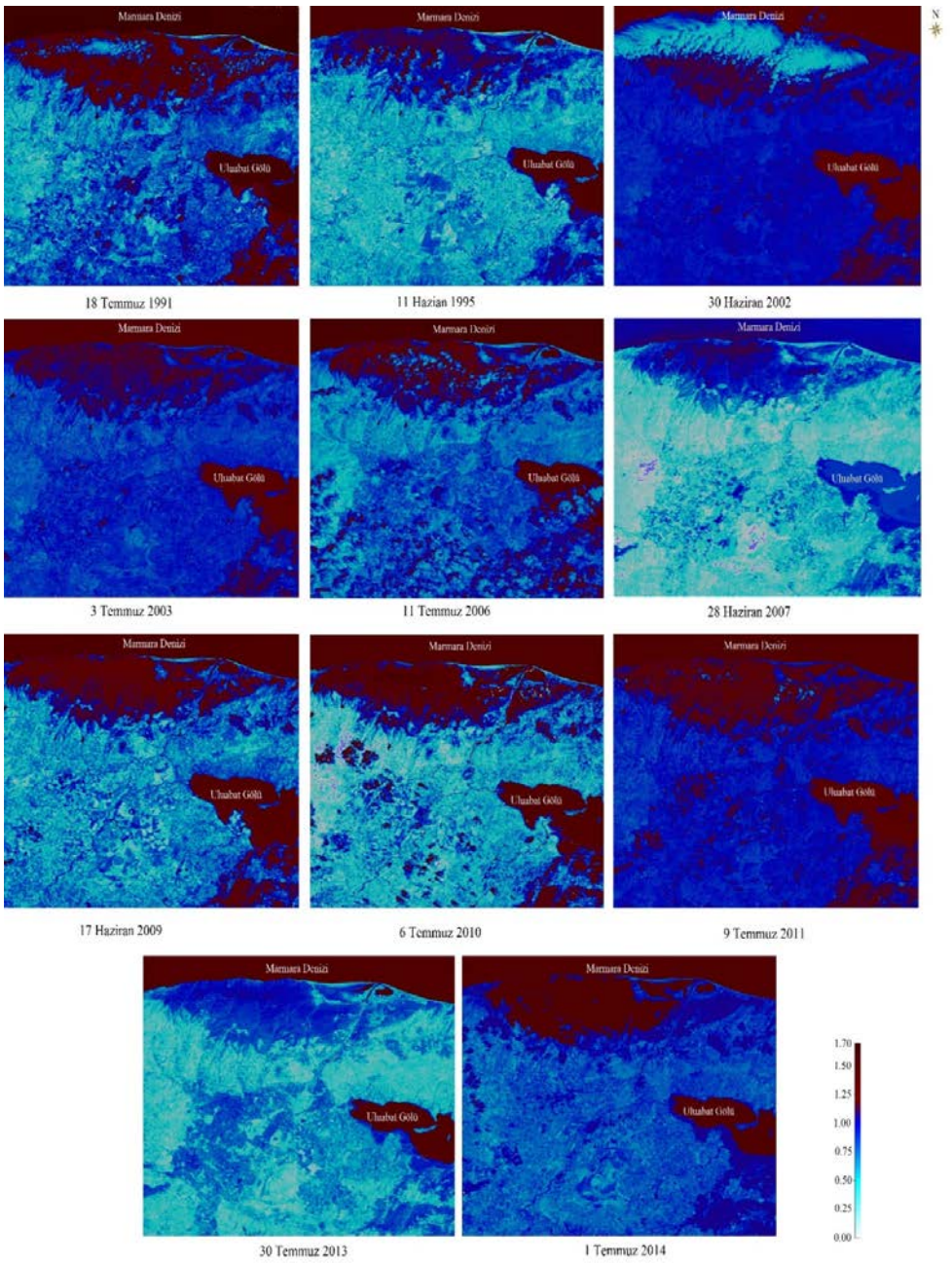
Gerçek bitki su tüketimi ile ETr arasındaki oranı temsil eden ETrF değerleri harita olarak Şekil 3’de verilmiştir. Açık su yüzeyleri ve ormanlık alanlar bu çalışmada değerlendirme dışında kalmıştır, bu nedenle yaklaşık 1.25’in üzerindeki ETrF değerleri olan alanlar göz ardı edilmiştir. Ayrıca ETrF üzerinde Çizelge 3’de verilen günlük ve saatlik ETr değerleri de oldukça etkilidir. Genel olarak tarım arazilerinde ETrF değerleri 0.60 ile 0.85 arasında değişim göstermektedir. 2007 yılına ait görüntüde ETrF değerleri en düşük seviyededir ve 28 Haziran 2007 tarihinde ETr, incelenen görüntü tarihleri içerisinde en yüksek seviyededir (11.56 mm/gün). Diğer yandan 11 Haziran 1995 tarihi için hesaplanan ETrF değerleri de oldukça dūşüktür (ETr=5.99 mm/gün). En yüksek ETrF değerleri 9 Temmuz 2011 tarihi için tespit edilmiştir.

Çalışmada METRIC modelinin en önemli çıktılarından biri olan günlük ET haritaları Şekil 4’de verilmiştir. Yukarıda verilen NDVI ve ETrF haritaları ile uyumlu bir biçimde en düşük ET değerleri 28 Haziran 2007 tarihlerinde tespit edilmiştir. 1995 tarihli uydu görüntüsüne nazaran 2002 ve 2003 tarihli görüntülerde beliren daha yüksek ET değerleri, 1996 yılında gerçekleşen sulama şebekesinin devri sonrasında daha etkili bir su yönetiminin gerçekleştiğini göstermektedir. ET ve dolayısıyla su kullanımında 2002 ve 2003 yılındaki bu olumlu eğilim 2006 ve 2007 yılı için geçerli değildir. Bunun temel nedeni bu yıllarda yaşanan kuraklıktır. Diğer uydu görüntülerine ilişkin ETrF ve ET haritaları incelendiğinde bölgede tarım alanlarında en yüksek gerçek ET değerinin yaklaşık olarak 10.0 mm düzeyinde olduğu görülmektedir. Buna göre 2010, 2013 ve 2014 yıllarına ilişkin NDVI, ETr ve ETrF haritaları bir arada değerlendirildiğinde, uydu görüntülerinin ait olduğu gün itibarı ile ova genelinde su yönetiminin beklenen seviyede iyi olmadığı değerlendirilebilir.

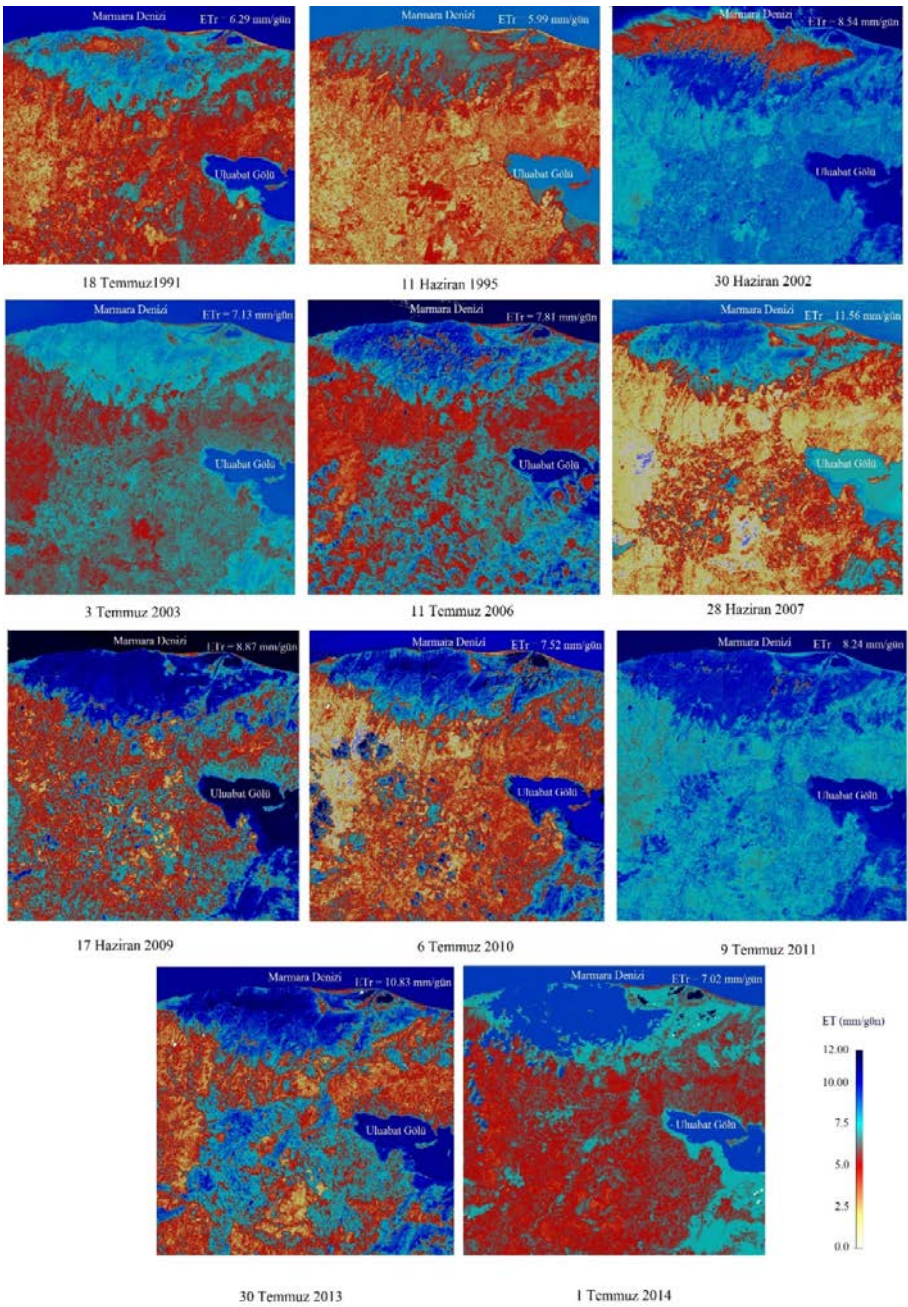
Sonuç olarak, bu çalışmada Landsat serisi uydu görüntüleri ile Karacabey Ovası’nın vejetasyon durumu ve su kullanma durumu tahmin edilmiştir. İşlenen uydu görüntülerinin daha detayı bir şekilde yorumlanabilmesi ancak eş zamanlı ve detaylı yer çalışmalarının yapılması ile mümkün olmaktadır. Bu çalışma kapsamında yer alan veri ve bilgilere göre, Landsat serisi uydu görüntülerinin enerji dengesi tabanlı yöntemlerle işlenmesi, vejetasyon ve su kullanımına ilişkin önemli bilgiler sunmakta ve tarımsal yönetim ve sulama suyu yönetimi bakımından büyük bir potansiyele sahiptir.



Şekil 2. Çalışma alanına ait NDVI haritaları



Şekil 3. Karacabey Ovası için elde edilen ETRf haritaları



Şekil 4. Uzaktan algılama ile tahmin edilen günlük ET haritaları

Kaynaklar

- Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes and M. Smith. 1998. Crop Evapotranspiration, FAO Irrigation and Drainage Paper. No. 56.
- Allen, R.G., M. Tasumi, A. Morse and R. Trezza. 2005. A Landsat-based energy balance and evapotranspiration model in Western US water rights regulation and planning. *Irrig. Drain. Syst.* 19. 251-268.
- Allen, R.G., M. Tasumi and R. Trezza. 2007a. Satellite-based energy balance for mapping evapotranspiration with internalized calibration (METRIC)-Model. *J. Irrig. Drain. Eng.* 133(4). 380-394.
- Allen, R.G., J.L. Wright, W.O. Pruitt, L.S. Pereira and M.E. Jensen. 2007b. Water requirements. In: Hoffman, G.J., R.G. Evans, M.E. Jensen, D.L. Martin and R.L. Elliot, (Eds.). *Design and Operation of Farm Irrigation Systems*. Second Ed. ASABE. St. Joseph, MI, USA, pp. 208-288.
- Allen, R.G., I.A. Walter, R. Elliott, T. Howell, D. Itenfisu and M. Jensen. 2005. The ASCE Standardized Reference Evapotranspiration Equation. Environmental and Water Resources Institute of the American Society of Civil Engineers January, Final Report.
- Anderson, M.C., J.M. Norman, J.R. Mecikalski, J.A. Otkin and W. P. Kustas. 2007. A climatological study of evapotranspiration and moisture stress across the continental United States based on thermal remote sensing: 1. Model formulation. *J. Geophys. Res.* 112. D10117.
- Anonim 2015. www.dsi.gov.tr
- Anonymous 2015. <https://landsat.usgs.gov/>
- ASCE-EWRI. 2005. The ASCE Standardized reference evapotranspiration equation. ASCE-EWRI Standardization of Reference Evapotranspiration Task Comm.
- Bastiaanssen, W.G.M. and M.G. Bos. 1999. Irrigation performance indicators based on remotely sensed data: a review of literature. *Irrig. Drain. Syst.* 13. 291-311.
- Bastiaanssen, W.G.M. and K.M.P.S. Bandara. 2001. Evaporative depletion assessments for irrigated watersheds in Sri Lanka. *Irrig. Sci.* 21. 1-15.
- Bastiaanssen, W.G.M., M. Menenti, R.A. Feddes, A.A.M. Holtslag. 1998a. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL). 1. Formulation. *J. Hydrol.* 212-213. 198-212.
- Bastiaanssen, W. G. M., H. Pelgrum, J. Wang, Y. Ma, J.F. Moreno, G.J. Roerink and T. van der Wal. 1998b. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL). 2. Validation. *J. Hydrol.* 212-213. 213-229.
- Droogers, P., W.W. Immerzeel and I.J. Lorite. 2010. Estimating actual irrigation application by remotely sensed evapotranspiration observations. *Agric. Water Manage.* 97. 1351-1359.
- Gowda, P.H., J.L. Chávez, P.D. Colaizzi, S.R. Evett, T.A. Howell and J.A. Tolck. 2008. ET Mapping for agricultural water management: present status and challenges. *Irrig. Sci.* 26(3). 223-237.
- Kjaersgaard, J.H., R.G. Allen, M. Garcia, W. Kramber and R. Trezza. 2009. Automated Selection of Anchor Pixels for Landsat based Evapotranspiration Estimation, World Environmental and Water Resources Congress: Great Rivers ASCE, 4400-4410.
- Norman, J. M., W.P. Kustas, J.H. Prueger and G. R. Diak. 2000. Surface flux estimation using radiometric temperature: A dual-temperature-difference method to minimize measurement errors. *Water Resour. Res.* 36(8). 2263-2274.
- Polhamusa, A., J.B. Fishera and K.P. Tu. 2013. What controls the error structure in evapotranspiration models? *Agric. Forest Meteorol.* 169. 12-24.

- Su, Z. 2002. The Surface Energy Balance System (SEBS) for estimation of turbulent heat fluxes SEBS-The Surface Energy Balance. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 6(1). 85-100.
- Tasumi, M., R.G. Allen and R. Trezza. 2008. At-Surface Reflectance and Albedo from Satellite for Operational Calculation of Land Surface Energy Balance. *J. Hydrol. Eng.* 13(2): 51-63.
- Wu, B., N. Yan, J. Xiong, W.G.M. Bastiaanssen, W. Zhu and A. Stein. 2012. Validation of ETWatch using field measurements at diverse landscapes: A case study in Hai Basin of China. *J. Hydrol.* 436-437. 67-80.



Landsat Uydu Görüntülerinden NDVI Değer Dağılımının Parsel Bazlı Değerlendirilmesi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çiftlik Arazisi Örneği^a

Kemal Sulhi GÜNDOĞDU^{1*}, Benjamin B. BANTCHINA²

¹Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Bölümü, Bursa, Türkiye,

²Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği, Bursa, Türkiye,

*Sorumlu yazar ORCID: 0000-0002-5591-4788

e-posta (Corresponding author e-mail): kemalg@uludag.edu.tr

Yazar(lar) ORCID:0000-0002-2593-426X

e-posta (Author-s e-mail):bennytcher@yahoo.fr

Geliş Tarihi (Received): 06.04.2018; Kabul Tarihi (Accepted): 17.04.2018

Öz: Uzaktan algılama, çoğu zaman karar verme ve doğal kaynak gelişiminin izlenmesi alanlarında ekonomik çözümler sunan güvenilir bir yöntemdir. Yüksek mekansal çözünürlüklere sahip uydular sayesinde, bitki örtüsünün mevsimsel ve yıllık değişimlerinin takip edilmesi ve belirlenmesi mümkündür. Uydu görüntüsündeki çeşitli bantlarda bulunan yansıma değerleri kullanılarak, biyomas, aktif fotosentetik radyasyon gibi bazı biyofiziksel parametreleri tahmin etmek için, bitki indeksleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi çiftlik arazisini kapsayan 2013-2017 yılları arasındaki 29 Landsat uydu görüntüsünden yararlanılarak, bitki örtüsü indeksi NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) değerlerinin dağılımının parsel bazlı değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Parsellerdeki NDVI değerlerinin konumsal dağılımını belirlemek için NDVI haritaları oluşturulmuştur. Ayrıca parsellerde ekili buğday, mısır, ayçiçeği ve yonca ürünlerinin verimleri ile NDVI değerleri arasında istatistiksel bir ilişkinin olup olmadığı araştırılmıştır. Çalışma sonunda, Ziraat Fakültesi arazisindeki parsellerin nispeten küçük olmasına bağlı olarak, parsel sınırından uzaklaştıkça NDVI değerlerinin değiştiği gözlenmiştir. Ayrıca parsellerde elde edilen NDVI değerlerinin normal dağılıma uymasına karşın, minimum ve maksimum değerleri arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitki örtüsü, Landsat uydu, NDVI, uzaktan algılama.

^a Gündoğdu, K.S. ve Bantchina, B.B. 2018. Landsat Uydu Görüntülerinden NDVI Değer Dağılımının Parsel Bazlı Değerlendirilmesi, *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çiftlik Arazisi Örneği*. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32 (2), 45-53.

Parcel Based Evaluation of NDVI Values Distribution from Landsat Satellite Images, A case study of Uludağ University, Faculty of Agriculture Farm

Abstract: Remote sensing is often a reliable method of providing economic solutions in areas of decision-making and natural resource development monitoring. It is possible to monitor and determine the seasonal and annual changes of the vegetation cover courtesy of satellites with high spatial resolutions. Vegetation Index is widely used to estimate some biophysical parameters, such as biomass, active photosynthetic radiation, using reflection values from various bands in the satellite image. This study was aimed to evaluate the vegetation cover index NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) values by using 29 images of Landsat satellite that cover the farm land of Uludağ University Faculty of Agriculture between 2013-2017. NDVI maps were created to determine the positional distribution of NDVI values in the parcels. In addition, wheat, corn, sunflower and alfalfa yields in parcels and NDVI values were investigated statistically. At the end of the study, it was observed that the NDVI values changed as they moved away from the parcel boundary due to the relatively small parcels in the area of study. In addition, despite the normal distribution of the NDVI values obtained in the parcels, significant differences were observed between the minimum and maximum values.

Keywords: Vegetation cover, Landsat satellite, NDVI, remote sensing.

Giriş

Geniş alanlar üzerinde gerçekleştirilen çalışmalarda, uzaktan algılama tekniklerin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Uzaktan algılama ile karar destek çalışmaları, sürdürülebilir tarım ve çevre, doğal kaynakların korunması ve geleceğe dönük planlamalar, konumsal analizler kolaylıkla yapılabilmektedir. Bitki örtüsünün belirlenmesi, verimlerin tahmini, bitki gelişiminin takip edilmesi uzaktan algılama teknolojileri ile uygulanabilir hale gelmiştir. Bu bağlamda, günümüzde uydu görüntülerinin kullanımı sayesinde pek çok araştırma çalışmaları yapılmaktadır.

Akkartal ve ark. (2005), çok zamanlı uydu görüntüleri ile bitki örtüsü değişim analizi üzerine yaptıkları çalışmada, Trakya bölgesindeki Kırklareli ili Lüleburgaz ilçesi ve çevresindeki bitki örtüsü değişimini, üç zamanlı Landsat TM ve SPOT XS görüntüsü ile analiz etmişlerdir. (Domaç ve ark. 2004) Antalya'da tür seviyesinde sınıflandırmanın bitki indeksleri ve temel bileşenler analizi yardımıyla geliştirebilme olanaklarını araştırmışlardır. Araştırmada LANDSAT uydusunun görünür ve kızılötesi bant görüntüleri kullanılarak iki ayrı bitki indeksi seti oluşturulmuştur. Birinci set NDVI, GVI, Greenness, IPVI, TVI bitki indekslerinden, ikinci set toprak tipinin yansımaya etkilerini minimize eden SAVI, MSAVI1, MSAVI2 indekslerinden oluşmuştur. Bitki indeksleri ve orijinal bantlardan elde edilen temel bileşen bantları üzerinden yapılan sınıflandırma ise %77 doğruluk oranına ulaşılmıştır. Bu kolay ve hızlı yöntem ile sınıflandırma doğruluğunun önemli ölçüde artırılabilceği sonucuna ulaşılmıştır. Karakaş (2004), uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi (CBS) tekniklerini kullanarak toprak özellikleri ile pamuk verimi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacı ile yaptığı çalışmada Şanlıurfa ili Harran Ovası kapsamındaki 18 sulama birliğinin kapladığı alanı seçmiştir. Ovanın farklı alanlarından alınan verim değerleri, CBS ortamında NDVI haritası ile ilişkilendirilmiştir. Bu ilişki doğrultusunda, ovada dört farklı düzeyde verimliliğe sahip pamuk verim haritası oluşturulmuştur. Karabulut (2002), uzaktan

algılama yöntemleri ile elde edilen verileri kullanarak vejetasyonun yıl içerisindeki değişiminin izlenmesi ve incelenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, 15 günlük periyotlar halinde hazırlanan NOAA-AVHRR uydusuna ait verileri kullanarak doğal bitki örtüsü ile yağış koşulları arasındaki ilişkileri incelemiştir. Sonuçlar yağış koşulları ile bitki örtüsü arasındaki ilişkilerin Normalleştirilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI) yoluyla tespit edilebileceğini ortaya koymuştur. Şenkal (1998), Çukurova Bölgesinin, bitki örtüsünü, NOAA-14 AVHRR verilerini kullanarak ve bitki indeksi NDVI metodu ile belirtmeye çalışmıştır. Bölgede, coğrafi ve mevsim koşulları göz önüne alınarak 6 tip genel örtü sınıfı saptanmıştır ve 1997 yılına ait aylık görüntülerin NDVI değerleri işlenerek, en yüksek NDVI değerlerinin ilkbahar ayına denk düşen Mayıs ayında olduğu, Temmuz, Eylül ve Ekim aylarının bu aya göre düşük olduğu sonucuna varmıştır. (Shimabukuro ve ark. 1996), AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer)'dan bitki örtüsünü incelemek istemişlerdir. Bitki örtüsü kesir bileşen değerlerinin NDVI değerleri ile güçlü bir şekilde ilişkilendiğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca, parça görüntülerinin mevcut Landsat TM görüntülerinden alınan Sao Paulo eyaleti küresel bitki örtüsü haritası ile iyi bir uyum gösterdiği gözlemlenmiştir. Görüleceği gibi, çok sayıda araştırmacı toprak bitki örtüsünün belirlenmesi, verimin bitki örtü indeksleri ile ilişkilendirilmesi konusunda çalışmalar yapmışlardır.

Bu çalışma ile Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi çiftlik arazisini kapsayan 2013-2017 yılları arasında 29 uydu görüntüsünden NDVI değerleri hesaplanmıştır. NDVI değerleri parsel bazında hesaplanmıştır. Parsellerdeki NDVI değerlerinin konumsal dağılımını belirlemek için NDVI haritaları oluşturulmuştur. Ayrıca parsellerde ekili buğday, mısır, ayçiçeği ve yonca ürünlerinin verimleri ile NDVI değerleri arasında istatistiksel bir ilişkinin olup olmadığı araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu araştırma kapsamında, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çiftliği arazilerini kapsayan Landsat-8 OLI uydu görüntüleri kullanılmıştır. Kullanılan görüntüler, 2013-2017 yıllarında çekilmiş görüntülerdir (**Çizelge 1.**). Bu yıllar arasında, çiftlik arazisinde buğday (Pehlivan, Golia ve Tahirova çeşitleri), ayçiçeği (Oliva, İnegöl Alası çeşitleri), mısır (Sincero, Hido çeşitleri) ve yonca (MA 225 çeşidi) yetiştiriciliği yapılmıştır. Görüntülerin işlenmesi ve bazı analizlerin yapılabilmesi için ArcMAP 10.2 Coğrafi Bilgi Sistemi (Esri, Redlands, USA) programı kullanılmıştır. NDVI değerlerinin hesaplanması için Python ver 2.7 programlama dili ile hazırladığımız yazılım kullanılmıştır.

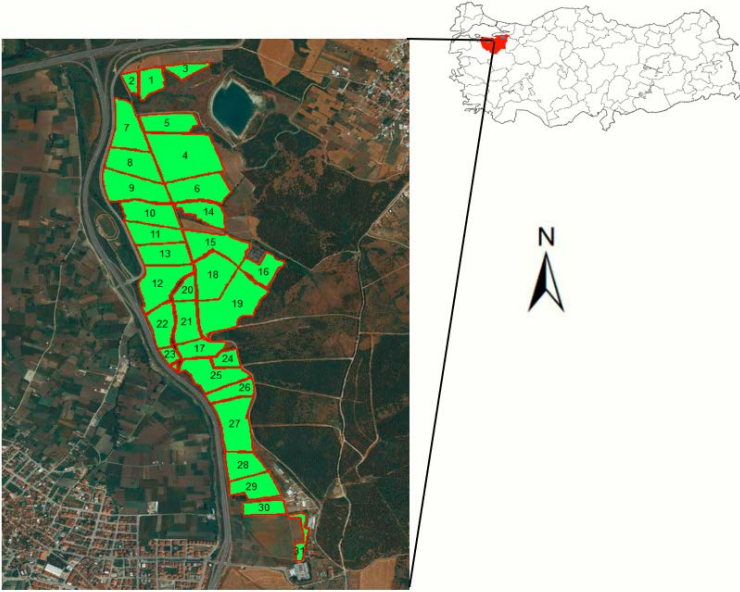
Çizelge 1. Çalışmada kullanılan uydu görüntülerinin tarihleri

2013 Yılı	2014 Yılı	2015 Yılı	2016 Yılı	2017 Yılı
27/05/2013	22/01/2014	09/01/2015	01/04/2016	07/06/2017
14/07/2013	15/06/2014	17/05/2015	17/04/2016	23/06/2017
30/07/2013	01/07/2014	20/07/2015	04/06/2016	09/07/2017
15/08/2013	21/10/2014	06/09/2015	06/07/2016	25/07/2017
19/11/2013	24/12/2014	27/12/2015	22/07/2016	26/08/2017
05/12/2013			07/08/2016	11/09/2017
21/12/2013				

Fakülte çiftliğinde, genel olarak buğday ekimi Ekim ayında, hasadı ise Temmuz ayına doğru gerçekleştirilmektedir. Ayçiçeği ekim tarihi Mart-Nisan-Mayıs aylar arasında, hasat tarihi ise Eylül ayındadır. Silajlık mısır ekimi Mayıs ayında, hasat zamanı Eylül ayındadır. Yonca ekim tarihi Mart-Nisan aylar arasında, biçim tarihleri Mayıs-Ekim ayları arasında değişmektedir. Çalışmanın materyalini oluşturan parseller **Şekil 1.**'de verilmiş, parsel alanları ise **Çizelge 2.**'de verilmiştir.

Çizelge 2. Çalışmadaki parsellerin alanları

Parsel No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Parsel Alanı, da	28	15	17	116	44	60	54	53	64	49	41	62	44	42	61	36
Parsel No	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Parsel Alanı, da	29	61	102	18	39	37	9	16	65	29	69	37	43	34	14	



Şekil 1. Çalışma alanını oluşturan parsellerin konumu

Yöntem

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çiftliğindeki parseller WGS_1984_UTM_Zone_35N projeksiyon sistemine göre ArcGIS ortamında sayısallaştırılmıştır. Elde edilen sayısallaştırılmış parseller için öznetelik tablosu oluşturularak, parsel bilgileri öznetelik tablosuna girilmiştir.

Landsat-8 OLI uydu görüntülerinin 4. Bandı kırmızı (RED) ve 5. Bandı yakın kızıl ötesi (NIR) yansımaları içermektedir. Landsat görüntüleri 30 m x 30 m çözünürlükte veriler içerdiğinden, oluşan NDVI dosyası da aynı çözünürlüğe sahiptir. NDVI değerini hesaplamak için aşağıdaki formülü kullanılmıştır.

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

Burada, NIR ışık spektrumunun yakın kızılötesi dalga boyunu (0.851 – 0.879 μm), RED ise kırmızı bölge dalga boyunu (0.636 – 0.673 μm), NDVI (birimsiz) ise vejetasyon indeks değerini temsil etmektedir (Anonim, 2018a). NDVI değerleri teorik olarak (-1) ile (+1) arasında değişmektedir. Yeşil bitki örtüsünün fazla olduğu alanlarda indeks değeri +1'e doğru yaklaşırken, bulutlar, su ve kar düşük (eksi) NDVI indeks değerlerine sahiptir. Çıplak toprak ve zayıf bitki örtüsü durumunda ise sıfıra yakın NDVI değeri gösterir (Hatfield ve ark. 1985). NDVI hesaplamalarının yapılması için, Python programlama dili ile yazılan program kullanılmıştır. Sayısallaştırılan parsel dosyası, her uydu görüntüsü için, aynı harita sınırları (mapextent) değerine sahip olacak şekilde raster dosyaya dönüştürülmüştür. Hesaplanan NDVI değerleri ile raster parsel haritası karşılaştırılarak her parseli oluşturan piksellerin koordinatları ve NDVI değerleri bir dosyaya aktarılmıştır. Değerlendirme ve analizler, oluşturulan bu dosyadaki veriler üzerinden yapılmıştır. Ancak, her parseli oluşturan 30 m x 30 m boyutlarında çok sayıda piksel bulunduğundan, değerlendirmede kolaylık sağlaması açısından, her parseldeki NDVI değerlerinin minimum, ortalama, maksimum, kartil %25, kartil %75 ve NDVI değişim aralığı ile çarpıklık değerleri hesaplanmıştır.

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

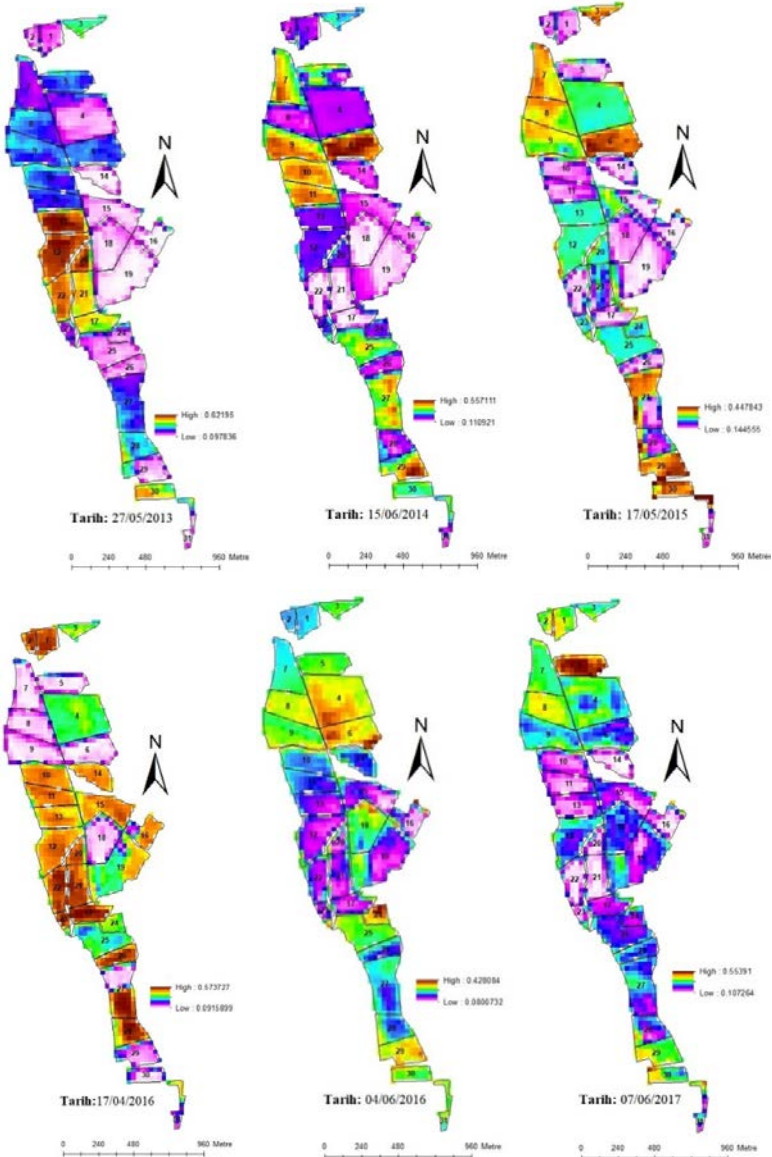
Çalışmada kullanılan Landsat-8 OLI uydu görüntülerinden 30 m x 30 m aralıklar ile hesaplanan NDVI değerlerinin merkez konumları **Şekil 2.**'de verilmiştir. Haritada görülen her konum için, NDVI değerleri hesaplanmış ve ArcMAP ortamında her noktanın konumuna ait NDVI değeri öznitelik tablosuna eklenmiştir.



Şekil 2. 30 m x 30 m aralıklarla hesaplanan NDVI değerlerinin konumları

Çizelge 1.'de görüleceği gibi, 29 adet uydu görüntüsü için hesaplama yapılmıştır. Çiftlik arazisini kapsayan 22787 adet 30 m x 30 m boyutunda piksel bulunmaktadır. Sonuçta parsellerin büyüklüğüne bağlı olarak çok sayıda NDVI değeri elde edilmiştir. Sözü edilen yıllarda, genelde tüm ürünlerin arazide olduğu aylar Nisan-Mayıs-Haziran aylarıdır.

Bu nedenle, elde edilen NDVI haritalarından sadece bu aylara denk gelenler burada verilmiştir (**Şekil 3**). Uydu görüntülerinin kalitesi, atmosferik koşullar ile doğrudan bağlantılıdır. Örneğin bulutluluğun fazla olması elde edilen görüntünün kullanılamamasına neden olmaktadır. Bu nedenle birbirini takip eden yıllarda, aynı aya ait uygun görüntü bulunmayabilmektedir. **Çizelge 1.**'de de görüleceği gibi 2014, 2016 ve 2017 yılları için Mayıs aylarına ait uygun görüntü elde edilememiştir. Bu nedenle, bir ay önceki ya da sonraki görüntüler için hesaplama yapılabilmektedir.



Şekil 3. Farklı tarihlerdeki uydu görüntülerinden hesaplanan NDVI değerleri haritası

Şekil 3.'de verilen 6 haritada, NDVI değerlerinin parsel içerisindeki değişimine dikkat edilirse, homojen bir dağılımın olmadığı görülecektir. Bu durum, parsellerdeki bitkilerin homojen bir büyümeye sahip olmadığını göstermektedir. Özellikle parsel sınırları ile sınırdan uzaklaştıkça NDVI değerlerin de farklılıklar gözlenmektedir. Bu durum, doğal olarak parsel sınırlarındaki tarımsal işlemlerin tam olarak yapılamamasından kaynaklanabilir. Tarım alet ve makineleri parsel sınırında belli bir alanı işleyememektedir. **Çizelge 3**'te de görüleceği gibi her parselde elde edilen NDVI değerlerinin veri aralığı fazla çıkmıştır. Bu durum konuma bağlı gübreleme işleminin yapılmadığından da kaynaklanabilir. Çarpıklık değerlerine bakıldığında, Anonim (2018c) de belirtildiği gibi çarpıklığın -1 ile +1 değerleri arasında olması veya bu değerlere yaklaşması verinin normal dağılıma uyduğunu göstermektedir. Tüm uydu görüntülerinden elde edilen veriler incelendiğinde, çok az sayıda verinin normal dağılıma uymadığı genelde normal dağılıma uyumun söz konusu olduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 3. 15/06/2014 tarihli uydu görüntüsü için NDVI ve parsel bilgileri

Parsel No	Ürün Adı	Çeşit Adı	Verim	NDVI							
				Minimum	Kartil%25	Ortanca	Kartil%75	Maksimum	Veri Aralığı	Çarpıklık	Ortalama
1	Buğday	Pehlivan	345	0.19851	0.2358	0.32753	0.36722	0.43056	0.23205	-0.13223	0.30842
2	Buğday	Pehlivan	345	0.20004	0.2262	0.32647	0.37592	0.42649	0.22644	-0.20122	0.31229
3	Buğday	Pehlivan	345	0.18182	0.2495	0.28379	0.32794	0.36945	0.18763	-0.15981	0.28928
4	Yonca	MA 225	857	0.15645	0.19609	0.20208	0.41156	0.55711	0.40066	0.91767	0.2932
5	Ayçiçeği	Oliva	175	0.18847	0.19713	0.2336	0.26971	0.40455	0.21608	1.01488	0.25235
6	Ayçiçeği	Oliva	175	0.15634	0.18572	0.40464	0.49767	0.55669	0.40034	-0.08999	0.35544
9	Ayçiçeği	Oliva	175	0.21223	0.33358	0.45173	0.49032	0.51441	0.30219	-0.84576	0.41743
10	Ayçiçeği	Oliva	175	0.23219	0.40938	0.45226	0.48634	0.51003	0.27784	-1.10666	0.42408
12	Yonca	MA 225	857	0.1132	0.20931	0.22196	0.24882	0.3572	0.244	0.08423	0.2257
15	Buğday	Pehlivan	448	0.11772	0.14377	0.18245	0.20992	0.27121	0.1535	0.05634	0.17871
16	Buğday	Pehlivan	448	0.12126	0.13331	0.152	0.18547	0.30767	0.18641	1.81827	0.16512
17	Mısır	Hido	5266	0.12879	0.28488	0.34318	0.36821	0.41654	0.28775	-1.09848	0.31977
18	Buğday	Golia	567	0.11355	0.12128	0.14632	0.1822	0.24915	0.13561	0.5977	0.1566
19	Buğday	Golia	567	0.11647	0.1288	0.16347	0.22204	0.45697	0.3405	1.44973	0.19027
20	Yonca	MA 225	857	0.11659	0.14011	0.18405	0.20809	0.24714	0.13055	0.02104	0.17584
21	Mısır	Hido	5266	0.11543	0.12123	0.13812	0.21456	0.30572	0.19029	0.99427	0.16994
22	Mısır	Hido	5266	0.12087	0.12412	0.16934	0.22121	0.30026	0.17939	0.68428	0.17864
23	Mısır	Hido	5266	0.14562	0.19133	0.22845	0.25448	0.28799	0.14237	-0.31667	0.22281
25	Yonca	MA 225	857	0.16465	0.20204	0.27098	0.32742	0.4264	0.26175	0.27662	0.26904
26	Buğday	Pehlivan	520	0.14564	0.25774	0.36368	0.44711	0.4968	0.35116	-0.26957	0.3469
27	Ayçiçeği	Oliva	175	0.15068	0.21599	0.32989	0.39433	0.49229	0.34162	-0.08728	0.31303
30	Ayçiçeği	Oliva	175	0.15164	0.19819	0.22137	0.26767	0.39148	0.23983	0.94397	0.24185
31	Buğday	Pehlivan	567	0.0689	0.15115	0.17828	0.21723	0.31635	0.24745	0.33248	0.18425

Tüm görüntülerden elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda, beklendiği gibi uydu görüntülerinin alınma zamanı ile NDVI değerleri arasında $p < 0,01$ önem düzeyinde ilişkinin anlamlı olduğu bulunmuştur. Bunun yanında, aynı oranda önemli ilişki parsel alanları ile verim arasında da elde edilmiştir. Yani parsel alanları arttıkça verimde artma eğilimi gözlenmiştir. Aynı düzeyde önemli ilişki, ekilen ürün ile NDVI değerleri arasında elde edilmiştir. Ancak beklenenin aksine, verim ile NDVI değerleri arasında ilişki önemsiz çıkmıştır. Bu durum, kullanılan uydu görüntüsünü çözünürlüğünün düşük olması (30 m x 30 m), parsel alanlarını oldukça küçük olması, hassas tarım teknolojilerinin kullanılmaması gibi nedenlerden kaynaklanıyor olabilir. Kayahan (2013) yaptığı çalışmada, çok bantlı kamera ile havadan görüntü almış, bu görüntülerden NDVI değerleri hesaplanmıştır. NDVI değerleri ile verim değerlerini karşılaştırılmıştır. En yüksek ilişkiyi $R^2 = 0,945$ olarak çiçeklenme döneminde elde edilen görüntüler ile verim arasında bulunmuştur. (Pinter ve ark. 1981), buğday ve arpa bitkilerine ait spektral yansımalarının gelişme dönemleri boyunca zamana bağlı değişimlerini belirlemek ve bu değişken değerlerin kullanılmasıyla hesaplanan bitki indeksi değerlerinden yararlanarak, verim tahminlerinin yapılabilirliğini araştırmışlardır. Çalışmada, dane olum periyoduna kadar geçen gelişim süresinde iki buğday ve iki arpa çeşidinin spektral yansıma değerlerinden hesap edilmiş bitki indeksi değerleri ile verim arasında yüksek ilişki bulunduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, geliştirdikleri bu model ile, farklı su stresi koşullarında yetişen buğday ve arpa bitkilerindeki verim değişiminin belirlenmesinde de %88’lik bir doğruluğa ulaştığını belirtmişlerdir.

Şekil 3’de görüldüğü gibi Nisan, Mayıs ve Haziran aylarındaki görüntülerdeki NDVI değerlerinin oldukça fazla değiştiği gözlenmektedir. Bu durum bitki büyüme, yetiştirme evreleri dikkate alındığında normal bir durumdur. Bu nedenle, bir zaman serisi aralığında yürütülecek çalışmalarda, birbirini takip eden yıllarda aynı aylara ait uydu görüntülerinin bulunması oldukça önemli olmaktadır. Bulutluluk durumu ve uydunun aynı bölgeyi görüntüleme aralığı (Landsat 8’de 16 günde bir) uygun görüntünün bulunması da önemli faktörlerdir. Şekil 3’de en yüksek NDVI değerlerine sahip görüntü, 17/04/2016 tarihinde alınan görüntüdür. Bu tarihte, 1, 2, 3, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 26, 27 ve 30 nolu parsellerde buğday bulunmaktadır. 4, 5, 8 ve 25 nolu parsellerde yonca bulunmaktadır. Nisan ayında NDVI değerlerinin yüksek olması, bu ayda vejetatif aksamın fazla olduğunu göstermektedir.

Şekil 3’deki mayıs ayına ait haritalar içerisinde, 04/06/2016 tarihli uydu görüntüsünde, maksimum NDVI değerleri diğer 2 haritaya göre, daha düşük olarak elde edilmiştir. Bu durum, yıllar arasındaki iklim koşullarındaki değişimden kaynaklanabilecektir. Marmara bölgesinde, yıllık yağış toplamı 2013-2017 yılları arasında sırasıyla, 630 mm, 820 mm, 625 mm, 628 mm ve 665 mm olarak elde edilmiştir (Anonim, 2018b). Yıllık toplam yağışın aylara göre dağılımı bitki gelişimi üzerinde önemlidir.

Sonuç olarak, tarımsal bitki gelişimini takip etmek, verim tahmini yapmak için uydu görüntüleri kullanılabilir. Ancak atmosferik koşullardaki değişkenlik nedeniyle, istenen tarihlerde görüntü bulunmayabilir. Uydu görüntülerinin çözünürlük düzeylerinin artması, bu konuda yapılacak çalışmalarda daha doğru sonuçların elde edilmesine yol açacaktır. Son yıllarda kullanımı oldukça artan, insansız hava araçlarının tarımda kullanılması, hem maliyeti düşürücü hem de atmosferik kısıtlardan kaynaklanan sorunların çözümünde etkili olacaktır. Tarımda hassas tarım tekniklerinin kullanımının artması, arazideki bitkilerin homojen bir şekilde yetişmesini sağlayacaktır. Geniş parsel alanlarında

düşük çözünürlüğe sahip uydu görüntülerinin kullanılması bir sorun oluşturmayacak iken, çalışma alanına benzer şekilde parselleri küçük olan yetiştiricilik alanlarında yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri daha uygun sonuçlar verebilecektir.

Kaynaklar

- Akkartal, A., Türüdü, O., Erbek, F. S. 2005. Çok Zamanlı Uydu Görüntüleri İle Bitki Örtüsü Değişim Analizi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 10.Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 28 Mart – 1 Nisan 2005, Ankara.
- Anonim, 2018a. Web bağlantısı, "<https://landsat.usgs.gov/what-are-band-designations-landsat-satellites>", Erişim tarihi 04/04/2018.
- Anonim, 2018b. Web bağlantısı, "<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx>", Erişim tarihi 05/04/2018.
- Anonim, 2018c. Web bağlantısı, "<https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=828&redirect=1>, , Erişim tarihi 06/04/2018.
- Domaç, A., Zeydanlı, U., Yesilnacar, E. and Süzen, M. L. 2004, Integration and usage of indices, feature components and topography in vegetation classification for regional biodiversity assessment, International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, İstanbul, 12–23 pp.
- Hatfield, J. L., Kanemasu, E. T., Asrar, G., Jackson, R. D., Pinter, P. J. Jr., Reginato R. J., and Idso, S. B. 1985. Leaf area estimates from spectral measurements over various planting dates of wheat Int. J. Remote Sens. 6 167–75.
- Karabulut, M. 2002. An Examination of Relationships Between Vegetation and Rainfall Using Maximum Value Composite AVHRR-NDVI Data, Turkish Journal of Botany,2003,Sayı 27,S. 93-101.
- Karakaş, S. 2004, Coğrafik Bilgi Sistemi ve Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Toprak Özellikleri ile Pamuk Verimi Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, H.Ü., Şanlıurfa.
- Kayahan, N. 2013. Uzaktan Algılama Kullanılarak Silajlık Mısır Veriminin Tahminlenmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, YL Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Pinter, P.J., R.D., Jackson, S.B., Idso And R.J., Reginato. 1981. Multidate Spectral Reflectance As Predictors Of Yield In Water Stressed Wheat And Barley, International Journal Of Remote Sensing, 2(1):43-48.
- Shimabukuro, Y. E., Carvalho, V. C. and Rudolf, B. F. T. 1996. NOAA- AVHRR data Processing for The Mapping of Vegetation Cover. Int. J. Remote Sensing, Vol. 18, No:3, s.671–677.
- Şenkal, O. 1998. NOAA Uydu Verileri Kullanılarak Çukurova Bölgesinde Bitki Örtüsünün Belirlenmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü., Adana.



Sulama Projelerinde Arazi Toplulaştırmasının Gerekliliği: Daphan Sulaması Örneği^a

A.Vahap YAĞANOĞLU¹, Aynur FAYRAP^{2*}, Recep YANIK¹

¹Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum, Türkiye,

²Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye,

*Sorumlu yazar ORCID: 0000-0001-5924-6126

e-posta (Corresponding author e-mail): aynurf@dsi.gov.tr

Yazar(lar) ORCID: 0000-0002-3434-0922, 0000-0002-0880-106X

e-posta (Author-s e-mail): vyagan@atauni.edu.tr, recep.yanik@atauni.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 02.02.2018; Kabul Tarihi (Accepted): 26.04.2018

Öz: Sulama projelerinin maliyetini azaltmak, yararlılığını artırmak için alınan önlemlerden biri de arazi toplulaştırmasıdır. Arazi toplulaştırması yapılmadan uygulanan sulama projelerinin gerçekleştirildiği alanlarda tarım arazilerinin çok parçalı, dağınık ve küçük olmaları modern sulama teknik ve yöntemlerinin uygulanması açısından sorunlar doğurmakta, yatırım maliyetlerini yükseltmekte parsellerin önemli bir çoğunluğu sulama, drenaj ve ulaşım sistemlerinden yararlanamamakta ve birim alandan elde edilen ürün miktarı düşürmektedir. Arazilerin çok parçalı olduğu sulama projelerinde beklenen verim artışı sağlayabilmek için arazi toplulaştırması projelerinin hazırlanıp uygulanması zorunludur. Arazi toplulaştırma çalışmalarının yapıldığı sulama alanlarında beklenen yararları ulaşmada başarı oranı çeşitli etkenlere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu çalışmada; Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nce (DSİ) inşa edilerek işletmeye açılan Daphan Sulama Projesinde arazi toplulaştırmasının sulamadan beklenen yararlar üzerine etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Daphan Sulama Projesi, Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan Daphan ovasının sulanması amacıyla yapılmıştır. Toplulaştırma oranı % 62 olarak belirlenmiş olup, bu oran arazi toplulaştırmasının arzu edilir düzeylere çıktığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Daphan Ovası, arazi toplulaştırması, kuzgun barajı, sulama.

^a Yağanoğlu, A.V., Fayrap, A. ve Yanık, R. 2018. Sulama Projelerinde Arazi Toplulaştırmasının Gerekliliği: Daphan Sulaması Örneği. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32 (2), 55-67.

The Necessity of Land Consolidation in Irrigation Projects: A Case Study in Daphan Irrigation Project/Turkey

Abstract: Land consolidation is one of the measures in order to decrease of irrigation project investment and increase of irrigation benefits. The investment cost has increased because the canals and roads taking place in the scope of irrigation project get longer more than adequate along parcel borders in the areas where the parcels are small and misshaped. In the area where applied irrigation project since agricultural lands are very small, multipartite and scattered there are so many problems in terms of applying modern irrigation technic and methods. However the important majority of irrigation areas couldn't benefit from irrigation, drainage and transport systems. The amount of yield is low because of consequential problems in the irrigation. In addition, expected result don't be able to get in the irrigation Project even though the important part of culture technic measures such as farm irrigation, land levelling, drainage and rood services were applied. In order to get expected yield increase in the irrigation project where the lands are very small, multipartite and scattered, it is required to prepare and then apply to land consolidation. In this study, it was examined the effect of land consolidation on the expected results from irrigation in Daphan Plain. Daphan Irrigation Project had been designed with purpose of irrigation to Daphan Plain where located in Eastern Anatolian. It was started irrigation in 1995 and construction works has been continued. The consolidation ratio was determined 62%, which indicated that land consolidation is desired level.

Keywords: Daphan Plain, Land Consolidation, Kuzgun Dam, Irrigation.

Giriş

Tarım sektörü; toplumun beslenme ihtiyacını karşılaması, geniş istihdam yaratması, sanayiinin bir bölümüne hammadde sağlaması, ticaretine ve ulaştırmasına dinamizm kazandırması, ihracat sonucu sanayileşme için gerekli olan döviz sağlama, gibi nedenlerle üzerinde çok önemle durulması gereken ve ekonominin temel direği olan bir sektördür.

Türkiye, sahip olduğu coğrafi yapısı ve ekolojik koşulları nedeniyle tarımsal üretimde miktar ve ürün çeşitliliği yönünden önemli bir potansiyele sahip olup, kaynakların verimli kullanılması halinde uluslar arası rekabet ortamında varlığını kanıtlanması ve sürdürmesi mümkün olacaktır. Giderek artan gıda ihtiyacının karşılanması yönünden en önemli üretim faktörlerinden olan topraklarımızın yetenek ve niteliklerinin belirlenmesi ve Arazi Kullanım Planlanmasının yapılması zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır. Arazi yönetim araçlarının öncelikli ve en etkilileri arasında yer alan arazi toplulaştırmasının rolü sürdürülebilir kırsal kalkınma için vazgeçilmezdir ve bu durum pek çok literatürde belirtilmiştir (Thomas, 2004; Thomas, 2006a; Derlich, 2002; Gür ve Ark, 2003; Thomas, 2006b; Magel, 2003).

Günümüzde, dünyanın birçok ülkesinde tarımsal arazilerde verimlilik ve etkinliğin artırılması, buna bağlı olarak tarımsal üretimin sürdürülebilirliğinin sağlanması için arazi toplulaştırması uygulanmaktadır. Aynı zamanda, arazi toplulaştırması tarımsal kalkınma planlarının uygulanabilirliği açısından önemli bir araç olarak kullanılmaktadır (Sayılan, 2014). Arazi toplulaştırması, tarımsal yapının düzeltilmesi ve üretimin artırılması amacıyla aynı kişiye veya çiftçi ailesine ait, dağınık, küçük arazi parçalarını ve hisselerini bir araya toplayarak, düzgün şekiller halinde birleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Uygulanacak

arazi toplulaştırması sonucu parsellerin birleştirilerek yol ve su ağına bağlanmasını da sağlamaktadır. Tarımsal faaliyetlerde istenilen performans düzeyine ulaşılması kaynakların etkin kullanımına ve bunu sağlayacak tarımsal alt yapının oluşturulmasına bağlıdır. Toprak ve su kaynaklarının etkin kullanımı ile hedeflenen sulama performansı sağlanabilecek ve sulu tarımdan beklenen fayda elde edilebilecektir. Sulama randımanı ve sulama oranı en önemli sulama performans göstergeleridir. Ülkemizde tarım arazilerinin ancak 12,5 milyon hektarı sulanabilir niteliktedir. Halen toplam 5,8 milyon hektar (net) arazi sulamaya açılmış olup, bunun %59'una karşılık gelen net yaklaşık 3 milyon hektarı DSI tarafından inşa edilerek işletmeye açılmıştır. DSI'ce işletmeye açılan alanlarda sulama oranı 2016 yılı için ortalama %66, sulama randımanı ise %46 olarak gerçekleşmiştir (Anonymous, 2017). Sulama şebekelerinde sulama randımanları ve sulama oranlarının düşük olmasının en önemli nedenlerinden biri de sulama projelerinin toplulaştırma yapılmadan ve tarla içi geliştirme hizmetleri dikkate alınmadan inşa edilmesidir (Sönmez yıldız ve Çakmak, 2013).

Sulama projelerinin maksimum faydanın elde edilmesi için arazi toplulaştırması çalışmaları ile birlikte yürütülmesi gerekmektedir. Yeni yapılacak çalışmalarda bu durumun göz önünde tutulması, önceki yıllarda sulama çalışmaları tamamlanmış alanlarda ise yeniden revize çalışmaları yapılarak arazi toplulaştırmasının yapılması Ülkemizin su ve toprak kaynaklarının yönetimi için büyük önem taşımaktadır (Arslan ve Tunca, 2013).

Türkiye'de tarım işletmelerinin büyük çoğunluğunun küçük ve çok parçalı işletmeler durumunda oluşu, tarımsal verimlilik yanında, tarımsal geliri, tarımsal örgütlenmeyi, yayım faaliyetlerini ve tarım ürünlerinin pazarlanmasını kapsamak üzere bütün tarımsal faaliyetleri olumsuz şekilde etkilemektedir. Dolayısıyla, Türk tarımına optimal büyüklükte tarım işletmeleri hakim olmadıkça, etkili bir tarım politikası uygulamak mümkün değildir.

Ülkemiz tarımında teknoloji kullanımı ve verimlilik düşük düzeylerde. Araştırmalar, çoğu tarımsal üründe, verimlilikte sağlanacak artışlarla tarımsal üretimi 3-5 kat artırma olanağı olduğunu göstermektedir.

Tarımsal üretimin ve verimliliğin artırılmasında, tarım işletmelerinin yapısının iyileştirilmesi, kırsal ve tarımsal alt yapının iyileştirilmesi ve teknoloji kullanımı en önemli unsurlar arasındadır. FAO(2003); arazi toplulaştırmasının 4 önemli faydasını şöyle tanımlamaktadır: 1-Arazi Toplulaştırması, arazi kullanım sistemlerinin etkin bir şekilde yeniden yapılanmasını sağlayarak tarımda gelişmeye imkan tanımakta, bu durum rasyonel tarımsal gelişme ve böylece çiftçi gelirinin artışı sonucunu ortaya çıkarmaktadır. 2- Arazi kullanımının yeniden yapılandırılması jeo-ekolojik ve bio-ekolojik kaynaklar üzerinde olumlu etkiler sağlayacağından doğal kaynakların yönetiminde gelişme sağlanabilmektedir. Ayrıca, kamu-özel çatışmasının çözülmesi sayesinde daha iyi arazi kullanım planlaması ve doğal kaynakların arazi yönetimi gerçekleştirilebilmektedir. 3- Taşıma ve iletişimde kamu ve özel sektör yatırımlarının verimlilik ve maliyet etkinliğini sağlayan proje odaklı arazi toplulaştırma projeleri sayesinde kırsal kalkınma hızı artırılabilecektir. 4-Arazi toplulaştırması, mülkiyet kayıt bilgilerinin netleştirilmesi ve güncellenmesini sağlaması nedeniyle arazi yönetim sistemlerinin iyileştirilmesine yaramaktadır. Sonuç olarak daha doğru bilgi sistemleri, güvenilirliği ve dolayısıyla arazi piyasasının gelişmesini ve arazi anlaşmazlıklarının giderilmesini sağlamaktadır.

Türkiye'de, kırsal alandaki yoğun nüfus nedeniyle, toprak-insan dengesi bozulmuştur. Tarımsal nüfusun fazlalığı ve miras hükümlerinin de elverişli olması nedeni ile tarım işletmeleri giderek daha küçük ve çok parçalı işletmeler durumuna düşmüştür.

Toplulaştırmanın en önemli amacı çeşitli nedenlerle parçalanmış ve ekonomik işletme büyüklüğünden uzaklaşmış olan tarım işletmelerinin verimini artırarak çiftçilerin düşük hayat standartları yükseltmek böylece ekonomiye olumlu yönde katkıda bulunmaktır.

2001 tarım sayımına göre tarım işletmelerinin %19'u tek parçalı, %37'si 2-3 parçalı, %20'si 4-5 parçalı, %16'sı 6-9 parçalı ve %7'si 10 ve daha fazla parçalıdır. Bu durumda işletme büyüklükleri yetersiz, çok parçalı, şekilsiz ve dağınık parsel yapısına sahiptir. Tarımsal işletmelerin parçalılığının göstergesi, işletme başına düşen ortalama parsel sayısıdır. 2001 Genel Tarım Sayımı sonuçlarına göre Türkiye'de işletme başına ortalama 4,1 adet parsel düşmekte olup, ortalama parsel büyüklüğü 1,5 hektardır. Ancak 2002 yılından sonra elde edilen veriler incelenecek olursa Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı "Çiftçi Kayıt Sistemi" ne göre Türkiye'de işletme başına 2002 yılında 5,9 adet parsel düşmekteyken bu rakam 2011 yılında 6,9 adet parsel olmuştur. 2011 yılı itibariyle işletme arazisi büyüklüğü ise 68,1 dekar olmuştur.

Bu parçalı yapı tarımsal yapıyı bozmakta ve çok farklı sorunların oluşmasına neden olmaktadır. Bu durum, özellikle tarımsal verimlilik yanında, tarımsal geliri, tarımsal örgütlenmeyi, yayım faaliyetlerini ve tarım ürünlerinin pazarlanmasını kapsamak üzere bütün tarımsal faaliyetleri olumsuz şekilde etkilemektedir. Daha çok üretim, verimli çalışma, iş başarısı ve tarımsal mekanizasyonu engellemektedir. Türkiye'nin önümüzdeki dönemlerde AB'ye girebilmesi için, uyum yönünden tarım işletmelerine yönelik iyileşmeleri uygulamaya geçirmesi gerekir. Tarımsal yapıdaki bozukluk, verim üzerinde olumsuz etkiler yapmakla birlikte, bazı durumlarda verim artırıcı önlemlerin alınmasını da güçleştirmekte veya maliyetini artırmaktadır.

Toplulaştırma sonucu sağlanacak optimum işletme büyüklüğü ile maliyetler düşürülerek gelir artırılabilir. Şöyle ki; çok sayıda dağınık ve küçük parselin yerini toplulaştırma ile sayısal olarak azaltılmış ancak alansal olarak toplulaştırma öncesi her bir küçük parselin alanından daha büyük alana sahip parsellerin alması sağlanmış olacaktır. Sulama projelerinin en iyi uygulama alanı bulduğu toplulaştırma ile tarımdan sulu tarıma geçerken toprağın değeri 5-15 kat, verim ise yerine göre 4-10 kat artırılabilir. Toplulaştırma masrafinin 7-8 katı kadar üretime katkı sağlanabilecektir. Toplulaştırma projeleri üretici yönünden 3-4 yıl içerisinde kendini amorti edebilecektir. Sulama projeleri toplulaştırılmalı uygulandığı takdirde, parsel sınırlarına bağlı kalmadan en ekonomik şekilde, sulama, yol ve tahliye planlaması yapıldığından, yatırım maliyetlerinde tasarruf sağlanmaktadır (Yağanoğlu, 2013).

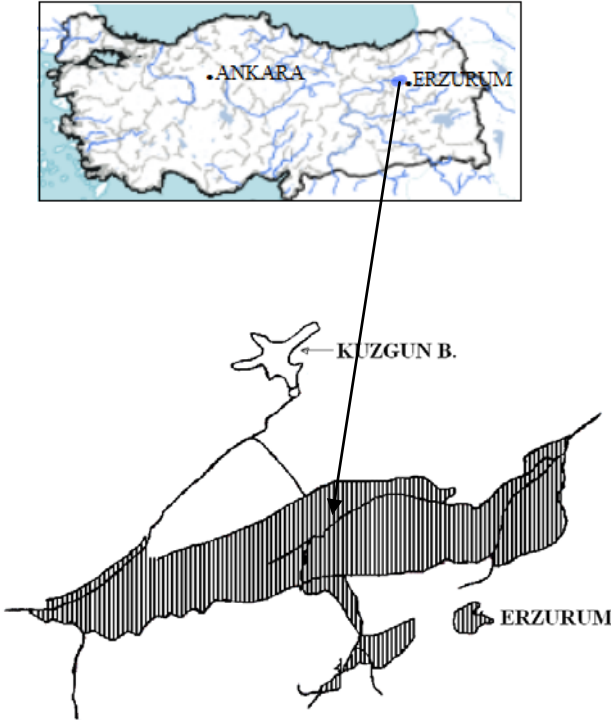
Arazi toplulaştırması, tarımsal yapının düzeltilmesi ve üretimin artırılması amacıyla aynı kişiye veya çiftçi ailesine ait, dağınık, küçük arazi parçalarını ve hisselerini bir araya toplayarak, düzgün şekiller halinde birleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Uygulanacak arazi toplulaştırması sonucu parsellerin birleştirilerek yol ve su ağına bağlanmasını da sağlamaktadır.

Bu çalışmada DSİ'ce inşa edilerek 1995 yılında işletmeye açılan 2016 yılı itibariyle 20 093 ha net sulama alanına sahip Daphan Ovası Sulama projesi değerlendirilmiştir. Daphan Ovası Sulama projesi bölge açısından çok önemli bir kalkınma hamlesi olarak değerlendirilen büyük bir yatırımdır. Yatırımın faydaya dönüşmesi ve sulamadan elde edilecek verimin istenen düzeye ulaşması sulama ile birlikte diğer kültürteknik faaliyetlerinin de etkinleştirilmesi ile mümkündür. Bu bağlamda arazi toplulaştırma çalışmaları önem kazanmakta ve ön plana çıkmaktadır. Daphan ovası sulama tesisi

işletmeye açıldıktan sonra arazi toplulaştırma çalışmalarına 2010 yılında başlanılmış olup 2012 yılında ise sonuçlanarak tescil edilmiştir. Toplam on üç birimde bu çalışma yapılmış olup 8200 hektar alanı kapsamaktadır. Arazi toplulaştırma öncesi ve sonrası karşılaştırması yapılan veriler Tarım Reformu Genel Müdürlüğünden, DSİ İzleme ve Değerlendirme Raporlarından, Daphan Ovası Sulama Birliğinden sağlanmış ayrıca arazi gözlemleri ve yöre çiftçisi ile gerçekleştirilen karşılıklı görüşmeler dikkate alınmıştır.

Materyal ve Yöntem

Daphan Ovası sulama alanı $39^{\circ} 56' 45''$ N ve $41^{\circ} 06' 19''$ E arasında olup, Erzurum şehir merkezinin 25 km batısında, Erzurum-Erzincan Karayolu üzerinde yer almaktadır. Daphan Ovası; doğuda birbirini takip eden Körpınarlar, Karabayçayı ve Çubuklu dereleri, batıda Serçeme Deresinin doğu terası yamaçları, kuzeyde Kumlu tepe ve Deveoturağı tepelerinin güney etekleri ve kuzeyde Karasu Çayına bakan yamaçlar ile çevrilmiştir. Ova, Aşkale ve Aziziye (Ilıca) İlçeleri sınırları içerisinde yer almaktadır. Kuzgun Barajı tarafından sulanacak olan Daphan Ovası, Fırat Havzasının membainde bulunmakta olup, Karasu Çayı sağ sahili boyunca 10-12 km genişliğinde bir şerit halinde batıya doğru uzanarak Küçükgeçit köprüsüne kadar olan arazileri kapsamaktadır. Daphan Ovası yüzölçümü 34 527 ha'dır. Daphan Ovası'nın 29 879 ha sulanabilir nitelikteki I. II ve III. Sınıf arazi niteliğindedir (Anonymous.,1979). Daphan ovası sulama alanı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Daphan Ovası Sulama Alanı

Karasal iklimin hüküm sürdüğü yörede yıllık ortalama sıcaklık 5,3 °C, yıllık yağış 447,2 mm, en soğuk ay, ortalama -9.9 °C ile ocak ayı, en sıcak ay ise 19.3 °C ile temmuz ve ağustos aylarıdır. Yıllık ortalama yağış 447 mm olup en fazla yağış 73,1 mm ile mayıs ayında, en az yağış ise 18.7 mm ile ağustos ayında gözlenmiştir. Yıllık buharlaşma 1059 mm, ortalama bağıl nem % 63'tür. 50 cm toprak derinliğindeki ortalama toprak sıcaklığı 8 °C olup, deniz seviyesinden yüksekliği 1750-1850 m'ler arasında değişmektedir (Anonim, 2008).

DSİ'ce inşa edilerek 1995 yılından itibaren aşamalı olarak işletmeye açılan Daphan Ovası sulama tesisinin 2017 yılı itibarı ile sulanmakta olan 9908 ha net sulama alanının inşa çalışmaları 1998 yılında tamamlanmıştır. Bu çalışmada DSİ'ce inşa edilerek 1995 yılında işletmeye açılan 2016 yılı itibarıyla 20 093 ha net sulama alanına sahip Daphan Ovası Sulama projesinin 9908 ha değerlendirilmiştir. Daphan Ovası Sulama projesi bölge açısından çok önemli bir kalkınma hamlesi olarak değerlendirilen büyük bir yatırımdır. Yatırımın faydaya dönüşmesi ve sulamadan elde edilecek verimin istenen düzeye ulaşması sulama ile birlikte diğer kültürteknik faaliyetlerinin de etkinleştirilmesi ile mümkündür. Bu bağlamda arazi toplulaştırma çalışmaları önem kazanmakta ve ön plana çıkmaktadır. Daphan ovası sulama tesisi işletmeye açıldıktan sonra arazi toplulaştırma çalışmalarına 2010 yılında başlanılmış olup 2012 yılında ise sonuçlanarak tescil edilmiştir.

Toplam on üç birimde bu çalışma yapılmış olup 8200 hektar alanı kapsamaktadır. Bu birimler Erzurum ili, Yakutiye ilçesine bağlı Altınbulak, Altıntepe, Çayırca, Değirmenler, Mülk, Ortadüzü, Yazıpınar ve Yerlisu ile Aziziye ilçesine bağlı Beypınar, Düztoprak, Kahramanlar, Kumluyazı ve Yeşilova dır.

Çalışma kapsamında toplulaştırma yapılan 13 köyün her birinden farklı yapıdaki 4 işletme olmak üzere toplam 52 adet işletmenin toplulaştırmadan önce ve sonrası durum incelenmiştir. Arazi toplulaştırma öncesi ve sonrası karşılaştırması yapılan veriler Tarım Reformu Genel Müdürlüğünden, DSİ İzleme ve Değerlendirme Raporlarından, Daphan Ovası Sulama Birliğinden sağlanmış ayrıca arazi gözlemleri ve yöre çiftçisi ile gerçekleştirilen karşılıklı görüşmeler değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Daphan Ovası arazilerin kullanım şekilleri Çizelge 1'de verilmiştir (Anonim, 1997). Çizelge değerlerine göre; 490 ha arazi 1.sınıf, 18 538 ha arazi 2. sınıf, 10 851 ha arazi 3. sınıf, 495 ha'ı 4. sınıf sulanabilir ve 1322 ha arazi ise 5. sınıf (geçici olarak sulanamaz) , 2831 ha (%8,20) ise sulanamaz 6.sınıf arazi olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 1). Ovanın eğimi % 2-12 ve toprak profil derinliği 0-90 cm arasındadır(Özbek, 2003). Ağır bünye, yetersiz toprak derinliği, mikro topografya, taşlılık ve tesviye Daphan ovası topraklarını sınırlayan en önemli faktörler arasında sayılabilir. Daphan ovası topraklarının % 91,8'i sulanabilir özelliindedir. Bu toprakların % 86,4'ü sulanabilir nitelikteki I. II. ve III. sınıf arazilerden oluşmaktadır.

Çizelge 1. Daphan Ovası Arazi Kullanım Durumu

Sulama Durumu	Sınıf	Alan (ha)	%
Sulanabilir	I	490	1,42
	II	18538	53,62
	III	10851	31,40
	IV	495	1,43
Önlemlle sulanabilir	V	1322	3,83
Sulanamaz	VI	2831	8,20
Toplam		34527	100

Daphan sulamasının depolama tesisi Kuzgun Barajı olup, Serçeme Çayı üzerinde bulunan Seksenveren Regülatöründen su isale kanalına alınarak Daphan Ovası'na iletilmektedir. Proje ile sulanması hedeflenen toplam net sulama alanı 20 093 ha net olup cazibe sulaması (yerçekimi ile) alanı 19 772 ha (net) ve Pompaj Sulaması 321 ha (net) dir. 2017 yılı itibarıyla 9 908 ha'ı (net) işletmeye alınmıştır. Daphan ovası sulama tesisi arazi toplulaştırma çalışmalarına 2010 yılında başlanılmış olup 2012 yılında sonuçlanarak tescil edilmiştir. Toplam 13 yerleşim biriminde yapılan bu çalışma 8 200 hektar alanı kapsamaktadır.

Daphan sulamasında hedeflenen sulama alanının tamamında arazi toplulaştırması yapılmadan kanal güzergahı tamamlanmıştır. Bu durum, çiftçilerin su kullanım oranını ve sulama randımanını düşürmüştür. Arazi toplulaştırma çalışması sonuçlarının tescil edildiği 2012 yılında sulama oranı % 27 sulama randıman % 27 dir (Anonim, 2017). Sulamanın başladığı 2003 yılında yem bitkileri ekilişi % 51,7 ve hububat ekilişi % 31,7 düzeyinde iken 2013 yılında bu oranlar % 73,1 ve % 15,2 olarak gerçekleşmiştir. Yem bitkileri ekiliş alanlarında % 41,4 artış kaydedilirken hububat ekiliş alanlarında % 52,1 oranında azalış yaşanmıştır. Sulamanın doğal bir sonucu olarak, kuru tarımdan sulu tarıma geçiş yaşanarak ekilebilir tarım alanları kuruda hububat üretiminden suluda yem bitkileri üretimine çevrilmiştir. Endüstri bitkileri ve çayır ekiliş oranlarında sapmalar olmasına rağmen önemli bir değişiklik yaşanmamıştır.

2012 yılında toplulaştırma çalışması tamamlanan Daphan ovası sulamasının 2016 yılı itibarıyla durumu Çizelge 2'de verilmiştir (Anonim, 2017) .

Çizelge 2. Daphan Ovası Sulaması Durumu

Sulama Alanı (ha)	DSİ tesislerinden sulanan alan (ha)	Çiftçi olanaklarıyla sulanan alan (ha)	Sulanmayan alan (ha)	Sulama oranı (%)	Kuru tarım alanı (ha)	Nadas Alanı (ha)	Boş bırakılan alan (ha)
20093	4928	285	14880	26	7850	2750	4280

Çizelge 2'den de anlaşılacağı gibi Daphan projesinde 20 093 ha alanın % 74'ü sulanamamaktadır. Sulama yapılan alanların % 97'sinde yüzey sulama yöntemlerinden klasik cazibe sulaması, % 3'ünde ise yağmurlama sulama yöntemi uygulanmaktadır. Projede 19 772 ha alanın cazibe ile sulanması, 321 ha alanın ise pompaj yapılarak

sulanması öngörülmüştür. Tamamlandığında 20 093 ha alanın sulanması planlanan Daphan Sulama Projesi kapsamında 2016 yılı itibariyle 9 908 ha alan işletmeye açılmış olup aşamalı olarak inşasına devam ediliyor olması nedeniyle tesis noksan ve yetersizliklerinden dolayı sulanamayan alanlar mevcuttur. Sulamadan sağlanacak faydanın çekiciliği ile arazi toplulaştırması tamamlanmadan sulama tesisi projelendirilmiş ve sistem işletmeye açılmıştır. Bu uygulamanın bir sonucu olarak da iletim ve sızma kayıpları yüksek olabilmektedir. Kuzgun Barajı sulamasında, DSİ tarafından 70,5 km isale ve ana kanal, 123,7 km yedek kanal, 375,5 km tersiyer kanal ve 9,4 km drenaj kanalı projelendirilmiştir. Servis yollarının toplamı ise 194,6 km'dir (Anonim, 2017).

Daphan ovasında sulanamayan 14 880 ha alanın sulama yapılmama nedenleri Çizelge 3. de verilmiştir.

Çizelge 3. Daphan Ovası Sulama Yapılmayan Alanların Durumu

Sulama Yapılmama Nedeni	Alan (ha)	%
Sulama tesisi yetersizliği	200	1
Taban suyu yüksekliği	220	1
Topoğrafik yetersizlik	980	7
Yağışların yeterli görülmesi ve çiftçinin isteksizliği	3 850	26
Nadas	2 750	19
Sosyal ve ekonomik nedenler	3 501	24
Sulanamayan çayır-mera alanı	2 420	16
Yerleşim ve sanayi alanına dönüşen kısım	300	2
Diğer nedenler	659	4
TOPLAM	14 880	100

Çizelge 3'ün incelenmesinde görüleceği gibi 20 093 ha sulama alanının 14 880 alanı yani % 74 oranında bir alan sulanmamaktadır. Sulanamayan bu alanın % 69'u ise çiftçinin isteksizliği, sosyal ve ekonomik nedenler ve nadasa bırakılması gibi nedenlere dayanmaktadır. Çiftçilerle yapılan görüşmelerde arazilerin çok parçalı oluşu, üretkenliğin düşüklüğü ve pazar olanaklarının iyi olmaması gibi nedenlerle mevcut arazileri tarım amaçlı kullanmadıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca mevsim şartlarına bağlı olarak çiftçilerin yağışları yeterli bulup sulama tesisinden su almaya ihtiyaç duymadığı durumlarda söz konusudur.

Suya kavuşan Daphan ovasında ilk uygulama yıllarında su kullanım oranının % 14'lerde kaldığı belirlenmiştir (Yağanoğlu, 2003). Sulama oranının düşük olmasının altında yatan nedenlerin başında arazi parçalılığı, sulama tesislerinin yetersizliği, su ücretlerinin fazla bulunması gibi nedenler sayılabilir.

Yörede tarım işletmelerinin tamamına yakını yeterli büyüklükte olmadığı gibi, toplu bir işletme karakteri de göstermemektedir. Çoğunlukta olan küçük tarım işletmelerinin sahip oldukları arazi miktarı sınırlı ve çok sayıda parçadan oluşmuştur. Nitekim Kuşlu ve Yağanoğlu (2007)'na göre, ortalama işletme büyüklüğü yönünden 21-50 da arazi grubu işletmelerin yoğunlukta olduğu, bu grupta işletme başına düşen ortalama parsel sayısı 5.06 ve ortalama parsel alanı 8.28 da'dır. Tarım işletmelerinin büyük çoğunluğunun küçük aile

işletmelerinden oluşmasının yanı sıra arazilerin parçalı ve dağınık olması, girdi ve teknoloji kullanımını sınırlamakta ve rasyonel olarak yararlanılmasına engel olmaktadır. Tarımsal işletmelerdeki parçalılık ve dağınıklık, tarımsal yeniliklerin benimsenmesini ve verim artırıcı önlemlerin alınmasını zorlaştırmakta, böylece maliyetlerin yükselmesine neden olmaktadır.

Daphan sulamasıyla ilgili olarak sulamaya açılan arazilerde yer alan 13 köy çiftçileriyle yapılan görüşmelerde, sulama alanında yapılan gözlemlerde, DSİ ve diğer tarım kuruluşlarından elde edilen bilgilerde sulama oranının düşük oluşu nedenleri arasında;

Düzensiz şekilli parsellere sulama kanalından su alınamaması,

Üst parseldeki arazi sahipleri alt parsellere geçiş izni vermemeleri,

Yağıştan sonra yol ağı olmadığı için çiftçilerin yaşadığı zorluklar,

Eğimli ve tesviye sorunu olan yerlerde sulama yapılamaması,

Arazi toplulaştırmasının sulama projesi ile birlikte yapılmaması sonucu kanalların parsellerin iyice bölünmesine yol açması,

Kanal kotuna göre ortalama parsel kotu yüksek olduğundan cazibe ile sulamada sorunlar çıkması,

Bazı köylerde her bir işletmenin sahip olduğu arazi küçük ve çok parçalı olması,

Toprak derinliği az olan eğimli arazilerde yüzey sulama sonucu erozyon oluşması,

Su ücretlerinin fazla bulunmasıdır.

Daphan ovasını sulayacak Kuzgun Barajı 1985 yılında başlanılmış, 1998 yılında ise tamamlanmıştır. 1995 yılında işletmeye açılan Daphan ovası sulama tesisinin işletme, bakım ve yönetim sorumluluğu 2003 yılında Daphan Sulama Birliğine devredilmiştir.

2003-2004 yıllarında Daphan ovası sulamasından yararlanabilecek köylerin bazılarında gidilerek arazi toplulaştırmasının yararları sözlü ve görsel olarak anlatılmıştır, ancak uygulama yapılan köylerin genel olarak toplulaştırmaya karşı olduklarını belirtmişlerdir. Bu nedenle bu yöndeki çalışma daha çok siyasi iradeyle zorunlu toplulaştırma yapılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Sivil toplum örgütlerinin desteği de alınarak 2005 yılında Bakanlar Kurulu'na zorunlu toplulaştırma kararı alınmıştır. Daphan ovasında 13 köyü kapsayan toplulaştırma 17.10.2006'da başlayıp 9.11.2010 yılında tamamlanmıştır. Toplam da 19 814 ha alanın toplulaştırması hedeflenmiş ise de ancak 8 265,5 ha alanda toplulaştırmaya başlanılmış, 8198,3 ha alan tamamlanmıştır.

Toplulaştırma yapılan 13 köye ilişkin toplulaştırma projesinden önceki ve sonraki durumu gösteren veriler Çizelge 4'de verilmiştir (Anonim, 2013).

Uygulanan toplulaştırma projesi kapsamında bütün arazilerin sulama, drenaj, yol gibi hizmetlerden yararlanması esas alınmıştır. İşletmeye açılan alanın 99 080 ha olduğu sulama alanında toplulaştırma projesi uygulanan alanın büyüklüğü 82 865,45 da olup bunun 882,87 da dağıtıma girmemiştir(Çizelge 4). Proje kapsamına 8 130 adet parsel girmektedir. Projede esas alınan işletme sayısı 5 466'dır. Bu işletmelerin sahip oldukları arazilerin büyük çoğunluğu çok hisseli olduğundan bir parsel birden fazla parçaya bölünmüş bulunmaktadır. Toplulaştırmadan önce 8 130 adet olan parsel sayısı, toplulaştırmadan sonra 3 092 adede düşürülmüştür. Azalma miktarı 5 038 gibi önemli bir sayıya ulaşmıştır. Böylece

toplulaştırma oranı % 62 olmuştur. Proje kapsamında yer alan 13 köydeki toplam 5466 işletmenin ortalama parsel sayısı 1,49 dan 0,56 adede düşürülmüştür.

Çizelge 4. Araştırma Alanında Toplulaştırma Yapılan 13 Köye İlişkin Bilgiler

Toplulaştırma alanı (da)			82 865,45
Dağıtıma girmeyen alan(da)			882,87
Dağıtıma giren alan (da)			81982,58
Parsel sayısı (adet)	Toplulaştırmadan	Önce	8130
		Sonra	3092
Ortalama parsel sayısı (adet)	Toplulaştırmadan	Önce	1,49
		Sonra	0,56
Ortalama parsel büyüklüğü (da)	Toplulaştırmadan	Önce	7,05
		Sonra	18,55
Toplulaştırma oranı	(%)		62

Toplulaştırma yapılan 13 köyün her birinden farklı yapıdaki 4 işletme olmak üzere toplam 52 adet işletmenin toplulaştırmadan önce ve sonrası durum incelenmiştir. Buna göre ortalama parsel büyüklüğü 3,07 da'dan 57,23 da'a çıkarılmıştır. Böylece parsel büyüklüğünün artma oranı % 95 olarak belirlenmiştir. Söz konusu 52 işletmenin parsel sayıları 856 adetten 66 adede düşürülmüştür. Buna göre sadece 52 işletmenin parsel sayısı 793 adet azalmıştır. Bu da toplulaştırmanın parsel sayısının azaltılmasındaki etkinliğini kanıtlamaktadır.

Sulama oranı ve sulama randımanı yönü ile değerlendirildiğinde arazi toplulaştırması ile birlikte bir iyileşme görülmekte ancak gerçekleşmenin beklentinin altında olduğu gözlenmektedir. Çeşitli kültürteknik hizmetlerinin arazi toplulaştırma çalışmalarıyla birlikte yürütülmemesi sonucunda proje alanındaki bütün parsellere yeterli ve tekniğe uygun bir sulama, drenaj ve yol şebekesinden yararlanma olanağı sağlanamamıştır. Bunun en önemli nedeni toplulaştırmanın kanal sisteminin daha önce yapılmış olmasından kaynaklanmaktadır.

Sonuç

Proje alanında sağlıklı bir tarımsal yapının oluşturulamamasından kaynaklanan sorunlar, sulamadan sağlanabilen katma değer artışının yaklaşık 6 kat düzeyinde kalmasına sebep olmaktadır (Anonim, 2017) .

Arazi toplulaştırması yapılmadan dağıtım sistemlerinin yerleştirilmesi, su dağıtımı ve tarla içi sulama uygulamalarında uygun yöntemlerin seçilmesinde güçlükler oluşturmaktadır. Tarım işletmelerinin nispi büyüklüğü, parçalılık, dağınıklık durumu toprağın mülkiyet şekli ve bunların zaman içinde değişimi, etkin kaynak kullanımı ile yakından ilgili bulunmakta ve sulamaya açılan alanlarda sulama oranını etkilemektedir.

Ülkemizde küçük tarım işletmelerinde sermaye miktarı yetersiz olduğu gibi bu sermayenin dağılımı da işletmecilik açısından yetersiz bulunmaktadır. Başta toprak sermayesi olmak üzere çiftlik sermayesi, aktif sermaye içerisinde yüksek paya sahip iken

işletme sermayesi payı düşük kalmaktadır. Bu durum çiftçilerin geleneksel alışkanlıklarıyla sürdürdükleri kuru tarımdan vazgeçmelerini zorlaştırmakta, ileri teknoloji uygulamalarını engellemektedir. Toplulaştırma yapılan 13 köy birlikte değerlendirildiğinde, yörede genellikle küçük tarım işletmelerinin yoğunlukta olması nedeniyle toplulaştırma öncesi işletme arazilerinin çok parçalı, şekilsiz ve küçük olması, yol ağının bulunmaması tarımdan kaçışa yol açmıştır. Sulama kanalları yapılmasına rağmen sudan yararlanma oranı % 14 'ü geçememiştir. Toplulaştırma oranının % 62 olması nedeniyle, arazi toplulaştırması sonucu bu oran arzu edilir düzeylere çıktığı anlaşılmaktadır. Ancak sulu tarıma yeni başlayan çiftçilerin sulu tarım konusunda teorik ve uygulamalı bir eğitim çalışması programı yapılmalıdır.

Birçok parselin sulama kanalından doğrudan faydalanması ve çiftçiler öncesine göre daha az sayıda parselde sahip olduklarından dolayı sulama oranı ciddi ölçülerde artmaktadır. Proje kapsamında yer alan 13 köydeki toplam 5466 işletmenin ortalama parsel sayısı 1,49 dan 0,56 adede düşürülmüştür. Aynı zamanda çiftçiler arasında önceden var olan huzursuzlukta önlenmiş durumdadır.

Sulama tesisinin yönetim, işletme, bakım ve onarım hizmetlerinin yerine getirilmesine ilişkin her türlü gideri karşılayacak şekilde birlik meclisince belirlenen ve su kullanıcılarından tahsil edilen su ücreti, girdilerin çok pahalı olması nedeniyle sulu tarıma geçen çiftçileri bu tarımdan başlamadan vaz geçirmemek için minimum düzeyde tutulmalıdır.

Sulama sahası içinde taşlık, eğim ve tesviye ihtiyacı nedeniyle işlenemeyen ve boş bırakılan alanlarda mevcuttur. Topoğrafik yetersizliklerle sulanmayan alanların büyük bölümünün ekonomik olarak ıslahı mümkündür. Sulama uygulamalarının etkin olabilmesi için fazla eğimli arazilerin teraslanması, az eğimlilerin ise yüzey tesviyesinin yapılması gerekir.

Eğimin yüksek, toprak kalınlığının az olduğu yerlerde yağmurlama sulama yöntemine geçilmelidir. Yüzey sulamanın yapıldığı yerlerde erozyona yol açmamak için sulama parselleri küçültülerek sulama yapılmalıdır.

Toplulaştırmadan yararlanan çiftçilerle yüz yüze yapılan görüşmelerde, arazi dağıtımı sırasında bazı memnuniyetsizliklerin olduğu da ifade edilmesine karşın yörede yapılan toplulaştırmanın çiftçilere olan faydasının yanında, bölge ve ülke tarımı yönüyle de önemli yararlarının olduğu görülmektedir. Özellikle Doğu Anadolu Bölgesinde bu uygulamayı gören civar köylerde gönüllü toplulaştırma yapma isteğinin artması bunun bir göstergesi sayılabilir.

Kaynaklar

- Anonim, 1979a. Erzurum Projesi Yapılabilirlik Raporu. Cilt I, (Metin). DSİ Genel Müdürlüğü VIII. Bölge Müdürlüğü.
- Anonim, 1979b. Erzurum Projesi Yapılabilirlik Raporu. Cilt II, (Çizimler). DSİ Genel Müdürlüğü VIII. Bölge Müdürlüğü.
- Anonim, 1995. Erzurum Projesi Daphan ve Gelinkaya Cazibe ve Daphan –Çoraklar Pompaj Sulamaları Erzurum. Planlama Drenaj Raporu. DSİ Genel Müdürlüğü VIII. Bölge Müdürlüğü. Yayın No: 2119. Erzurum.
- Anonim, 1998. Erzurum Projesi, Kuzgun Barajı ve HES ile Daphan Ovası Sulaması. DSİ Genel Müdürlüğü VIII. Bölge Müdürlüğü, Erzurum.

- Anonim, 2000a. Uzun Vadeli Strateji ve Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma “Planı (2001- 2005). DPT, Ankara.
- Anonim, 2000b. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Tarımsal Politikalar ve Yapısal Düzenlemeler İhtisas Komisyonu Raporu. Yayın No: DPT 2516. ÖİK534, DPT, Ankara.
- Anonim, 2013. Daphan Ovası Arazi Toplulaştırma Projesi Verileri. Tarım Reformu Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Anonim, 2017. 2016 Yılı DSİ’ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Arslan, H. ve Tunca E. 2013. Arazi Toplulaştırmasının Sulama Projelerinin Performansı Üzerine Etkileri. *Anadolu J Agr Sci*, 2013,28(3):126-133 doi: 10.7161/anajas.2013.28.3.126URL: <http://dx.doi.org/10.7161/anajas.2013.28.3.126>.
- Atış, E. 1992. Avrupa Topluğunda ve Türkiye’de Tarımsal Yapıya Yönelik Politikalar. E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi. Cilt: 29, Sayı: 2-3. İzmir.
- Demiral, Z. 1999. Arazi Toplulaştırma, Üniversite Yayın No: YTÜ. İN.YN- 99.0486/Fakülte Yayın No: İN.JFM-99.001. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Derlich, F. 2002. Land consolidation: A key for sustainable development French experience. In: *Proceedings of the XXII International FIG Congress*, 19–26 April, 2002, Washington, D.C., USA. Available from URL: http://www.fig.net/pub/fig_2002/Ts7-4/TS7_4_derlich.pdf.
- Engindeniz, S. 2002. AB ve Türkiye’de Tarım İşletmelerinin Sayı ve Arazi Genişliklerindeki Değişmeler. *Türk Tarım*, Sayı 143: 29-36. Ankara.
- FAO, 2003. The design of land consolidation pilot projects in Central and Eastern Europe. Rome: FAO.
- Gur, M., V. Cagdas, ve Z Demirel. 2003. Land Consolidation as a Tool for Sustainable Development. FIG conference. Accessed on 1st September 2007 at http://www.fig.net/pub/morocco/proceedings/TS4/TS4_3_gur_et_al.pdf.
- TÜGİAD, 2000. Tarım Raporu - Tarımda Yeniden Yapılanma. TÜGİAD Yayınları, Ankara.
- Kuşlu, Y. 2004.** Kuzgun Barajı Sulama Alanında Arazi Toplulaştırma Potansiyelini Belirlenmesi (Basılmamış Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum.
- Kuşlu, Y., A.V. Yağanoğlu. 2007.** Kuzgun Barajı Sulama Alanında Yapısal Durumun Belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*.38(1):71-81.
- Magel, H. (2003). Land policy and land management in Germany. Public Lecture in Melbourne, 6 February, 2003. Available from URL: http://www.fig.net/council/council_2003_2006/magel-papers/magel_melbourne_feb_2003.pdf.
- Sayılan, H. 2014. Importance of land consolidation in the sustainable use of Turkey’s rural land resources. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 120 (2014) 248 – 256.
- Sönmez yıldız, E. ve Çakamk B. 2013. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 26(1): 33-40
- Thomas, J. 2004. Modern land consolidation: recent trends on land consolidation in Germany. In: *Proceedings of Symposium on Modern Land Consolidation*, 10–11 September, 2004, Volvic (Clermont-Ferrand), France. Available from URL: http://www.fig.net/commission7/france_2004/papers_symp/ts_03_thomas.pdf.
- Thomas, J. 2006a. What’s on regarding land consolidation in Europe? In: *Proceedings of the XXIII FIG Congress, Shaping the Change*, 8–13 October, 2006, Munich, Germany. Available from URL: http://www.fig.net/pub/fig2006/papers/ts80/ts80_03_thomas_0311.pdf.

- Thomas, J. 2006b. Property rights, and fragmentation and the emerging structure of agriculture in Central and Eastern European countries. Journal of Agricultural and Development Economics [online] 3(2). Available from URL: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/ah757e/ah757e00.pdf>.
- Yağanoğlu, A.V., M. Okuroğlu ve A. Hanay. 2000. Arazi Toplulaştırması (2.Baskı) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 159, Erzurum.
- Yağanoğlu, A.V., Y. Akpınar ve M. Okuroğlu. 1998. Türkiye'de Arazi Toplulaştırmasının Tarihsel Gelişimi ve Bu Konudaki Yasal Düzenlemeler, 14 -18 Eylül Doğu Anadolu Tarım Kongresi, Erzurum.
- Yağanoğlu, A.V. 2003. Sulama Projelerinde Arazi Toplulaştırmasının Gerekliliği. II. Sulama Kongresi Bildiriler Kitabı, 16-19 Ekim 2003, s.261-267, Kuşadası AYDIN.
- Yağanoğlu, A.V., 2013. ARAZİ TOPLULAŞTIRMA FAALİYETLERİ TRB1 Bölgesi (Bingöl, Elazığ, Malatya, Tunceli) . Fırat Kalkınma Ajansı. Yıldız, N. 1983. Arazi Toplulaştırması. Yıldız Üniversitesi Yayınları, Sayı: 167, İstanbul.



Bursa İli Gürsu ve Kestel İlçelerindeki Meyve Üreticilerinin Pestisit Kullanımına Yönelik Tutum ve Davranışlarının Belirlenmesi^a

Elif ERBEK¹, Ahmet ÖZYÖRÜK¹, Ümit ARSLAN^{2*}

¹Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye,

²Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Bursa, Türkiye,

*Sorumlu yazar ORCID:0000-0001-7698-8244

e-posta (Corresponding author e-mail): uarslan@uludag.edu.tr

Yazar(lar) ORCID:0000-0003-4353-9340, 0000-0003-0411-5502

e-posta (Author-s e-mail): erbek91@gmail.com, ahmetozyrk@hotmail.com

Geliş Tarihi (Received): 19.03.2018; Kabul Tarihi (Accepted): 29.04.2018

Öz: Bursa ilinin Gürsu ve Kestel ilçelerinde 2017 yılında yapılan bu çalışmada, meyve üretiminde pestisit kullanımı ile ilgili üreticilerin tutum ve davranışlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu ilçelere ait 9 mahalleden tesadüfi olarak seçilen 75 meyve üreticisi ile anket çalışması yapılmıştır. Anket çalışmasında üreticilere yaş, eğitim durumu, arazi mülkiyeti, arazi büyüklüğü ve yetiştirilen tarımsal ürünler gibi kişisel bilgilerin yanı sıra pestisit kullanımı ile ilgili sorular sorulmuştur. Çalışma sonuçlarına göre, üreticilerin %75.1'inin pestisitleri zirai ilaç bayilerinden temin ettikleri belirlenmiştir. Üreticilerin %67.9'u sırasıyla fungusit, insektisit, herbisit ve akarisit kullanmışlardır. Üreticilerin %71.6'sı pestisit seçiminde, %66.3'ü doz belirlemede ilaç bayilerinin önerilerine uymuşlardır. Üreticilerin en çok (%46.3) Armut Kara Lekesi (*Venturia pirina* Aderh.)'ne karşı fungusit kullandığı saptanmıştır. Üreticilerin bir yetiştiricilik sezonunda armuttaki hastalık ve zararlılara karşı ortalama 18.3 kez pestisit uyguladıkları belirlenmiştir. Ayrıca, üreticilerin %54.2'sinin biyopestisitler konusunda bilgiye sahip olmadığı gözlenmiştir. Pestisit uygulamalarında koruyucu maske, eldiven vb. ürünleri kullanmayanların oranı %53.6 olarak kaydedilmiştir. Bununla birlikte, üreticilerin %63.7'si, pestisitlerin çevreye zarar verdiğini belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda, elde edilen bulgular değerlendirilmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Meyve üreticileri, Pestisit kullanımı, Bursa, Gürsu, Kestel.

^a Erbek, E., Özyörük, A. ve Arslan, Ü. 2018. Bursa İli Gürsu ve Kestel İlçelerindeki Meyve Üreticilerinin Pestisit Kullanımına Yönelik Tutum ve Davranışlarının Belirlenmesi. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32 (2), 69-76.

Determination of Attitudes and Behaviors of Fruit Producers towards Pesticide Use in Gürsu and Kestel Districts of Bursa Province

Abstract: In this study, which was made in Gürsu and Kestel districts of Bursa province in 2017, it was aimed to determine the attitudes and behaviors of the producers regarding the use of pesticides in fruit production. A survey study was conducted with 75 fruit producers, which were randomly selected from 9 neighborhoods belonging to these districts. In the survey study, producers were asked questions about personal information such as their age, educational status, land ownership, land size and agricultural crops grown, as well as pesticide use. According to the results of the study, it was determined that 75.1% of the producers obtained the pesticides from the pesticide dealers. Fungicides, insecticides, herbicides and acaricides were used by 67.9% of the producers, respectively. Of all producers, 71.6% and 66.3% followed the recommendations of pesticide dealers in pesticide selection and dosing, respectively. The producers were found to use the highest amount of fungicides (46.3%) against pear scab (*Venturia pirina* Aderh.). It was determined that the producers had applied 18.3 times pesticides on average against diseases and pests in pear during a growing season. Besides, 54.2% of the producers were observed to not to have knowledge about biopesticides. Those who did not use the protective products such as masks, gloves etc. in pesticide applications were recorded as 53.6%. However, 63.7% of the producers stated that the pesticides used harmed the environment. As a result of the study, the findings were evaluated and recommendations were made.

Keywords: Fruit producers, Pesticide use, Bursa, Gürsu, Kestel.

Giriş

Bitkisel üretimde verim düşüklüğünün temel nedeni hastalık ve zararlılardan meydana gelen kayıplardır. Bu kayıpların giderilmesi için kullanılan en yaygın yöntem kimyasal mücadeledir. Uzun yıllardır kimyasal ilaç kullanımı sonucunda toprakların kirletilmesi, hastalık ve zararlıların kimyasal ilaçlara karşı kazanmış olduğu dayanıklılık nedeniyle kimyasal mücadele, kendisinden beklenen performansı gösterememekle birlikte çevreye de yoğun bir zarar vermektedir.

Pestisitler; insan sağlığı, çevre ve doğal dengeyi olumsuz yönde etkilemesi, ürünlerde, toprakta, suda ve havada kalıntı bırakması, hastalık, zararlı ve yabancı otlarda dayanıklılık oluşturması gibi birçok istenmeyen etkiye sahiptir (Bulut ve Tamer, 1996). Günümüzde, pestisitlerin bilinçli kullanımını sağlamak için önlemler alınırken, kullanımının azaltılması amacıyla da çeşitli stratejiler geliştirilmektedir (Farah, 1993). Türkiye’de tarımsal üretimde pestisit kullanımının neden olduğu sorunlar önem kazanmaya başlamıştır. Hastalık ve zararlıların ürünlere olan olumsuz etkisinin artması, bu ürünlerde verim düşüklüğüne neden olmaktadır. Meyvede görülen hastalık ve zararlılardan dolayı ortaya çıkan verim ve kalite kayıplarının önlemek için üreticinin çoğu zaman tek çözüm yolu olarak gördüğü kimyasal ilaç kullanımının sınırlandırılması, bununla birlikte üreticilerin alternatif mücadele yöntemlerine yönlendirilmesi gerekmektedir.

Türkiye’de meyve yetiştiriciliğinde önemli bir yeri olan Bursa’nın meyve üreticileri, yapmış oldukları üretim ile ülkemiz açısından oldukça önemli bir konumda olmakla birlikte yurt dışına yapılan ihracatın bir kısmı da yine Bursa’dan yapılmaktadır.

Meyve yetiştiriciliği sırasında kullanılan kimyasal girdiler, gerek yurt içi gerekse yurt dışı pazarında ürünlerine yer bulmaya çalışan üreticileri olumsuz etkilemektedir.

Üreticilerin büyük bir çoğunluğu kullandıkları kimyasal ilaçların etkinliklerinin düşük olduğu gerekçesi ile kullanılması gereken dozdan daha fazla ilaç kullanım eğilimi göstermektedir.

Ülkemiz için önemli olan meyve verim düzeyini arttırabilmek, birim alandan daha etkin şekilde faydalanmaktır. Bunun için yeterli ve dengeli gübreleme, uygun doz kullanımı, uygun sulama gibi önlemlerin yanında hastalık, zararlı ve yabancı otlarla da etkili mücadelenin yapılması zorunludur. Bunun yanında erken uyarı sistemlerinin daha etkin kullanımı, kimyasal ilaç yerine biyolojik ürünler, predator ve parazitoid kullanımı konusunda çiftçiler daha bilinçli hale getirilerek karşılaşılan hastalık ve zararlılara karşı daha etkin bir mücadele sürdürebilirler.

Bu çalışmada, Türkiye’de meyve yetiştiriciliğinde önemli bir potansiyele sahip olan Bursa ili Gürsu ve Kestel ilçelerindeki meyve üreticilerinin pestisit kullanımına yönelik tutum ve davranışlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Bursa ilinin Gürsu ve Kestel ilçelerinde 2017 yılında yürütülmüştür. Çalışma kapsamında Gürsu ilçesindeki 5 (Ağaköy, Canbazlar, İğdir, Karahıdır ve Kazıklı), Kestel ilçesindeki 4 (Barakfaki, Dudaklı, Narlıdere ve Serme) mahalleden tesadüfen seçilen 75 meyve üreticisi ile yüz yüze görüşülmüş ve anket soruları yöneltilmiştir.

Elde edilen veriler değerlendirilmiş, bulgular yüzde olarak ifade edilmiştir.

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Üreticilerin pestisit kullanımı üzerinde etkili olabileceği düşünülen eğitim durumları incelendiğinde, Gürsu ve Kestel ilçelerinde faaliyet gösteren meyve üreticilerinin %78’inin ilkokul mezunu, buna karşın sadece %1.1’inin lisans mezunu olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Tokat ili Zile ilçesindeki ayçiçeği üreticilerinin %70’inin, Mardin ili Nusaybin ilçesindeki üzüm üreticilerinin %69’unun, Nevşehir ilindeki patates üreticilerinin %64.6’sının, Tokat ili Kazova Bölgesi’ndeki domates üreticilerinin %58.33’ünün ilkokul mezunu oldukları bildirilmektedir (Yeşilayer ve ark., 2016; Çakır ve ark., 2017; Erdoğan ve Gökdoğan 2017; Gözener ve ark., 2017). Çalışmamızdaki bulgulara benzer olarak yürütülen çalışmalarda da görüldüğü gibi üreticilerin çoğunun eğitim seviyesinin düşük olduğu görülmektedir.

Çalışmamızda, üreticilerin %54.6’sının arazi mülkiyetinin kendilerine ait olduğu, arazi büyüklüklerinin ise ortalama 34.6 dekar olduğu belirlenmiştir. Üreticilerin %31.3’ü yalnızca armut, %30.9’u armut ve şeftali yetiştiriciliği yapmaktadır (Çizelge 1). Bu veriler göz önüne alındığında yalnızca armut yetiştiren işletmeler ile armut ve şeftali yetiştiren işletmelerin birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. Araştırma bölgesindeki meyve üreticileri ve işletmelere ait bazı bilgiler

Üreticilerin ortalama yaşı	43.7	
Eğitim durumu (%)	İlkokul	78.0
	Ortaöğretim (lise)	16.2
	Önlisans	4.7
	Lisans	1.1
Arazi mülkiyeti durumu (%)	Kendi	54.6
	Ortaklı	23.7
	Kendi+ortaklı	12.7
	Kira	6.7
	Kendi+kira	2.3
Ortalama arazi büyüklüğü (dekar)	34.6	
Yetiştirilen tarımsal ürünler (%)	Armut	31.3
	Armut-şeftali	30.9
	Armut-şeftali-ayva	15.0
	Şeftali	13.3
	Armut-elma	5.3
	Armut-şeftali-elma	4.2

Üreticilerin %75.1'inin pestisitleri zirai ilaç bayilerinden temin ettikleri görülmektedir (Çizelge 2). Tokat ili Erbaa ilçesindeki üzüm üreticilerinin %91.43'ünün, Tokat ili Zile ilçesindeki ayçiçeği üreticilerinin %79'unun, Manisa ili Turgutlu ilçesindeki üzüm üreticilerinin %90'mın, pestisitleri ilaç bayilerinden temin ettikleri belirtilmiştir (Kızılaslan ve Somak 2013; Yeşilayer ve ark., 2016; Yanar ve ark., 2017). Çalışmamızdaki bulgular ile söz konusu çalışmaların bulguları karşılaştırıldığında üreticilerin çoğunun pestisit temininde ilaç bayilerini tercih ettiği görülmektedir.

Üreticilerin %67.9'unun, sırasıyla fungusit, insektisit, herbisit ve akarisit kullandığı görülmektedir (Çizelge 2). Bulgularımıza benzer olarak Bursa'da armut üretiminde pestisit kullanımının ekonomik analizinin yapıldığı bir çalışmada, pestisit gruplarındaki kullanım sıralamasının fungusit, insektisit, herbisit ve akarisit şeklinde olduğu bildirilmektedir (Afacan Erbaşlar, 2014).

Üreticilerin %71.6'sı pestisit seçiminde, %66.3'ü doz belirlemede ilaç bayilerinin önerilerine uymuşlardır (Çizelge 2). Manisa ilinde üzüm üreticilerinin %68'inin pestisit seçimini ilaç bayilerinin tavsiyesine göre yaptıkları belirlenmiştir (Karataş ve Alaoğlu 2011). Nevşehir ilindeki patates üreticilerinin %88.9'unun pestisit seçiminde, %86.2'sinin doz belirlemede ilaç bayilerinin önerilerine uydıkları bildirilmektedir (Erdoğan ve Gökdoğan 2017). Çalışmamızdan elde edilen bulgular ile önceki çalışmaların bulguları değerlendirildiğinde, üreticilerin pestisit seçimi ve uygulama dozlarını belirlemede zirai ilaç bayilerinin çok etkili olduğu görülmektedir.

Üreticilerin en çok (%46.3) Armut Kara Lekesi (*Venturia pirina* Aderh.)'ne karşı fungusit kullandığı saptanmıştır (Çizelge 2). Üreticilerin armutta en çok sorun yaşadığı hastalığın fungal kaynaklı bir hastalık olması üreticilerin tercih ettikleri pestisit grubu sıralamasında fungusitlerin ilk sırada yer almasını destekler niteliktedir.

Üreticilerin bir yetiştiricilik sezonunda armut ve elmada sırasıyla ortalama 18.3 ve 11.3 kez pestisit uyguladıkları, yabancı ot mücadelesine yönelik olarak da üreticilerin %45.8'inin hem kültürel hem de kimyasal yöntemleri kullandıkları belirlenmiştir (Çizelge 2).

Üreticilerin %54.2'sinin biyopestisitler konusunda bilgisinin olmadığı, bilgi sahibi olanların ise %16'sının biyopestisitleri armutta kullandıkları görülmektedir (Çizelge 2). Bu verilere göre biyopestisitler konusunda bilgi sahibi olsalar bile üreticilerin çok az bir kısmının biyopestisit kullanması ve bunu tek bir üründe kullanmaları düşündürücüdür (Çizelge 2). Bulgularımıza paralel olarak Adıyaman ilinde badem üreticileri ile yapılan bir çalışmada, üreticilerin %78.5'inin biyopestisitler konusunda bilgilerinin olmadığı bildirilmektedir (Erdoğan ve ark., 2017).

Üreticilerin %56.2'si son ilaçlama ile hasat arasındaki süreye uyulmadığı takdirde pestisit kalıntısı olacağını, %24.5'i kalıntı olmayacağını, %17.8'i bazı pestisitlerin kalıntı bıraktığını, %1.5'i ise fikrinin olmadığını belirtmişlerdir (Çizelge 3). Antalya ilinde turuncgil üreticilerinin pestisit kullanımına yönelik yürütülen bir çalışmada, üreticilerin %70.4'ü son ilaçlama ile hasat arasındaki süreye uyulmadığı takdirde, pestisitlerin ürünlerde kalıntıya neden olacağını belirtmişlerdir (Özkan ve ark., 2002). Çalışmamızdan elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, üreticilerin pestisit kalıntısı konusundaki bilgi düzeylerinin artırılması gerektiği görülmektedir.

Çizelge 2. Üreticilerin pestisit kullanımına yönelik tutum ve davranışları

Pestisitlerin temin yerleri (%)	Zirai ilaç bayi	75.1
	Zirai ilaç bayi+kooperatif	11.2
	Tarım kredi kooperatifi	9.7
	Kooperatif	4.0
Kullanılan pestisitler (%)	1. Fungisit 2. İnsektisit 3. Herbisit 4. Akarisit	67.9
	1. Fungisit 2. İnsektisit 3. Akarisit 4. Herbisit	32.1
Pestisit seçimindeki kriterler (%)	Zirai ilaç bayi önerisi	71.6
	Kendi deneyimi	19.0
	Fiyatı	9.4
Pestisit dozunu belirlemedeki kriterler (%)	Zirai ilaç bayi önerisi	66.3
	Ambalajdaki etiket bilgisi	25.9
	Kendi deneyimi	7.8
Pestisitlerin kullanıldığı hastalık-zararlılar (%)	Armut Kara Lekesi	46.3
	Armut Ateş Yanıklığı	33.7
	Armut Psillidi	11.6
	Elma İç Kurdu	4.4
	Ayva Monilyası	4.0
Pestisitlerin ortalama uygulanma sayısı (bir yetiştiricilik sezonunda)	Armut	18.3
	Elma	11.3
	Şeftali	10.0
	Ayva	7.8
Yabancı ot mücadelesinde kullanılan yöntemler (%)	Hem kültürel hem de kimyasal mücadele	45.8
	Kültürel (elle yolma vb.) mücadele	28.4
	Kimyasal mücadele	25.8
Biyopestisitler konusunda bilgi durumu (%)	Bilgisi yok	54.2
	Bilgisi var	45.8
Biyopestisit kullanım durumu (%)	Kullanmıyor	84.0
	Kullanıyor	16.0
Biyopestisit kullanılan ürünler	Armut	

Üreticilerin %53.6'sının pestisitlerin uygulanması sırasında maske, eldiven gibi koruyucu materyal kullanmadığı belirlenmiştir (Çizelge 3). Manisa ili Saruhanlı ilçesindeki bağ alanlarında yapılan bir çalışmada, üreticilerin %42.2'sinin pestisitlerin hazırlanması ve uygulanması sırasında koruyucu giysi, maske, eldiven ve gözlük kullanma konusunda hiçbir tedbir almadıkları belirtilmektedir (Tücer ve ark., 2004). Nevşehir ilinde yapılan bir çalışmada, patates üreticilerinin %84.7'sinin pestisitlerin uygulanması sırasında koruyucu giysi ve maske kullanmadığı bildirilmektedir (Erdoğan ve Gökdoğan 2017). Üreticilerin pestisitlerin uygulanması sırasında maske, eldiven gibi malzemelerin kullanımı konusunda daha bilinçli olması beklenmektedir. Çalışmamızda, üreticilerin %45.3'ü pestisit uygulamasından sonra alet/makine temizliğini bazen yaptıklarını belirtmişlerdir. Pestisitlerin çevreye zararı konusundaki düşünceleri sorulduğunda, üreticilerin %63.7'si pestisitlerin çevreye zarar verdiğini düşünmektedir (Çizelge 3). Üreticilerin bu konuda belirli bir bilgi düzeyine sahip olduğu söylenebilir, ancak yine de %24.2 oranında pestisitlerin çevreye zarar vermediğini düşünen üreticiler bulunmaktadır. Bu konuda eğitimlerin planlanması çevre bilincinin daha da artmasını sağlayacaktır. Çukurova Bölgesi'nde yürütülen bir çalışmada, turuncuğil üreticilerinin %70'inden fazlası kullandıkları pestisitlerin insan sağlığına, çevreye ve diğer canlılara karşı zararlı olabileceğini belirtmişlerdir (Akbaba, 2010).

Çizelge 3. Üreticilerin pestisit kalıntısı, koruyucu giysi/materyal kullanma durumları, ilaçlama sonrası alet/makine temizliği ve pestisitlerin çevreye etkileri konusundaki tutum ve davranışları

Pestisit kalıntısı konusundaki düşünceler (%)	Son ilaçlama ile hasat arasındaki süreye uyulmazsa ürünlerde pestisit kalıntısı olur	56.2
	Kalıntı olmaz	24.5
	Bazı pestisitler kalıntı bırakır	17.8
	Fikrim yok	1.5
Pestisit uygulaması sırasında koruyucu maske vb. kullanım durumu (%)	Kullanmıyor	53.6
	Kullanıyor	46.4
Pestisit uygulamasından sonra alet/makine temizliğinin yapılma durumu (%)	Bazen	45.3
	Yapmıyor	33.4
	Yapıyor	21.3
Pestisitlerin çevreye zararı konusundaki düşünceler (%)	Zararlıdır	63.7
	Zararsızdır	24.2
	Fikrim yok	12.1

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma sonucunda üreticilerin çoğunun pestisit temini, tercihi ve uygulamalarında ilaç bayilerinin önerilerini dikkate aldıkları, meyve yetiştiriciliği sırasında özellikle armutta oldukça fazla pestisit uygulaması yaptıkları saptanmıştır. Bu bulgulara göre zirai ilaç bayilerine büyük sorumluluk düşmektedir. Zirai ilaç bayi yetkililerinin daha çok bitki koruma bölümü mezunlarından ya da yalnızca bu bölümden mezun kişilerden oluşması ve belirli aralıklarla eğitimlere katılması oldukça önem taşımaktadır. Ayrıca, üretici bilinci ve

davranışlarının daha yüksek seviyelerde gözlemlenebilmesi için üreticiye yönelik bilgilendirme toplantıları yapılması faydalı olacaktır. Doğru ve uygun dozda pestisit kullanımı ile birlikte biyopestisitler konusundaki eğitimlerin planlanması ve eğitimlere katılımların artırılması sağlanmalıdır.

Çalışmamızda üreticilerin önemli bir bölümünün tarımsal faaliyetler sırasında maske, eldiven vb. gibi koruyucu malzemeler kullanmadıkları belirlenmiştir. Bu malzemelerin kullanımını arttırmak için öncelikle üreticilere konunun önemi hakkında bilgilendirme yapılmalıdır. Bu malzemeleri kullanmadan uygulama yaptıklarında ne gibi sorunlarla karşılaşacaklarına yönelik olarak sağlık kuruluşu personellerinden destek alarak seminerlerin düzenlenmesi, duyuru ve bildirilerin yapılması yararlı olacaktır.

Kaynaklar

- Afacan Erbaşlar, Ö. 2014. Bursa İli Armut Üretiminde Tarımsal İlaç Kullanımının Ekonomik Analizi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı. Bursa. 60 s.
- Akbaba, B. Z. 2010. Adana İli Turunçgil Yetiştiriciliği ve İnsektisit Kullanımının Değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı. Adana. 80 s.
- Bulut, H. ve A. Tamer. 1996. Pestisit Kullanımının Azaltılması ile İlgili Politika ve Stratejiler. II. Ulusal Ziraî Mücadele İlaçları Sempozyumu. s.12-24, Ankara.
- Çakır, A., N. K. Sanyürek, E. Karakaya ve Ş. Ay. 2017. Nusaybin (Mardin) İlçesi Bağcılığı Sorunları ve Çözüm Önerileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 34 (1): 15-25.
- Erdoğan O., E. Tohumcu, M. F. Baran ve O. Gökdoğan. 2017. Adıyaman İli Badem Üreticilerinin Ziraî Mücadele Uygulamalarının Değerlendirilmesi. Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi. 5 (11): 1414-1421.
- Erdoğan O. ve O. Gökdoğan. 2017. Nevşehir İlinde Patates Üreticilerinin Bitki Koruma Uygulamaları. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi. 34 (1): 51-60.
- Farah, J. 1993. Pesticide Policies In Developing Countries. Do They Encourage Excessive Pesticide Use? World Bank Discussion Paper No: 238, Washington D. C. 75 pp.
- Gözener, B., M. Sayılı ve A. Çağlar. 2017. Tokat İli Kazova Bölgesinde Domates Yetiştiriciliğinde İlaç Kullanımı. Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi. 5 (5): 451-458.
- Karataş, E. ve Ö. Alaoğlu. 2011. Manisa İlinde Üreticilerin Bitki Koruma Uygulamaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 48 (3): 183-189.
- Kızılaslan, N. ve E. Somak. 2013. Tokat ili Erbaa İlçesinde Bağcılık İşletmelerinde Tarımsal İlaç Kullanımında Üreticilerin Bilinç Düzeyi. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi. 4: 79-93.
- Özkan, B., H. V. Akçaöz ve C. F. Karadeniz. 2002. Antalya İlinde Turunçgil Üretiminde Tarımsal İlaç Kullanımına Yönelik Üretici Tutum ve Davranışları. Anadolu Dergisi. 13 (2): 103-116.
- Tücer, A., İ. Polat, M. Küçükler ve A. Özercan. 2004. Manisa-Saruhanlı Bağlarında Tarımsal İlaç Uygulamalarındaki Sorunların Saptanması. Anadolu, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi. 14 (1): 128-141.
- Yanar, Y., D. Yanar, G. Erdal, H. Erdal ve F. Yurttaş. 2017. Manisa İli Bağ Alanlarında Karşılaşılan Bitki Koruma Sorunları ve Üretici Bilinç Düzeyi. Turkish Journal of Weed Science. 20 (1): 18-26.

Yeşilayer, A., G. Erdal, H. Erdal ve Ş. Özülkü. 2016. Tokat ili Zile İlçesinde Ayçiçeği Yetiştiriciliğinde Bitki Koruma Sorunları ve Üreticilerin Bilinç Düzeyi. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi. 13: 152-162.



Sensitivity Analysis in Landscape Ecological Planning; the Sample of Bayburt^{ab}

Esra ÖZHANCI^{1*}, Hasan YILMAZ²

¹Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü,
Nevşehir, Türkiye,

²Atatürk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Erzurum, Türkiye,

*Sorumlu yazar ORCID: 0000-0003-2789-6380

e-posta (Corresponding author e-mail): eozhanci@nevsehir.edu.tr

Yazar(lar) ORCID: 0000-0003-3768-4760

e-posta (Author-s e-mail): hyilmaz@atauni.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 08.02.2018; Kabul Tarihi (Accepted): 24.05.2018

Abstract: The components constituting the identity of a landscape are the natural and cultural components. These dynamic and productive systems that constitute landscapes are in constant interaction. Landscape sensitivity is the study of the delineation and protection of sustainable land use. It is the term that represents the dynamic relationships and interactions between the landscape itself and the adjacent artificial elements. According to official statistics, Bayburt province has not been developed much in terms of socio-economic situation and has also decreased in terms of its demographic structure. With this and the accompanying reasons, guidelines were needed for effective landscaping planning and management. The province represents an important reserve for the determination of ecological sensitivity areas because it has a relatively undisturbed rural landscape structure. In this study, the ecological sensitivity zones of the province of Bayburt were defined in order to preserve the natural and cultural assets that the province possesses and to harness them in a rational way. It was aimed to establish an ecologically efficient management model for the region and similar landscapes by demonstrating the effects of human and natural factors on the landscapes. Composite Ecological Sensitivity Map were created by performing an Ecological Sensitivity Analysis. In the light of this analysis, the major part of the province of Bayburt was to have moderately-sensitivity ecology. In the planning decisions to be made on macro and micro scale, the highly-sensitive areas should be taken as the focus, and the northeastern parts of the province must be preserved in accordance with their susceptibility. In the high-sensitivity areas, on the other hand, the eco-tourism activities should be performed in a limited and controlled manner providing that they become the buffer zones. In the moderately-sensitive parts that constitute the greater part of the area,

^a Bu makale 2010/260 Nolu Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi ile desteklenen doktora tezinin bir bölümünü içermektedir.

^b Özhanç, E. ve Yılmaz, H. 2018. Ekolojik Peyzaj Planlamasında Duyarlılık Analizi; Bayburt Örneği. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32 (2), 77-98.

however, the social, cultural and vital activities which do not cause pressure on the natural landscape are the fields to be sustained in line with the requirements of the modern age.

Keywords: Ecological sensitivity, GIS, Bayburt.

Ekolojik Peyzaj Planlamasında Duyarlılık Analizi; Bayburt Örneği

Öz: Bir peyzajın kimliğini oluşturan bileşenler, temel doğal ve yapay (kültürel) bileşenlerdir. Peyzajları oluşturan bu dinamik ve üretken sistemler, sürekli etkileşim halindedir. Peyzaj duyarlılığı ise, koruma ve sürdürülebilir alan kullanımı ile ilgili çalışmaların merkezi olmaya devam etmektedir. Düzenli olmayan dinamik sistemler ve değişim ile ilgili bazı kavramları ifade eden bir terimdir. Resmi istatistiklere göre, Bayburt ili sosyo-ekonomik açıdan fazla gelişmemiştir ve demografik yapısı açısından da küçülmüştür. Bu ve eşlik eden nedenlerle, etkili peyzaj planlama ve yönetimi için kılavuzlara ihtiyaç vardır. İl nispeten bozulmamış bir kırsal peyzaj yapısına sahip olması nedeniyle, ekolojik hassasiyet alanlarının belirlenmesi için önemli bir rezervi temsil etmektedir. Bu çalışmada, Bayburt'un sahip olduğu doğal ve kültürel değerlerinin korunması ve rasyonel kullanılması amacıyla, ilin ekolojik duyarlılık zonları tespit edilmiştir. İnsan ve doğal faktörlerin peyzaj üzerindeki etkilerini ortaya koyarak, bölge ve benzer peyzajlar için ekolojik açıdan verimli bir yönetim modeli oluşturulması amaçlanmıştır. Ekolojik Duyarlılık Analizi yapılarak, Toplam Ekolojik Duyarlılık Haritaları (TEDH) ortaya konmuştur. Bu veriler ışığında, Bayburt ilinin büyük bölümünün ekolojik açıdan orta seviyede duyarlı olduğu saptanmıştır. Makro ve mikro ölçekte alınacak planlama kararlarında, duyarlılığı çok yüksek alanlar odak alınarak, ilin kuzeydoğu kesimleri, hassasiyetleri doğrultusunda korunmalıdır. Duyarlılığı yüksek alanlarda ise; tampon zon olması kaydıyla, ekoturizm faaliyetleri sınırlı ve kontrollü bir biçimde gerçekleştirilmelidir. Alanın büyük bölümünü oluşturan orta düzeyde duyarlı kesimlerde ise; doğal peyzaj üzerinde baskı oluşturmayan sosyal, kültürel ve yaşamsal faaliyetler modern çağın gereksinimleri doğrultusunda sürdürülebileceği alanlardır.

Anahtar Kelimeler: Ekolojik duyarlılık, CBS, Bayburt.

Introduction

When designing landscape, there are several factors to consider concerning human needs. Natural, physical, social and economic characteristics should be evaluated together in the assessment of quality of outdoor areas (Özhancı et al., 2013). Ecological sensitivity stands for the impact of human interventions on the natural environment (Naujokaitis-Lewis et al., 2009; Liang and Li, 2012). Ecological sensitivity is determined by the reactions of the eco-system to environmental changes caused by external and internal factors (Rossi et al., 2008; Zhang et al., 2012). Complex patterns landscapes can be at different scales, from the unitary and effective homogenous landscape element to the regional landscape based on lithologic or large drainage basin land configurations. Landscapes are dynamic earth systems involving not only objects but also energy and matter reservoirs maintained through growth, decay, flow and transformation (Thomas, 2001). Store et al., (2011) note that landscaping sensitivity includes both the elasticity to change and the ability to recover from change.

For evaluating regional eco-environmental sensitivity extensively it would enable us to determine the priority areas for ecological environmental protection (Rossi et al., 2008; Zhang et al., 2012). A great number of attempts have been made to acknowledge and

identify the relationship between various types of landscape uses. These descriptive attempts include the land system mappings and ecological land classification dating back to 1960s and 1970s (Thomas, 2001).

The quantitative description of the landscape structure forms the basis for defining structural elements in the landscape and enables the modelling process of the ecological impacts. The measurement of a landscape structure is used in the studies on geoinformation technologies (Gardner *et al.*, 2008; Messerli *et al.*, 2009; Riitters *et al.*, 2009; Kelly *et al.*, 2011). The land use and land cover maps created using remote sensing and GIS (geographic information system) allow for the measurement of various characteristics such as landscape heterogeneity, linkage and degradation (Buyantuyev and Wu, 2007; Kelly *et al.*, 2011; Benedek *et al.*, 2011; Gao and Li, 2011).

Landscape structure is characterized by the composition and spatial configuration of the landscape. The composition, represents the variety and the density of the patches in the landscape, regardless of the spatial configuration (Símová and Gdulová, 2012).

Ecological sensitivity, in the science of ecology, used to mean ‘change’ against inertia. Afterwards, in a sample of Scottish plateaus (highlands), it was observed that the type of vegetation changed at a rate of 50% in a 44-year-period of time (Miles *et al.*, 2001). Studies on the sensitivity of a landscape to environmental change are performed for both the natural environment and the effects of the land use on natural systems (Thomas, 2001; Thomas and Allison, 1993).

The existence of the studies and theories as to the components of landscape susceptibility are (Gordon and Sutterland, 1993; Bishop, 1999) not an easy concept to define. The first step is to consider the major natural systems determining landscape structure and the processes affecting these systems. In addition, it is important to define the magnitudes of these changes that have spatio-temporal components (Usher, 2001). In the diagram in Figure 1, the diagrammatic portrayal of landscape sensitivity is defined.

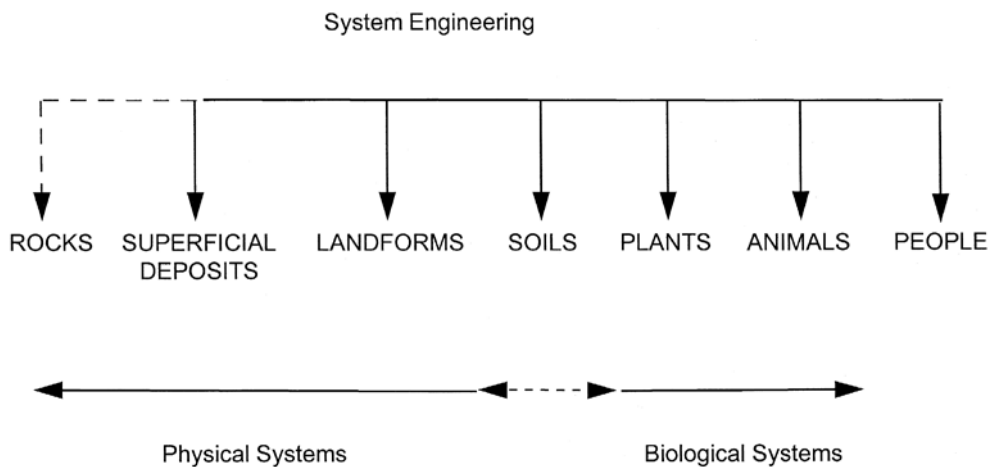


Figure 1. A diagrammatic portrayal of landscape sensitivity (Usher, 2001)

An ecological sensitivity analysis was initially used for estimating the ecological processes and functions likely to get damaged by human induced changes. Most of these studies have focused on the subject of the eco-system sensitivity to acid depositions. After 1990s, the researchers carried out studies regarding the analyses of water-borne soil loss sensitivity, soil erosion sensitivity, land desertification sensitivity and soil salinity (Liang and Li, 2012). Upon understanding the efficiency of sensitivity analyses, a number of studies have been performed on this subject in recent years (Mathys *et al.*, 2006; Coffin, 2007; Hortal and Saura, 2007; Rossi *et al.*, 2008; Mingwu *et al.*, 2010; Símová and Gdulová, 2012; Liang and Li, 2012; Zhang *et al.*, 2012).

In developing countries, regional planning are very important in terms of investments and development. Especially cities which can not gain momentum in terms of economic dynamics and can not come forward with any identity elements are drawing attention and ideas for the development of these cities are presented. In this context, the sample of Bayburt province was selected in the study, aiming to reveal ecological sensitivities and to conduct studies on this axis. The objective of this study was to determine the ecological sensitivity zones of the province of Bayburt in order to preserve its natural and cultural assets of the province; to apply them in a rational way and to aid in making healthy decisions for planning in the future. It was also aimed to establish an ecologically efficient management model for the region and similar landscapes by demonstrating the effects of human and natural factors on the landscapes.

Case Study and Methodology

Case study

With an altitude of between 1400 - 3350 meters, Bayburt is located on the 40° 10' northern and 40° 15' eastern longitudes. Bayburt located in the Coruh basin is surrounded by the Soğanlı Mountains in the North, the Otlukbeli Mountains in the South, the Mescit Mountains in the East and the Giresun Mountains in the West (Figure 2). The Bayburt province stands out as a largely intact environment within the region. However, the province is the last rank in terms of economic indicators in the country's rank order. While it is targeted to give direction to Bayburt within development projects and management plans, it is necessary to protect in ecological values and to carry out studies on this axis.

The Ecological Sensitivity Analysis was performed over the related maps and documents about the province of Bayburt. The 1/25 000 –scaled topographic maps of Turkish Republic (T.R.) The Ministry of Defense, General Command of Mapping were used for the purpose of producing digital data with respect to land elevation groups, aspect groups, transportation and hydrology (Anonymous 2006). The 1/100 000-scaled land inventory maps acquired from the report of the T.R. Prime Ministry General Directorate of Rural Services, with the title “The Land Size of the Province of Bayburt” and dated 1996 were used for the purpose of creating maps of land capability and suitability classes, large land groups, the state of erosion, and the available land uses (Anonymous 1996).

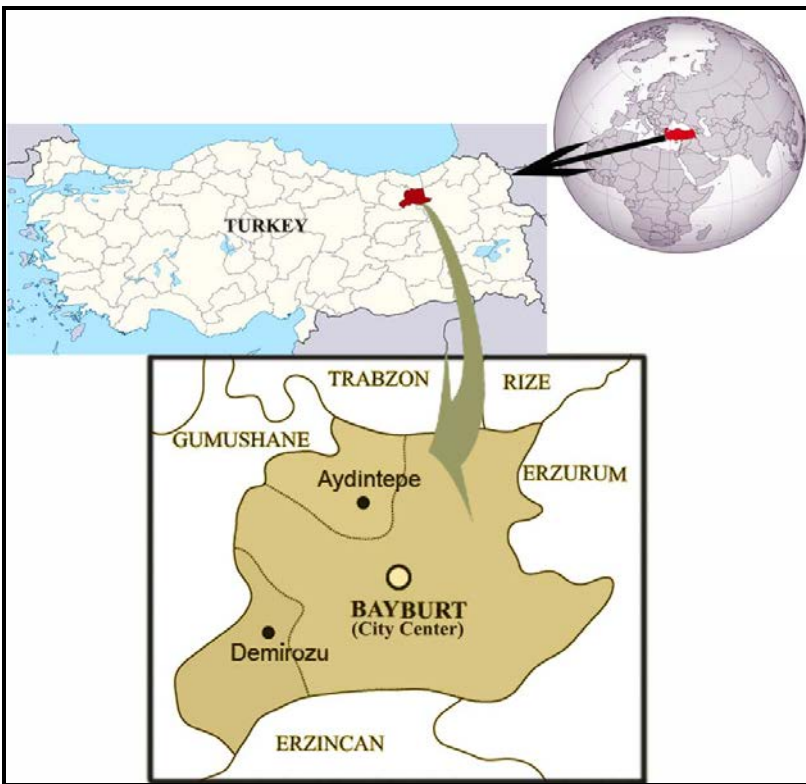


Figure 2. The location map of the study area

Method

Identification of Ecological Sensitivity Criteria

The main and the sub criteria of ecological sensitivity pertaining to this study field were determined by analyzing the sensitivity analysis criteria and scoring methods of Mingwu et al, Vromans et al and Dai et al. (Mingwu *et al.*, 2010; Vromans *et al.*, 2010; Dai *et al.*, 2012).

The main factors determined for ecological sensitivity were selected as slope, aspect, soil class, elevation, eco-system variety, road-effect zone and water.

Organizing Evaluation Classes for Ecological Sensitivity Analysis

Slope factor; The General Directorate of Rural Services classify slope in this way: 0-2% almost flat/plain, 2-6% slightly slope, 6-12% moderately slope, 12-20% steep slope, 20-30% very steep slope and 30+% as hilly slope.

Aspect factor; According to Çepel (1988), aspect factor affects the temperature, precipitation and climate of a region. It influences water economy and the composition of vegetation. The northward areas have less water loss, and since snow lasts longer and melts

away slowly, the amount of water infiltrating into the soil is more than that in the southward areas. The northward aspect areas are cooler and shadier, whereas the southward aspect soils are hot and sunny (Erol, 1993; Kiper, 2006). A proper classification of the aspect state for the study field was made by also receiving expert opinions from landscape architecture department.

Erosion factor; Soil erosion is basic concern to balance the use of natural resources against the need for the ecosystem protection (Bayramin et al., 2006). Soil erosion hazard is more severe in Turkey as compared to the other Mediterranean countries (Doğan et al., 2000). Dogan (2011) stated that 14% of land is slightly eroded 20% is moderately eroded and at 63% is severely and very severely eroded in Turkey. Erosion, in the ecological sensitivity grouping and analysis, was reported as slight- moderate- severe and very severe.

Soil factor; Lands were divided into 8 capability classes according to their possible uses. The classification is ranked according to the suitability level for agriculture (arable areas). The areas in question are ranked between the 1st class in which land has the greatest suitability for agricultural activities since there is no risk of erosion and the 8th class in which the land is inconvenient for any agricultural activities but could provide an environment for wildlife or could be used as a hunting-entertainment area, a tourist place, a settlement area, a recreational area or a national park. While the soils of classes 1-8 constitute the land capability classes within the boundaries of the study field, the 5th class soils cannot be found among these.

Elevation Factor; The province of Bayburt is located in between 1400 m and 3350 m. The more the elevation increases, the more the renewal capacity of nature itself decreases while the number of vulnerable species increases, which enhances the sensitivity. Nature seems static in fact tend to the continuous movement and renewal. The classification of elevation varies with the field of study (Frelich, 2002; Van Der Valk, 2009). A classification of an elevation factor in accordance with the study field was made by also receiving expert opinions from soil science and landscape architecture departments.

Biological diversity factor; Land use at the national and regional scale is an important factor in terms of ecological impacts. The ecological sensitivities of these uses are related to the level of natural elements. If the level of flora and fauna is low, sensitivity is low. The sensitivity levels were determined according to the levels of flora and fauna in the land use types. These land use types are; Residential Areas, Agricultural areas, Meadow and Moors, Forests, Grasslands and Other Areas.

Road-effect zone factor; Pollution from highways and long distance roads can cause harm to the flora and the fauna around them. Some of chemical pollutants in the way only affect the immediate surrounding of the way, others carried a greater distance from the road by wind and water (Coffin, 2007). These impacts are mostly seen in the closest to the road. For this reason, a sensitivity area was created around the roads according to their features (long distance divided roads, long distance roads, other roads etc.). The classification is made according to the road-effect zones (Mingwu et al., 2010)

Water factor; Water sensitivity areas were found around waterfronts, although these areas differ among various studies. Mingwu et al. (2010) described water sensitivity areas as 0-20 m., 20-50 m., 50-100 m, 100-150m and >150m. , using five classes in the analysis.

The classification and sensitivity levels used in the analysis are given in Table 1 for all the factors used for the Ecological Sensitivity Analysis.

Table 1. The Classification used in the Sensitivity Analysis for all the Ecological Sensitivity Factors.

The Main Factors determined for Ecological Sensitivity	Classification Mode	Classes	Sensitivity Category	
The Classification used in the sensitivity analysis of the slope factor	Slope Groups	%0 - 6	Low	
		%6,1-30	Medium	
		>%30	High	
The Classification used in the sensitivity analysis of the aspect factor	Aspect type	North	Low	
		East	Medium	
		West		
		Northwest/Northeast		
		Southwest/Southeast		
South	High			
The Classification used in the sensitivity analysis of the Erosion Factor	Type of Erosion	Slight Erosion	Low	
		Moderate Erosion	Medium	
		Severe and Very severe erosion	High	
The Classification used in the sensitivity analysis of the Soil factor	Land Capability Class	VII., VIII. Class lands	Low	
		V, VI Class lands	Medium	
		I, II, III ve IV. Class lands	High	
The Classification used in the sensitivity analysis of the Elevation Factor	Elevation (m)	1400-2050	Low	
		2051-2700	Medium	
		2701-3350	High	
The Classification used in the sensitivity analysis of the Biological Diversity Factor	Land Use	Residential Areas	Low	
		Agricultural areas, Meadows and Moors	Medium	
		Forests, Grasslands and Other Areas	High	
The Classification used in the sensitivity analysis of the Road Effect Zones	Features of the Road	The Width of the Protection Zone		
		Long Distance Divided Roads	100m.	Low
		Long Distance Roads	50m.	Medium
		Other Roads (Junctures,etc.)	-	High
The Classification used in the sensitivity analysis of the Water factor	Width of the Buffer Zone (m)	>100	Low	
		20-100	Medium	
		0-20 (The waterfront itself and the 20m zone surrounding it.)	High	

Creating and Organizing Ecological Sensitivity Maps

The sub units of the evaluation factors were determined according to the ecological structure and regional characteristics of the province of Bayburt. Digital maps were made using the Arc Map program in a GIS medium in accordance with the Bayburt Province sub units. The sub-categories were classified as Low (1 point), Moderate (5 points) and High (10 points) sensitivity levels. These three levels have been transformed into five levels in the latest Map, in order to include intermediate groups formed as a result of overlapping.

The study comprised 1/25 000 – scaled 39 map sections involving the whole province of Bayburt. These maps were converted into the Raster data for the Ecological Sensitivity

Maps created by integrating all the factors. By coinciding these maps with the ArcMap program, The Composite Ecological Sensitivity Map (TESM) was created. Through the “Spatial Analysis” method, the study field was classified as: The Areas Low in Ecological Sensitivity, Areas moderate in Ecological Sensitivity, Areas High in Ecological Sensitivity and The Areas Very High in Ecological Sensitivity.

Findings

In order to show the sensitivity level of the study field, sensitivity maps were created by classifying maps of all the combined factors according to the levels given in the method.

The Evaluation of Slope Sensitivity

According to the slope sensitivity map, 35,19% of the province lands (133.220 ha) had low sensitivity, 59,38% (224.775 ha) moderate sensitivity and 5,43% (20.560 ha) high-sensitivity. The province does not have much of its land in a critically sensitive slope. The lowlands (plain areas), The River Çoruh and Çoruh Valley become prominent in this respect.

The slope sensitivity is at high levels in the mountainous areas of the province as expected. The distribution of the ecological sensitivity areas and their proportions within the area according to the slope groups is given in Table 2, while the sensitivity map is given in Figure 3.

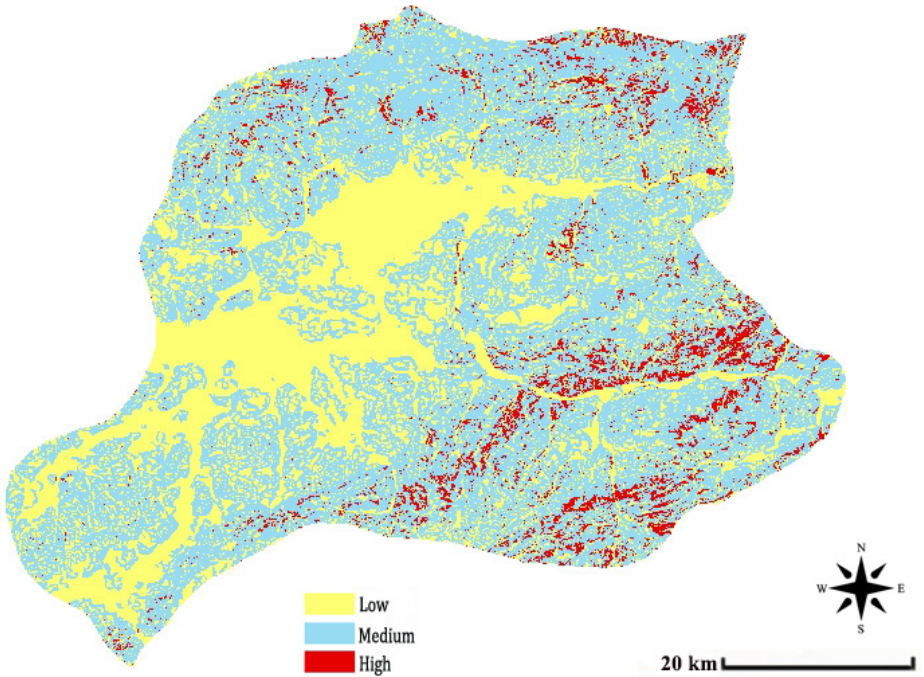


Figure 3. The distribution of Slope Sensitivity Areas

Table 2. The distribution of the ecological sensitivity areas and their proportions according to the slope groups.

Sensitivity Category	Area (ha)	Percentage (%)
Low	133.220	35,19
Medium	224.775	59,38
High	20.560	5,43
Total	378.555	100

The Evaluation of the Aspect Sensitivity

The aspect sensitivity map of the province indicated that 82,73 % (313.175 ha) of the province lands was moderately sensitive, whereas 8,71% (32.984 ha) was high-sensitive (Table 3). The major part of the province of Bayburt is moderately sensitive in terms of the aspect factor. The Northward lands which are low in sensitivity cover a narrow area that extends across the province. Aydıntepe County Town or the residential area of Aslandede Village was among these areas mentioned above (Figure 4).

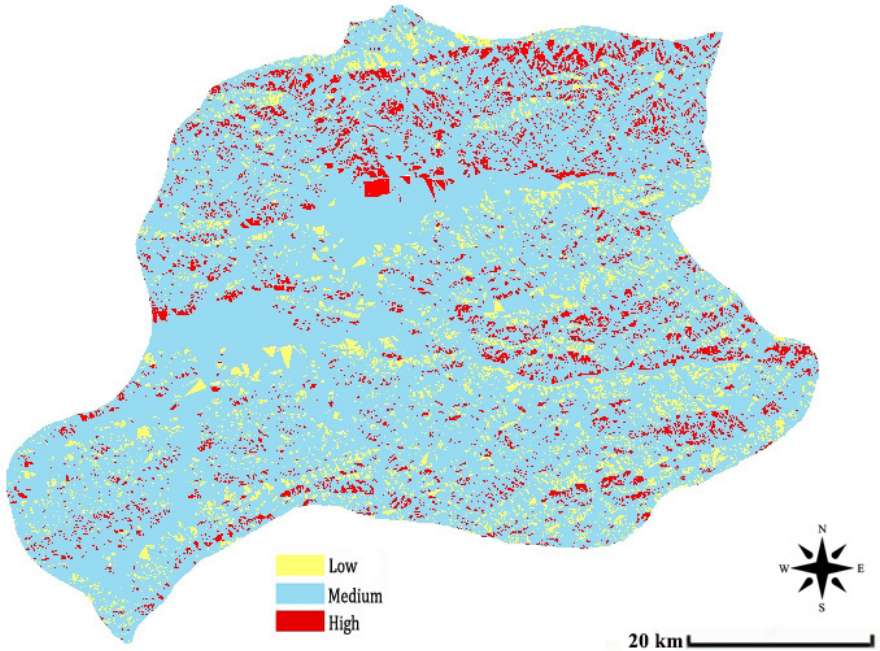


Figure 4. The distribution of the Aspect Sensitivity Areas.

Table 3. The distribution of the ecological sensitivity areas and their proportions according to the aspect groups.

Sensitivity Category	Area (ha)	Percentage (%)
Low	32.396	8,56
Medium	313.175	82,73
High	32.984	8,71
Total	378.555	100

The Evaluation of Erosion Sensitivity

The Erosion Sensivity Map indicated that 62,58% (236.902 ha) lands were in high-sensitivity class . Erosion sensitivity decreased in areas with an altitude over 1800 m such as the Aydintepe plain, Dikmetaş plain, Düzeker plain and Mormuş lowland (Table 4, Figure 5).

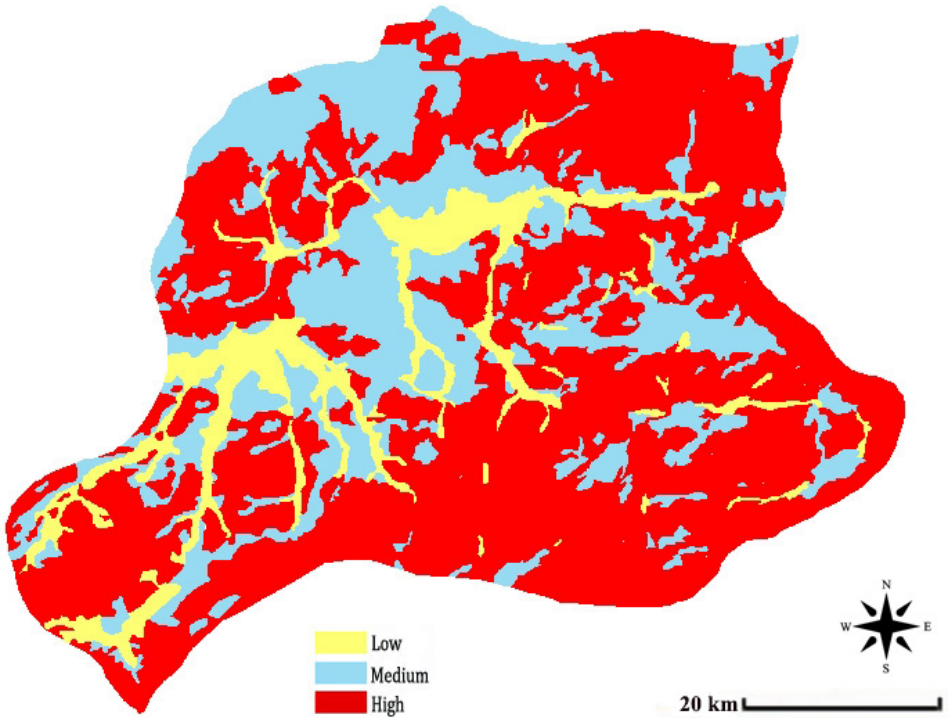


Figure 5. The distribution of the Erosion Sensitivity Areas.

Table 4. The distribution of the ecological sensitivity areas and their proportions according to the erosion groups.

Sensitivity Category	Area (ha)	Percentage (%)
Low	38.204	10,09
Medium	103.449	27,33
High	236.902	62,58
Total	378.555	100

The Evaluation of the Soil Sensitivity

The soil sensitivity map showed that 56,98% (215.696 ha) lands were in the low-sensitivity class, while 19,32% (73.123 ha) in moderately-sensitive class (Table 5). It was clear to conclude that a major part of the province has a low-level sensitivity in terms of the land capability classes (Figure 6).

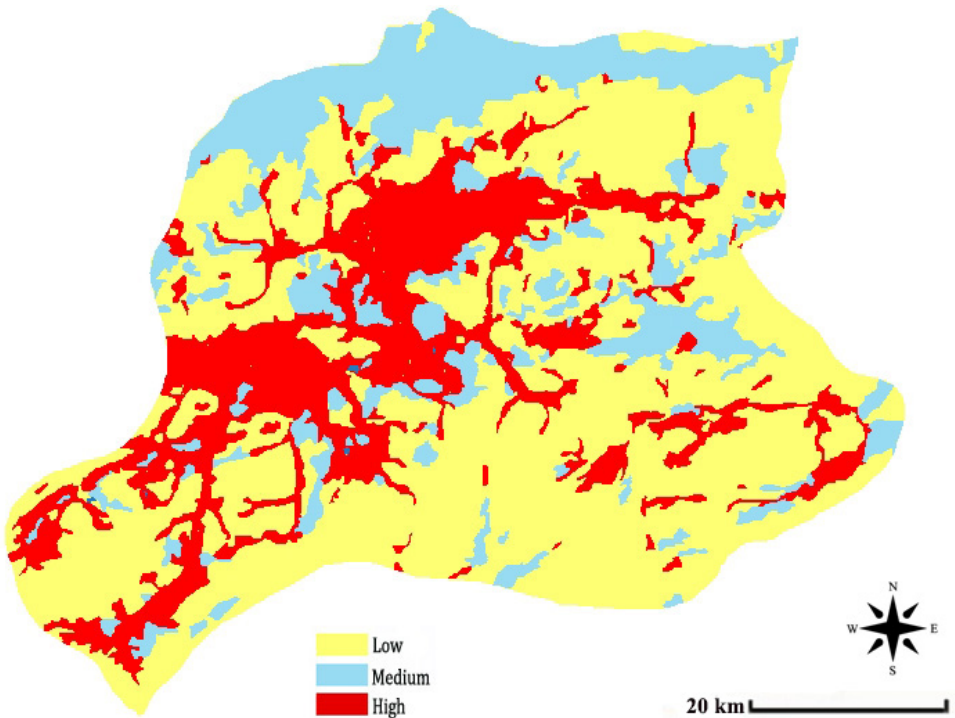


Figure 6. The distribution of the Soil Sensitivity Areas.

Table 5. The distribution of the ecological sensitivity areas and their proportions according to the soil groups.

Sensitivity Category	Area (ha)	Percentage (%)
Low	215.696	56,98
Medium	73.123	19,32
High	89.736	23,7
Total	378.555	100

Evaluation of Elevation Sensitivity

The Elevation Sensitivity Map indicated that 68,89% (260.798 ha) lands were in low-sensitive class while 29,20% (110.541 ha) in moderately-sensitive class. (Table 6). In this map, the dish-shaped topography of the province is perceived more clearly. In the province of Bayburt, where the lowlands and valleys cover a large area, the elevation sensitivity in the major part of the region is at low levels. On the other hand, the mountainous areas where the valleys rise are sensitive at moderate levels.

The sensitivity level of the mountainous areas situated in the northwest (Mount Yamalıdağ, Komarlık Crest, Haldizendağı Crest, Sarıçiçek Crest, Çataldere Crest, Kızıltoprak Crest, Kayışkiran Crest, Sulakbaşı Crest, Yoncalı Crest, etc.) and southeast of the province (Crest Yedikurunlaryamacı on the Çavuşkiran mountains, Çiftpınar Crest, Kızıoğlandağı Crest, Kazdere Crest, etc.) and at 2700 m altitude and above is quite high (Figure 7).

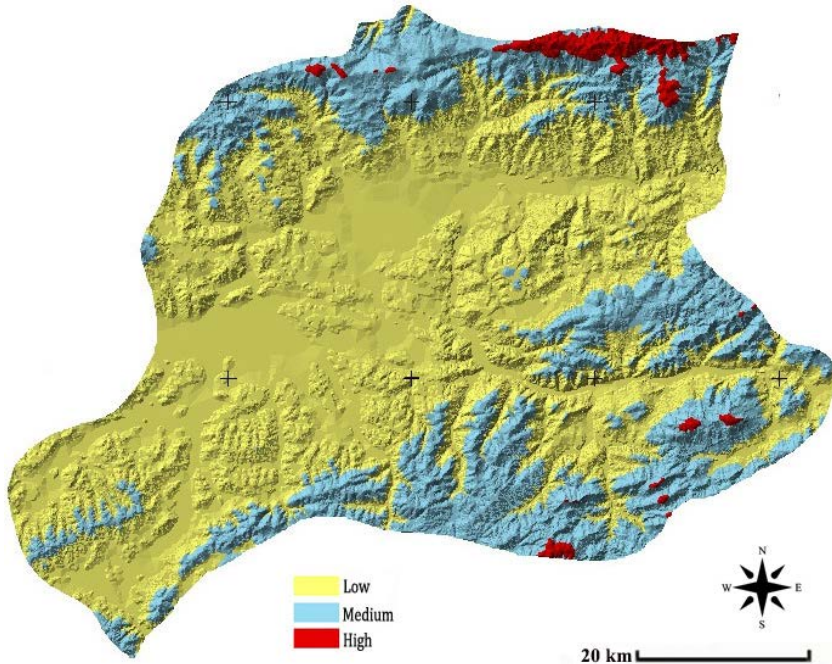


Figure 7. The distribution of the elevation sensitivity areas.

Table 6. The distribution of the ecological sensitivity areas and their proportions according to the elevation groups.

Sensitivity Category	Area (ha)	Percentage (%)
Low	260.798	68,89
Medium	110.541	29,2
High	7.216	1,91
Total	378.555	100

Evaluation of the Sensitivity of Biological Diversity

The biological diversity map created for measuring biological diversity indicated that 33,86% (128.171 ha) of the land was moderately sensitive, whereas 65,9% (249.472 ha) of it was high-sensitive in this respect (Table 7). The province of Bayburt is highly-sensitive to a great extent in terms of biological diversity. The sensitivity regions were not localized in a certain area but ranged across the province. The mountainous areas in the north where only the agricultural fields show decrease can be perceived more clearly (Figure 8).

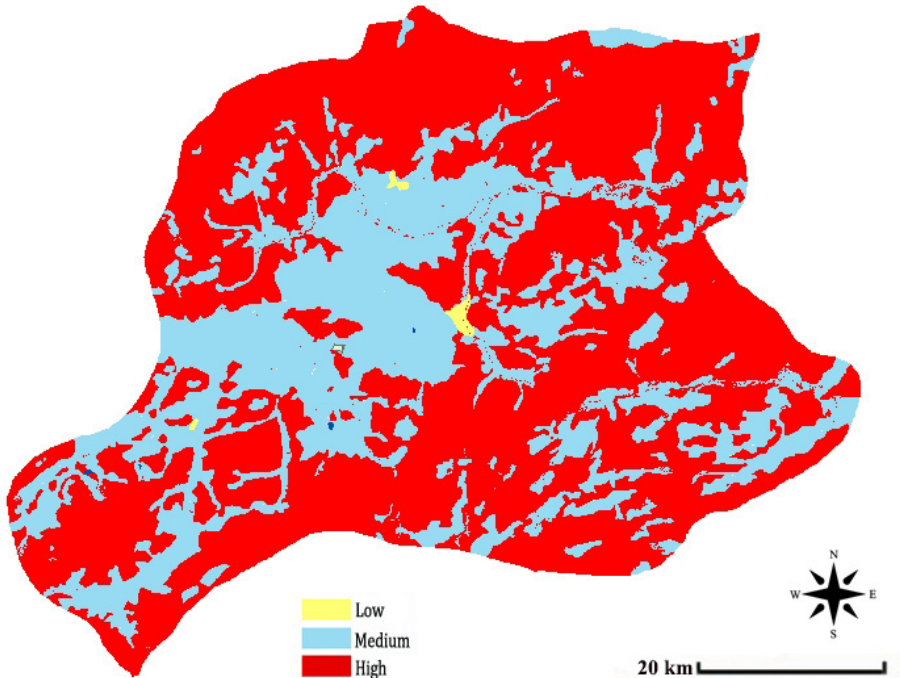


Figure 8. The distribution of the Biological Diversity Sensitivity Areas.

Table 7. The distribution of the ecological sensitivity areas and their proportions according to the biological diversity groups.

Sensitivity Category	Area (ha)	Percentage (%)
Low	912	0,24
Medium	128.171	33,86
High	249.472	65,9
Total	378.555	100

Evaluation of the Sensitivity of Road-effect Zone

In the sensitivity map of the road-effect zone within the province, it was ascertained that 99,28% (375.824 ha) of the area had low-sensitivity in terms of the road-effect zone, whereas 0,32% (1.210 ha) was moderately-sensitive in this respect. On the other hand, 0,40% (1.521 ha) of it was determined to be high-sensitive (Table 8). As is expected, a proportionally small area in the province of Bayburt which embody the surroundings of long distance roads is high-sensitive in terms of road-effect (Figure 9).

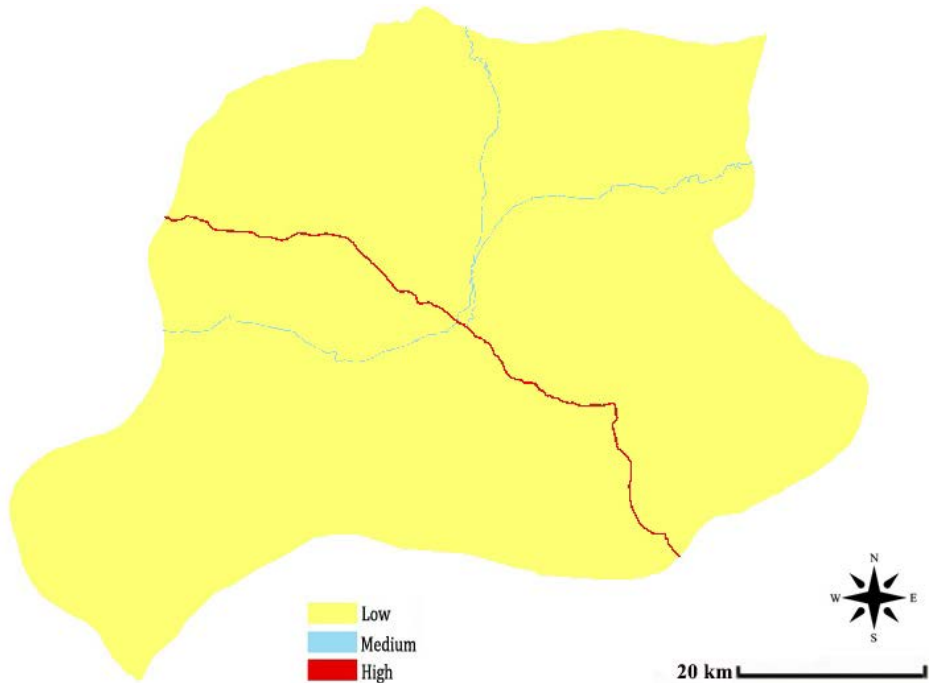


Figure 9. The distribution of the Road-effect Zone Sensitivity Areas.

Table 8. The distribution of the ecological sensitivity areas and their proportions according to the road-effect zone groups.

Sensitivity Category	Area (ha)	Percentage (%)
Low	375.824	99,28
Medium	1.210	0,32
High	1.521	0,40
Total	378.555	100

Evaluation of the Water Sensitivity

The transportation map created for describing the water sensitivity level showed that 83,78% (317.151 ha) of the area had low-sensitivity in terms of water, whereas 12,89% (48.796 ha) had moderately-sensitive (Table 9). The water sensitivity in the major part of the province was at low levels. In this map, the regions where there are tributaries(streams), brooks and lakes and their surroundings indicated the areas which are moderately or high-sensitive depending on the zoning levels performed (Figure 10).

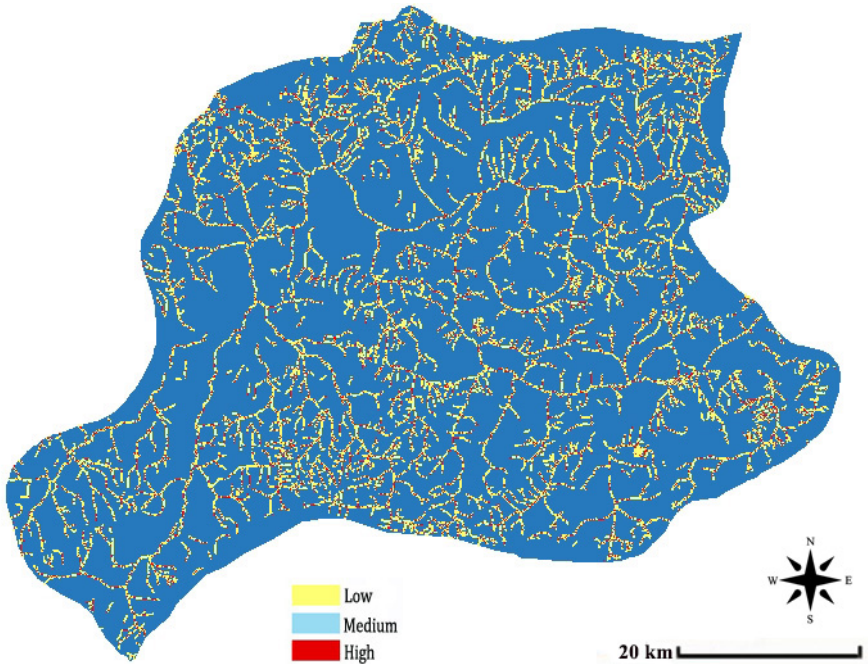


Figure 10. The distribution of the water sensitivity areas.

Table 9. The distribution of the ecological sensitivity areas and their proportions according to the water classes.

Sensitivity Category	Area (ha)	Percentage (%)
Low	317.151	83,78
Medium	48.796	12,89
High	12.608	3,33
Total	378.555	100

Evaluation of the Composite Ecological Sensitivity

The Composite Ecological Sensitivity Map (TESM) was created by overlapping all the sensitivity maps with each other in order to put forward the composite ecological sensitivity level of the research field (Table 10, Figure 11).

The TESH ascertained that 7,70% (29.163 ha) of the land had ecologically low-sensitivity, 79,05% (299.264 ha) of it was moderately-sensitive, 13,20 (49.935 ha) was ecologically high-sensitive, whereas 0,05% (193 ha) of it was ecologically very highly sensitive. The major part of the province of Bayburt is ecologically sensitive at moderate levels.

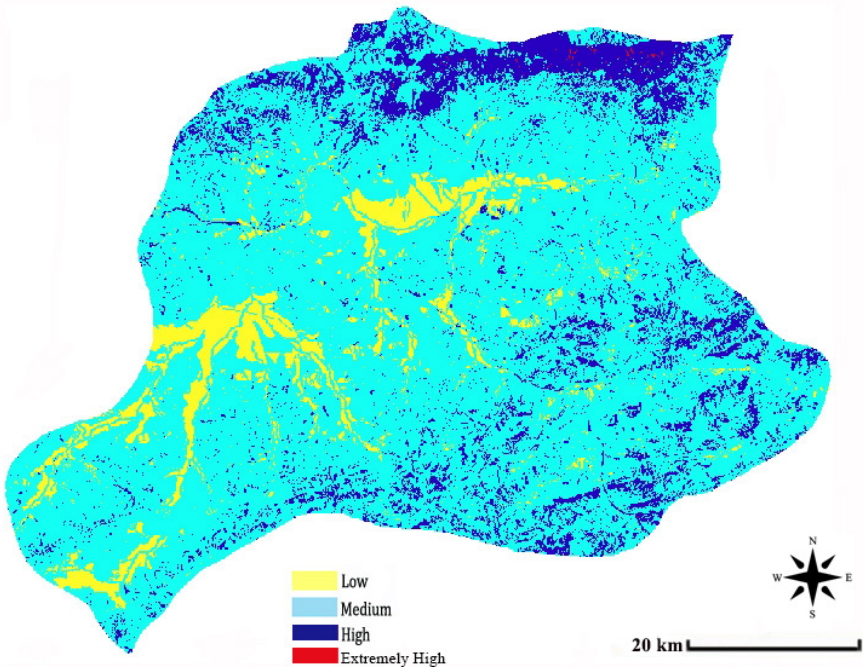


Figure 11. The distribution of the composite ecological sensitivity areas.

Table 10. The distribution of the ecological sensitivity areas and their proportions.

Sensitivity Category	Area (ha)	Percentage (%)
Extremely Low	0	0
Low	29.163	7,70
Medium	299.264	79,05
High	49.935	13,20
Extremely High	193	0,05
Total	378.555	100

It was found that some of the areas situated on the mountainous parts and highlands/plateaus, such as Göloba plateau, Sariçiçek plateau, Armutlu plateau, Ayıtaşı plateau, Beyler boğazı, Pampul plateau, Çataldere plateau, Kayışkıran Crest, Kurşunkaya crest, Kirtazor plateau and Çeñçül plateau situated in the northwest of the province and some other areas situated over the streams, such as Derin, Gılanguın, Yatak, Pelitlik, Sulakdere, Kayaklarındere, Kop, Bendazlı, Yayla and Kılıçkaya were the areas where sensitivity was at very high levels. These regions, which are located in the South of Soğanlı, Haldizen and Kemer mountains and between 2400-2800 m constitute the smallest area in distribution (D) (Figure 12).

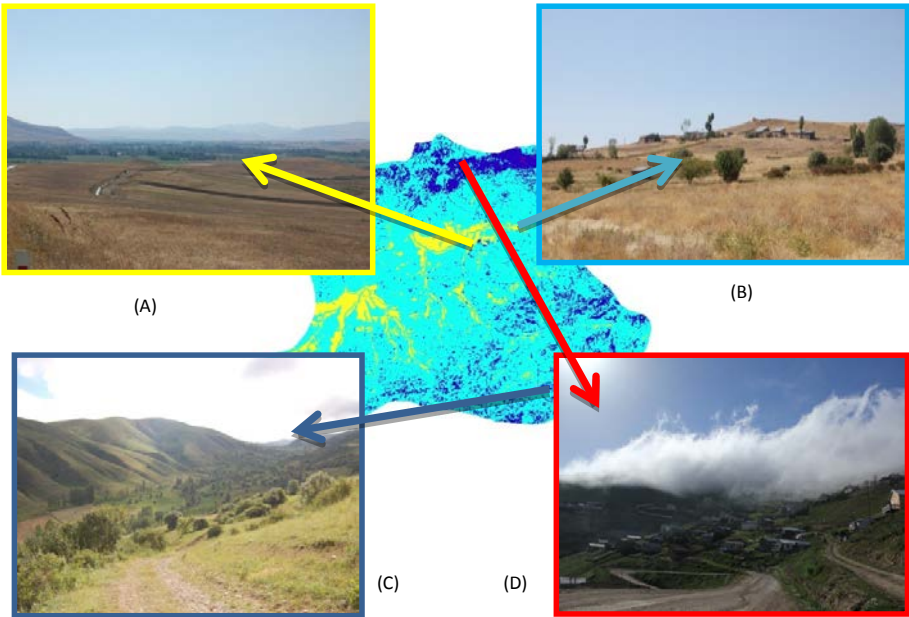


Figure 12. Samples according to the sensitivity levels on the Composite Ecological Sensitivity Map (A: Düzekeer plain (1500 m and around)/ Low-sensitive, B: Karşıgeçit village (1465 m)/ moderately-sensitive, C: The northwest of Çaldere village, Gülsincan (2211 m) and Gosu (2111 m) hills / High-sensitive, D:Çeñçül Plateau /Highly (very) sensitive)

The high sensitive areas were largely located in the region surrounding these areas and mainly in the higher parts of the region in the southeast of the province located on the same longitudes (C).

The moderately-sensitive areas, however, mainly distributed around the central zone and the southwestern part of the province. In general, these areas appeared as the plain or northward areas where the elevations join the lowland (B).

The low-sensitive areas which were ranked in the second row spatially, were localized in the regions close a lowland and plain where the elevation rised up to 1800 m at most and the erosion sensitivity diminished a great deal (Aydıntepe plain (lowland), Düzeker plain, Hasan plain, Mormuş prairie, Cünüt prairie, Gevrek prairie, Küllüler prairie, Hasan prairie, Örenler prairie, Karaçayır prairie, Çorak prairie, Dikmetaş plain). In addition, the major part of the center of Bayburt, Aydıntepe and Demirözü were the areas where sensitivity iwas at low levels (A).

Discussion

Understanding the landscape change with short and long periodic geomorphologic stresses depends on the behavior of the landscape when changing system resistances and / or inputs (Souza et al, 2015).

In this study, the sensitivity evaluation was largely fictionalized in terms of the natural and cultural landscape components through the parameters applied and the assessments performed in the sensitivity analysis. According to the results obtained, the most sensitive areas can be planning as the core protection area. With this type of planning, the area can be protected from human degradation. Highly-sensitive areas, the largest part of which exists around this area and across the province can be planned as the buffer zone. With this planning, the current state of the areas in question can be preserved within the frame of protection and utilization in balance and can be evaluated on the basis of ecological, nature-oriented and recreational/touristic activities. The areas where sensitivity is the lowest can be planned as the field of socio-economic activities of the province.

The ecosystems existing in the high-sensitivity zones are susceptible to damage and should be defined as the key areas for protection and restoration (Liang and Li, 2012). The planning of areas of sensitivity is summarized in Table 11.

Table 11. The planning table for sensitivity areas

Sensitivity areas	Planning	Advantages and disadvantages
Extremely High Sensitivity areas	The most sensitive areas can be considered as the core protection area.	With this type of planning, the area can be protected from human degradation. It requires high precision.
High Sensitivity areas	Highly-sensitive areas, the largest part of which exists around this area and across the city can be planned as the buffer zone	With this planning, these areas can be evaluated on the basis of ecological, nature-oriented and recreational/touristic activities. The nature and possible effects of use should be carefully examined.
Moderately-sensitivity areas	These areas can be used as vital areas with the continuation of existing activities.	It has the sensitivity of urban use. Possible deterioration in the long term must be checked.
Low Sensitivity areas	These areas can be planned as the field of socio-economic activities of the city.	Providing the basis for industrial development activities and industrial organizations. The environmental impact must be kept under control.

From the point of view of the results, the study has developed in the expected direction. In terms of analysis, more minimal selection of the study area will allow more detailed and point-to-point evaluations. It will be possible to do more detailed planning on this site.

Conclusion

In the light of all these results and observations, the prominent suggestions are listed below:

- In the planning decisions to be made on a macro and micro scale, the highly-sensitive areas should be taken as the focus, and the northeastern parts of the province must be preserved in accordance with their susceptibility. These sensitive areas must be prioritized by protecting the landscape value.
- In the high-sensitivity areas, on the other hand, the eco-tourism activities should be performed in a limited and controlled manner providing that they become the buffer zones. With these eco-tourism activities that are extremely sensitive to Nature, these areas should both be protected in an ideal way and become an asset for the economy of the province and the country in this way.
- In the moderately-sensitive parts that constitute the greater part of the area, however, the social, cultural and vital activities which do not cause pressure on the natural landscape are the fields to be sustained in line with the requirements of the modern age.
- The rural settlements situated within this zone must be visually and aesthetically improved. Thus, in 2013, The Ministry of Environment and Urbanisation had 15 types of architectural project prepared for the Western, Mid- and Eastern Black Sea villages and provided 5000 TL support to those who built their homes in accordance with these projects. The study to be conducted through the governorates and district governorships will contribute in terms of the local/regional architecture.

- The remarkable intact rural structure and the pure culture of the province of Bayburt should be evaluated accurately. There is no doubt that Bayburt is a province that requires developments and changes of urban and socio-economic structure. However, the rural areas should be supported and evaluated prior to these developments.

References

- Anonymous, 1996. Gümüşhane ili arazi varlığı. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müd. Yayınları, Ankara.
- Anonymous, 2006. Milli Savunma Bakanlığı Harita Genel Komutanlığı 1/25000 ölçekli ve 2006 tarihli topografik haritalar, Ankara.
- Bayramin, Ü., Erpul, G., Erdoğan H. E., 2006. Use of CORINE Methodology to Assess Soil Erosion Risk in the Semi-Arid Area of Beypazarı, Ankara. Turk. J. Agric. For., 30, 81-100.
- Benedek, Z., Nagy, A., Rácz, I. A., Jordán, F., Varga, Z. 2011. Landscape metrics as indicators: quantifying habitat network changes of a bush-cricket *Pholidoptera transsylvanica* in Hungary. Ecological Indicators, 11, 930-933.
- Bishop, I.D., 1999. Modelling the view: perception and visualisation. In: Usher, M.B. Ed., Landscape Character: Perspectives on Management and Change. The Stationery Office, Edinburgh, 150–161.
- Buyantuyev, A., Wu, J. 2007. Effects of thematic resolution on landscape pattern analysis. Landscape Ecology, 22, 7-13.
- Coffin, A.W., 2007. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. Journal of Transport Geography, 15, 396–406.
- Çepel, N. 1988. Orman topraklarının karakteristikleri, toprak oluşumu özellikleri ve ekolojik bakımdan değerlendirilmesi. İstanbul Ün. Toprak İlmi Ders Kitabı, Yayın No: 3416, Ofset Yayın No: 389, İstanbul.
- Dai, X., Li, Z., Lin, S., Xu, W., 2012. Assessment and zoning of eco-environmental sensitivity for a typical developing province in China. Stoch Environ Res Risk Assess, 26:1095–1107.
- Doğan, O., 2011. Türkiye’de Erozyon Sorunu Nedenleri ve Çözüm Önerileri, Bilim ve Akılın Aydınlığında Eğitim, 62-69.
- Doğan, O., Küçükçakar, N., Özel M.E., and Yıldırım, H., 2000. Erosion risk mapping of Dalaman Basin located in West Mediterranean Region using Corine method. In International Symposium on Desertification, Konya, Turkey.
- Erol, O., 1993. Türkiyenin Doğal Yöre ve Çevreleri. Ege Coğrafya Dergisi 7, 13-41, İzmir.
- Frellich, L. E., 2002. Forest Dynamics and Disturbance Regimes Studies from Temperate Evergreen–Deciduous Forests, p 278, Cambridge University Press, New York.
- Gao, J., Li, S., 2011. Detecting spatially non-stationary and scale-dependent relationships between urban landscape fragmentation and related factors using geographically weighted regression. Applied Geography, 31(1), 292-302.
- Gardner, R. H., Lookingbill, T. R., Townsend, P. A., Ferrari, J. 2008. A new approach for rescaling land cover data. Landscape Ecology, 23, 513-526.
- Gordon, J.E., Sutherland, D.G., 1993. Quaternary of Scotland. Chapman and Hall, London.
- Hortal, P. L., Saura, S., 2007. Impact of spatial scale on the identification of critical habitat patches for the maintenance of landscape connectivity. Landscape and Urban Planning, 83, 176–186.

- Kelly, M., Tuxen, K. A., Stralberg, D., 2011. Mapping changes to vegetation pattern in a restoring wetland: finding pattern metrics that are consistent across spatial scale and time. *Ecological Indicators*, 11, 263-273.
- Kiper, T., 2006. Safranbolu Yörükköyü peyzaj potansiyelinin Kırsal turizm açısından değerlendirilmesi. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi.
- Liang, C., Li, X., 2012. The Ecological Sensitivity Evaluation in Yellow River Delta National Natural Reserve. *Clean – Soil, Air, Water*, 40 (10), 1197–1207.
- Mathys, L., Ginzler, C., Zimmermann, N.E., Brassel, P., Wildi, O., 2006. Sensitivity assessment on continuous landscape variables to classify a discrete forest area. *Forest Ecology and Management*, 229, 111–119.
- Messerli, P., Heinimann, A., Epprecht, M. 2009. Finding homogeneity in heterogeneity e a new approach to quantifying landscape mosaics developed for the Lao PDR. *Human Ecology*, 37, 291-304.
- Miles J, Cummins R P, French D D, Gardner S, Orr J L and Shewry M C 2001 Landscape sensitivity: an ecological view. *Catena*, 42, 124– 41.
- Mingwu, Z., Haijiang J., Desuo C., Chunbo J., 2010. The Comparative Study on The Ecological Sensitivity Analysis in Huixian Wetland, China. *Procedia Environmental Science*; 2: 386-398.
- Naujokaitis-Lewis, I. R., Curtis, J. M. R., Arcese, P., Rosenfeld, J., 2009. Sensitivity Analyses of Spatial Population Viability Analysis Models for Species at Risk and Habitat Conservation Planning, *Conserv. Biol.*, 23 (1), 225–229.
- Özhanci, E., Yilmaz, H., Yilmaz, S., 2013. Safety perception of different plant designs in pedestrian and car streets. *Urban design international*, 19(4), 303–310.
- Riitters, K. H., Vogt, P., Soille, P., Estreguil, C., 2009. Landscape patterns from mathematical morphology on maps with contagion. *Landscape Ecology*, 24, 699-709.
- Rossi, P., Pecci, A., Amadio, V., Rossi, O., Soliani, L., 2008. Coupling Indicators of Ecological Value and Ecological Sensitivity with Indicators of Demographic Pressure in the Demarcation of New Areas to be Protected: The Case of the Oltrepo Pavese and the Ligurian-Emilian Apennine Area (Italy), *Landscape Urban Plann.*, 85 (1), 12–26.
- Símová, P., Gdulová, K., 2012. Landscape indices behavior: A review of scale effects. *Applied Geography* 34, 385-394.
- Souza, P., Otaviano, J., Correa, B., Carlos, A., 2015. Landscape Sensitivity Analysis in The Saco Creek Watershed – Pe. *Revista Brasileira De Geomorfologia*, 16 (4), 615-630.
- Store, R. Karjalainen, E., Haara, A., Leskinen, P., Nivala V., 2015. Producing a sensitivity assessment method for visual forest landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 144, 128–141.
- Thomas, D.S.G., Allison, R.J., 1993. *Landscape Sensitivity*. Wiley, Chichester.
- Thomas, M.F., 2001. Landscape sensitivity in time and space — an introduction. *Catena*, 42, 83–98.
- Usher, M.B., 2001. Landscape sensitivity: from theory to practice. *Catena* 42, 375–383.
- Van der Valk, A.G., (Edt.) 2009. *Forest Ecology, Recent Advances in Plant Ecology*, 358, Springer.
- Vromans, D.C., Maree, K.S., Holness, S., Job, N., Brown, A.E., 2010. The Garden Route Biodiversity Sector Plan for the Southern Regions of the Kouga and Koukamma Municipalities: Supporting Land-use Planning and Decision-making in Critical Biodiversity Areas and Ecological Support Areas for Sustainable Development. Garden Route Initiative, South African National Parks, Knysna.

Zhang, J., Xiang, C., Li, M., 2012. Integrative Ecological Sensitivity (Ies) Applied to Assessment of Eco-Tourism Impact On Forest Vegetation Landscape: A Case from The Baihua Mountain Reserve of Beijing, China. *Ecological Indicators*, 18, 365–370.



Farklı Kuraklık Stresi Seviyelerinin Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Etkisi^a

Canser DOLGUN¹, Esra AYDOĞAN ÇİFCİ^{2*}

¹Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye,

²Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye,

*Sorumlu yazar ORCID:0000-0002-7473-0140

e-posta (Corresponding author e-mail): esra@uludag.edu.tr

Yazar(lar) ORCID:0000-0002-8036-2962

e-posta (Author-s e-mail): c.dolgun10@gmail.com

Geliş Tarihi (Received): 19.04.2018; Kabul Tarihi (Accepted): 30.05.2018

Öz: Bu çalışma 2018 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tohumluk Laboratuvarında Maestrale, Meram, Levante makarnalık buğday çeşitlerinde farklı kuraklık stresi seviyelerinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla kurulmuştur. Çalışmada 4 farklı kuraklık stresi seviyeleri (2.5, 5.0, 7.5, 10.0 bar) ile kontrol olarak distile su, kuraklık stresi oluşturmak için polietilen glikol 6000 (PEG 6000) kullanılmıştır. Araştırma 2 faktörlü tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak iklimlendirme kabini içerisinde 45 petri kabı kullanılarak yürütülmüştür. Her petri kabına uygun test solüsyonundan 10 ml konulmuştur. Tohumlar 25°C'de 16 saat aydınlık 8 saat karanlık ortamda 8 gün boyunca çimlenmeye, 12 gün boyunca erken fide gelişimine bırakılmıştır. Çalışmada çimlenme oranı, vigor indeksi, kök uzunluğu, fide uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, fide yaş ağırlığı, fide kuru ağırlığı özellikleri incelenmiştir. Sonuç olarak; kuraklık stresi seviyelerinin artan etkisi tüm çeşitleri olumsuz yönde etkilemiştir. Özellikle çeşitlerde 5.0 bar kuraklık stresi seviyesinden sonra incelenen tüm özelliklerde önemli derecede azalma görülmüştür. 7.5 bar ve 10.0 bar kuraklık stresi seviyesinde hiçbir çeşitte fide gelişimi görülmüştür. Bu çalışmada Maestrale çeşidi diğer çeşitlerden kuraklık stresine daha dayanıklı çeşit olarak ön plana çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Makarnalık buğday, kuraklık stresi, polietilen glikol, çimlenme, fide gelişimi.

^a Dolgun, C. ve Çıfci, E.A. 2018. Farklı Kuraklık Stresi Seviyelerinin Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Etkisi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32 (2), 99-109.

Effects of Different Drought Stress Levels on The Germination and Early Seedling Growth in Durum Wheat

Abstract: This study was carried out to investigate the effects of different drought stress levels on the germination and early seedling growth of Maestrale, Meram, Levante durum wheat varieties in seed laboratory of Uludag University Agricultural Faculty in 2018. Distillate water was used as a control with 4 different drought stress levels (2.5, 5.0, 7.5, 10.0 bar) in this study. Polyethylene glycol 6000 (PEG 6000) was used to create drought stress. The study was carried out using two factors completely randomized design with three replication in climate cabinet 45 petri dish. 10 ml of test solution was added to each petri dish. The seeds were allowed for 25⁰C 16 hours light, 8 hours dark the environment 8 day germination, 12 day early seedling growth. In the study germination percentage, vigour index, root length, seedling length, root wet weight, root dry weight, seedling wet weight, and seedling dry weight was investigated in the study. As a result; the increasing effect of drought stress levels has affected all varieties negatively. Especially in varieties, all properties examined after the 5.0 bar drought stress level show a significant decrease. At the level of drought stress of 7.5 bar and 10.0 bar no seedling growth was observed. In this study the variety of Maestrale is more resistant than other varieties to drought stress.

Keywords: Durum wheat, drought stress, polyethylene glycol, germination, seedling growth.

Giriş

Geniş adaptasyonu ve insan beslenmesindeki yeri nedeniyle, Dünyanın en önemli bitkilerden biri olan buğday yıllık ortalama yağışı 450 mm civarında olan kuru tarım alanlarında sulanmaksızın yetiştirilebilmektedir.

Kuru tarım alanlarında buğday verimini sınırlayan en önemli faktörlerin başında yağışların düzensizliği nedeniyle ortaya çıkan kuraklık gelmektedir (Ahmadi ve Baker, 2001).

Kuraklık stresinin buğdayın gelişmesi ve verimi üzerindeki etkisi; stresin meydana geldiği gelişme dönemi ile stresin şiddeti ve süresine bağlı olarak değişim göstermektedir. Erken gelişme dönemlerindeki kuraklık, bitki boyunda, yaprak alanında ve fertil kardeş sayısında azalmaya; sapa kalkma ile çiçeklenme dönemleri arasındaki kuraklık, fertil başak, başakta fertil başakçık ve başakçıkta fertil çiçek sayısının azalmasına; başak oluşumu dönemindeki kuraklık, başaktaki tane sayısının azalmasına; çiçeklenmeden sonraki kuraklık, tanede ağırlık düşüşüne neden olmakta, tane dolum dönemindeki kuraklık ise yetersiz kalan asimilatların paylaşımı yönünden başak içi rekabeti artırma yoluyla, başağın uç ve dip kısımlarında tane kaybına yol açmaktadır (Kutlu, 2010).

Gençtan ve Sağlam (1988), buğday genotiplerinin çimlenme ve fide gelişme dönemindeki su stresine yanıtlarını test etmede polietilen glikol (PEG), DOMannitol, NaCl gibi kimyasallarla hazırlanan osmotik basınç ortamlarının başarılı bir şekilde kullanıldığını belirtmişlerdir.

Bu konu ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda; Soltani ve ark. (2006), farklı buğday genotipleri ve farklı osmotik basınç ortamları ile yürüttükleri araştırmalarında çimlenme ve fide gelişme ortamındaki osmotik basınç artışının buğdayda çimlenme oranını, kök sayısını, kök uzunluğunu, çim kını uzunluğunu, fide boyunu, kök yaş ve kuru ağırlığını, toprak üstü yaş ve kuru ağırlığını önemli bir şekilde azalttığını ve böylece büyüme ve gelişmeyi yavaşlattığını belirlemişlerdir.

Karahan (1996), artan PEG yoğunluğunun çimlenmeyi büyük çapta engellediği ve kuraklık stresini belirgin olarak ortaya çıkardığını vurgulamıştır. Veselov ve ark. (2002), yürütmüş oldukları çalışmalarında, PEG'in, buğday fidelerinin yapraklarında hızlı bir durgunluğa ve küçülmeye sebep olduğunu belirtmişlerdir. Liu ve ark. (2004), kurağa duyarlı ve dayanıklı birer buğday çeşidi kullanmışlar ve kuraklık stresinin, her iki çeşitte kök/sürgün oranını artırdığını gözlemlemişlerdir. Mujutaba ve ark. (2005), yaptıkları çalışmalarında buğday tohumlarına farklı konsantrasyonlarda uygulanan PEG-600'ün (0, 0.25, 0.5, 0.75 ve 1 MPa) artan konsantrasyonu ile birlikte tüm genotiplerde çimlenme yüzdesinin artış gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Balkan ve Gençtan (2013), ekmeklik buğdayda osmotik stresin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisinin araştırdıkları çalışmalarında, osmotik stresin artmasının çimlenme oranını, kök uzunluğunu, fide boyunu, kök yaş ağırlığını, toprak üstü yaş ağırlığını ve toprak üstü kuru ağırlığını önemli bir şekilde azalttığı, ortalama çimlenme süresini ve kök kuru ağırlığını ise önemli bir şekilde artırdığı sonucuna varmışlardır.

Bu çalışma; Maestrale, Levante ve Meram makarnalık buğday çeşitlerinde farklı kuraklık stresi seviyelerinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisini araştırmak amacıyla kurulmuştur.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Tohumluk Laboratuvarında 2 faktörlü tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede bitki materyali olarak pas, rastık, sürme ve yatmaya dayanıklı, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Orta Anadolu – Geçit Bölgelerinde yetiştirilmesi tavsiye edilen Maestrale, Meram ve Levante makarnalık buğday çeşitleri kullanılmıştır. Çeşitlerin çimlenme ve fide dönemlerinde kuraklık stresi seviyelerine tepkilerini belirleyebilmek için polietilen glikol (PEG 6000) ile oluşturulmuş 4 farklı kuraklık stresi seviyeleri (2.5, 5.0, 7.5, 10.0 bar) ile kontrol olarak distile su kullanılmıştır. Her bir kuraklık stresi seviyelerine ait osmotik basınçlar Michel ve Kaufmann (1973)'in belirttiği şekilde ayarlanmıştır. Petri kapları içerisinde filtre kağıtları arasında yürütülen denemede her petri kabına 20 tohum konulmuştur. Denemede 3 çeşit x 5 kuraklık stresi seviyesi x 3 tekerrürden oluşan toplam 45 petri kabı kullanılmıştır. Her petriye uygun test solüsyonundan 10 ml konulmuştur. Petri kapları iklimlendirme kabinine alınarak, tohumlar 16 saat aydınlık 8 saat karanlık ortamda 25°C'de 8 gün boyunca çimlenmeye, 12 gün boyunca erken fide gelişimine bırakılmıştır. Deneme süresince 2 günde bir çimlendirme kağıtları ve test solüsyonları yenilenmiştir. Çimlenme oranını belirleyebilmek için her gün çimlenen tohumlar sayılmış ve sekiz gün sonunda çimlenme oranları % olarak belirlenmiştir (Atak ve ark.,2006). Kuraklık uygulamalarının çeşitlere etkisini belirlemek için 12 gün sonunda her petri kabından 10 fide örneği alınmış kök uzunluğu, fide uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, fide yaş ağırlığı, fide kuru ağırlığı ve vigor indeksi özellikleri incelenmiştir.

Kök ve fide kuru ağırlıkları, örneklerin 70°C'de 48 saat kurutma dolabında kurutulup tartılması ile belirlenmiştir (Atak ve ark., 2006).

Çimlenme oranında oluşan % azalma (Madidi ve ark., 2004) ve vigor indeksi aşağıdaki formüllerle belirlenmiştir (Abdul-Baki ve Anderson 1970).

$$\text{Çimlenme oranındaki \% azalma} = (1 - N_x/N_c) \times 100$$

Nx: Farklı kuraklık streslerindeki çimlenen tohumların %'si

Nc: Kontrol uygulamasındaki çimlenen tohumların %'si

Vigor indeksi = (Çimlenme oranı × fide uzunluğu mm) / 100

Elde edilen veriler JMP istatistik paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD (%5) testiyle hesaplanmıştır.

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Denemede incelenen özelliklere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1'de görüldüğü gibi çeşitler arasında kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığı özellikleri bakımından istatistiki anlamda % 5 olasılık düzeyinde önemli farklılıklar, fide uzunluğu, kök kuru ağırlığı, fide kuru ağırlığı, çimlenme yüzdesi, fide yaş ağırlığı, ve vigor indeksi özelliklerinde ise istatistiki anlamda %1 olasılık düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Kuraklık stresi uygulamaları açısından incelenen tüm özelliklerde %1 olasılık düzeyinde önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. Çeşit × kuraklık stresi interaksyonu bakımından fide kuru ağırlığı özelliği haricinde incelenen tüm özellikler istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 1. İncelenen özelliklere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	ÇY (%)	Vİ (%)	KU (cm)	FU (cm)	KYA (mg)	KKA (mg)	FKA (mg)	FYA (mg)
Çeşit (Ç)	2	871.4**	558.6**	5.07*	10.36**	1860.0*	99.3**	71.7**	7962.2**
Kuraklık Stresi (KS)	4	9602.9**	12968.8**	172.10**	169.0**	63307.7**	2079.9**	2918.1**	254302.2**
Ç × KS	8	72.23**	170.5**	2.32*	2.70**	679.4 *	56.5**	17.6	4687.2**
Hata	30	6.04	27.5	1.02	0.36	437.7	17.07	11.01	764.4
Toplam	44								

ÇY: Çimlenme yüzdesi, Vİ: Vigor indeksi, KU: Kök uzunluğu, FU: Fide uzunluğu, KYA: Kök yaş ağırlığı, KKA: Kök kuru ağırlığı, FKA: Fide kuru ağırlığı, FYA: Fide yaş ağırlığı

Çimlenme Yüzdesi (%): Kuraklık stresi seviyelerinin makarnalık buğday çeşitlerinde çimlenme yüzdesi üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek çimlenme yüzdesinin ortalama olarak %66,1 ile Maestrale çeşidinde, en düşük ise % 50.9 ile Meram çeşidinde olduğu gözlenmiştir. En yüksek çimlenme yüzdesi % 90.5 ile kontrol uygulamasında, en düşük ise % 4.5 ile 10 bar kuraklık stresi uygulamasında gerçekleşmiştir. Çimlenme yüzdesine ait çeşit × kuraklık stresi interaksyonu en yüksek % 91.6 ile Levante × kontrol, %90.8 ile Maestrale × kontrol ve % 89.3 ile Meram × kontrol uygulamalarında gözlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Farklı kuraklık stresi seviyelerinde makarnalık buğday çeşitlerinde ait ortalama çimlenme değerleri (%)

Çeşitler	Kuraklık Stresi (bar)					
	Kontrol	2.5	5.0	7.5	10.0	Çeşit Ortalaması
Levante	91.6 a	72.9 d	69.1 de	60.1 g	4.5 k	59.6 b
Maestrale	90.8 a	84.9 b	78.7 c	67.0 ef	9.1 j	66.1 a
Meram	89.3 a	64.5 f	55.2 h	45.6 ı	0.0	50.9 c
Kuraklık Stresi Ortalaması	90.5 a	74.1 b	67.6 c	57.6 d	4.5 e	
LSD %5 Çeşit = 3.07 LSD %5 Kuraklık Stresi = 3.95 LSD %5 Ç × KS = 6.87						

Çalışmada makarnalık buğday çeşitlerinin farklı kuraklık stresi seviyelerine ait zamana bağlı çimlenme oranı Çizelge 3’de ve çimlenme oranındaki % azalama ise Çizelge 4’te verilmiştir. Kuraklık stresi seviyelerinin artan etkisi tüm çeşitlerde çimlenmeyi geciktirmiştir. Özellikle 10 bar kuraklık stresi seviyesinde çimlenme 5. günden itibaren başlamıştır. Meram çeşidinde ise hiçbir şekilde çimlenme olmamıştır. Çimlenme oranındaki % azalama ilk sayım günlerinde çok fazla olmuş, Levante ve Meram çeşidinde % 90’ların üzerine çıktığı gözlenmiştir (Çizelge 4). Sonuçlarımız; buğdayda çimlenme ortamındaki kuraklık stresinin artmasıyla çimlenme oranının önemli bir şekilde azaldığını açıklayan Gençtan ve Sağlam (1988), Abayomi ve Wriaht (1999), Gunjaca ve Sarcevic (2000), Almansouri ve ark. (2001), Dhanda ve ark. (2004), Gonzalez ve ark. (2005), Rauf ve ark. (2007)’nin çalışmaları ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 3. Makarnalık buğday çeşitlerinde farklı kuraklık stresi seviyelerinin zamana bağlı çimlenme oranı

Çeşitler	Dozlar (Bar)	Sayım Günleri							
		1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün	6. gün	7. gün	8. gün
		Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.
Levante	Kontrol	45.0	98.3	98.3	98.3	98.3	98.3	98.3	98.3
	2.5	11.6	70.0	81.6	88.3	88.3	91.6	91.6	91.6
	5.0	3.3	55.0	65.0	76.6	83.3	90.0	90.0	90.0
	7.5	-	18.3	53.3	70.0	78.3	86.6	86.6	88.3
	10.0	-	-	-	-	6.6	10.0	10.0	10.0
Maestrale	Kontrol	45.0	95.0	95.0	98.3	98.3	98.3	98.3	98.3
	2.5	18.3	83.3	91.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6
	5.0	13.3	71.6	78.3	88.3	93.3	95.0	95.0	95.0
	7.5	5.0	31.6	66.6	78.3	90.0	90.0	90.0	90.0
	10.0	-	-	-	-	13.3	18.3	18.3	23.3
Meram	Kontrol	43.3	93.3	95.0	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6
	2.5	6.6	48.3	60.0	70.0	73.3	85.0	85.0	88.3
	5.0	3.3	20.0	43.3	56.6	65.0	83.3	83.3	86.6
	7.5	-	-	18.3	45.0	51.6	80.0	80.0	83.3
	10.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 4. Makarnalık buğday çeşitlerinde farklı kuraklık stresi seviyelerinin zamana bağlı çimlenme oranındaki % azalma

Çeşitler	Dozlar (Bar)	Sayım Günleri							
		1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün	6. gün	7. gün	8. gün
		Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.
Çeşitler	Kontrol*								
	2.5	74.2	28.7	16.9	10.1	10.1	6.8	6.8	6.8
	5.0	92.6	44.0	33.8	15.2	10.1	8.4	8.4	8.4
	7.5	100	81.3	45.7	22.0	20.3	11.9	11.9	10.1
	10.0	100	100	100	100	93.2	89.8	89.8	89.8
Maestrale	Kontrol								
	2.5	59.3	12.3	3.5	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
	5.0	70.4	24.6	17.5	10.1	5.0	3.3	3.3	3.3
	7.5	88.8	66.7	29.8	20.3	8.4	8.4	8.4	8.4
	10.0	100	100	100	100	86.4	81.3	81.3	76.2
Meram	Kontrol								
	2.5	84.7	48.2	36.8	27.5	24.1	12.0	12.0	8.6
	5.0	92.3	78.5	54.4	41.4	32.7	13.7	13.7	10.3
	7.5	100	100	80.7	53.4	46.5	17.1	17.1	13.7
	10.0	100	100	100	100	100	100	100	100

*:Kontrol uygulamasında kuraklık stresi uygulaması yapılmadığı için zamana bağlı çimlenme oranındaki % azalma hesaplanmamıştır.

Vigor İndeksi (%): Çalışmada kullanılan makarnalık buğday çeşitlerinin farklı kuraklık stresi seviyelerindeki vigor indeksleri istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiş olup, çeşitlerin vigor indeks değerleri % 14.7 ile 96.7 arasında değişmiştir (Çizelge 5). Genel olarak 5.0 bar seviyesinde ortaya çıkan kuraklık stresi tüm çeşitlerde vigor indeksinde önemli azalmalara neden olmuştur. Makarnalık buğday çeşitleri 7.5 ile 10.0 bar kuraklık stresi seviyelerinde çimlenme özellikleri gösteremediği için vigor indeksi hesaplanamamıştır. En fazla vigor indeksi % 96.7 ile Meram × kontrol uygulamasında en az ise % 14.7 ile Levante × 5.0 bar kuraklık stresi seviyesinde gerçekleşmiştir (Çizelge 5). Hamidi ve Safarnejad (2010), kuraklık stresinin çeşitlerde önemli farklılık gösterdiğini bazı çeşitlerde arttığını bazı çeşitlerde de azalttığını bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada vigor indeksi azalma yönünde olmuştur.

Çizelge 5. Farklı kuraklık stresi seviyelerinde makarnalık buğday çeşitlerine ait ortalama vigor indeksi değerleri (%)

Çeşitler	Kuraklık Stresi (bar)			
	Kontrol	2.5	5.0	Çeşit Ortalaması.
Levante	85.2 b	30.8 ef	14.7 g	26.1 B
Maestrale	89.6 ab	61.4 c	37.7 e	37.7 A
Meram	96.7 a	52.3 d	27.0 f	35.2 A
Kuraklık Stresi Ortalaması	90.5 A	48.2 B	26.5 C	
LSD % 5 Çeşit = 3.89 LSD % 5 Kuraklık Stresi = 5.05 LSD %5 Ç × KS = 8.75				

Kök Uzunluğu (cm): Makarnalık buğday çeşitlerinde farklı kuraklık stresi seviyelerinin kök uzunluğu özelliği üzerine etkisi incelendiğinde çeşitlerde en fazla kök uzunluğu ortalama olarak 6.58 cm ile Meram çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Kuraklık stres ortalaması incelendiğinde en uzun kök 10.8 cm ile kontrol uygulamasında en kısa kök ise 3.2 cm ile 7.5 bar kuraklık stresi seviyesinde görülmüştür. Çeşit × kuraklık stresi interaksyonu ise en yüksek 12.6 cm ile Meram × kontrol uygulamasında gözlenmiştir (Çizelge 6). Kuraklık stresindeki artışın buğdayda kök uzunluğunda önemli azalmalara neden olduğunu açıklayan El-Sharkawi ve Salama (1977), Gençtan ve Sağlam (1988), Okursoy (2006)'un çalışmaları ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 6. Farklı kuraklık stresi seviyelerinde makarnalık buğday çeşitlerine ait ortalama kök uzunluğu değerleri (cm)

Çeşitler	Kuraklık Stresi (bar)				
	Kontrol	2.5	5.0	7.5	Çeşit Ortalaması
Levante	10.1 b	8.1 cd	6.3 e	2.6 f	5.43 B
Maestrale	9.6 bc	8.8 bcd	8.2 cd	4.0 f	6.14 AB
Meram	12.6 a	9.7 bc	7.4 de	3.1 f	6.58 A
Kuraklık Stresi Ortalaması	10.8 A	8.8 B	7.3 C	3.2 D	
LSD %5 Çeşit = 0.75 LSD %5 Kuraklık Stresi = 0.95 LSD %5 Ç × KS = 1.67					

Fide Uzunluğu (cm): Makarnalık buğday çeşitlerinde farklı kuraklık stresi seviyelerinin fide uzunluğu özelliği üzerine etkisi incelendiğinde çeşitlerde en fazla fide uzunluğu ortalama olarak 4.76 cm ile Meram ve 4.38 cm ile Maestrale çeşitlerinde olduğu belirlenmiştir. Kuraklık stres ortalaması incelendiğinde en uzun fide 10.0 cm ile kontrol uygulamasında en kısa fide ise 3.9 cm ile 5.0 bar kuraklık stresi seviyesinde görülmüştür (Çizelge 7). Araştırmada 7.5 bar ve 10.0 bar dozlarında fide elde edilememiştir. Çeşit × kuraklık stresi interaksyonu ise en yüksek 10.8 cm ile Meram × kontrol uygulamasında gözlenmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar Gençtan ve Sağlam (1988), Okursoy (2006), Rauf ve ark. (2007)'nin yaptıkları çalışmaları ile uyum göstermektedir.

Çizelge 7. Farklı kuraklık stresi seviyelerinde makarnalık buğday çeşitlerine ait ortalama fide uzunluğu değerleri (cm)

Çeşitler	Kuraklık Stresi (bar)			
	Kontrol	2.5	5.0	Çeşit Ortalaması
Levante	9.5 b	4.2 d	2.1 e	3.17 B
Maestrale	9.8 ab	7.2 c	4.8 d	4.38 A
Meram	10.8 a	8.1 c	4.9 d	4.76 A
Kuraklık Stresi Ortalaması	10.0 A	6.5 B	3.9 C	
LSD % 5 Çeşit = 0.43 LSD % 5 Kuraklık Stresi = 0.57 LSD %5 Ç × KS = 0.98				

Kök Yaş Ağırlığı (mg): Makarnalık buğday çeşitlerinde farklı kuraklık stresi seviyelerinin kök yaş ağırlığı özelliği üzerine etkisi incelendiğinde çeşitlerde en fazla kök yaş ağırlığı ortalama olarak 120.0 mg ile Maestrale çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

Kuraklık stres ortalaması incelendiğinde farklı kuraklık stresi seviyesindeki en yüksek kök yaş ağırlığı 211.1 mg ile kontrol uygulamasında görülmüştür. Çeşit × kuraklık stresi interaksyonu ise en yüksek 250.0 mg ile Maestrale × kontrol uygulamasından elde edilirken en düşük değer 46.6 mg ile Lavente × 7.5 bar ve Meram × 7.5 bar uygulamalarında gözlenmiştir (Çizelge 8). Okursoy (2006), Rauf ve ark. (2007), Bayoumi ve ark. (2008) kuraklık stresi seviyesindeki artışın buğdayda kök yaş ağırlığını önemli derecede azalttığını bildirmişlerdir.

Çizelge 8. Farklı kuraklık stresi seviyelerinde makarnalık buğday çeşitlerine ait ortalama kök yaş ağırlığı değerleri (mg)

Çeşitler	Kuraklık Stresi (bar)				Çeşit Ortalaması
	Kontrol	2.5	5.0	7.5	
Levante	200.0 b	150.0 cde	126.6 e	46.6 f	106.0 AB
Maestrale	250.0 a	170.0 bcd	133.3 e	53.3 f	120.0 A
Meram	183.3 bc	136.6 de	123.3 e	46.6 f	98.0 B
Kuraklık Stresi Ortalaması	211.1 A	152.2 B	127.7 C	48.8 D	
LSD %5 Çeşit = 15.6 LSD %5 Kuraklık Stresi = 20.1 LSD %5 Ç × KS = 34.7					

Fide Kuru Ağırlığı (mg): Makarnalık buğday çeşitlerinde farklı kuraklık stresi seviyelerinin fide kuru ağırlığı özelliği üzerine etkisi incelendiğinde çeşitlerde en fazla fide kuru ağırlığı ortalama olarak 19.2 mg ile Maestrale çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Kuraklık stres ortalaması incelendiğinde farklı kuraklık stresi seviyesindeki en yüksek fide kuru ağırlığı 42.3 mg ile kontrol uygulamasında görülmüştür (Çizelge 9). Gonzalez ve ark. (2005) ve Rauf ve ark. (2007) ortamdaki kuraklık stresinin artmasından dolayı fide kuru ağırlığının azalmasını toprak üstü kısmında biriken kuru maddenin büyük bir kısmını köklerine iletmesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Araştırmacıların elde ettiği sonuçlar ile denememizden elde ettiğimiz bulgular paralellik göstermektedir.

Çizelge 9. Farklı kuraklık stresi seviyelerinde makarnalık buğday çeşitlerine ait ortalama fide kuru ağırlığı değerleri (mg)

Çeşitler	Kuraklık Stresi (bar)				Çeşit Ortalaması
	Kontrol	2.5	5.0	7.5	
Levante	43.3	25.3	15.7		16.8 AB
Maestrale	47.0	27.6	21.7		19.2 A
Meram	36.8	23.9	13.8		14.9 B
Kuraklık Stresi Ortalaması	42.3 A	25.6 B	17.0 C		
LSD % 5 Çeşit = 2.4 LSD % 5 Kuraklık Stresi = 3.1					

Fide Yaş Ağırlığı (mg): Makarnalık buğday çeşitlerinde farklı kuraklık stresi seviyelerinin fide yaş ağırlığı özelliği üzerine etkisi incelendiğinde çeşitlerde en fazla fide yaş ağırlığı ortalama olarak 154.6 mg ile Maestrale çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Kuraklık stres ortalaması incelendiğinde en yüksek fide yaş ağırlığı 406.6 mg ile kontrol uygulamasında en az ise 87.7 mg ile 5.0 bar kuraklık stresi seviyesinde görülmüştür. Çeşit

× kuraklık stresi interaksyonu ise en yüksek 466.6 mg ile Meram × kontrol uygulamasında gözlenmiştir. Kuraklık stresi seviyelerindeki çeşit × kuraklık stresi interaksyonunda ise 2.5 bar ve 5.0 bar seviyelerinde Maestrale çeşidinin en yüksek fide yaş ağırlığı değerleri aldığı gözlenmiştir (Çizelge 10). Okursoy (2006) ve Rauf ve ark. (2007) kuraklık stresindeki artışın fide yaş ağırlığını azaltmasının buğday fidelerinin gelişimini yavaşlatmasından kaynaklı olduğunu belirtmişlerdir. Denememizden elde ettiğimiz bulguların bu araştırmaların sonuçları ile paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 10. Farklı kuraklık stresi seviyelerinde makarnalık buğday çeşitlerine ait ortalama fide yaş ağırlığı değerleri (mg)

Çeşitler	Kuraklık Stresi (bar)			
	Kontrol	2.5	5.0	Çeşit Ortalaması
Levante	343.3 c	136.6 e	63.3 f	108.6 C
Maestrale	410.0 b	213.3 d	150.0 e	154.6 A
Meram	466.6 a	130.0 e	50.0 f	129.3 B
Kuraklık Stresi Ortalaması	406.6 A	160.0 B	87.7 C	
LSD % 5 Çeşit = 20.5 LSD % 5 Kuraklık Stresi = 26.5 LSD %5 Ç × KS = 45.9				

Kök Kuru Ağırlığı (mg): Makarnalık buğday çeşitlerinde farklı kuraklık stresi seviyelerinin kök kuru ağırlığı özelliği üzerine etkisi incelendiğinde çeşitlerde en fazla kök kuru ağırlığını ortalama olarak 24.8 mg ile Maestrale çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Kuraklık stresi ortalaması incelendiğinde en yüksek kök kuru ağırlığı 38.5 mg ile kontrol uygulamasında en az ise 14.7 mg ile 7.5 bar kuraklık stresi seviyesinde görülmüştür. Çeşit × kuraklık stresi interaksyonunda en yüksek kök kuru ağırlığı 46.7 mg ile Maestrale × kontrol uygulamasında ölçülmüştür. (Çizelge 11). Bu sonuçlar kuraklık stresinin artmasıyla buğdayda kök kuru ağırlığının önemli bir şekilde azaldığını açıklayan Gonzalez ve ark. (2005) ile Rauf ve ark. (2007)'nin bulgularıyla desteklenmektedir.

Çizelge 11. Farklı kuraklık stresi seviyelerinde makarnalık buğday çeşitlerine ait ortalama kök kuru ağırlığı değerleri (mg)

Çeşitler	Kuraklık Stresi (bar)				
	Kontrol	2.5	5.0	7.5	Çeşit Ortalaması
Levante	39.5 b	31.6 cd	28.5 d	13.0 e	22.5 AB
Maestrale	46.7 a	36.3 bc	27.1 d	13.7 e	24.8 A
Meram	29.3 d	26.7 d	24.9 d	17.3 e	19.6 B
Kuraklık Stresi Ortalaması	38.5 A	31.5 B	26.9 C	14.7 D	
LSD %5 Çeşit = 3.07 LSD %5 Kuraklık Stresi = 3.95 LSD %5 Ç × KS = 6.87					

Sonuç

Sonuç olarak; kuraklık stresindeki artış makarnalık buğday çeşitlerinde incelenen tüm özellikleri önemli derecede etkilemiştir. 2.5 ve 5.0 bar kuraklık stresinden çeşitler çok fazla etkilenmemiş olmakla birlikte 7.5 bar kuraklık stresi seviyesinde kök gelişimi görülmüş ancak fide gelişimi görülmemiştir. Bu çalışmada en yüksek doz olan 10.0 bar kuraklık stresi

seviyesinde Meram çeşidinde hiç çimlenme olmamış diğer çeşitlerde ise 5. günden itibaren çimlenme görülmüş ancak kök ve fide gelişimi olmamıştır. Farklı makarnalık buğday çeşitlerinin denendiği bu çalışmada kuraklık stresine en fazla dayanıklı çeşit olarak belirlenen Maestrle makarnalık buğday çeşidinin çimlenme özellikleri bakımından diğer çeşitlerden daha fazla ön plana çıktığı belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Ahmadi, A. and D.A. Baker 2001. The effect of water stress on grain filling processes in wheat. J. of Agric. Sci. 136: 257-269.
- Abayomi, Y.A. and D. Wriaht. 1999. Osmotic potential and temperature effects on germination of spring wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.). Tropical Agric. 72 (2): 114-119.
- Abdul-Baki, A. A. and J. D. Anderson. 1970. Viability and leaching of sugars from germinating barley. Crop Sci. 10: 31-34.
- Atak, M., M.D. Kaya, G. Kılılı. Y. and C. Y. Ciftci. 2006. Effects of NaCl on the germination, seedling growth and water uptake of Triticale. Turkish J. Agric. Forestry. 30:39-47.
- Almansouri, M., J.M. Kinet and S. Lutts. 2001. Effect of salt and osmotic stress on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). Plant and Soil. 231: 243-254.
- Bayoumi, T. Y., M. H. Eid and E.M. Metwali. 2008. Application of physiological and biochemical indices as a screening technique for drought tolerance in wheat genotypes. Afr. J. Biotechnol.. 7 (14): 2341-2352.
- Balkan, A. ve T. Gençtan. 2013. Ekmeklik buğdayda (*Triticum Aestivum* L.) osmatik stresin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. Namık Kemal Üniv. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. ISSN. 10 (2): 44-52.
- Dhanda, S.S., G.S. Sethi and R.K. Behl. 2004. Indices of drought tolerance in wheat genotypes at early stages of plant growth. J. Agron. & Crop Sci.. 190: 6-12
- El-Sharkawi, H.M. and F.M. Salama. 1977. Effects of drought and salinity on some growth contributing parameters in wheat and barley. Plant and Soil. 46: 423-433.
- Gençtan, T. ve N. Sağlam. 1988. Buğday çeşitlerinde farklı ozmatik basınç ortamlarının çimlenme ve fide gelişimine etkisi. Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları No. 60. Araştırma No.15. 27s.
- Gonzalez, L.M., L. Argente, N. Zaldivar and R. Ramirez. 2005. Effects of simulated drought induced by PEG-6000 on the germination and growth of two wheat varieties. Cultivos Tropicales. 26 (4): 49-52.
- Gunjaca, J. and H. Sarcevic 2000. Survival analysis of the wheat germination data. 22nd Int. Conf. Infor. Thecno. Interfaces ITI 2000. 307-310. Pula. Croatia.
- Hamidi, H. and A. Safarnejad. 2010. Effect of drought stress on alfalfa cultivars (*Medicago sativa* L.) in germination stage. American - Eurasian J. of Agric. & Environ. Sci. 8 (6): 705-709.
- Kutlu, İ. 2010. Tahıllarda Kuraklık Stresi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 3(1): 35-41.
- Karahan, S. 1996. Buğdaylarda (*Triticum* spp.) Kurağa Dayanma Mekanizmasının Laboratuvar. Sera ve Tarla Şartlarında İncelenmesi ve Dayanıklı Genotiplerin Seçimi ve Sonuçların İslah Programlarında Kullanılması Üzerine Araştırmalar. Selçuk Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla bitkileri Anabilim Dalı. Doktora Tezi. 184 s.. Konya.
- Liu. H.S., F.M Li and H. Xu. 2004. Deficiency of water can enhance root respiration rate of drought-sensitive but not drought-tolerant spring wheat. Agric. Water Management. 64 (1):41-48.

- Mujutaba, S.M., B. Khanzada, M. Ali, M. H. Naqvi, S. Mughal, S. M. Alam, M.U. Shirazi, M.A. Khan and S. Mumtaz. 2005. The effect of polyethylene glycol on seed germination of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes/lines. *Wheat Inform. Service*. 99: 58-60.
- Michel, B.E. and M. R. Kaufmann. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*. 51: 914-16.
- Madidi, S.E, B.E. Baroudi and F.B. Aameur. 2004. Effects of salinity on germination and early growth of barley (*Hodeum vulgare* L.) cultivars. *Int J Agric Biol Plant*. 6: 767-770.
- Okursoy, M.Y. 2006. Ekmeklik buğday genotiplerinin *in vitro* ve *in vivo* koşullarında kurağa dayanıklılık yönünden değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi. Trakya Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü. 124 s.
- Rauf, M, M. Munir, M.U., M.U.Hassan, M. Ahmad and M. Afzal. 2007. Performance of wheat genotypes under osmotik stress at germination and early seedling growth stage. *Afr. J. Biotechnol.* 6 (8): 971-975.
- Soltani, A., M. Gholipoor and E. Zeinali. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. *Environmental and Experimental Botany*. 55: 195-200.
- Veselov, D.S, A.R. Mustafina, I.B. Sabirjanova, G.R. Akhiyarova, A.V. Dedov, S.U. Veselov and G.R. Kudoyarova. 2002. Effect of PEG-treatment on the leaf growth response and auxin content in shoots of wheat seedlings. *Plant Growth Regulation*. 38:191-194.



Bursa Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Susamda Farklı Ekim Zamanlarının Tohum Verimi Ve Bazı Verim Bileşenlerine Etkileri^a

Mehmet ÖZ^{1*}, Hayrettin KUŞÇU²

¹Bursa Uludağ Üniversitesi Mustafakemalpaşa Meslek Yüksekokulu, Bursa, Türkiye,

²Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye,

*Sorumlu yazar ORCID: 0000-0002-0299-8789

e-posta (Corresponding author e-mail): momer@uludag.edu.tr

Yazar(lar) ORCID:0000-0001-9600-7685

e-posta (Author-s e-mail): kusc@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 19.04.2018; Kabul Tarihi (Accepted): 12.07.2018

Öz: Bu çalışma, 2015 ve 2016 yıllarında, Uludağ Üniversitesi Mustafakemalpaşa Meslek Yüksekokulu deneme tarlasında, farklı ekim zamanlarının (1 Mayıs, 15 Mayıs, 1 Haziran ve 15 Haziran) dört farklı susam (*Sesamum indicum* L.) çeşidinin (Boydak, Gölarmara, Sarısu ve Tanas) tohum verimi ve bazı verim bileşenleri üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada bitki boyu, dal sayısı, bitkide kapsül sayısı, kapsülde tane sayısı, bin tane ağırlığı ve tohum verimi karakterleri incelenmiştir. Ekim zamanları incelenen tüm karakterler üzerinde etkili bulunmuş, aynı şekilde çeşitler arasındaki farklılıklar da bitkide dal sayısı hariç diğer karakterler bakımından önemli bulunmuştur. İki yıllık ortalama sonuçlara göre, en yüksek tohum verimi Gölarmara çeşidinden 1887.8 kg ha⁻¹ olarak saptanmıştır. Ekim zamanları bakımından ise en yüksek ortalama tohum verimi, 2015 ve 2016 yılları için sırasıyla 15 Mayıs ve 1 Mayıs'ta yapılan ekimlerden elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, Bursa ekolojik koşullarında susam ekim zamanının Mayıs ayının ilk iki haftasında yapılması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Susam, *Sesamum indicum*, ekim zamanı, verim bileşenleri.

^a Öz, M. ve Kuşçu, H. 2018. Bursa Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Susamda Farklı Ekim Zamanlarının Tohum Verimi Ve Bazı Verim Bileşenlerine Etkileri. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32 (2), 111-121.

Effects of Different Sowing Dates on the Seed Yield and Some Yield Components of Sesame Grown under Bursa Ecological Conditions

Abstract: This research was carried out with aim of determining the effects on sesame seed yield and some yield components of four sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties (Boydak, Golmarmara, Sarisu and Tanas) and four sowing times (1 May, 15 May, 1 June and 15 June) in research field of the Uludag University, Mustafakemalpaşa Vocational School in 2015 and 2016. In the study, plant height, number of branches, number of capsules per plants, number of seed per capsules, weight of one thousand seed and seed yield characteristics were examined. While sowing times were effective on all the characters examined, differences between the varieties were found as important for other characters except for the number of branches in the plant. Two years average results indicated that, the highest seed yield was obtained as 1887.8 kg ha⁻¹ from Gölarmara variety. In terms of sowing times, the highest average seed yield was obtained from sowings of May 15 and May 1 for years of 2015 and 2016, respectively. According to the results of the research, it is suggested that the sesame sowing time in the Bursa ecological conditions be done in the first two weeks of May.

Keywords: Sesame, *Sesamum indicum*, sowing time, yield components.

Giriş

Susam, diploid kromozom sayısı 26 ($2n=2x= 26$) olan, Pedaliaceae familyasına ait tek yıllık bir yağ bitkisidir (Langham ve Wiemers, 2002). Tohumları %50-60 oranında yağ içermesine karşın yağ üretiminden ziyade çoğunlukla simit ve hamur işlerinin üretiminde kullanılır. Tohumlarından elde edilen tahin ve tahin helvası diğer önemli ürünleridir (Uzun ve ark., 2008; Şahin, 2014). Hasat ve harmanın yüksek oranda el emeği gerektirmesi nedeniyle ülkemizde yeterli üretim yapılamamaktadır. Bu nedenle de susam üretimi olması gereken düzeye ulaşamamaktadır (Baydar, 2001).

Dünyada susam ekim alanı, 2016 yılı verilerine göre 10.6 milyon ha, üretimi 6.1 milyon ton olup verimi ise 578 kg ha⁻¹ civarındadır. Dünya susam üretiminin %50'si Asya, %43.7'si Afrika ve %3.8'i de Amerika kıtasında yer alan ülkelerde gerçekleşmektedir. Dünya susam üretiminde en büyük payı Hindistan, Sudan, Myanmar, Çin ve Nijerya almaktadır (FAOSTAT, 2018).

Türkiye'de susam ekim alanı 1996 yılında 73436 hektardan 2017 yılında 28000 hektara, üretim de 43000 tondan 18400 tona düşmüştür. Ortalama verim ise hektara 460 kg'dan 660 kg'a yükselmiştir (Anonim, 2018). Türkiye, Nijerya, Hindistan, Etiyopya, Pakistan ve Uganda'nın da yer aldığı 27 ülkeden susam ithal etmektedir. Türkiye susam ithalatı 1995 yılında 24 milyon dolar iken, susama ödenen döviz 2005 yılında 64 milyon dolara ve 2011 yılında da 140 milyon dolara ulaşmıştır (Şahin, 2014). Bu nedenle Türkiye'de susam ekim alanlarının artırılarak yöre ekolojisine uygun verimlilik potansiyeli yüksek çeşitlerin belirlenmesi gerekmektedir.

Ekim zamanları tohum verimi ve verim unsurlarını etkilemektedir. Alam Sarkar ve ark. (2007) üç farklı ekim zamanının susam tohum verimi ve verim unsurları üzerine olan etkilerini incelemişler ve en yüksek bitki boyu, kapsül sayısı, kapsülde tane sayısı ve tohum verimi değerlerinin ilk ekim döneminde ekilen parsellerden elde edildiğini açıklamışlardır. Bu araştırmacılar, bitkide dal sayısı ve 1000 tane ağırlıklarının ekim zamanlarından etkilenmediğini, en yüksek tohum veriminin (251.3 kg ha⁻¹) erken ekim zamanında

alındığını belirlemişlerdir. Sivagamy ve Rammoan (2012)'a göre, erken ekim bitki başına dal sayısını ve tohum verimini arttırmakta, kapsül başına tohum sayısını ise etkilememektedir.

Bhardwaj ve ark. (2014) 5 susam çeşidini 2 farklı ekim zamanında denemişler ve Mayıs ayı ekimlerinin Haziran ayı ekimlerine göre %45 daha yüksek tohum verdiğini saptamışlardır. Danaie (2015), susamda 3 farklı ekim zamanı (26 Haziran, 11 Temmuz ve 26 Temmuz) ve beş farklı susam genotipini incelemiş ve en yüksek verimin ilk ekim zamanından 1281 kg ha⁻¹ olarak alındığını bildirmiştir. Ali ve Jan (2014), üç farklı ekim zamanı (20 Haziran, 10 Temmuz ve 20 Temmuz) ve iki farklı çeşitle yaptıkları çalışmada bitki başına kapsül sayısı (102 adet), kapsülde tane sayısı (69 adet), 1000 tane ağırlığı (3.78 g) ve tohum verimi (1135 kg ha⁻¹) bakımından en yüksek değerleri ilk ekim zamanının verdiğini açıklamışlardır. Rajendra Kumar ve Ramesh (2014), susamda en uygun ekim zamanını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada Nisan ayından Temmuz ayına kadar 6 farklı ekim zamanını incelemişlerdir. Tohum verimi ilk ekim zamanı olan Nisan ayında 430 kg ha⁻¹ iken Haziran ekim zamanında ise 228 kg ha⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Ahmad et al. (2009), susamda üç farklı ekim zamanının (Mayıs ortası, Haziran başı ve sonu) etkilerini incelemişler ve bitki boyu, dal sayısı, bitki başına kapsül sayısı, 1000 tane ağırlığı ve tohum veriminin ekim zamanlarından etkilendiğini açıklamışlardır. En yüksek tohum verimi Mayıs ayında ekilen susamlardan elde edilmiştir (Nafe ve ark., 2010).

Farklı ekim zamanlarının susam bitkisinin tohum verimine ve verim bileşenlerine etkilerine yönelik daha önce yürütülen çalışmalar yukarıda özetlenmiştir. Bilindiği gibi, bitki verim ve kalitesini hem genetik hem de çevresel etmenler etkileyebilmektedir. Çeşitler arasındaki farklılıklar genetik etmenler altında değerlendirilirken iklim, su, gübre, ekim sıklığı ve ekim zamanı gibi etmenler çevresel etmenler olarak değerlendirilebilir ve bitkinin tepkisi bu koşullar altında farklılık gösterebilir. Bu nedenle, bu araştırmanın amacı yarı nemli bir iklime sahip Bursa koşullarında 15 gün aralıklarla dört farklı zamanda ekilen dört farklı susam çeşidinin tohum verimi ve verim bileşenleri üzerine olan etkilerini saptayarak, Bursa koşulları için uygun olan susam çeşidi ve ekim zamanını belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırma 2015-16 yıllarında, Uludağ Üniversitesi Mustafakemalpaşa Meslek Yüksekokulu deneme tarlasında (enlem: 40°03' K, boylam: 28°21' D) yürütülmüştür. Deneme yerinin deniz seviyesinden yüksekliği 25 m'dir. Deneme alanı toprakları hafif alkali (pH: 7.8), orta derecede kireçli (81 kg ha⁻¹), tuz oranı çok düşük (0.48 dS m⁻¹), organik madde bakımından orta düzeyde (%1.9), azot bakımından fakir ve potasyumca zengindir. Deneme alanı toprakları derin profilli olup drenaj problemi bulunmamaktadır. Deneme yeri, yıllık toplam yağış miktarı bakımından uzun yıllar ortalama sonuçlarına göre yarı nemli iklim sınıfında yer almaktadır (Feddem, 2005). Denemenin yürütüldüğü aylara ait yağış değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. 2015 ve 2016 yılları, uzun yıllar (1950-2014) ve deneme ayları (Mayıs-Kasım)'na ait aylık yağış değerleri (mm)

Aylar	2015	2016	1950-2014
Ocak	107.6	70.2	87.1
Şubat	74.0	80.8	74.5
Mart	77.6	76.2	69.8
Nisan	93.0	23.2	63.2
Mayıs	50.2	72.8	44.7
Haziran	45.4	36.6	33.8
Temmuz	0	0	15.5
Ağustos	5.2	7.6	15.9
Eylül	96.8	31.6	39.1
Ekim	15.0	15.0	68.2
Kasım	27.0	50.0	79.0
Aralık	15.0	95.2	105.0
Toplam	606.8	559.2	695.8
Deneme ayları	239.6	213.6	296.2

Çizelge 1'e göre, Mayıs ve Kasım ayları içinde 2015, 2016 ve uzun yıllar (1950-2014) ortalama verilere göre toplam düşen yağış miktarı sırasıyla 239.6 mm, 213.6 mm ve 296.2 mm olarak gerçekleşmiştir. Her iki deneme yılında da susam yetiştirme mevsiminde düşen toplam yağış miktarı, uzun yıllar ortalamasından düşük kalmıştır. Diğer taraftan aylar itibariyle veriler incelendiğinde 2015 yılında Mayıs, Haziran ve Eylül aylarında uzun yıllar ortalamasından daha yüksek miktarda yağış düşerken en belirgin farklılık Eylül ayında düşen yağış miktarında (97 mm) gözlenmiştir. Her iki deneme yılında da Temmuz ayında yağış gerçekleşmemiştir.

Denemeler süresince kaydedilen ortalama aylık sıcaklık değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. En yüksek sıcaklıklar Ağustos ayında gerçekleşirken en düşük ise Kasım ayında gerçekleşmiştir. Genelde her iki deneme yılında da uzun yıllar ortalama aylık sıcaklık değerlerinin üzerinde bir sıcaklık seyri görülmektedir. Deneme aylarına ait ortalama sıcaklık değerleri bakımından 21.1 °C ile 2015 yılı ilk sırada yer almıştır. 2015 yılı Eylül ayı ortalama sıcaklığı uzun yıllar ortalaması ve 2016 yılı Eylül ayına göre hafifçe daha yüksektir.

Çizelge 2. 2015 ve 2016 yılları, uzun yıllar (1950-2014) ve deneme ayları (Mayıs-Kasım)'na ait ortalama sıcaklık değerleri (°C)

Aylar	2015	2016	1950-2014
Ocak	5.8	5.7	5.4
Şubat	7.6	11.9	6.3
Mart	9.7	11.7	8.4
Nisan	11.6	16.7	12.8
Mayıs	19.3	18.6	17.5
Haziran	21.6	24.4	22.1
Temmuz	25.5	25.5	24.6
Ağustos	26.6	26.5	24.2
Eylül	24.2	21.8	20.1
Ekim	17.1	16.6	15.2
Kasım	13.6	11.6	10.7
Aralık	6.5	3.6	7.4
Ortalama	15.7	16.2	14.5
Deneme ayları	21.1	20.7	19.2

Tarla denemeleri, bölünmüş parseller deneme deseninde üç tekrarlamalı olarak tasarlanmıştır. Ekim zamanları (1 Mayıs, 15 Mayıs, 1 Haziran ve 15 Haziran) ana parselleri, çeşitler ise alt parselleri (Boydak, Gölmarмара, Sarısu ve Tanas) oluşturmuştur. Boydak çeşidi GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Gölmarмара çeşidi Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Sarısu ve Tanas çeşitleri ise Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilmiştir.

Deneme alanında bir önceki yıl soya yetiştirilmiştir. Soya hasadından sonra sonbaharda deneme alanı kulaklı pulluk ile 25-30 cm derinliğinde işlenmiştir. İlkbaharda ise yaylı tırmık ve diskaro kullanılarak hazırlanan deneme tarlasında parsellasyon işlemleri yapılmıştır. Parsellerin boyu 4 m ve eni 2.8 m olup her parsel 4 sıradan meydana gelmiştir. Sıra arası mesafe 70 cm, sıra üzeri mesafe ise 15 cm olarak düzenlenmiştir. Ekim işlemleri planlanan tarihlerde günü gününe gerçekleştirilmiştir. Tüm ekimler tavlı toprağa yapılmıştır. Denemede, taban gübresi dekara 4 kg saf azot ve 4 kg saf fosfor olacak şekilde dekara 20 kg 20-20-0 kompoze gübresi uygulanmıştır. Kesici kurt ve danaburnu zararlılarına karşı Chlorpyrifos etken maddeli insektisit ile kepek kullanılarak zehirli yem hazırlanmış ve çimlenme başlangıcında akşamüzeri uygulanmıştır. Yabancı ot mücadelesi, el çapası kullanılarak gerekli görüldükçe yapılmıştır.

Tohum verimi ve verim bileşenleri parsellerin ikinci ve üçüncü sıralarından rasgele seçilen 10 bitki üzerinden belirlenmiştir. Bu 10 bitki daha sonra demet yapılarak kökleri toprak yönünde olacak şekilde kurutulmak üzere bol güneş alan yerlerde bekletilmiştir. Bitkiler tamamen kuruyunca polietilen örtü üzerine silkelenecek kapsüllerdeki tohumlar alınmıştır.

Susam tohum verimi ve verim bileşenlerine ilişkin tüm veri SPSS 23.0 istatistik yazılımı kullanılarak varyans (ANOVA) ile istatistiksel olarak analiz edilmiştir. İncelenen parametrelerde yıl, çeşit, ekim zamanı ve çeşit × ekim zamanı interaksiyonlarının ortalama

sonuçları arasında yapılan varyans analizinde, önemli farklılık oluşması durumunda, söz konusu farklılıkları ortaya koymak için 0.05 düzeyinde Duncan'ın çoklu dağılım testi kullanılmıştır.

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Bitki Boyu

Bitki boyu karakteri için, Çizelge 3'te özetlenen ve yıllara göre belirlenen varyans analizi sonuçlarına göre, yıl, ekim zamanı, çeşit, yıl \times ekim zamanı etkileri 0.01, çeşit \times ekim zamanı interaksiyonu 0.05 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur.

Denemenin ilk yılı için en yüksek ortalama bitki boyu (141.6 cm) 15 Haziran, en düşük değer (124.9 cm) 1 Haziran ekiminden elde edilmiş, denemenin ikinci yılında ise en yüksek değer 142.3 cm ile 15 Mayıs, en düşük değer ise 112.1 cm ile 01 Haziran tarihinde ekilen bitkilerden elde edilmiştir. Denemenin ilk yılında Boydak çeşidi (146.7 cm), ikinci yılında ise Gölmarmara çeşidi en yüksek bitki boyu değerini vermişlerdir. Tüm çeşitler ve ekim zamanları dikkate alındığında 132.3 cm ile 2015 yılı ortalaması, 127.1 cm olarak ölçülen 2016 yılı ortalamasından daha büyük gerçekleşmiştir. Benzer bir çalışmada, Ahmad ve ark. (2009), susamda üç farklı ekim zamanının (Mayıs ortası, Haziran başı ve sonu) etkilerini incelemişler ve bitki boyunun ekim zamanlarından etkilendiğini açıklamışlardır. Tahir ve ark. (2012) ekim zamanının gecikmesiyle bitki boyunun azaldığını raporlamışlardır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular, yukarıda belirtilen araştırmacıların bulgularıyla uyumludur.

Bitkide Dal Sayısı

Bitkide dal sayısı üzerinde, yıl, ekim zamanı ve yıl \times çeşit interaksiyonunun etkileri istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 3). Ekim zamanının ortalama sonuçlarına göre, en yüksek bitkide dal sayısı, her iki deneme yılında da Mayıs ayındaki ekimlerden elde edilmiştir. Çeşitlerin teksele yıllardaki ortalama performansları dikkate alındığında, 2015 yılı için Gölmarmara ve Boydak çeşitleri ilk grupta yer alırken, 2016 yılında ise çeşitler arasında istatistiki anlamda önemli bir farklılık saptanamamıştır. İlk deneme yılında bitkide dal sayısı (7 adet), ikinci deneme yılındaki değerden (6 adet) daha yüksek bulunmuştur. Erken ekimin bitkide dal sayısını arttırdığı ayrıca Ahmad ve ark. (2009) ile Sivagamy ve Rammohan (2013) tarafından da bildirilmiştir.

Bitkide Kapsül Sayısı

Yıl, ekim zamanı, çeşit, yıl \times ekim zamanı ve ekim zamanı \times çeşit interaksiyonlarının bitkide kapsül sayısı değerleri üzerine etkisi 0.01, yıl \times çeşit ve yıl \times ekim zamanı \times çeşit interaksiyonlarının etkileri de 0.05 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3).

Bitkide kapsül sayısı, her iki deneme yılında da 1 ve 15 Mayıs ekim zamanlarında diğer ekim zamanlarına kıyasla daha yüksek gerçekleşmiştir. Gölmarmara ve Boydak çeşitleri 2015, Gölmarmara çeşidi ise 2016 yılında en yüksek kapsül sayısına sahip olmuşlardır. Boydak çeşidi 247.8 adet ile 2015 yılı 15 Mayıs ekiminde denemenin en yüksek bitkide kapsül sayısı değerine ulaşmıştır. Çalışmanın ilk yılı için belirlenen kapsül sayısı (154.4 adet/bitki), ikinci yıl için belirlenen kapsül sayısından (86.4 adet/bitki) %78.7 oranında daha yüksek olmuştur. Sağır ve ark. (2010), susamda 6 çeşit ve 2 ekim zamanının (Mayıs başı ve Haziran sonu) etkilerini inceledikleri çalışmada, ilk ekim döneminden ikinci

ekim dönemine göre bitki başına kapsül sayısının 108.0 adetten 41.9 adede azaldığını bildirmişlerdir ki bu sonuçlar deneme sonuçlarını desteklemektedir. Abrak ve Yılmaz (2017) ayrıca ekim zamanının bitkide kapsül sayısını etkilediğini bildirmiştir.

Kapsülde Tohum Sayısı

Yıl, ekim zamanı, çeşit, yıl \times ekim zamanı ile ekim zamanı \times çeşit interaksiyonunun kapsülde tohum sayısı üzerine 0.01 olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

En yüksek ortalama kapsülde tohum sayısı 2015 yılında 62.1 adet ile 15 Mayıs ekiminden alınırken, bu değeri sırasıyla 1 Haziran, 1 Mayıs ve 15 Haziran ekim dönemleri izlemiştir. Bununla birlikte, 2016 yılında ise 1 ve 15 Mayıs ekimleri arasında kapsülde tohum sayısı bakımından istatistiki önemde bir fark bulunamamıştır. Her iki deneme yılında da Gölarmara, Boydak ve Sarısu çeşitleri Tanas çeşidine kıyasla daha yüksek kapsülde tohum sayısı vermişlerdir. İkinci deneme yılının kapsülde tohum sayısı, ilk deneme yılından görece daha yüksek elde edilmiştir. Salem (2016), ilk ekim zamanından dördüncü ekim zamanına göre bitkide kapsül sayısı 42.0 adetten 27.8 adede düştüğünü raporlamıştır.

Bildirilen kapsül sayıları deneme bulgularına göre daha az olmakla birlikte azalış eğilimi bakımından deneme bulgularıyla örtüşmektedir. Ali ve ark. (2016), bitki kapsül sayısını ilk ekim dönemi için 69 adet/bitki olarak belirlemişken bu sayı ikinci ekim döneminde 56'ya düşmüştür.

Bin Tane Ağırlığı

Önemli bir verim unsuru olan bin tane ağırlığı değerleri üzerinde yıl, ekim zamanı ve çeşit faktörlerinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4). En yüksek 3.59 g, en düşüğü de 3.51 g olarak belirlenen bin tane ağırlığı, 2015 yılında, çeşitler arasında istatistiki anlamda bir farklılık göstermemiştir. Aynı yıl, 1 Mayıs ekiminden en yüksek (3.97 g), 15 Haziran ekiminden ise en düşük (3.14 g) bin tane ağırlığı elde edilmiştir. Denemenin ikinci yılında, en yüksek bin tane ağırlığı (3.78 g) Gölarmara çeşidinden saptanırken en düşük ise Tanas ve Boydak çeşitlerinden (sırasıyla 2.89 ve 2.98 g) ölçülmüştür. Aynı yıl (2016), 15 Haziran ekiminden 3.55 g ile en yüksek bin tane ağırlığı saptanmış olup, diğer ekim zamanlarının tümü aynı grupta yer almışlardır. İlk deneme yılı için saptanan değer (3.54 g), ikinci yıl için saptanan değerden (3.27 g) daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 2). Bin tane ağırlıklarının ilk ekim zamanından dördüncü ekim zamanına göre 3.68 g'dan 3.51 g'a azaldığını bildiren Salem (2016)'in bulgularıyla deneme bulguları benzerlikler göstermektedir.

Çizelge 3. Bitki boyu, bitkide dal sayısı ve kapsül sayısı sonuçları

Çeşit (Ç)	Yıl (Y)								Ortalama	
	2015				2016					
	Ekim zamanı (EZ)									
	01 Mayıs	15 Mayıs	01 Haziran	15 Haziran	01 Mayıs	15 Mayıs	01 Haziran	15 Haziran		
(1) Bitki boyu (cm)										
Gölmarmara	142.2 ab	135.3a-f	123.7 efg	140.3 abc	135.4	137.0	152.7	125.0	134.3	137.3a
Boydak	120.1 g	122.2 fg	129.2 b-g	146.7 a	129.5	118.7	140.0	109.7	117.3	121.4b
Sarısu	127.3 c-g	136.7a-e	124.3 d-g	139.3 abc	131.9	125.0	139.3	111.3	132.3	127.0b
Tanas	137.2 a-d	130.3b-g	122.3 fg	140.0 abc	132.5	120.3	137.0	102.3	130.7	122.6b
Ortalama	131.7 b ^(y)	131.1 b	124.9 c	141.6 a	132.3 A ^(x)	125.3 b	142.3 a	112.1 c	128.7 c	127.1B
V. K. (%)	7.5					11.4				
		Y** ^(z)	EZ**	Ç**	Y × EZ**	Y × Ç*	EZ × Ç ^{öd}	Y × EZ × Ç ^{öd}		
(2) Bitkide dal sayısı										
Gölmarmara	7.77	8.00	8.33	6.43	7.63 a ^(y)	6.10	6.50	5.67	5.07	5.83
Boydak	7.77	7.33	6.33	6.87	7.08 ab	6.43	7.10	5.40	5.73	6.03
Sarısu	7.43	7.33	6.77	6.17	6.93 bc	7.07	7.13	4.80	5.13	6.17
Tanas	6.83	6.33	6.00	6.27	6.36 c	6.83	6.37	5.80	6.07	6.27
Ortalama	7.45 a	7.25 a	6.86 ab	6.43 b	7.00 A	6.61 a	6.78 a	5.42 b	5.50 b	6.08 B
V. K. (%)	13.5					15.2				
		Y**	EZ**	Ç ^{öd}	Y × EZ ^{öd}	Y × Ç*	EZ × Ç ^{öd}	Y × EZ × Ç ^{öd}		
(3) Bitkide kapsül sayısı										
Gölmarmara	215.9 a	248.0 a	112.3 cd	92.7 cd	167.2 a ^(y)	120.0 a	109.7 ab	110.0 ab	85.0 cde	106.2a
Boydak	242.5 a	247.8 a	121.8 bcd	81.3 d	173.4 a	78.7 cde	91.3 bc	83.0 cde	77.3 cde	82.6 b
Sarısu	144.7 ab	230.7 a	107.3 cd	73.0 d	138.9 b	86.7 cde	88.0 cde	69.0 e	72.7 cde	79.1 b
Tanas	217.8 a	164.0 b	98.0 cd	72.0 d	138.0 b	78.7 cde	69.7 de	72.0 cde	90.7 bcd	77.8 b
Ortalama	205.2 a	222.6 a	109.9 b	79.8 c	154.4 A ^(x)	91.0 a	89.7 a	83.5 b	81.4 b	86.4 B
V. K. (%)	45.8					20.0				
		Y** ^(z)	EZ**	Ç**	Y × EZ**	Y × Ç*	EZ × Ç**	Y × EZ × Ç*		

(x): Büyük harfler yıllar arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir.

(y): Koyu küçük harfler çeşit veya ekim zamanı ortalamaları arasındaki önemli farklılıkları göstermektedir. Küçük harfler çeşit × ekim zamanı interaksyonu arasındaki önemli farklılıkları göstermektedir.

(z): öd: önemli değil; * ve ** sırasıyla, $P \leq 0.05$ ve 0.01 düzeyinde önemli.

Y: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki anlamda farklı gruplarda yer almaktadırlar.

V.K. :Varyasyon katsayısı.

Tohum Verimi

Çizelge 4'te gösterildiği gibi, yıl, ekim zamanı, çeşit, yıl × ekim zamanı ve yıl × çeşit interaksyonu, susamda tohum verimi üzerinde 0.01 olasılık düzeyinde önemli etkiye sahiptir.

En yüksek tohum verimi 2015 yılında $2406.3 \text{ kg ha}^{-1}$ ile 15 Mayıs ekiminden alınmış olup bu değeri $2061.3 \text{ kg ha}^{-1}$ ile 1 Mayıs ekimi takip etmiştir. Haziran ekim dönemleri ise son grubu oluşturmuşlardır. İkinci yıl ise en yüksek verim ($1943.5 \text{ kg ha}^{-1}$) 1 Mayıs ekiminden alınırken 15 Mayıs ekimi ise en düşük verim değerini ($1224.8 \text{ kg ha}^{-1}$) ortaya koymuştur.

Çizelge 4. Kapsülde tohum sayısı, bin tane ağırlığı ve tohum verimi sonuçları

Çeşit (Ç)	Yıl (Y)								Ortalama	Ortalama
	2015				2016					
	Ekim zamanı (EZ)									
	01	15	01	15	01	15	01	15		
Mayıs	Mayıs	Haziran	Haziran	Mayıs	Mayıs	Haziran	Haziran			
(4) Kapsülde tohum sayısı										
	Ortalama									Ortalama
Gölmarmara	54.3	67.7	55.7	43.0	55.2 a ^(v)	78.7 a	74.7 ab	60.0 def	60.3 def	68.4 a
Boydak	59.2	66.1	53.3	48.7	56.8 a	74.0 abc	70.7 abc	55.0 f	68.3 bcd	67.0 a
Sarısu	52.3	59.7	64.3	47.0	55.8 a	74.0 abc	72.3 abc	71.3 abc	56.0 ef	68.4 a
Tanas	47.5	55.0	50.7	43.7	49.2 b	68.3 bcd	64.7 cde	57.0 ef	57.3 ef	61.8 b
Ortalama	53.3 b	62.1 a	56.0 b	45.6 c	54.3 B	73.8 a	70.6 a	60.8 b	60.5 b	66.4 A
V.K. (%)	16.1				13.0					
		Y**	EZ**	Ç**	Y × EZ**	Y × Ç ^{öd}	EZ × Ç**	Y × EZ × Ç ^{öd}		
(5) Bin tane ağırlığı (g)										
	Ortalama									Ortalama
Gölmarmara	3.93	3.73	3.53	2.97	3.54	3.70	3.57	3.53	4.30	3.78 a
Boydak	3.80	3.60	3.43	3.27	3.53	2.87	2.70	2.83	3.17	2.89 c
Sarısu	4.03	3.70	3.47	3.17	3.59	3.33	3.23	3.47	3.60	3.41 b
Tanas	4.10	3.60	3.17	3.17	3.51	2.97	3.10	2.73	3.13	2.98 c
Ortalama	3.97 a	3.66 b	3.40 c	3.14 d	3.54 A	3.22 b	3.15 b	3.14 b	3.55 a	3.27 B
V.K. (%)	10.0				14.2					
		Y** ^(z)	EZ**	Ç**	Y × EZ**	Y × Ç**	EZ × Ç ^{öd}	Y × EZ × Ç ^{öd}		
(6) Tohum verimi (kg ha⁻¹)										
	Ortalama									Ortalama
Gölmarmara	2299.7	2725.0	1466.3	1316.3	1951.8 a	2158.0 ab	1962.3bc	1541.7 def	1633.3 de	1823.8a
Boydak	2400.0	2650.0	1591.3	1340.0	1995.3 a	1620.7 def	1429.0d-h	1037.3 i	1091.0 i	1294.5c
Sarısu	1737.3	2208.3	1291.7	1020.7	1564.5 b	2279.0 a	1462.3d-g	1170.7 ghi	1641.7 de	1638.4b
Tanas	1808.0	2041.7	1095.3	1029.0	1493.5 b	1716.3 cd	1320.7f-i	1149.7 hi	1337.3 e-i	1381.0c
Ortalama	2061.3b	2406.3a	1361.2c	1176.5 c	1751.3 A	1943.5 a	1543.6b	1224.8 c	1425.8 b	1534.4B
V.K. (%)	33.7				24.9					
		Y**	EZ**	Ç**	Y × EZ**	Y × Ç**	EZ × Ç ^{öd}	Y × EZ × Ç ^{öd}		

(x): Büyük harfler yıllar arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir.

(y): Koyu küçük harfler çeşit veya ekim zamanı ortalamaları arasındaki önemli farklılıkları göstermektedir. Küçük harfler çeşit × ekim zamanı interaksyonu arasındaki önemli farklılıkları göstermektedir.

(z): öd: önemli değil; ** P ≤ 0.01 düzeyinde önemli.

v: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki anlamda farklı gruplarda yer almaktadırlar.

V.K. :Varyasyon katsayısı.

İki yıllık ortalama sonuçlara göre, Gölmarmara çeşidi tohum verimi bakımından ilk grupta yer almıştır. Bununla birlikte, 2015 yılında Gölmarmara, Boydak çeşidi ile tohum verimi yönüyle aynı grubu paylaşmıştır. Diğer taraftan ilk yılın ortalama tohum verimi (1751.3 kg ha⁻¹), ikinci yılın ortalama veriminden (1534.4 kg ha⁻¹) %14.1 oranında daha yüksek gerçekleşmiştir. İnteraksiyonlar açısından değerlendirildiğinde ise, en yüksek verim 2279.0 kg ha⁻¹ ile Sarısu çeşidinin 01 Mayıs ekiminde saptanmıştır. Ekim işlemi Haziran yerine Mayıs ayında gerçekleştirmenin tohum verimini önemli düzeyde artırdığı bulgusu deneme bulgularını desteklemektedir (Elmahdi ve ark., 2007; Amanullah ve ark., 2014; Aghili ve ark., 2015; Bhardwaj ve ark., 2015). Rajendra Kumar ve Ramesh (2014), susamda en uygun ekim zamanını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada Nisan ayından Temmuz ayına kadar 6 farklı ekim zamanını incelemiştir. Tohum verimi ilk ekim

zamanı olan Nisan ayında 430 kg ha⁻¹ iken Haziran ekim zamanında ise 228 kg ha⁻¹ olarak belirlemiştir.

Sonuç

Bursa ekolojik koşullarında farklı ekim zamanlarının susam çeşitlerinin verim ve bazı verim unsurlarına olan etkileri iki ardışık yetiştiricilik mevsiminde incelenmiştir. Başta tohum verimi olmak üzere diğer verim bileşenleri de dikkate alındığında, Bursa koşullarında en uygun susam ekim zamanının 1-15 Mayıs tarihleri olduğu, ayrıca öncelikle Gölarmara sonra Boydak çeşidinin Bursa koşullarında daha iyi performans sergilediği sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- Abrak, S. ve A. Yılmaz. 2017. Yarı kurak iklim koşullarında farklı ekim zamanı ve bitki sıklıklarının ikinci ürün susam (*Sesamum indicum* L.)'da verim ve bazı parametreler üzerine etkilerinin belirlenmesi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 4(3): 232-240.
- Aghili, P., J.M. Sinaki and A.A. Nourinia. 2015. The effect of organic fertilizer and planting date on some traits of sesame varieties. International Journal of Biosciences. 6(5): 16-24.
- Ahmad, H.G., U. Aliyu, A.B. Haruna, Y.S. Isa and A.S. Muhammad. 2009. Effects of planting date and weeding regimes on growth and yield of sesame (*Sesamum Indicum* L.) In Sokoto, North- Western Nigeria. Journal of Basic and Applied Science, 17 (2): 202-206.
- Alam Sarkar, M.N., M. Salim, N. Islam and M.M. Rahman. 2007. Effect of sowing date and time of harvesting on the yield and yield contributing characters of sesame (*Sesamum indicum* L.) seed. International Journal of Sustainable Crop Production, 2 (6): 31-35.
- Ali, S. and A. Jan. 2014. Sowing dates and nitrogen level effect on yield and yield attributes of sesame cultivars. Sarhad Journal of Agriculture, 30 (2): 203-209.
- Ali, S., A. Jan, J. Zhikuan, A. Sohail, C. Tie, W. Ting, Z. Peng, Manzoor, I. Ahmad, M. Ur Rahman, R. Xiaolong, L. Xiaoli and X. Yue Yue. 2016. Growth and fatty acid composition of sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes as influence by planting dates and nitrogen fertilization in semiarid region of northwest, Pakistan. Russian Agricultural Sciences, 42 (3-4): 224-229.
- Amanullah, J., A. Shahzad, Inamullah and A. Musharaf. 2014. Influence of sowing time and nitrogen fertilization on Alternaria leaf blight and oil yield of sesame cultivars. Pure and Applied Biology, 3 (4): 160-166.
- Anonim. 2018. TÜİK Bitkisel üretim istatistikleri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001
- Baydar, H. 2001. Susam (*Sesamum indicum* L.) genetiği ve ıslahı üzerinde araştırmalar II. İdeal bitki tiplerinin geliştirilmesi, IV. Ulusal Tarla Bitkileri Kongresi, 17-21 Eylül 2001, Sayfa: 117-122, Tekirdağ.
- Bhardwaj, H.L., A.A. Hamama, M.E. Kraemer and D.R. Langham. 2014. Cultivars, planting dates and row spacing effects on sesame seed yield and mineral composition. Journal of Agricultural Science, 6 (9): 1-7.
- Danaie, A.Kh. 2015. Effect of sowing time on yield and agronomic traits of some sesame genotypes in Behbahan region. Seed and Plant Production Journal, 31 (1): 1-21.
- Elmahdi, A.R., S.E.M. EL-Amin and F.G. Ahmed. 2007. Effect of sowing date on the performance of sesame (*Sesamum indicum* L.). African Crop Science Conference Proceedings, 8: 1943-1946.
- FAOSTAT. 2018. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

- Feddema, J.J. 2005. A Revised Thornthwaite-Type Global Climate Classification. https://www.researchgate.net/publication/250171991_A_Revised_Thornthwaite-Type_Global_Climate_Classification
- Langham, D.R. and T. Wiemers. 2002. Progress in mechanizing sesame in the US through breeding. In: J. Janick and A. Whipkey (Eds.), Trends in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA, pp. 157-173.
- Nafe, N.A., S. Osman, M.E. Khalid and M.K. Sabahelkhier. 2010. Photoperiod response of different varieties of sesame (*Sesamum indicum* L.) crop grown in Sudan. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 6 (3): 220-227.
- Rajendra Kumar, B. and G. Ramesh. 2014. Determination of optimum sowing dates for sesame. International Journal of Multidisciplinary Advanced Research Trends, 1 (1): 177-183.
- Sağır, P., A. Sağır ve T. Söğüt. 2010. Farklı ekim zamanı ve sulamanın susamda kök boğazı çürüklüğü (*Macrophomina phaseolina*), verim ve verim unsurlarına etkisi. Bitki Koruma Bülteni, 50 (4): 157-170.
- Salem, E.M.M. 2016. Effect of sowing dates and sulphur levels on some sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars under New Valley conditions. Egyptian Journal of Desert Research, 66 (1): 17-34.
- Sivagamy, K. and J. Rammohan. 2012. Influence of time of sowing and geometry on growth and yield attributes and yield at harvest stage of sesame. Madras Agricultural Journal, 99 (4-6): 329-331.
- Sivagamy, K. and J. Rammohan. 2013. Effect of sowing date and crop spacing on growth, yield attributes and quality of sesame. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science, 5 (2): 38-40.
- Şahin, G. 2014. Türkiye’de üretimi azalan önemli bir yağ bitkisi susam. İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, Apr/May, 3 (2): 404-433.
- Tahir, M., U. Saeed, A. Ali, I. Hassan, M. Naeem, M. İbrahim, Haseeb ur Rehman and H.M.R. Javeed. 2012. Optimizing sowing date and row spacing for newly evolved sesame (*Sesamum indicum* L.) variety TH-6. Pakistan Journal of Life and Social Sciences, 10 (1): 1-4.
- Uzun B., Ç. Arslan ve Ş. Furat. 2008. Variation in fatty acid compositions, oil content and oil yield in a germplasm collection of sesame (*Sesamum indicum* L.). Journal of American Oil Chemists’ Society, 85: 1135-1142.



Effect of Egg Weight on Eggshell Thickness, Pore Density and Chick Quality in Broiler Breeder Flock^a

Saliha SABAH^{1*}, Ümran ŞAHAN¹

¹Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Bursa, Türkiye,

*Sorumlu yazar ORCID: 0000-0003-4577-8054

e-posta (Corresponding author e-mail): drvetuvas2008@gmail.com

Yazar(lar) ORCID: 0000-0002-4912-0551

e-posta (Author-s e-mail): umran@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 26.06.2018; Kabul Tarihi (Accepted): 29.07.2018

Abstract: The objective of this research was to investigate the effect of egg weight on eggshell thickness, pore density and chick quality in broiler breeder flock. Additionally the correlations between the studied characteristics were calculated. Hatching eggs were collected from 40 wk old Ross 308 broiler breeder flock. The eggs were selected, weighed and numbered individually in light (54.71-58.88 g) and medium (58.24-60.62g) weighed egg groups. Eggs were incubated at 37.5°C and 55% RH in an incubator for 18 days. On 18th day eggs were individually weighed to calculate the egg mass loss. Then eggs were incubated at 37.0°C and 60% RH in a hatcher until hatch. At hatch chicks were weighed individually and chick length was measured. Additionally egg shell thickness and pore density was determined. Egg weight loss was found non-significant in both light and medium weighed egg groups (P>0.05). Egg weight had significant effect on eggshell thickness (P<0.05). Eggshell thickness was found higher in light weighed eggs than in medium weighed eggs (P <0.05) whereas, pore density was determined higher in medium weighed eggs (P<0.01). At hatch chick weight increased with the increased egg weight (P <0.05) while as chick length was not affected by egg weight. A significant correlations was observed between initial egg weight and average eggshell thickness (r= 0.551), chick weight (r=0.615), and also between average eggshell thickness and chick weight (r=0.484) in medium weighed eggs (P<0.05).

Keywords: Egg weight; Eggshell thickness; Pore density; Egg weight loss; Chick quality.

^a Sabah, S. and Şahan, Ü. 2018. Effect of Egg Weight on Eggshell Thickness, Pore Density and Chick Quality in Broiler Breeder Flock. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32 (2), 123-130.

Broiler Damızlık Sürüsünde Yumurta Ağırlığının Yumurta Kabuk Kalınlığı, Por Yoğunluğu ve Cıvciv Kalitesi Üzerine Etkisi

Öz: Bu araştırmada broiler damızlık sürüsünde yumurta ağırlığının kabuk kalınlığı, por yoğunluğu ve cıvciv kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Ayrıca, incelenen özellikler arasında korelasyonlar hesaplanmıştır. Yumurtalar 40 haftalık yaştaki Ross 308 broiler damızlık sürüsünden elde edilmiştir. Yumurtalar tartılarak hafif ağırlık (54.71-58.88 g) ve orta ağırlık (58.24-60.62g) grubu olarak ayrılmış ve bireysel olarak numaralandırılmıştır. Yumurtalar 37.5°C sıcaklık ve 55% nispi nemde 18. gün süresince kuluçkalandırılmıştır. Yumurta ağırlık kaybını hesaplamak için kuluçkanın 18. gününde bireysel olarak tartılmıştır. Daha sonra yumurtalar çıkışa kadar 37.0°C sıcaklık ve 60% nispi nemde çıkım makinasında kuluçkalandırılmıştır. Çıkışta cıvcivler bireysel olarak tartılmış ve cıvciv uzunlukları ölçülmüştür. Buna ilave olarak kabuk kalınlığı ve por sayısı belirlenmiştir. Her iki grup arasındaki yumurta ağırlık kaybı önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Yumurta ağırlığının kabuk kalınlığı üzerine etkisi önemlidir ($P<0.05$). Hafif ağırlıktaki yumurtalarda kabuk kalınlığı orta ağırlıktaki yumurtalardan daha yüksek bulunmuştur ($P<0.01$) bununla birlikte, por yoğunluğu orta ağırlıktaki yumurtalarda daha fazla olduğu belirlenmiştir ($P<0.01$). Çıkışta yumurta ağırlığı arttıkça cıvciv ağırlığında artmıştır ($P<0.05$), diğer yandan cıvciv uzunluğu yumurta ağırlığından etkilenmemiştir. Orta ağırlıktaki yumurtalarda başlangıç yumurta ağırlığı ile ortalama yumurta kabuk kalınlığı ($r=0.551$), cıvciv ağırlığı ($r=0.615$) ve ayrıca ortalama yumurta kabuk kalınlığı ile cıvciv ağırlığı ($r=0.484$) arasında pozitif korelasyonlar saptanmıştır ($P<0.05$).

Anahtar Kelimeler: Yumurta ağırlığı; yumurta kabuk kalınlığı; por yoğunluğu; yumurta ağırlık kaybı; cıvciv kalitesi.

Introduction

Egg weight is an important quality parameter that greatly influences the egg composition and embryo growth, (Ng'ambi et al., 2013) hatching egg characteristics and broiler performance in broiler breeder flocks (Ulmer-Franco et al., 2010). Moreover, egg weight, eggshell characteristics and its composition are affected by age of the breeder (Tona et al., 2001). Egg contains approximately 58.5% of albumen, 31% yolk and 10.5% of shell (Cherian et al., 2002). Peebles et al. (2000) reported that when the flock age increase, weight of egg also elevates, thickness of shell decreases and the yolk sac percentage increase. Eggs of flock ages with different egg weight influences the eggshell quality, (İpek and Şahan, 2001) eventually affects the egg mass loss, hatchability performance and chick quality (Bamelis, 2003). With the increase of hen's age, shell thickness decreases, because total shell deposition after the first three months of laying period remains fairly constant while eggs continue to increase in size. This cause the shell to be spread thinner and shell quality to decline (Roland, 1988). Some researchers reported that thick eggshell assures the better use of nutrients by the developing embryo, acts as a strong barrier against the bacterial contamination (Sergeyeva, 1986, Roque and Soares, 1994). Generally pore size and the total number of the pore increases with egg mass, whereas pore density decreases (Tullet and Board, 1977). There is a relationship between egg weight, egg shell thickness and porosity (Tona et al., 2001). At hatch, chick weight, chick length and yolk free body weight are measured as an indicator of one day old chick quality (Willemsen et al., 2008). Egg weight also has positive effect on chick weight and chick length. The egg weight greatly influences the hatchability, hatching duration,

embryonic mortality, hatching weights and subsequent performance of chicks (Witt-De and Schwalbach, 2004; Alkan et al., 2008; Çağlayan et al., 2009; Alabi et al., 2012). The study was carried out to determine the effect of egg weight on eggshell thickness, pore density, egg weight loss and chick quality in 40 week old broiler breeder flock. Additionally the correlations was also calculated among the studied characters.

Materials and Methods

The care and use of animals was in accordance with the laws and regulations of Turkey and approved by the ethics committee of Uludag University (License Number 2018–05/01). A total of 40 hatched eggs were obtained from a commercial Ross 308 broiler breeder flock at 40 week of age. All eggs were weighed and numbered individually on an electronic balance with ± 0.01 g precision. The eggs were classified in light (54.71-58.88 g) and medium weighed (58.24-60.62g) eggs. Eggs were stored at 16°C and 65% relative humidity for 3 days, then warmed to room temperature (22°C) for 8 hours before incubation. Eggs were incubated at 37.5°C and 55% RH in an incubator (capacity egg setter T640 Çimuka Inc.) for 18 days. On 18th day eggs were individually weighed to calculate egg mass loss. Eggs were transferred to the trays (Çimuka Inc., Ankara, Turkey). Eggs were incubated at 37.0°C and 60% RH in a hatcher until hatch. During incubation period eggs were individually followed to determine egg shell thickness and pore density. At the end of the hatching, chicks were individually weighed and chick length was measured. Chick length was measured with a ruler by stretching from tip of beak to the tip of middle toe (Hill., 2001). Un-hatched eggs were broken and visually assessed for fertility and embryonic mortalities. Embryonic mortalities were separated into three groups: early term (1 to 7 day of incubation), mid-term (8 to 14 day of incubation), and late term (15 to 21 day of incubation) embryonic mortalities. Eggshells of each hatched and un-hatched eggs were removed and discretely stored in plastic bags for the measurement of thickness and pore size density.

Eggshells were washed and dried for 24 hours at room temperature. A micrometer was used for the measurement of the broad end, equator and narrow end of individual eggs and lastly the eggshell mean was calculated, with the help of ball-point caliper having reading of 0.01 mm (Ahmad and Balander., 2003). The thickness of eggshell measurements were conducted by excluded the membranes that were adhered to the eggshell. Same eggshell pieces were used to measure the mean pore density of eggs. Eggshell pieces were dipped in NaOH solutions (5% (gram/litre) for 5 minutes to remove all shell membrane or other adhered materials. Furthermore, for the magnification of pores, eggshell sections were dipped in concentrated nitric acid for about 15 seconds. By using aqueous Methylene Blue dye (0.5 g 89 % dye in 1 L of 70 % ethanol) the surface of the eggshells were tinted following drying (Board and Halls., 1973). Only large pores were counted using a stereomicroscope with a magnification of $\times 40$. The counting field was 0.50 cm², and representing three regions (broad end, equator and narrow end) of each eggshells were counted. For the measurement of average values, estimated values were multiplied by 2 that expressed the pore density per centimeter.

Statistical Analysis

Data were analyzed using descriptive Statistics, t-Test: two-sample as summing equal variances using Minitab (2013). The Pearson correlation was used to determine the correlation of different parameters of eggshell and chick characteristics Minitab (2013). P value of <0.05 was considered for significant differences among groups.

Results and Discussion

The present study showed, percentage of fertility in light weighed eggs was found to be 95% and in medium weighed eggs was found to be 100%, while as hatchability of light weighed eggs was found to be 90% and in medium weighed eggs was found to be 95%. In both light and medium weighed eggs only one early embryonic death was observed whereas there was not found any mid and late embryonic deaths.

Eggshell characteristics of hatched eggs (light and medium) of 40 week old flocks are presented in Table 1. In the study mean of initial egg weight was found 56.76 g in light and 59.42 g in medium weighed eggs of 40-wk old broiler breeder flock ($P < 0.01$).

Table 1. Average of eggshell characteristics and chick quality in light and medium weighed eggs (40-wk-old)

Parameters	Light	n	Medium	n	P value
Initial egg weight, g	56.76 ± 1.14	20	59.42 ± 0.79	20	0.000**
Shell thickness, mm	0.35 ± 0.01	20	0.33 ± 0.01	20	0.007*
Pore density, pores/cm ²	25.1 ± 2.9	20	30.4 ± 2.7	20	0.000**
Egg mass loss, %	9.96 ± 1.49	20	10.29 ± 1.21	20	0.369
Chick weight, g	41.31 ± 1.25	18	42.46 ± 1.79	19	0.025*
Chick length, cm	19.14 ± 0.43	18	18.79 ± 1.70	19	0.380

Means within main effect without a common superscripts are different at $P < 0.05$; $P < 0.01$

** : $P < 0.01$; * : $P < 0.05$

Eggshell plays a vital role in the exchanging gases (oxygen and carbon dioxide) across the shell wall, for the respiration of embryo (Ar and Rahn., 1985). Various studies showed that eggshell quality is predisposed by factors like age, strain, housing system and by feeding balanced diet along with the supplements and essential minerals (Venglovska et al., 2014; Coutts and Wilson., 2007; Butcher and Miles., 2009). The mean of eggshell thickness in light weighed eggs (0.35mm) and in medium weighed eggs (0.33mm) was found to be significant ($P < 0.05$). The results were in accordance with Gahri et al. (2015) who showed in light weight (52.62-55.65) eggs and in average weight (57.15-60.15) by increase of egg weight the shell thickness is reduced. Araujo et al. (2017) also measured egg shell thickness in three different regions and the average was found to be 0.31mm in 35-wk broiler breeder. A hen egg has a limited capacity to deposit calcium in the shell and to spread the same amount of calcium over a large surface area of the egg (Rajkumar et al., 2009).

Pore structure is greatly affected by egg weight (Tullett and Deeming., 1982). In this study mean of pore number in light weighed eggs was found 25.1 pores/cm² and in medium

ones was found 30.4 pores/cm² (P<0.01). In accordance with Tullett and Deeming. (1982) that showed within any group of eggs, there is a difference in the egg weight and pore density. While as Rahn et al. (1981) found contradictory results by showing no change in pore dimension with the increase in egg weight in 20 week breeder flocks.

Mean of egg weight loss was not found significant (P > 0.05) in light weighed eggs it was observed to be 9.96% and in medium eggs it was observed 10.29%. Our results are in accordance with the Iqbal et al. (2016) who found non-significant difference in egg weight loss of small (60.05)and medium (65.03) egg weight groups in 45 week broiler breeder flock.

Medium sized eggs are being chosen for attaining better results of hatchability (Abiola et al., 2008; Gonzalez et al., 1999). Scientists revealed that there is a positive relationship between egg size and chick weight (Abiola et al., 2008; Senapati et al., 1996, Meijerhof, 2006). Egg weight affects both day old chick weight and growth performance. Furthermore egg weight also influences the market weight of broilers (Olutunmogu., 2018; Ramaphala and Mbajorgu, 2013). As the egg weight increase, chick weight also increases. In the study a significant mean value was shown by chick weight, medium weighed eggs displayed higher chick weight 42.46 g than light weighed eggs, 41.31 g (P<0.05). Rashid et al. (2013) reported that in three rural breeds (Fayoumi, Desi and Crossbred (RIR × Fayoumi) large sized eggs (>45g) gained higher chick weight than those of small sized eggs (<41g). Similar results were obtained by Ng'ambi et al. (2013) in other poultry species. Iqbal et al. (2016) revealed significant effect of egg size on chick weight, chick length and chick yield.

In the current study mean of chick length was not found significant (P>0.05) in light weighed eggs it was observed to be 19.14 cm and in medium eggs it was 18.79 cm.

Table 2. Correlations of egg shell characteristics in light and medium weighed eggs of 40 week old broiler breeder flock

Egg weight	Parameters	Mass loss, %	Shell thickness, mm	Pore density, pores/cm ²	Chick weight, g	Chick length, cm
Light	Initial weight	-0.151 ^{NS}	0.071 ^{NS}	0.160 ^{NS}	0.017 ^{NS}	0.111 ^{NS}
	Mass loss	-	0.378 ^{NS}	-0.268 ^{NS}	-0.039 ^{NS}	0.300 ^{NS}
	Shell thickness	-	-	-0.291 ^{NS}	0.420 ^{NS}	-0.558*
	Pore density	-	-	-	0.326 ^{NS}	-0.243 ^{NS}
	Chick weight	-	-	-	-	-0.172 ^{NS}
Medium	Initial weight	0.114 ^{NS}	0.551*	-0.303 ^{NS}	0.615*	0.179 ^{NS}
	Mass loss	-	-0.138 ^{NS}	-0.133 ^{NS}	-0.272 ^{NS}	0.203 ^{NS}
	Shell thickness	-	-	-0.459*	0.484*	0.028 ^{NS}
	Pore density	-	-	-	-0.190 ^{NS}	0.186 ^{NS}
	Chick weight	-	-	-	-	0.180 ^{NS}

** : P < 0.01; * : P < 0.05; NS: Not Significant

The correlation of both light and medium weighed egg's shell characteristics are displayed in Table 2. There was not found any correlation between initial egg weight, mass loss, eggshell thickness, pore density, chick length and chick weight in light weighed eggs, whereas significant correlation was found in medium weighed egg between initial egg weight and eggshell thickness ($r=0.551$) and also in between initial egg weight and chick weight ($r=0.615$) respectively. At the same time positive correlation was found in eggshell thickness and chick weight ($r=0.484$). Farooq et al. (2001) reported a positive correlation between egg weight, eggshell weight and thickness. Chick mass is indicator for the day-old chick quality. Chick weight is the most widely used indicator for day-old chick quality evaluation (Decuyper et al., 2002). Vieira et al. (2005) found high chick weight in larger eggs as compared to smaller eggs in 40-weeks-old Ross-38 breeders.

The study concluded, during the selection of eggs, instead of selecting light and large weighed eggs, mostly medium weighed eggs should be preferred in every broiler breeder flocks. As medium weighed eggs showed better hatching performance therefore, it is suggested that there should be uniformity in broiler breeder flocks, for attaining the better hatching performance and chick quality.

References

- Abiola, S.S., O.O. Meshioye, B.O. Oyerinde and M.A Bamgbose. 2008. Effect of egg size on hatchability of broiler chicks. *Arch. Zootec.* 57(217): 83-86.
- Ahmad, H.A. and R.J. Balander. 2003. Alternative feeding regimen of calcium source and phosphorus level for better eggshell quality in commercial layers. *J. Appl. Poult. Res.* 12: 509-514.
- Alabi, O.J., J.W. Ng'ambi, D.Norris and M.Mabelebele. 2012. Effect of egg weight on hatchability and subsequent performance of Potchefstroom Koekoek chicks. *Asian. J. Anim. Vet. Adv.* 7: 718-725.
- Alkan, S., K.Karabag, A.Galic and M.S. Balcioglu. 2008. Effects of genotype and egg weight on hatchability traits and hatching weight in Japanese quail. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 38 (3):231-237.
- Ar, A. and H. Rahn. 1985. Pores in avian eggshells: gas conductance, gas exchange and embryonic growth rate. *Respir. Physiol.* 61: 1-20.
- Araujo, I.C.S., N.S.M. Leandro, M.A. Meaquita, M.A. Cafe, H.H.C. Mello and E. Gonzales. 2017. Water vapor conductance: a technique using eggshell fragments and relations with other parameters of eggshell. *R. Bras. Zootec.* 46(12):896-902.
- Bamelis, F.R. 2003. Non-invasive assessment of eggshell conductance at different developmental stages during incubation of eggs. PhD thesis, Catholic University, Leuven, Belgium.
- Board, R.G. and N.A. Halls. 1973. The cuticle: a barrier to liquid and particle penetration of the shell of the hen's egg. *Br. Poult. Sci.* 14: 69-79.
- Butcher, G.D. and R. Miles. 2009. Concepts of Eggshell Quality. University of Florida, Gainesville, Florida.
- Cherian, G., T. B. Holsonbake and M. P. Goeger. 2002. Fatty acid composition and egg components of speciality eggs. *Poult. Sci.* 81: 30-33.
- Coutts, J. A and G.C. Wilson. 2007. Optimum Egg Quality: A Practical Approach. Revised Version. 5M Publishing, Sheffield, UK. Florida.

- Çaglayan, T., G. Mustafa, K. Kemal and G. Aytekin. 2009. Effect of egg weight on chick weight, egg weight loss and hatchability in rock partridges. *Ital. J. Anim. Sci.* 8: 567-574.
- Decuyper, E., K. Tona, F. Bamelis., C. Careghi, B. Kemps, B. De-Ketelaere, J. De-Baerdemaker and V. Bruggeman. 2002. Broiler breeders and egg factors interacting with incubation conditions for optimal hatchability and chick quality. *Arch. Geflügelk.* 66: 56- 57.
- Farooq, M., K. Aneela, F.R. Durrani, A.K Muqarrab, C. Chand and A. Khurshid. 2001. Egg and shell weight, hatching and production performance of Japanese broiler quails. *Sarhad. J. Agric.* 17 (3): 289-293.
- Gahri, H., N. Gader and D. Farzam. 2015. Effect of egg weight of broiler breeder on egg characteristics and hatchery performance. *Int. J. Biosci.* Vol. 6: 42-48.
- Gonzalez, A., D.G. Satterlee, F. Moharer and G.G Cadd. 1999. Factors affecting ostrich (*Struthio camelus*) eggs hatchability. *Poult. Sci.*78: 1257-1262.
- Hill, D. 2001. Chick length uniformity profiles as a field measurement of chick quality. *Poult. Avian. Biol. Rev.* 12:188.
- Iqbal, J., S. H. Khan, N. Mukhtar, T. Ahmed and R.A. Pasha. 2016. Effects of egg size (weight) and age on hatching performance and chick quality of broiler breeder. *J. Appl. Anim. Res.* Vol. 44: 54–64.
- İpek, A. and U. Şahan. 2001. Effect of specific gravity and flock age on hatching traits in broiler breeders. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 25: 817-821.
- Meijerhof, R. 2006. Chick size matters. *World's Poult. Sci. J.* 22: 30–31.
- Minitab, Inc. 2013. MINITAB release 17.1.0 statistical software for windows. Minitab Inc, USA.
- Ng'ambi, J.W., M.W. Thamaga, D. Norris, M. Mabelebele and O.J Alabi. 2013. Effects of egg weight on hatchability, chick hatch-weight and subsequent productivity of indigenous Venda chickens in Polokwane, South Africa. *South Afr. J. Anim. Sci.* 43: 69–S74.
- Olutunmogun, A. K., A. U. Umar, E.O.Adejoh-Ubani, B. I .Nwagu, I. A. Adeyinka and S. M. Muhammad. 2018. Effect of egg size and lines on hatching performance of chicks from broiler breeders. *Nig. J. Anim. Prod.* 45 (1):18-25.
- Peebles, E. D., C. W. Gardner, J. Brake, C. E. Benton, J. J. Bruzual and P. D. Gerard. 2000. Albumen height and yolk and embryo compositions in broiler hatching eggs during incubation. *Poult. Sci.* 79:1373–1377.
- Rahn, H., V. L. Christensen and F. W. Edens. 1981. Changes in shell conductance, pores, and physical dimensions of egg and shell during the first breeding cycle of turkey hens. *Poult. Sci.* 60: 2536-2541.
- Rajkumar, U., R.P. Sharma. K.S. Rajaravindra, M. Niranjan, B.L.N. Reddy. T.K. Bhattacharya and R.N. Chatterjee. 2009. Effect of genotype and age on egg quality traits in Naked neck chicken under tropical climate of India. *Int. J. Poult. Sci.* 8: 1151-55.
- Ramaphala, N.O and C.A. Mbajjorgu.2013. Effect of Egg Weight on Hatchability and Chick Hatch-weight of COBB 500 Broiler Chickens. *Asian J Anim Vet Adv.* 8 (7): 885-892.
- Rashid A., S.H. Khan, G. Abbas, M. Y. Amer, M. J. Khan and N. Iftikhar. 2013. Effect of egg weight on hatchability and hatchling weight in Fayoumi, Desi and crossbred (Rhode Island Red × Fayoumi) chickens. *Vet. World.* 6: 592–595.
- Roland, D. A. 1988. Eggshell breakage: Incidence and economic impact. *Poult. Sci.* 67:1801–1803.
- Roque, L. and M.C. Soares. 1994. Effects of eggshell quality and broiler breeder age on hatchability. *Poult. Sci.* 73: 1838–1845.

- Senapati, P.K., K.G. Dask-Madal and A.K. Chatterjee. 1996. Relationship between egg weight, shape index, fertility and hatchability of Japanese quail eggs. *Environ. Ecol. Stat.* 14: 574- 577.
- Sergeyeva, A. 1986. Egg quality and egg hatchability. *Ptitsevodstvo, Moscow, Russia* (3): 24-25.
- Tona, K., F. Bamelis, W. Coucke, V. Bruggeman and E. Decuyper. 2001. Relationship between broiler breeder's age and egg weight loss and embryonic mortality during incubation in large-scale conditions. *J. Appl. Poult. Res.* 10: 221–227.
- Tullett, S.G. and R.G. Board. 1977. Determinants of avian eggshell porosity. *J. Zool.* 183: 203–211.
- Tullett, S.G. and D.C. Deeming. 1982. The relationship between eggshell porosity and oxygen consumption of the embryo in the domestic fowl. *Comp. Biochem. Physiol.* 72: 529-533.
- Ulmer-Franco, A.M, G.M. Fasenko and E.E. O'Dea Christopher. 2010. Hatching egg characteristics, chick quality, and broiler performance at 2 breeder flock ages and from 3 egg weights *Poult. Sci.* 89:2735–2742.
- Venglovska, K., L. Gresakova, I. Placha, M. Ryzner and K. Cobanova. 2014. Effects of feed supplementation with manganese from its different sources on performance and egg parameters of laying hens. *Czech. J. Anim. Sci.* 59: 147–155.
- Vieira, S.L., J.G. Almeida, A.R. Lima, O.R.A. Conde and A.R. Olmos. 2005. Hatching distribution of eggs varying in weight and breeder age. *Braz. J. Poult. Sci.* 7: 73–78.
- Willemsen, H., N. Everaert, A. Witters, L. De-Smit, M. Debonne, F. Verschuere, P. Garain, D. Berckmans, E. Decuyper and V. Bruggeman. 2008. Critical assessment of chick quality measurements as an indicator of post-hatch performance. *Poult. Sci.* 87: 2358–2366.
- Witt-de, F. and L.M.J. Schwalbach. 2004 The effect of egg weight on the hatchability and growth performance of new hampshire and rhode island red chicks. *S. Afr. J. Ani Sci.* 34(2):62-64.



Doğal Düşmanlarda İnsektisit Direnci^{ab}

Duygu DEMİRÖZ^{1*}, Hilal TUNCA²

¹Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara, Türkiye,

²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ankara, Türkiye,

*Sorumlu yazar ORCID: 0000-0001-5987-8932

e-posta (Corresponding author e-mail): duygu.demiroz@tarimorman.gov.tr

Yazar(lar) ORCID: 0000-0003-3073-66-28

e-posta (Author-s e-mail): hilal.tunca@ankara.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 26.09.2017; Kabul Tarihi (Accepted):22.12.2017

Öz: Sentetik kökenli inseksitlerle yapılan kimyasal mücadele, tarımsal ekosistemlerde zararlılara karşı tercih edilen mücadele seçeneklerinin başında gelmektedir. Kimyasal mücadele özellikle üreticiler tarafından etkili, kolay uygulanabilir ve ucuz bir yöntem olarak görülse de beraberinde önemli ciddi sorunlara yol açmaktadır. Zararlı böceklerde görülen direnç, bu problemlerin başlıcaları arasında yer almaktadır. İnsektisitlere direnç gelişimi zararlı türlerin yanında bazı doğal düşmanlarda da belirlenmiştir. Ancak doğal düşmanlarda görülen direnç mekanizmaları, zararlı böceklerde olduğundan biraz daha farklıdır. Zararlılardaki durumun aksine, doğal düşman popülasyonlarında direnç gelişimi bir avantaj olarak görülmektedir ve entegre mücadele stratejisi kapsamında dirençli doğal düşmanların kimyasal mücadele ile birlikte kullanılabilirliği konusuna, bu derlemede yer verilen araştırma sonuçlarıyla bir düzeyde açıklık getirilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Doğal düşman, insektisit direnci, entegre mücadele.

Insecticide Resistance in Natural Enemies

Abstract: Chemical control with synthetic insecticides, the most preferred method against insect pests in agricultural ecosystems. Chemical control is considered effective, easier and relatively inexpensive method for many farmers. However, serious major problems are associated with chemical control. Pest resistance to chemicals is one of the important problems in chemical pest control management programmes. It is common for insect and mite pests to develop resistance against chemical insecticide, whereas as resistance against natural enemies is known. Moreover, the

^a “Doğal Düşmanlarda İnsektisit Direnci” isimli doktora seminerinin bir bölümüdür.

^b Demiröz, D. ve Tunca, H. 2018. Doğal Düşmanlarda İnsektisit Direnci. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32 (2), 131-158.

mechanisms of resistance for natural enemies is also different to insect pest. Unlike insect pest, the development of insecticide resistance in natural enemy populations is seen as an advantage and also valuable in integrated pest management. In the literature review, results of the several studies will clarify to this subject.

Keywords: Natural enemy, insecticide resistance, integrated pest control.

Giriş

Tarımsal ekosistemlerde zararlı mücadelesi için doğal düşmanların ve insektisitlerin bir arada kullanılması, Entegre Zararlı Yönetimi'nin temel bir bileşenidir (Torres 2012). Bu kavramın önemi ilk kez Stern ve ark. (1959) tarafından vurgulanmıştır. Ancak kimyasal ve biyolojik mücadelenin birlikte kullanımında çok fazla başarı elde edilememiştir (Hoy 1990, Johnson ve Tabashnik 1999). Tarım alanlarında hastalık ve zararlıların kontrol altında tutulmasında zorunlu pestisit kullanımı, biyolojik mücadele uygulamalarını sınırlandırmaktadır (Bielza 2008, Torres ve ark. 2010).

Bununla birlikte, üreticilerde insektisit bağımlılığı göz önüne alındığında, kimyasal mücadelenin tek tercih olmasını önlemek için biyolojik ve kimyasal mücadeleyi uygun bir şekilde entegre ederek gerekli çalışmaların yapılması, ayrıca üreticilerin doğal düşmanların kullanımı yönündeki algılarının iyileştirilmesi gerekmektedir.

Tarımsal ekosistemlerde doğal düşmanların korunması, ilk olarak insektisitlerin doğal düşmanlara olan olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak ile ilişkilidir. Bu durumda zararlı böceklerle karşı kullanılan sentetik kökenli insektisitlerin kullanımına dikkat edilmesi gerekmektedir. Zararlılarda insektisit direnci önemli ölçüde olumsuz sonuçlara neden olabilmektedir. Ancak doğal düşmanlar üzerinde görülebilen direnç, iki farklı mücadele yönteminin yani kimyasal ve biyolojik mücadelenin aynı anda birlikte kullanımının geliştirilmesi bakımından bir fırsat olarak değerlendirilebilir. İsektisitler ve doğal düşmanlar üzerindeki birçok çalışmada, doğal düşmanların insektisitlere olan hassasiyeti göz önünde bulundurulmamaktadır.

Faydalı bir türün popülasyonları arasında insektisitlere karşı farklı tepkiler gözlemlenirken, benzer şekilde herhangi bir zararlı türünün de popülasyonları arasında insektisitlere farklı tepkiler gösterdiği bildirilmiştir (Torres 2012, Bielza 2016). Doğal düşmanların insektisit hassasiyetindeki varyasyonun bilinmesi, Entegre Zararlı Yönetimi stratejilerine katkı sağlayacaktır. Bu katkı biyolojik mücadele ve kimyasal mücadelenin birlikte ve uyumlu bir şekilde kullanımı yönünde olacaktır. Doğal düşmanlarda görülen direnç üzerine ülkemizdeki çalışma sayısı sınırlıdır. Bu derleme makalede çok sayıda araştırmaya yer verilmiştir. Ülkemizde bu konuda çalışacak araştırmacılar için önemli bir kaynak olacağı kanısındayız.

İsektisitlerin Doğal Düşmanlara Etkileri

İsektisitlerin doğal düşmanlar üzerindeki etkileri, kısa ve uzun süreli etkiler olarak sınıflandırılmaktadır. Doğal düşmanlara doğrudan etkiler; insektisit veya insektisit kalıntılarına direkt temas nedeniyle doğal düşmanlar üzerindeki etkileri içermektedir. Dolaylı etkiler ise, insektisitlerin etkilerinin doğal düşmanların konukçuları veya avları

aracılığıyla maruz kalınan toksik etkilidir. Bu toksik etkilerin, konukçu veya av dağılımında değişikliğe neden olduğu belirtilmiştir (Waage 1989).

Doğrudan Etkiler

Kısa süreli etkiler

İnsektisitlerin doğal düşmanlara en yaygın etkileri kısa sürede gözlenen ölümlerdir. Doğal düşman popülasyonlarındaki bireylerin bir veya daha fazla insektisite maruz bırakılarak akut ölümleri incelenmiştir. İnsektisitlerin doğal düşmanlar üzerindeki en hızlı etkisi temastan 24 saat sonra ölüme yol açan etkidir (Croft ve Brown 1975, Plapp ve Vinson 1977, Bellows ve ark. 1985, Wright ve Verkerk 1995).

Croft'a (1990) göre, insektisitlerin doğal düşmanlar üzerindeki ölümcül etkileri, onların biyolojik özellikleri göz önünde bulundularak belirlenmelidir. Bu biyolojik özellikler içerisinde doğal düşmanların; ağırlık, cinsiyet, gelişme dönemi, açlık ve beslenme durumları, diyapoz durumu ve davranışsal özellikleri bulunmaktadır. Doğal düşmanların insektisitlere hassasiyetini belirlemek için biyoassay çalışmaları geliştirilirken, deneme sonuçlarındaki varyasyonu azaltan bu özelliklerin göz önünde bulundurulması gerektiği bildirilmiştir (Busvine 1971, Hassan 1985, Croft 1990). Doğal düşmanların ergin dönemleri üzerinde denemeler yapılmıştır ancak insektisitlerin doğal düşmanları en çok gelişme dönemlerinde etkilediği bildirilmiştir (Hassan ve ark. 1987). Bununla beraber insektisitlerin ergin öncesi dönemdeki parazitoidler üzerindeki etkisinin, erginler üzerindeki etkisinden önemli ölçüde farklılık gösterebileceği ifade edilmiştir (Croft ve Brown 1975).

Trichogramma cinsine ait yumurta parazitoidleri üzerine yapılan araştırmalarda, birçok insektisitün parazitoidin Lepidoptera takımına ait konukçularının yumurta koriyonuna nüfuz edemediği belirtilmiştir (Plewka ve ark. 1975, Bull ve Coleman 1985). Bu nedenle konukçu yumurtasında korunan *Trichogramma* türleri insektisit uygulamalarından sonra yaşamlarını sürdürebilmektedirler. Sera beyazsineği, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae)'nin parazitoidi olan *Encarsia formosa* (Gahan) (Hymenoptera: Aphelinidae) doğrudan bioresmethrin uygulamasından sonra konukçunun bünyesinde korunduğu belirtilmiştir (Delorme ve ark. 1985). Endoparazitoid *Pediobius foveolatus* (Crawford) (Hymenoptera: Eulophidae)'un geç dönem pupalarının *Epilachna varivestis* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) larvası içerisinde organik fosfatlı ve karbamatlı insektisitlere karşı korunabildiği ispatlanmıştır (Flanders ve ark. 1984).

Bazı ektoparazitoidlerin ergin öncesi dönemleri konukçularının konukçu bitkide açtığı galeriler sayesinde korunabileceği bildirilmiştir. Galeri sineklerinin ektoparazitoidi olan *Diglyphus* spp. (Hymenoptera: Eulophidae)'nin larva dönemi bu yolla insektisit uygulamalarından korunabildiği söylenmiştir (Chandler 1985). Doğal düşmanların davranışları özellikle de arama davranışı, doğal düşmanların insektisitlere karşı tepkilerini önemli ölçüde etkileyebilmektedir.

Doğal düşmanlar, arama davranışları nedeniyle insektisit kalıntıları ile temas etme olasılıkları daha yüksektir. Bu durumun bitki üzerinde hareketsiz olarak bulunan zararlı böceğe nazaran doğal düşmanın ölüm oranını arttırabildiği ifade edilmiştir (Croft ve Brown 1975, Flanders ve ark. 1984, Powell ve ark. 1985, Waage ve ark. 1985). Araştırmalarda bazı insektisit kalıntılarının doğal düşmanlara karşı repellent olduğunu ve insektisitlerle muamele edilmiş yüzeylerde doğal düşmanların arama süresinin azaldığını gösterilmiştir

(Campbell ve ark. 1991, Longley ve Jepson 1996). Kalıntıların repellent etkisine bağlı olarak doğal düşmanlarda hareketliliğin artma olasılığının yükselebildiği ifade edilmiştir (Jepson ve ark. 1990).

Zararlılarda olduğu gibi, bazı insektisitler belli bir doğal düşman popülasyonuna karşı oldukça zehirli iken bazı insektisitler zehirli değildir (Hassan ve ark. 1987, Theiling ve Croft 1988). Sharma ve Adlakha (1981), klorlandırılmış hidrokarbonlu, organik fosforlu ve karbamatlı insektisit gruplarından 24 bileşiğe maruz bırakılan predatör, *Coccinella septempunctata* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae)'nın doz-etki ilişkisini belirlemişlerdir. LC90 sonuçlarına göre organik fosforular (malathion, diazinon) ve karbamatlılar (carbaryl), klorlandırılmış hidrokarbonlulara (endosulfan, toxaphene, DDT) göre daha zehirli bulunmuştur.

Piretroid grubundan permetrin'in *Trichogramma pretiosum* (Riley) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) erginlerine karşı toksisitesinin, organik fosforlu grubundan metil parathion ve karbamatlılardan methomyl'e göre daha düşük düzeyde olduğu belirtilmiştir. Aynı türün erginleri phosmet ve dimethoate da orta derecede hassasiyet gösterdiği tespit edilmiştir (Bull ve Coleman 1985).

Benzer şekilde galeri sineğinin parazitoiti *Diglyphus begini* (Ashmead) (Hymenoptera: Eulophidae) üzerinde karbamatlı grubundan methomyl ve oxamyl'e göre piretroid grubundan fenvalerate ve permethrin daha toksik bulunmuştur (Rathman ve ark. 1990). Yoğun insektisit kullanılan alanlardan alınan ve hassasiyet dereceleri farklı 5 adet *D. begini* popülasyonunda test edilen kimyasallara karşı yüksek direnç belirlenmiştir. Yapılan denemelerde *Aphytis melinus* (DeBach) (Hymenoptera: Aphelinidae) popülasyonlarının 5 farklı insektisite karşı tepkileri arasında varyasyonlar belirlenmiştir (Rosenheim ve Hoy 1986).

Predatörler genellikle insektisitlere karşı parazitoitlerden daha toleranslıdır (Croft ve Brown 1975, Theiling ve Croft 1988). Piretroid grubundan 5 insektisit (cypermethrin, phenothrin, tralomethrin, fluvalinate, ve flucythrinate) *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae)'ya oranla *Campoletis sonorensis* (Carlson) (Hymenoptera: Ichneumonidae) üzerinde daha toksik olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Rajakulendran ve Plapp 1982). Bellows ve ark. (1985), turuncgil tripsi *Scirtothrips citri* (Moulton) (Thysanoptera: Thripidae)'nin üç doğal düşmanı üzerinde dimethoate ve formatanate hidroklorürün toksisitesini tespit etmişlerdir. Test edilen doğal düşmanlar *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), *Aphytis melinus* (De Bach) (Hymenoptera: Aphelinidae) ve predatör akar *Eusieus stipulatus* (Athias-Henriot) (Arachnida: Phytoseiidae)'dir. Çalışmada LC₅₀ değerlerine göre insektisit hassasiyeti *E. stipulatus* < *A. melinus* < *C. montrouzieri* olarak bulunmuştur. *C. montrouzieri* formatanate hidroklorüre karşı *A. melinus*'dan yaklaşık 230 kat daha fazla direnç göstermiştir.

Uzun süreli etkiler

İnsektisitlerin doğal düşmanlar üzerindeki sublethal etkilerine ilişkin çalışmalar son yıllarda artış göstermiştir (Bielza 2016). Doğal düşmanlar üzerinde, insektisit uygulamasından 24 saat sonra ortaya çıkan sublethal etkiler değerlendirilmiştir. İnsektisit kalıntıları, insektisit uygulamaları sonrasında hayatta kalan ergin doğal düşmanları etkileyebilir. İnsektisitlerin sublethal dozları, doğal düşmanlar üzerinde olumlu veya

olumsuz etkilere neden olabilmektedir (Croft 1977, Elzen 1989, Messing ve Croft 1990, Wright ve Verkerk 1995).

Döl veriminin yükselmesi (Fleschner ve Scriven 1957, Attallah ve Newsom 1966) parazitoit etkinliğinin ve hareket kapasitesinin artması (Irving ve Wyatt 1973, Dempster 1968, Critchley 1972) ve gelişme süresinin azalması olumlu etkiler arasındadır (Adams 1960, Lawrence ve ark. 1973). Olumsuz etkilenen biyolojik parametreler arasında; günlük doğurganlık, meydana gelen toplam birey sayısı, hayatta kalma yeteneği, avlanma ve parazitizm davranışları bulunmaktadır. Bir predatör ve dört parazitoit türünde, ergin yaşam süresinin kısalması yüzünden meydana gelen birey sayısında üretiminde azalma gözlemlenmiştir. Beş predatör ve dört parazitoit türünde de günlük yumurta bırakma oranının azaldığı bildirilmiştir. Parazitoit *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae)' nin üreme sisteminde fizyolojik değişimler nedeniyle günlük döl veriminin azaldığı ifade edilmiştir (Grosch 1970).

Doğal düşmanların çeşitli davranışlarında da olumsuzluklar görüldüğü bildirilmiştir. Bunlar arasında konukçu tanıma kabiliyetinin kaybı (Flanders 1943), koordinasyonda azalma (Grosch 1970), avlanma yeteneğinin azalması (Wiedl 1977), geçici felç olma (Kiritani ve Kawahara 1973, Grafton-Cardwell ve Hoy 1985), beslenememe (Dempster 1968), insektisit uygulanmış konukçu-av veya habitatta doğal düşmana karşı uzaklaştırıcı etkilerin görülmesi bulunmaktadır (Irving ve Wyatt 1973, Jackson ve Ford 1973, Jiu ve Waage 1990, Campbell ve ark. 1991, Longley ve Jepson 1996, Umore ve ark. 1996).

Bir doğal düşmanın avını ya da konukçu popülasyonunu baskı altına alabilmesinde arama davranışının önemli faktör olduğu belirtilmiştir (Huffaker ve ark. 1976). Bu davranışın bozulması doğal düşmanların etkinliğini de engelleyebilmektedir. İnsektisit kalıntısı olan yapraklarda, parazitoitler minimum 80 adet konukçu larvası olması durumunda arama davranışı içerisine girebilmektedir. Oysaki insektisit uygulanmamış yapraklarda parazitoit tarafından arama davranışı daha düşük yoğunluktaki konukçu sayılarında bile görüldüğü ifade edilmiştir. Çalışmalarda insektisit kalıntısının uniform olmadığı yapraklarda, parazitlenme oranı daha yüksek bulunmuştur.

Trichogramma spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (Campbell ve ark. 1991), yaprakbiti parazitoitleri *Aphidius rhopalosiphii* (DeStefani-Perez) (Hymenoptera: Braconidae) (Longley ve Jepson 1996, Borgemeister ve ark. 1993) ve *Diaeretiella rapae* (McIntosh) (Hymenoptera: Braconidae) (Jiu ve Waage 1990, Umore ve ark. 1996) ile yaprakbiti predatörü *Coccinella septempunctata* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae) (Wiles ve Jepson 1994) üzerine yapılan çalışmalarda, bu doğal düşmanların bazı insektisitler (deltamethrin, esfenvalerate, malathion, permethrin, pirimicarb) nedeniyle ortamdaki uzaklaştıkları, davranışlarını değiştirdikleri ve ilaç uygulanmış alanlarda konukçu ve/veya av arayışına daha az zaman ayırdıkları belirtilmiştir. Sublethal dozların diğer etkilerinin arasında, gelişme süresinin artması (Wiedl 1977), F1 dişilerinde meydana gelen birey sayısının azalması (O'Brien ve ark. 1985, Rosenheim ve Hoy 1988a), F1 bireylerinin yaşam süresinde azalma (Attallah ve Newsom 1966, Ascerno ve ark. 1980), F1 bireylerinde morfolojik deformasyon bulunduğu bildirilmiştir (Ascerno ve ark. 1980). İnsektisitlerin birçok olası uzun süreli etkileri nedeniyle, ilaç uygulanmış alanlarda doğal düşman ölümlerinin önemli ölçüde olmamasının, doğal düşman popülasyonunda insektisitlerin etkilerini bütünüyle yansıtmadığı ifade edilmiştir (Wright ve Verkerk 1995).

Dolaylı Etkiler

Konukçu popülasyonunun azalması

İnsektistlerden kaynaklanan doğrudan ölümlerden başka doğal düşman popülasyonlarına en büyük olumsuz etki, konukçu-av yoğunluğunun azalması olarak belirtilmiştir (Powell ve ark. 1985). Birçok konvensiyonel insektisit uygulamasıyla ilişkili olarak doğal düşmanlarda görülen akut ölümlere sistemik insektisitler bir çözüm olarak önerilebilmektedir. Ne var ki sistemik insektisitler kullanıldığında bile av ve konukçudaki yüksek ölümlere bağlı olarak doğal düşman popülasyonlarının düşük seviyelere inebildiği ya da sistemik insektisit kullanımının doğal düşmanları göçe zorladığı vurgulanmıştır (Boyce 1936, Bartlett 1964). Konukçuya spesifik olan doğal düşmanların daha ciddi oranlarda olumsuz etkilendikleri ortaya konulmuştur (Heathcote 1963). Bu durum, doğal düşman-zararlı oranında zararlı böceklerin sayısının artışı ile sonuçlanmış ve doğal düşmanların insektisitlere karşı konukçuları kadar hızlı direnç geliştirememesinin nedeni olarak gösterilmiştir (Georghiou 1972, May ve Dobson 1986, Tabashnik 1986).

İnsektisit ile kontamine olmuş konukçuların yenmesi

Malathion ve demeton uygulama dozu ile muamale yaprakbitleri ile beslenen *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius), *Coccinella undecimpunctata* (Linnaeus) ve *Scymnus syriacus* (Le Conte) gibi Coccinellidae predatörlerinin ölüm oranları araştırılmıştır (Ahmed 1955, Satpathy ve ark. 1968). Her üç predatöründe önemli ölçüde hassasiyet göstermedikleri belirtilmiştir. Herbert ve Harper (1986), *Bacillus thuringiensis* (beta-exotoksin) Berliner uygulanmış *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) larvalarıyla beslenen predatör *Geocoris punctipes* (Say) (Hemiptera: Geocoridae) dördüncü dönem nimfleri ve erginlerinde ölüm oranını belirlemiştir. Predatör böceğin 4. dönem nimflerinde LD50 değeri 0.250 µg/birey olarak belirlenmiştir. Uygulamadan 0, 24, 48 saat ve devamındaki sürelerde sırasıyla ölüm oranları % 0, 20, 30, 50 olarak bulunmuştur. Beta-exotoksin ergin bireylere toksik olarak bulunmamıştır.

Çeşitli insektisit dozlarıyla muamele edilmiş incir kurdu larvaları *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae), *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) 'un dişi bireylerine sunulmuştur. Sonuçlara göre, parazitoitin ölüm oranının uygulanan dozla ilişkili olduğunu ve yüksek dozlarda ölümlerin arttığını bildirmişlerdir (Press ve ark. 1981). Abamectin ile ilaçlanmış buğday tohumlarıyla beslenen üçüncü dönem *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) larvaları, predatör akar *Phidippus audax* (Hentz) (Arachnida: Salticidae) tarafından yenildiğinde, predatör akarın tüm bireylerinde ölüm veya sedasyon meydana geldiği bildirilmiştir (Roach ve Morse 1988). Buna ilaveten çıkış yapan ergin endoparazitoidler konukçunun integümentindeki ve yumurtanın koryonundaki insektisit kalıntısıyla temas ettiklerinde ölümlerin meydana geldiği ifade edilmiştir (Plewka ve ark. 1975, Flanders ve ark. 1984, Delorme ve ark. 1985, Cohen ve ark. 1988).

Doğal Düşmanlarda İnsektisit Direncini Etkileyen Faktörler

Doğal düşmanlarda insektisitlere karşı geliştirilen direnç konusunda farklı görüşler bulunmaktadır.

Adaptasyon Öncesi Farklılık

İnsektisitlerin uzun süreli etkileri sonucunda doğal düşmanlarda direnç geliştiği belirtilmiştir. Zararlılarda direnç, bir zararlıya karşı belirli bir insektisit uzun süre kullanılması sonucunda bu zararlı popülasyonunda insektisite karşı hassasiyet kaybının oluşması durumudur. İnsektisit tavsiye edildiği zararlıların popülasyonlarında hatalı uygulama ve uygun olmayan çevre koşulları gibi sorunların dışında kalan bir hassasiyet azalması olarak da bildirilmiştir (Ünal ve Gürkan 2001).

Zararlı böcekler, doğal düşmanlara göre insektisitlere karşı daha hızlı bir şekilde direnç geliştirmektedir. Bunun nedenlerinden biri, insektisitlere karşı hassasiyette zararlı böcekler ile doğal düşmanlar arasında farklılıklar bulunması durumudur. Zararlı böceklerin, doğal düşmanlara göre daha iyi bir detoksifikasyon kapasitesine, daha güçlü bir tolerans yeteneğine ve daha fazla genetik çeşitliliğe sahip olmaları daha hızlı direnç geliştirmelerinin sebebi olarak gösterilmektedir (Gordon 1961, Georghiou 1972, Croft ve Morse 1979, Croft ve Strickler 1983, Rosenheim ve Hoy, 1986, Tabashnik ve Johnson 1999, Torres ve ark. 2003, Desneux ve ark. 2007, Wäckers ve ark. 2007).

Detoksifikasyon kapasitesi

İnsektisit uygulamasına maruz bırakılmadan önce doğal düşman ve zararlı böceğin hassas popülasyonları karşılaştırılarak, başlangıçtaki detoksifikasyon kapasiteleri belirlenmelidir. İnsektisit uygulamasından önce doğal düşman ırkları arasında daha yüksek detoksifikasyon kapasitesine sahip olanlar, diğerlerine göre daha hızlı direnç geliştirirler. Direnç gelişim oranında, başlangıçtaki detoksifikasyon kapasitesi ilk belirleyici özelliştir.

Zararlı böcekler öncelikle bitkilerdeki sekonder metabolitlere karşı detoksifikasyon enzimleri geliştirmişlerdir. Bu nedenle insektisitlere karşı geliştirilen detoksifikasyon mekanizmasında, bitkiyle beslenmeyen entomofag böcekler göre önceden uyumları söz konusudur. Dolayısıyla; zararlı böceklerde başlangıçta detoksifikasyon enzimleri daha yüksek düzeydedir. Ayrıca zararlı böceklerle entomofag böcekler arasındaki bu farklılığın doğal düşmanlarda daha yavaş bir direnç gelişimine neden olabildiği kanaatine varılmıştır (Croft ve Mullin 1984).

Tolerans

Doğal düşmanlar, az gelişmiş bir detoksifikasyon mekanizmasına sahip oldukları için fitofag böcekler göre insektisitlere karşı daha düşük bir tolerans yeteneğine sahiptirler. Doğal düşmanların daha düşük tolerans yeteneğine sahip olmaları, daha uzun sürede direnç geliştirmelerine neden olmaktadır.

LC₅₀ ya da LD₅₀ değerleri her zaman doğal düşmanların konukçu ve avlarına göre insektisitlere karşı daha hassas olduğunu göstermemektedir. Theiling ve Croft'a (1988) göre LC₅₀ veya LD₅₀ değerlerine göre 87 etkili maddeyi değerlendirmişlerdir. Braconidae, Aphelinidae ve Ichneumonidae familyalarını içeren 12 adet doğal düşman familyası incelenmiştir. Benzer olarak avcı böceklerin avlarından daha toleranslı, parazitoitlerin ise konukçularına göre daha az toleranslı olduğu bildirilmiştir. Phytoseiidae familyasındakilerin avlarına göre aynı tolerans değerine sahip olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak insektisit uygulamaları doğal düşman popülasyonlarını olumsuz etkilemektedir ancak doğal düşmanların toleransı fitofag böceklerinkine yakın bulunduğu ifade edilmiştir (Tabashnik ve Johnson 1999).

Genetik çeşitlilik

Doğal düşmanlar, zararlı böceklerle göre daha az bir genetik çeşitliliğe sahiptir. Bu nedenle doğal düşmanların daha uzun sürede direnç geliştirdikleri bildirilmiştir (Huffaker 1971; Georghiou, 1972). Elektroforezde belirlenen protein ve DNA analizleri sonuçlarında, hymenopterlerin allozomlerinde çok düşük bir varyasyon olduğu belirlenmiştir (Hedrick ve Parker 1997). Heterozigotluk indeksi çalışmalarında 13 Hymenopter türünde beklenen heterozigotluk durumu ya da gen çeşitliliği ortalaması 0.044 ± 0.006 iken, Orthoptera, Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera ve Diptera'yı kapsayan 158 zararlı türünde bu değer ortalama 0.120 ± 0.006 olarak bulunmuştur (Graur, 1985). Bu sonuçlara göre Hymenopter parazitoitlerin, fitofag türlere göre daha az bir genetik varyasyona sahip olduğu belirtilmiştir. Bazı zararlı böceklerin direnç gelişimi onların heterozigot özellik göstermeleriyle ilişkilendirilmiştir (Graur 1985, Tabashnik ve Johnson 1999, Luff 2002, Torres 2012).

Direnç çalışmalarında laboratuvar seleksiyonları doğal düşmanlar için her zaman uygun olmayabilir. Bunun nedeni olarak sınırlı genetik varyasyona sahip olmaları gösterilmektedir (Hoy 1990, Johnson ve Tabashnik 1994). Laboratuvar seleksiyonlarında insektisitlerin subletal dozlarına oranla, uygulama dozlarında parazitoitlerin %22'sinde direnç belirlenirken, predatörlerin ise %68'inde direnç görülmüştür (Johnson ve Tabashnik 1994).

Popülasyon Ekolojisi

Popülasyon ekolojisi kuramına göre de zararlılarda direnç, doğal düşmanlara göre daha hızlı gelişmektedir. Bunun nedeni zararlıların doğal düşmanlara göre farklı biyolojilerinin olması ve insektisitlere daha fazla maruz kalmalarıdır. Popülasyon ekolojisi çerçevesinde bu konuda farklı araştırmalar yapılmıştır (Huffaker 1971, Georghiou 1972, Croft ve Brown 1975, Croft 1982, Tabashnik ve Croft 1985, Tabashnik ve Johnson 1999, Whalon ve ark. 2011, Torres 2012).

Sınırlı besin kaynağı

Bu konuda yapılan araştırmalar doğal düşmanlar ve zararlı böcekler arasındaki popülasyon dinamiğinin önemli olduğu vurgulanmıştır (Huffaker 1971, Georghiou 1972, Croft ve Brown 1975, Tabashnik 1986, Tabashnik ve Johnson 1999, Lundgren 2009, Torres 2012). İnsektisit uygulamalarına maruz kalan ve canlılığını sürdüren zararlı böceklerin, ortamda beslenebilecekleri besin bulmaları nedeniyle daha kısa sürede direnç geliştirdikleri sonucuna varılmaktadır.

Buna karşın dirençli doğal düşmanların, insektisit uygulamasından sonra sayıları oldukça azalan av ya da konukçu ile beslendikleri ifade edilmiştir. Dolayısıyla doğal düşmanlarda direnç oluşumu açlık, göç ve insektisit uygulaması sonrası üreme oranlarının düşmesi nedeniyle daha yavaş ilerlemektedir. İnsektisit uygulamaları doğal düşman popülasyonlarını doğrudan azalttığı gibi besinlerini sınırladığı için de doğal düşman popülasyonlarında dolaylı bir azalmaya sebep olduğu belirtilmiştir (Tabashnik 1986, Bellows ve Fisher 1999, Torres ve Ruberson 2007).

Sınırlı besin kaynağının direncin gelişimini yavaşlattığı için doğal düşmanlara yapay seleksiyon programlarında sınırsız besin sağlanması direnç gelişiminin hızlanmasına katkı sağlayabilir. Yapılan çalışmalarda başarılı laboratuvar seleksiyonlarıyla doğal düşmanlarda direnç elde edilmiştir (Croft ve Strickler 1983, Hoy 1985, Hoy 1990, Croft 1990, Johnson ve Tabashnik 1994, Lundgren 2009, Torres 2012, Yorulmaz Salman ve Ay 2013).

Laboratuvar seleksiyonlarıyla doğal düşmanlarda saptanan direnç değeri, zararlı böceklerdeki kadar yüksek değildir. Doğal düşmanlar ve zararlı böcekler arasındaki bu direnç farklılığı, adaptasyon öncesi farklılık, arazi koşullarındaki örnekleme sayısı, laboratuvar ortamında yetiştirme koşulları ve örnek sayısından kaynaklanabildiği belirtilmiştir. İnsektisitlere karşı direnç kazanan av ya da konukçularla beslenen doğal düşmanlardaki direnç gelişimi kısmi ölçüde hızlandığı tespit edilmiştir (Bielza 2016).

Farklı biyolojik özellikler

Doğal düşmanlar ve zararlı böceklerin biyolojik özellikleri, yıllık döl sayısı, ovipozisyon süresi, yaşam süresi, gelişim süresi ve cinsiyet oranını kapsamaktadır. Direnç gelişim oranı, üreme kapasitesini ve özellikle de döl sayısını artırdığı saptanmıştır (Tabashnik ve Croft 1982, Tabashnik ve Croft 1985, Georghiou ve Taylor 1986, May ve Dobson 1986, Tabashnik ve Johnson 1999, Mullin ve ark. 2005, Torres 2012).

Zararlı böceklerin yıllık döl sayısı doğal düşmanlarınkinden (parazitoit ve predatör) çok daha fazladır. Dolayısıyla doğal düşmanlara göre; çok daha kısa sürede direnç geliştirebildiklerini bildirmiştir (Stiling 1990, Wäckers ve ark. 2007, Whalon ve ark. 2011).

İnsektisit uygulamalarına maruz kalma

Direnç gelişiminde seleksiyon baskısı insektisitlere maruz kalma sıklığı ile ilişkilidir. Doğal düşmanlar, zararlılara göre daha az seleksiyon baskısı altındadır. Zararlı böcekler (ana ve sekonder zararlılar) her zaman insektisit uygulamalarına maruz kalırken, faydalı böceklerin ancak konukçu ya da avlarıyla aynı habitatı paylaştığı zaman insektisit etkisi altında kalabildikleri belirtilmiştir (Croft ve Brown 1975, Rosenheim ve Hoy 1986, Torres ve ark. 2003, Wäckers ve ark. 2007).

Bununla birlikte hareket halindeki parazitoit ve predatörlerin, sabit zararlılara göre insektisit kalıntılarında temas ederek insektisitlere daha fazla maruz kaldığı bilinmektedir (Croft ve Brown 1975, Hoy 1990, Tabashnik ve Johnson 1999, Desneux ve ark. 2007, Torres 2012). Bu konuda daha kesin yargılar yürütülebilmesi için daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Hedef alınan popülasyonun, insektisit uygulamasından tamamının mı yoksa bir bölümünün mü etkilendiği insektisit uygulama süresi, uygulama yapılan ve yapılmayan alanlarda popülasyonlar arasındaki gen akışı bilinmelidir. İnsektisit uygulaması yapılan bir tarım alanında bu bilgiler eksik kalabildiği için bu konunun doğal düşmanların direnç gelişimi üzerine etkisini tam olarak belirlemek mümkün değildir.

Farklı genetik yapı

Evrimsel süreçte insektisit direnci, organizmaların diploid olması ve seksüel üremesiyle ilişkilendirilmiştir (Horn ve Wadleigh, 1988). Zararlı böcekler ile doğal düşmanlar arasındaki genetik yapısal farklılığın, insektisitlere karşı direnç geliştirmelerinde

etkili olduğu ifade edilmiştir. Örneğin Hymenoptera'ya bağlı türler genellikle haplodiploiddir. (Haplodiploid üreme şeklinde meydana gelen erkek bireyler n sayıda kromozoma sahipken dişi bireyler 2n kromozoma sahiptir.) Yapılan bir çalışmada haplodiploidlerde, diplohaploidlere göre daha hızlı bir direnç gelişimi gözlenmiştir. Bu nedenle haplodiploid hymenopter parazitoidlerde direnç gelişiminin yavaş olmamaktadır (Horn ve Wadleigh 1988, Tabashnik ve Johnson 1999, Leslie ve ark. 2009, Torres 2012).

Predatör akarlar üreme özellikleri nedeniyle farklı genetik yapıya sahiptirler. Thelytoky (Döllemsiz yumurtalardan sadece dişi bireylerin meydana gelmesidir) ya da arrhenotoky (Döllemsiz yumurtalardan sadece erkek bireyler meydana gelirken döllemler yumurtalardan hem erkek hem dişi bireyler meydana gelir) üreme gösterebilmektedirler. Arrhenotoky üremenin görüldüğü *Typhlodromus occidentalis* (Scheuten) (Acari: Phytoseiidae) ve *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) hem haploid hem de diploid bireyleri içermesi nedeniyle avantajlı olduğu belirtilmiştir (Hoy 1985, Dunley ve ark. 1991, Sato ve ark. 2002, Barbar ve ark. 2007, Poletti ve Omoto 2012, Yorulmaz Salman ve ark. 2015). Bu durum diğer doğal düşmanlara göre Phytoseiidae familyasındaki predatör akarların daha hızlı direnç gösterdiğini açıklayabilmektedir. Ancak genel anlamda doğal düşmanlardaki yavaş gelişen direnç tepkisi için tek başına yeterli olmadığı vurgulanmıştır.

Zararlı böceklerde ve doğal düşmanlarda direncin evrimi sosyal olma ile de ilişkilidir. Sosyal böceklerin çok çabuk direnç geliştirememeleri üremeden sorumlu olan çok küçük sayıda bir popülasyona sahip olmalarıyla açıklanabilmektedir. Üremeden sorumlu olan bireyler sınırlı bir insektisit uygulaması altındadırlar. Hymenoptera'ya bağlı sosyal böcekler ve Isoptera takımı bireylerinde daha ayrıntılı çalışmaların yapılması gerektiği ifade edilmiştir (Georghiou 1986, Tabashnik ve Johnson 1999, Bacci ve ark. 2009, Torres 2012).

Direnç Çalışmalarının Yapıldığı Doğal Düşman Grupları

Üzerinde direnç çalışmalarının yapıldığı doğal düşman grupları predatör akarlar, predatör böcekler ve parazitoidler olarak aşağıda sırasıyla ele alınmıştır.

Predatör Akarlar

Doğal düşmanlarda insektisit direnci ile ilgili ilk bulgular, 1970'li yıllarda Phytoseiidae familyasındaki akarlar (Acari: Phytoseiidae) üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilmiştir. *Neoseiulus (Amblyseius) fallacis* (Garman) (Acari: Phytoseiidae), ABD'deki elma bahçelerinde organik fosfatlı azinphos-methyl ve parathion'a karşı dirençli olarak tanımlanan ilk predatör olduğu ispatlanmıştır (Motoyama ve ark. 1970).

Devamındaki çalışmalarda da bu predatör akar için organik fosforlu ve karbamatlı bileşiklerde direnç gelişimi ortaya konulmuştur (Croft ve Meyer 1973). 1970'ler, 1980' ler ve 1990' larda *N. fallacis* (Motoyama ve ark. 1970, Croft ve Meyer 1973), *Euseius (Amblyseius) hibisci* (Chant) (Kennett 1970), *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Croft ve ark. 1976, Sato ve ark. 2002, Poletti ve Omoto 2012), *Galendromus occidentalis* (Nesbitt) (Roush ve Hoy 1980), *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) (Avella ve ark. 1985), *Typhlodromus pyri* (Scheuten) (Hadam ve ark. 1986), *Amblyseius nicholsi* (Ehara et Lee) (Tang ve ark. 1988), *Metaseius arboreus* (Chant) (Croft ve Aliniazee 1983), *Neoseiulus womersleyi* (Schicha) (Tang ve ark. 1988, Mochizuki 1994, Kawai 1997) ve *Amblyseius*

andersoni (Chant) (Dunley ve ark. 1991)'yi içeren çeşitli predatör akar türlerinde organik fosfatlıların, karbamatlıların ve piretroitlere karşı dirençli ırkları belirlenmiştir. Son yıllarda Fransa'da üzümde bulunan *T. pyri* ve *A. andersoni* popülasyonlarının piretroitlere ve organofosfatlılara karşı yüksek oranda direnç gösterdiği tespit edilmiştir (Bonafos ve ark. 2007). Fransa'da üzüm yetiştirilen bağ alanlarında entegre zararlı yönetimi çerçevesinde bu dirençli popülasyonlar, Tetranychidae familyasına bağlı akarların kontrol altında tutulmasında önemli rol oynadığı belirtilmiştir (Bofanos ve ark. 2007).

Fransa'daki ilaçlama yapılmış bağ alanlarından ve ilaçlanmamış diğer bir meyve bahçesinden toplanan *Typhlodromus exilarates* (Ragusa) (Acari: Phytoseiidae)'nin iki adet tarla popülasyonunun chlorpyrifos'a karşı direnç denemeleri yapılmıştır (Barbar vd 2007). İki ırk için elde edilen LC₅₀ değerleri arasında bir fark gözlemlenmezken, LC₉₀ değerleri arasında farklılık bulunmuştur. Ayrıca bu çalışmada dirençli dişilerin %20'si hayatta kalmış ve chlorpyrifos'un uygulama dozunda yeniden üreyebildikleri bildirilmiştir. Araştırmacılar tarla koşullarında hayatta kalma oranının muhtemelen daha yüksek olduğuna ve sonuç olarak bu popülasyonun chlorpyrifos uygulamasından sonra yeniden oluşabileceğine dikkat çekmişlerdir. Benzer olarak *N. californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) popülasyonlarının birçok insektisite karşı düşük hassasiyet gösterdiği ve bu nedenle Brezilya'da çilek üretim alanlarında biyolojik ve kimyasal mücadelenin birlikte kullanıldığı bildirilmiştir (Sato ve ark. 2002, Sato ve ark. 2007). Aynı şekilde, Brezilya'daki süs bitkilerinde *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) popülasyonlarının deltamethrin'e karşı direnç oranlarının 3500 kata kadar çıktığı tespit edilmiştir (Poletti ve Omoto 2012).

Araştırmacılar *Kampimodromus aberrans* (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae) ile yapılan arazi çalışmalarında bu türde insektisit direnci olabileceğini tahmin etmişlerdir (Posenato 1994) ve son yıllarda İtalya'daki bağlardan ve elma bahçelerinden toplanan popülasyonların laboratuvar koşullarında chlorpyrifosa (145,000 kata varan) yüksek direnç gösterdiği tespit edilmiştir (Tirello ve ark. 2012). Fungisit ve insektisit birlikte kullanıldığı bağ alanlarında *K. aberrans*'in dirençli bir ırkı biyolojik mücadeledeki salım çalışmalarında başarılı bir şekilde kullanılmıştır (Duso ve ark. 2009). Çin'deki sebze üretim alanlarından toplanan predatör *Neoseiulus longispinosus*'un üç popülasyonu, fenprothrin, chlorpyrifos ve abamectine dirençli bulunmuştur (Zhao ve ark. 2013). Phytoseiidae akarlarının beslenme ve üreme şekli gibi bazı biyolojik özellikleri insektisit direncinin gelişiminde etkilidir (Poletti ve Omoto 2012). Zararlı böceklerden farklı olarak, direnç gelişiminin daha geç görüldüğü doğal düşmanların insektisit uygulamaları sonucunda besin yetersizliği nedeniyle açlıktan ölebildiklerine dikkat çekilmiştir (Croft ve Brown 1975, Croft ve Morse 1979, Tabashnik ve Johnson 1999).

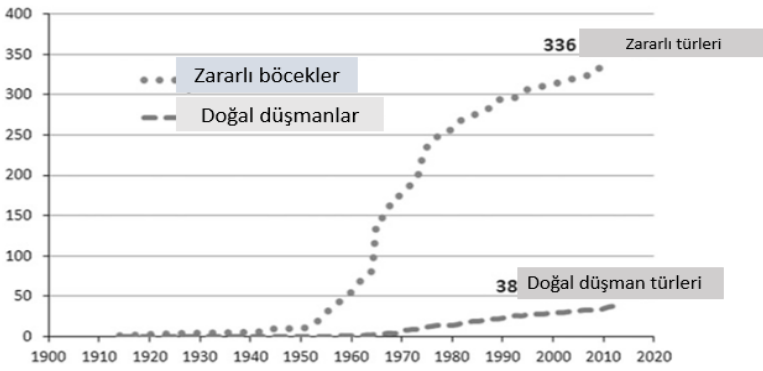
Örneğin, bitkinin polen ve nektarıyla da beslenen Phytoseiidae akarları gibi polifag doğal düşmanların, monofag doğal düşmanlara göre daha çabuk direnç kazandığı bildirilmiştir. Buna ek olarak İspanya'daki turuncgil bahçelerinde yapılan bir çalışmada, beslenme türü omnivor avcı olan *Euseius stipulatus* (Athias-Henriot)'(Acari: Phytoseiidae)'un, daha az av tercihi olan predatör *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) ve *Phytoseiulus persimilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae)'e göre daha yüksek dirence sahip olduğu belirtilmiştir. Öte yandan Phytoseiidae familyasındaki akarların üreme sistemi, haplodiploidydir ve bu durumun direnç gelişimi için avantajlı olduğu belirtilmiştir. Diploid dişilerde bir rekombinasyon vardır ve resesif dirençli genler haploid erkeklerde seleksiyona maruz kalmaktadır (Argolo ve ark. 2014).

Tetranychus urticae (Koch) (Acari: Tetranychidae) (Van Leeuwen ve ark. 2010), *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) ve *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) gibi bazı haplodiploid zararlı türlerinin daha kolay direnç geliştirildiği ifade edilmiştir (Bielza 2008, Fernandez ve ark. 2009). Bununla beraber Phytoseiidae akarlarının insektisit hassasiyetine karşı türler arasında önemli bir farklılık gözlemlenmektedir. *N. californicus*, *P. macropilis*'e göre deltamethrin'e karşı 3000 kat daha fazla direnç gösterdiği tespit edilmiştir (Poletti ve Omoto 2012). Bu nedenle *N. californicus*'un deltamethrin'in uygulama dozunda birlikte kullanımının uygun olduğu ifade edilmiştir. Diğer çalışmalarda da Phytoseiidae akar türleri arasında bulunan bu insektisit hassasiyet farklılığı ele alınmıştır.

T. pyri, *P. persimilis*'e göre deltamethrin'e (Markwick 1986) 300 kat daha dirençli, *A. andersoni*, *T. pyri*'den sadece beş kat fazla dirençli (Bonafos ve ark. 2007), *Euseius concordis* (Chant), *Iphiseiodes zuluagai* (Denmark ve Muma) (Poletti ve Omoto 2005) yaklaşık 50 kat daha dirençli, *N. californicus* da *E. concordis*'e göre daha dirençli bulunmuştur (Silva ve ark. 2011). Predatör akarların insektisitlere karşı direnç geliştirmeleri sayesinde Entegre Zararlı mücadele programlarında kullanımının arttığı bildirilmiştir (Croft ve Meyer 1973, Croft ve Van de Baan 1988, Hoy 1990).

Birçok türe ait sayısız direnç gelişiminde, insektisit direncini hızla arttırmak için dirençli ırklarda yapay seleksiyonu başarıyla kullanılmıştır. Deltamethrin seleksiyonuyla yalnızca yedi dölden sonra, *P. persimilis* (Banks)'in laboratuvar popülasyonunda direnci on kat artmıştır (Avella ve ark. 1985). Benzer şekilde, cypermethrin direncinde *P. persimilis*'de 12 ay seleksiyondan sonra direncin on kat arttığı gözlemlenmiştir (Markwick 1986). Hassas bir *P. persimilis* popülasyonunun sadece altı seleksiyondan sonra akarisit acequinocyl'e karşı orta derecede direnç (33 kat) görüldüğü bildirilmiştir (Yorulmaz Salman ve ark. 2015).

A. womersleyi (Schicha) (Acari: Phytoseiidae)'nin önceden dirençli (yedi seleksiyonun ardından) bir tarla popülasyonunun direncinin, methidathion'a karşı 7 kat arttığı bildirilmiştir (Sato ve ark. 2006). Doğal düşman türleri arasında predatör akarlar insektisit direncinde daha fazla bir değişkenlik gösterdiği için direnç seleksiyonuna daha yatkındırlar. Doğal düşmanlar arasında 38 türün 17'sini bulandıran (APRD 2015) Phytoseiidae familyası insektisit direnci çalışmalarında ilk sırayı almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Zararlı böcekler-doğal düşmanlar arasında insektisit direncinin karşılaştırılması (APRD 2015).

Predatör Böcekler

Coccinellidae familyasındaki türlerle (Coleoptera: Coccinellidae) insektisit direnci üzerine birkaç çalışma yapılmıştır. Pamuk tarlalarında bulunan *Coleomegilla maculata* (De Geer)' ile yapılan ilk çalışmada DDT'ye (15 kat) methyl parathion'a (11-29 kat) ve monocrotophos'a (12 kat) direnç gösterdiği bildirilmiştir (Head ve ark. 1977; Graves ve ark. 1978). Türkiye'de elma bahçelerinden alınan *Stethorus gilvifrons* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) piretroit bifenthrin'e karşı 11 kat dirençli bulunmuştur (Çizelge 1) (Kumral ve ark. 2011).

Brezilya'daki lahana tarlalarından toplanan *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) popülasyonu hassas popülasyona göre lambdacyhalothrine karşı 20 kat dirençli tespit edilmiştir (Rodrigues ve ark. 2013b). Ayrıca 12 generasyon sonunda bu popülasyon üzerinde ilave seleksiyon, direnç oranını ikiye katlamıştır. Üstelik araştırmacıların bulunduğu doz-ölüm tepkisinin eğrisine göre, lambda-cyhalothrinin uygulama dozu tarladan toplanan dirençli popülasyondaki örneklerin sadece %45'ini öldürürken, laboratuvarında seçilen popülasyonları öldürememiştir.

Benzer biçimde, Georgia'da (ABD) kırmızı üçgüllerden toplanan *Hippodamia convergens* (Guérin-Méneville) (Coleoptera: Coccinellidae)' in hassas popülasyona kıyasla lambda-cyhalothrin'e 220 kat daha fazla dirençli olduğu tespit edilmiştir (Rodrigues ve ark. 2013a). Hesaplanan LC₉₀ değerinin lambda-cyhalothrin'in maksimum uygulama dozundan on kat daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Buna rağmen bu çalışmada elde edilen probit eğrisine göre dirençli popülasyon için uygulanan uygulama dozunda yaklaşık %30 ölüm gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, hassas popülasyon için hayatta kalma oranı %0 olarak gösterilmektedir. İlavenen organikfosforlu dicrotophos'un uygulama dozundan on kat fazla bir doz uygulandığında, dirençli ve hassas popülasyon için sırasıyla %0 ve %100 ölüm gerçekleşmiştir, bu çalışma sonucunda buradaki dirençte çapraz veya çoklu direnç olduğu düşünülmüştür. Bir diğer Coccinellidae türü, *Propylaea japonica* (Thunberg) imidacloprid'e karşı dirençli bulunmuştur (Tang ve ark. 2015). Coccinellidae türleri diğer afit predatörü ve parazitoiti böceklerle (Neuropterler, Syrphidaeler, Hemipteralar ve Hymenopterler parazitoitler) göre insektisitlere daha toleranslıdırlar (Hodek 2014).

Çizelge 1. Coccinellidae ve Chrysopidae familyalarındaki türlerde yapılan direnç çalışmaları (Bielza 2016)

Grup	Türler	İnsektisitler	Ülke	Kaynakça
Coccinellidae	<i>Coleomegilla macukata</i>	DDT *methyl parathion* monocrotophos*	ABD	Head ve ark. (1977), Graves ve ark. (1978)
	<i>Stethorus gilvifrons</i>	Bifenthrin	Türkiye	Kumral ve ark. (2011)
	<i>Eriopis connexa</i>	Lambdacyhalothrin	Brezilya	Rodrigues ve ark. (2013b)
	<i>Hippodamia convergens</i>	Lambdacyhalothrin	ABD	Rodrigues ve ark. (2013a)
	<i>Propylaea japonica</i>	Abamectin	Çin	Tang ve ark. (2015)
Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i>	Permethrin*	Kanada	Pree ve ark. (1989)
		Fenvalerate*		
		Cypermethrin		
		Deltamethrin		
		DDT*		
		Azinohosmethyl*		
		Phosmet		
		Ethyl parathion		
		Malathion		
		Carbaryl*		
		Methomyl*		
		Chlorpyrifos*	ABD	Pathan ve ark. (2008)
		Profenofos*		
		Lambdacyhalothrin		
		Alphamethrin		
		Deltamethrin	Pakistan	Sayyed ve ark. (2010)
		Alphamethrin		
		Lambdacyhalothrin		
		Chlorpyrifos*		
Profenofos	Pakistan	Mansoor ve ark. (2013)		
Emamectin benzoate				
Spinosad	Pakistan	Abbas ve ark. (2014)		

Coccinellidae türlerinin sık görüldüğü tarım sistemlerinde geçmişten günümüze kadar insektisitlerin yoğun olarak kullanılması, Coccinellidae popülasyonları için önemli seleksiyon baskısı yaratarak daha çok direnç geliştirmesine katkı sağladığı vurgulanmıştır. Coccinellidaeelerde insektisit toleransı değişkenliği ve seleksiyon baskısı, insektisitler ve bu predatörlerin birlikte kullanımına olanak sağlayacaktır. Neuroptera takımına ait bireyler, insektisit direncinin çalışıldığı başka bir predatör böcek grubudur. *Chrysoperla carnea*'nın (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) piretroit, organikfosforular, emamectin benzoate ve spinosad'a karşı direnç geliştirdiği bildirilmiştir (Pree ve ark. 1989, Pathan ve ark. 2008, Sayyed ve ark. 2010, Mansoor ve ark. 2013, Abbas ve ark. 2014).

Düzenli olarak ilaçlanan (Kanada ve ABD) elma ağaçlarından toplanan tarla popülasyonlarının piretroit insektisitlere (permetrin 34-46 kat, fenvalerat 4 kat, cypermethrin 9 kat, deltamethrin 31 kat), DDT (11 kat), organikfosforlu grubu insektisitlere (azinphos-methyl 17-33 kat, phosmet 62 kat, ethyl parathion 19 kat, malathion 5 kat) ve karbamatlı insektisitlere (carbaryl 5 ila 6 kat, methomyl 20 kat) karşı dirençli oldukları bildirilmiştir (Pree ve ark. 1989).

Günümüzde, Pakistan'da pamuk tarlalarında kullanılan başlıca iki insektisit (iki organofosforlu ve üç piretroitli) toksisitesi, üç yıl üst üste beş farklı lokasyondan toplanan *C. carnea* popülasyonlarında incelenmiştir (Pathan ve ark. 2008). Chlorpyrifos (9 ila 166 kat), profenofos (11 ila 69 kat), lambda-cyhalothrin (16 ila 113 kat) ve alpha-methrin'in (11 ila 88 kat) orta derecede dirençli bulunmuştur. Bununla birlikte, deltamethrin direnci kısmen daha düşük bulunmuştur (4 ila 23 kat). Pakistan'da pamuklardan toplanan *C. carnea* 'nın tarla popülasyonu, hassas bir popülasyonla karşılaştırıldığında deltamethrin'e 47 kat, alphamethrin için 86 kat, lambda-cyhalothrine 137 kat, chlorpyrifos'a 76 kat ve profenofos'a 110 kat direnç gösterdiği kaydedilmiştir (Sayyed ve ark. 2010).

Delthamethrin'e karşı (dört döl boyunca yapılan seleksiyon sonrası) fazladan seleksiyon, deltamethrin direncinde 30 kat ve alphamethrin direncinde 5 kat artış sağlarken, lambda-cyhalothrin, chlorpyrifos ve profenofos direncinde önemli bir değişikliğe neden olmadığı bildirilmiştir. Araştırmacıların elde ettiği doz-ölüm eğrisini kullanarak lambda-cyhalothrin'in uygulama dozu hassas popülasyonun yalnızca %38'ini, dirençli tarla popülasyonunun %0.5'ini ve laboratuvarında seçilen popülasyonun %0.05'ini öldürebildiği tespit edilmiştir. Bu verilere göre, dirençli Neuropterlerin çoğu ilaçlama programlarıyla uyum sağlayabileceği sonucuna varılmıştır (Sayyed ve ark. 2010). Pakistan'daki tarım arazilerinden toplanan diğer bir tarla popülasyonu, hassas laboratuvar popülasyonu ile kıyaslandığında emamectin benzoate'a karşı 12 kat direnç gösterdiği belirtilmiştir (Mansoor ve ark. 2013).

Araştırmacılar, emamectin benzoate (15 ppm)'in uygulama dozunda hassas popülasyonun %10'undan daha azının hayatta kalabildiğini, ancak tarla popülasyonunun yaklaşık %70'inin yaşayabildiğini belirtmişlerdir. Bu direncin tarla popülasyonunun 5 döl seleksiyona tabi tutulmasından sonra elde edildiği bildirilmiştir (Mansoor ve ark. 2013). Avermectine karşı 1469.4 ppm'lik LC₅₀ değeri ile hassas popülasyona kıyasla 318 kat direnç gösteren bu tarla popülasyonunun oldukça dirençli olduğu ortaya konulmuştur. Emamectin benzoate'ın önerilen dozunun (15 ppm) uygulanmasıyla laboratuvarında seçilen popülasyonun, tamamen hayatta kalacağı belirtilmiştir. Hassas bir popülasyona kıyasla, Pakistan'daki tarlalardan toplanan başka bir popülasyonda spinosad'a karşı direnç seviyesi (14 kat) düşük bulunmuştur (Abbas ve ark. 2014). Bununla birlikte, spinosad'ın maksimum uygulama dozundaki (120 ppm) ölüm oranı, hassas popülasyondaki bireylerin %73'ünü öldürürken, tarla popülasyonunun sadece %19'unu öldürebilmektedir. Bu çalışmanın üzerine 5 defalık seleksiyon döngüsünden sonra, direnç oranının hassas popülasyona kıyasla 173 kat arttığı ifade edilmiştir (Abbas ve ark. 2014). Bu selekte (spinosad'a dirençli) popülasyonun, spinosadın uygulama dozunda tamamiyle hayatta kalabileceği vurgulanmıştır.

Yapılan çalışmalara dayanarak *C. carnea*'nın tarlada seleksiyon baskısına maruz bırakıldığında insektisitlere karşı kolaylıkla direnç geliştirdiği görülmüştür. Doğal

düşmanlara karşı yapılan 157 direnç çalışmasında bu tür en çok rapor edilen doğal düşman türü olmuştur (APRD 2015) (Çizelge 2).

Çizelge 2. Doğal düşmanlar üzerinde yapılan direnç çalışma sayısı (APRD 2015).

Türler	Familya	Doğal Düşman Tipi	Çalışma Sayısı
<i>Chysoperla carnea</i>	Neuroptera: Chrysopidae	Predatör böcek	157
<i>Neoseiulus (Amblyseius) fallacis</i>	Acarina: Phytoseiidae	Predatör akar	26
<i>Galendromus (Typhlodromus) pyri</i>	Acarina: Phytoseiidae	Predatör akar	20
<i>Galendromus (Typhlodromus), Metaseiulus occidentalis</i>	Acarina: Phytoseiidae	Predatör akar	10
<i>Neoseiulus (Amblyseius) longispinosus</i>	Acarina: Phytoseiidae	Predatör akar	9
<i>Neoseiulus (Amblyseius) womersleyi (Amblyseius pseudolongispinosus)</i>	Acarina: Phytoseiidae	Predatör akar	9
<i>Phytoseiulus persimilis</i>	Acarina: Phytoseiidae	Predatör akar	8
<i>Oomyzus sokolowskii</i>	Hymenoptera: Eulophidae	Parazitoit	6
<i>Coleomegilla maculata</i>	Coleoptera: Coccinellidae	Predatör böcek	5
<i>Cotesia plutellae</i>	Hymenoptera: Braconidae	Parazitoit	5
<i>Diglyphus begini</i>	Hymenoptera: Eulophidae	Parazitoit	5

Ayrıca bu doğal düşmanın gösterdiği direnç, insektisitlerin tarla uygulamalarında dirençli popülasyonların hayatta kalabilmesi için yeterince yüksektir. Bu anlamda, uygun tarım ekosistemlerinde doğal düşmanlar arasından seçilmiş dirençli ırklar için, kitle üretiminin ve büyük ölçekli salım çalışmalarında Neuropterlerin en önemli aday olabileceğini bildirmişlerdir (Pathan ve ark. 2008, Sayyed ve ark. 2010). Hemiptera takımına ait predatörlerde insektisit direnci bildirilen tek bir tür bulunmamaktadır. Hemiptera grubuna ait predatörler, tarla ve sebze alanlarında en çok kullanılan ve ticari olarak üretilen avcı böceklerdir.

Avrupa ve Kuzey Afrika'da *Orius laevigatus* (Fieber), Amerika'da *O. insidiosus* (Say) ve Japonya'da *O. strigicollis* (Poppius) gibi bazı özel Anthocoridae familyasına ait Orius türlerinin kitle üretimi yapılmaktadır ve trips, akarlar, böcek yumurtaları, yaprakbitleri ve yeni açılmış larvalar dahil çeşitli avlarla beslenmeleri için salımları yapılmaktadır (Urbaneja ve ark. 2009, Calvo ve ark. 2012).

Çoğu hemipter böcek predatörleri, bir dereceye kadar zoofitofagustur. *Orius* spp. ve *Anthocoris* spp. av olmadığı zaman çiçeklerin polenleriyle de beslenirler. Miridae türleri omnivordur ve gelişim döneminde hem bitkide hem de avda beslenebilirler. Önceden bahsedildiği gibi, doğal düşmanların insektisit uygulaması sonrasında av yoksunluğu nedeniyle direnç geliştirmelerinin zorlaştığı belirtilmiştir (Croft ve Brown 1975, Croft ve Morse 1979, Tabashnik ve Johnson 1999). Bununla birlikte, phytoseiid akarlar ve Hemipterler gibi dirençli polifag doğal düşmanlar bitki ve polenler ile de beslendikleri için besin kaynağı bulabilirler. Bu nedenle, Anthocoridae ve Miridae gibi omnivor predatörler, Coccinelliade ve Neuropteler gibi daha spesifik predatörlere göre daha kolay direnç geliştirebilmektedirler. Bununla birlikte birkaç hipotez, Hemipter predatörlerin daha az

direnç göstermesini açıklayabilmektedir. Bu konuda ekolojik, biyolojik ve biyokimyasal faktörlerin rol oynadığı kanaatine varılmıştır. Önerilen bir hipotezde, aynı popülasyonda seleksiyon baskısının sürekliliğinin olmaması gösterilmektedir. Bu predatörlerin biyolojik mücadele etmeni olarak kullanıldığı sebze alanlarında sezonun kısa olması nedeniyle, potansiyel dirençli doğal düşmanlar diğer tarım alanlarına ya da yabancı otlara göç edebileceği bildirilmiştir. Göç eden bu dirençli doğal düşman popülasyonları ya farklı insektisit baskısına maruz kalacaklar ya da bu insektisit baskısına maruz kalamayacakları belirtilmiştir. Bununla birlikte kitle halinde laboratuvarında üretilen ve salımı yapılan doğal düşmanlar, ortamda var olan dirençli popülasyonların sayısının azalmasına neden olacağı vurgulanmıştır (Tabashnik ve Johnson 1999).

Parazitoitler

Çok az parazitoit grubunda insektisit direnci belirlenmiştir. Bilinen ilk çalışma, DDT'ye dirençli *Macrocentrus ancyliovorus* (Rohw) (Hymenoptera: Braconidae)'dur. Bu parazitoit *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae)'nın larva parazitoitidir ve bu dirençli ırkı seleksiyonla elde edilmiştir (Pielou ve Glasser 1952). Birçok parazitoitin tarla popülasyonunda da insektisitlere karşı önemli bir direnç gözlemlenmiştir.

Bunlar *Bracon mellitor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) (Adams ve Cross 1967), *Aphytis lingnanensis* (Compere) (Hymenoptera: Aphelinidae) (Havron ve ark. 1991a), *Ganaspidium utilis* (Beardsley) (Hymenoptera: Eucoilidae) (Rathman ve ark. 1995), *Diglyphus begini* (Ashmead) (Hymenoptera: Eulophidae) (Pollen ve ark. 1995), *Anisopteromalus calandrae* (Howard) (Hymenoptera: Pteromalidae) (Baker ve ark. 1998), *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) (Perez-Mendoza ve ark. 2000), *Diadegma insulare* (Cresson) (Hymenoptera: Ichneumonidae) (Xu ve ark. 2001), *Cotesia plutellae* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Braconidae) (Liu ve ark. 2007), *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) (Hymenoptera: Aphidiidae) (Wu ve ark. 2009) ve *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae) (Zhuang ve ark. 2014)'dur. Parazitoitler, predatörlere göre insektisitlere karşı daha yüksek hassasiyet göstermektedir.

Yaprakbiti *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus) (Homoptera: Aphididae) ve onun önemli üç doğal düşmanı predatörler *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae), *Acanthinus* sp. (Coleoptera: Anthicidae) ile parazitoiti Braconid *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) (Hymenoptera: Braconidae) arasında karşılaştırmalı bir çalışmada yapılmıştır. Bu iki predatörün insektisitlere karşı söz konusu parazitoitten daha toleranslı olduğu belirtilmiştir (Bacci ve ark. 2009). Parazitoitlerde dirence yönelik yapay seleksiyon, predatörlere göre daha düşük bir başarı oranına sahiptir (Johnson ve Tabashnik 1994). Farklı insektisit direnci gösteren, laboratuvarında seçilen ırlara *Aphytis melinus* DeBach (Hymenoptera: Aphelinidae) – carbaryl direnci (Rosenheim ve Hoy 1988b), *Trioxys pallidus* (Halliday) (Hymenoptera: Aphidiidae) - azinphos-methyl direnci (Hoy ve ark. 1990), *Aphytis holoxanthus* (DeBach) (Hymenoptera: Aphelinidae)-azinphosmethyl direnci (Havron ve ark. 1991b), *A. lingnanensis* (Compere) (Hymenoptera: Aphelinidae) - azinphos-methyl direnci (Javier ve ark. 1991), *Trichogramma chilonis* (Ishii) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) – endosulfan direnci (Jalali ve ark. 2006) ve *Cotesia plutellae* (Halliday) (Hymenoptera: Braconidae)– spinosad direnci (Liu ve ark. 2007) örnek verilebilir.

Parazitoitlerin predatörlere oranla insektisitlere karşı daha düşük tolerans göstermesinin nedeninin parazitoitin ilk olarak insektisit uygulaması sonrasında yaşayan konukçu sayısı, daha sonra da doğrudan seleksiyon baskısına maruz kalmamaları olduğu düşünülmektedir. Aslına bakılırsa, insektisitlere karşı direnç geliştirdiği bildirilen 11 parazitoit türü arasında insektisit uygulamalarına doğrudan maruz kalmış 7 ektoparazitoit türü bulunmaktadır (Bielza 2016). Konukçu tarafından vücuda alınan insektisit oranı, endoparazitoitin insektisit direnci gelişiminde önemli bir faktör olabilir (Wu ve ark. 2009). Parazitoitin direnç geliştirmesi için konukçuda da bir direnç gelişmesi şarttır.

Dirençli konukçuların barındırdığı parazitoitlerin, direnç için etkili bir seleksiyon baskısı altında olduğu bildirilmiştir (Liu ve ark. 2007). Bununla birlikte en dirençli ikinci arthropod türü olan *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae)'yı parazitleyen dört endoparazitoitten üçü insektisit direnci göstermektedir (Çizelge 3) (Sparks ve Nauen 2014).

Çizelge 3. İnsektisit direnci gösteren ektoparazitoit ve endoparazitoitler (Bielza 2016).

Familiya	Türler	Ana Konukçu	Ekto/Endo	Kaynakça
Aphelinidae	<i>Aphytis lingnanensis</i>	<i>Aonidiella aurantii</i> <i>Aspidiotus nerii</i>	Ekto	Havron ve ark. (1991a)
Aphidiidae	<i>Diaeretiella rapae</i>	<i>Brevicoryne brassicae</i> ve diğer afitler	Ekto	Wu ve ark. (2009)
Braconidae	<i>Bracon mellitor</i>	<i>Anthonomus grandis</i>	Ekto	Adams ve Cross (1967)
Braconidae	<i>Cotesia plutellae</i>	<i>Plutella xylostella</i>	Endo	Liu ve ark. (2007)
Braconidae	<i>Habrobracon hebetor</i>	<i>Plodia interpunctella</i> Depolanmış ürünlerde Lepidoptera	Ekto	Perez-Mendez ve ark. (2000)
Braconidae	<i>Macrocentrus ancylivorus</i>	<i>Grapholita molesta</i>	Endo(Ekto)	Pielou ve Glasser (1952)
Eucoilidae	<i>Ganaspidium utilis</i>	<i>Liriomyza spp.</i>	Endo	Rathman ve ark. (1995)
Eulophidae	<i>Diglyphus begini</i>	<i>Liriomyza spp.</i>	Ekto	Pollen ve ark. (1995)
Eulophidae	<i>Oomyzus sokolowskii</i>	<i>Plutella xylostella</i>	Endo	Zhuang ve ark. (2014)
Ichneumonidae	<i>Diadegma insulare</i>	<i>Plutella xylostella</i>	Endo	Xu ve ark. (2001)
Pteromalidae	<i>Anisopteromalus calandrae</i>	<i>Sitophilus oryzae</i> Depolanmış ürünlerde Coleoptera	Ekto	Baker ve ark. (1998)

Bu nedenle, insektisit direncinin görüldüğü konukçuların endoparazitoitlerinde de direnç gelişmesi daha olası olduğu belirtilmektedir. Bundan başka, parazitizm konukçunun detoksifikasyon sistemini daha etkili hale getirebildiği ve bu durumun konukçunun

insektisitlere toleransını artırdığı ve böylece hem konukçunun hem de parazitoitin direnç gelişimine katkı sağladığı tespit edilmiştir (Takeda ve ark. 2006, Liu ve ark. 2007).

Doğal Düşman Popülasyonlarında Direnç Tespiti ve Dirençli Irkların Geliştirilmesi

Doğal düşman popülasyonlarında direnç tespiti ve dirençli irkların geliştirilmesinde uygulanması gereken metodlar şu şekildedir (Johnson ve Tabashnik 1994, Li ve Liu 2001, Liu ve ark. 2003).

- ✓ Arazi koşullarında survey çalışmalarıyla çok geniş örnekleme yapılarak
- ✓ Laboratuvar koşullarında yapay seleksiyonlar ile (doğal düşman için av-konukçunun sürekliliği)
- ✓ X ışınları ve kimyasal kullanılarak mutasyon yoluyla (*Drosophila melanogaster*'de ethyl methanesulfonate uygulanarak malathiona dirençli irklar geliştirilmiştir. Benzer çalışmalar doğal düşmanlar için de başlamıştır.)
- ✓ Rekombinant DNA tekniği (rDNA) (Dirençli genin belirlenmesi, klonlanması, doğal düşmana bu genin aktarımı, dirençli genin döllerde devamlılığı sağlanmaktadır.)

Sonuç ve Öneriler

Doğal düşman popülasyonlarının insektisitlere karşı farklı hassasiyete sahip oldukları bilinmektedir. Birçok insektisit-doğal düşman çalışmalarında öncelik insektisit gereklilik uygulama dozu gerekse uygulama dozunun altındaki dozlarda gerçekleştirilen yan-etki araştırmalarına verilmiştir. Yan-etki çalışmalarında parazitoit ve predatörlerin biyolojik ve davranışsal özelliklerine etkiler araştırılmaktadır. Ancak bu çalışmaların çok büyük bir bölümünde parazitoit ve predatörlerde de görülebilen insektisit direnci üzerinde durulmamıştır. Bu konudaki çalışmaların sayısının artması son derece önemlidir. Gerek doğal ve gerekse laboratuvar seleksiyonlarıyla seçilmiş dirençli biyolojik mücadele etmenlerinin kullanımı, biyolojik mücadele uygulamalarını farklı bir yöne götürecektir. Özellikle entegre zararlı yönetimi programlarında dirençli doğal düşman irklarının kullanımı biyolojik ve kimyasal mücadelenin de birlikte kullanılabilirliğini ortaya koyacaktır.

Kaynaklar

- Abbas, N., M.M. Mansoor, S.A. Shad, A.K. Pathan, A.Waheed, M.Ejaz, M. Razaq and M.A. Zulfiqar. 2014. Fitness cost and realized heritability of resistance to spinosad in *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). Bull. Entomol. Res. 104. 707–715.
- Adams, J.B. 1960. Effects of spraying 2,4-D amine on coccinellid larvae. Can. J. Zool. 38. 285-288.
- Adams, C.H., and W.H. Cross. 1967. Insecticide resistance in *Bracon mellitor*, a parasite of the boll weevil. J. Econ. Entomol. 60. 1016–1020.
- Ahmed, M.K. 1955. Comparative effect of systox and schradan on some predators of aphids in Egypt. J. Econ. Entomol. 48. 530-532.
- APRD – Arthropod Pesticide Resistance Database, Michigan State University. <http://www.pesticideresistance.org>.

- Argolo, P.S., J.A. Jacas and A.Urbaneja. 2014. Comparative toxicity of pesticides in three phytoseiid mites with different life-style occurring in citrus: *Euseius stipulatus*, *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis*. Exp. Appl. Acarol. 62. 33–46.
- Ascerno, M. E., Z. Smilowitz and A.A. Hower. 1980. Effects of the insect growth regulator hydroprene on diapausing *Microctonus aethiopoidea*, a parasite of the alfalfa weevil. Environ. Entomol. 9. 262-264.
- Attalah, Y. H. and L.D. Newsom. 1966. Ecological and nutritional studies on *Coleomegilla maculata* De Geer (Coleoptera: Coccinellidae).III. The effect of DDT, toxaphene, and endrin on the reproductive and survival potentials. J. Econ. Entomol. 59. 1181-1187.
- Avella, M., D. Fournier, M. Pralavorio and J.B. Berge. 1985. Sélection pour la résistance à la deltaméthrine d'une souche de *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot. Agronomie. 5. 177–180.
- Bacci, L., M.C. Picanço, J.F. Rosado, G.A. Silva, A.L.B. Crespo, E.J.G. Pereira and J.C. Martins. 2009. Conservation of natural enemies in brassica crops: comparative selectivity of insecticides in the management of *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aphididae). Appl. Entomol. Zool. 44. 103–113.
- Baker, J.E., J.A. Fabrick and K.Y. Zhu. 1998. Characterization of esterases in malathion-resistant and susceptible strains of the pteromalid parasitoid *Anisopteromalus calandrae*. Insect Biochem. Mol. Biol. 28. 1039–1050.
- Barbar, Z., M.S. Tixier and S. Kreiter. 2007. Assessment of pesticide susceptibility for *Typhlodromus exilaratus* and *Typhlodromus phialatus* strains (Acari: Phytoseiidae) from vineyards in the south of France. Exp. Appl. Acarol. 42. 95–105.
- Bartlett, B.R. 1964. Integration of chemical and biological control. In P. DeBach (Ed.), Biological control of insect pests and weeds (pp. 489-511). London: Chapman & Hall
- Bellows, T.S., J.G. Jr. Morse, D.G. Hadjidemetriou and Y. Iwata. 1985. Residual toxicity of 4 insecticides used for control of citrus thrips *Scirtothrips cirri* (Thysanoptera: Thripidae) on 3 beneficial species in a citrus agroecosystem. J. Econ. Entomol. 78. 681-686.
- Bellows, T.S. and T.W. Fisher. 1999. Handbook of Biological Control. Principles and Applications of Biological Control. Academic Press 24-28 Oval Road, London NW1 7DX, UK.
- Bielza, P. 2008. Insecticide resistance management strategies against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. Pest. Manag. Sci. 64. 1131–1138.
- Bielza, P. 2016. Insecticide Resistance in Natural Enemies. Chapter 16.
- Bonafos, R., E.Serrano, P.Auger and S. Kreiter. 2007. Resistance to deltamethrin, lambda-cyhalothrin and chlorpyrifos-ethyl in some populations of *Typhlodromus pyri* Scheuten and *Amblyseius andersoni* (Chant)(Acari: Phytoseiidae) from vineyards in the south-west of France. Crop Prot. 26. 169–172.
- Borgemeister, C., H.M. Poehling, A. Dinter and C. Holler, 1993. Effects of insecticides on life history parameters of the aphid parasitoid *Aphidius rhopalosiphii* (Hym: Aphidiidae). Entomophaga. 38. 245-255.
- Boyce, A.M. 1936. The citrus red mite *Paratetranychus citri* McG. In California and its control J. Econ. Entomol. 29. 125-130.
- Bull, D.L. and R.J. Coleman. 1985. Effects of pesticides on *Trichogramma* spp. Southwest. Entomol. 8 (Suppl.). 156-168.
- Busvine, J.R. 1971. A critical review of the techniques for testing insecticides (2nd ed.). Slough, United Kingdom: Commonwealth Agricultural Bureau.

- Calvo, F.J., K. Bolckmans and J.E. Belda. 2012. Release rate for a pre-plant application of *Nesidiocoris tenuis* for *Bemisia tabaci* control in tomato. *BioControl*. 57(6). 809–817.
- Campbell, C.D., J.F. Walgenbach and G.G. Kenneday. 1991. Effect of parasitoids on Lepidoptera pests in insecticide-treated and untreated tomatoes in western North Carolina. *J.Econ. Entomol.* 84. 1662-1667.
- Chandler, L.D. 1985. Response of *Liriomyza trifolii* to selected insecticides with notes on hymenopterous parasites. *Southwest. Entomol.* 10. 228-235.
- Cohen, E., H. Podoler and M. El-Hamlaoui. 1988. Effect of malathionbait mixture on two parasitoids of the Florida red scale, *Chrysomphalus aonidium* (L.). *Crop Protect.* 7. 91-95.
- Critchley, B.R. 1972. A laboratory study of the effects of some soil applied organo-phosphorus pesticides on Carabidae (Coleoptera). *Bull. Entomol. Res.* 62. 229-242.
- Croft, B.A. and R.H. Meyer. 1973. Carbamate and organophosphorus resistance patterns in populations of *Amblyseius fallacis*. *Environ. Entomol.* 2. 691–696.
- Croft, B.A. and A.W.A. Brown. 1975. Responses of arthropod natural enemies to insecticides. *Annu. Rev. Entomol.* 20. 285–335.
- Croft, B.A., J. Briozzo, and J.B. Carbonell. 1976. Resistance to organophosphorus insecticides in a predaceous mite, *Amblyseius chilensis*. *J. Econ. Entomol.* 69. 563–565.
- Croft, B.A. 1977. Susceptibility surveillance to pesticides among arthropod natural enemies: Modes of uptake and basic responses. *Zeitschrift fuer Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 84, 140-157.
- Croft, B.A. and J.G. Morse. 1979. Research advances on pesticide resistance in natural enemies. *Entomophaga*. 24. 3-11.
- Croft, B.A. 1982. Developed resistance to insecticides in apple arthropods: A key to pest control failures and successes in North America. *Entomol. Exp. et App.* 31. 88-110.
- Croft, B.A. 1990. Natural enemies and pesticides: An historical overview. In B. A. Croft (Ed.), *Arthropod biological control agents and pesticides* (pp. 3-15). New York: John Wiley & Sons.
- Croft, B.A. and K. Strickler. 1983. Natural enemy resistance to pesticides: Documentation, characterization, theory and application. In G. P. Georghiou & T. Saito (Eds.), *Pest resistance to pesticides* (pp. 669-702). New York: Plenum Press.
- Croft, B.A. and M.T. Aliniaze. 1983. Differential resistance to insecticides in *Typhlodromus arboreus* Chant and associate phytoseiid mites of apple in the Willamette Valley, Oregon. *Environ. Entomol.* 12. 1420–1423.
- Croft, B.A. and C.A. Mullin, 1984. Comparison of detoxification enzyme systems in *Argyrotaenia citrana* (Lepidoptera: Tortricidae) and the ectoparasite, *Oncophanes americanus* (Hymenoptera: Braconidae). *Environ. Entomol.* 13. 1330-1335.
- Delorme, R., A. Berthier and D. Auge. 1985. The toxicity of two pyrethroids to *Encarsia formosa* and its host *Trialetrodes vaporariorum* prospecting for a resistant strain of the parasite. *Pesticide Sci.* 16. 332-336.
- Dempster, J.P. 1968. The sublethal effect of DDT on the rate of feeding by the ground-beetle *Harpalus rufipes*. *Entomol. Exp. et App.* 11. 51- 54.
- Desneux, N., A. Decourtye and J.M. Delpuech. 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annu. Rev. Entomol.* 52. 81-106.

- Dunley, J.E., R.H. Messing and B.A. Croft. 1991. Levels and genetics of organophosphate resistance in Italian and Oregon biotypes of *Amblyseius andersoni* (Acari: Phytoseiidae). *J. Econ. Entomol.* 84. 750–755.
- Duso, C., M. Fanti, A. Pozzebon and G. Angeli. 2009. Is the predatory mite *Kampimodromus aberrans* a candidate for the control of phytophagous mites in European apple orchards *BioControl.* 54. 369–382.
- Elzen, G.W. 1989. Sublethal effects of pesticides on beneficial parasitoids. In P. C. Jepson (Ed.), *Pesticides and non-target invertebrates* (pp. 129-150). Wimborne, Dorset, United Kingdom: Intercept.
- Fernández, E., C. Grávalos, P.J. Haro, D. Cifuentes and P. Bielza, 2009. Insecticide resistance status of *Bemisia tabaci* Q-biotype in south-eastern Spain. *Pest Manag. Sci.* 65. 885–891.
- Flanders, R.V., L.W. Bledsoe and C.R. Edwards. 1984. Effects of insecticides on *Pediobius foveolatus* (Hymenoptera: Eulophidae), a parasitoid of the Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae). *Environ. Entomol.* 13. 902–906.
- Flanders, S.E. 1943. The susceptibility of parasitic Hymenoptera to sulfur. *J. Econ. Entomol.* 36. 469.
- Fleshner, C.A. and G.T. Scriven. 1957. Effect of soil-type and DDT on ovipositional responses of *Chrysopa californica* (Coq.) on lemon. *J. Econ. Entomol.* 50. 221–222.
- Georghiou, G.P. 1972. The evolution of resistance to pesticides. *Annu. Rev. Ecol. Sys.* 3. 133–168.
- Georghiou, G.P. 1986. The magnitude of the resistance problem. In: *Pesticide resistance: strategies and tactics for management*. National Academy Press, Washington, DC
- Georghiou, G.P., and C.E. Taylor. 1986. Factors influencing the evolution of resistance. In *Pesticide resistance: Strategies and tactics for management* (pp. 143-146). Washington, DC: National Academy.
- Gordon, H.T. 1961. Nutritional factors in insect resistance to chemicals. *Annual Review of Entomology*, 6, 27–54.
- Grafton-Cardwell, E.E. and M.A. Hoy. 1985. Short-term effects of permethrin and fenvalerate on oviposition by *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *J. Econ. Entomol.* 78. 955–959.
- Graur, D. 1985. Gene diversity in Hymenoptera. *Evolution*, 39, 190–199.
- Graves, J.B., R.B. Mohamad and D.F. Clower. 1978. Beneficial insects also developing “resistance”. *Louisiana Agric.* 22. 10–11.
- Grosch, D.S. 1970. Reproductive performance of a braconid after heptachlor poisoning. *J. Econ. Entomol.* 63. 1348–1349.
- Hadam, J.J., M.T. AliNiazee and B.A. Croft. 1986. Phytoseiid mites (Parasitiformes: Phytoseiidae) of major crops in Willamette Valley, Oregon, and pesticide resistance in *Typhlodromus pyri* Scheuten. *Environ. Entomol.* 15, 1255–1263.
- Hassan, S.A. 1985. Standard methods to test the side-effects of pesticides on natural enemies of insects and mites developed by the IOBC/WPRS Working Group Pesticides and Beneficial Organisms. *EPPA Bull.* 15. 214–255.
- Hassan, S.A., R. Albert, F. Bigler, P. Blaisinger, H. Bogenschuetz and E. Boiler. 1987. Results of the third joint pesticide testing programme by the IOBC/WPRS Working Group Pesticides and Beneficial Arthropods. *J. Appl. Entomol.* 103. 92–107.
- Havron, A., G. Kenan and D. Rosen. 1991a. Selection for pesticide resistance in *Aphytis*. II. *A. lingnanensis*, a parasite of the California red scale. *Entomol. Exp. Appl.* 61. 229–235.

- Havron, A., D. Rosen, H. Prag and Y. Rössler. 1991b. Selection for pesticide resistance in *Aphytis*: I. *A. holoxanthus*, a parasite of the Florida red scale. *Entomol. Exp. Appl.* 61. 221–228.
- Head, R., W.W. Neel, C.F. Sartor and H. Chambers. 1977. Methyl parathion and carbaryl resistance in *Chrysomela scripta* and *Coleomegilla maculata*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 17. 163–164.
- Heathcote, G.D. 1963. The effect of coccinellids on aphids infesting insecticide-treated sugar-beet. *Plant Pathology.* 12. 80-83.
- Herbert, D.A. and J.D. Harper. 1986. Bioassays of a beta-exotoxin of *Bacillus thuringiensis* against *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae). *J. Econ. Entomol.* 79. 592-595.
- Hodek, I. 2014. *Biology of coccinellidae*. Springer, Dordrecht.
- Horn, D.J. and R.W. Wadleigh. 1988. Resistance of aphid natural enemies to insecticides, pp. 337–347. In A. K. Minks and P. Harrewijn (eds.), *Aphids, their biology, natural enemies, and control*, Vol. B. Elsevier, Amsterdam.
- Hoy, M.A. 1985. Recent advances in genetics and genetic improvement of the Phytoseiidae. *Ann. Rev. Entomol.* 30. 345-370.
- Hoy, M.A. 1990. Pesticide resistance in arthropod natural enemies: Variability and selection responses. In R. T Roush & B. E. Tabashnik (Eds.), *Pesticide resistance in arthropods* (pp. 203-236). London: Chapman & Hall.
- Hoy, M.A., F.E.Cave, R.H. Beede, J. Grant, W.H. Krueger. and W.H. Olson. 1990. Release, dispersal and recovery of a laboratory-selected strain of the walnut aphid parasite *Trioxys pallidus* (Hymenoptera: Aphididae) resistant to azinphosmethyl. *J. Econ. Entomol.* 83. 89–96.
- Huffaker, C.B. 1971. The ecology of pesticide interference with insect populations. In J. E. Swift (Ed.), *Agricultural chemicals: Harmony or discord for food, people and the environment* (pp. 92-104). Berkeley: University of California Division of Agricultural Science.
- Huffaker, C.B., F.J. Simmonds and J.E. Laing. 1976. The theoretical and empirical basis of biological control. In C. B. Huffaker & P. S. Messenger (Eds.), *Theory and practice of biological control* (pp. 41- 78). New York: Academic Press.
- Irving, S.N. and I.J. Wyatt. 1973. Effects of sublethal doses of pesticides on the oviposition behavior of *Encarsia formosa*. *Ann. App. Biol.* 75. 57-62.
- Jackson, G.J. and J.B. Ford. 1973. The feeding behavior of *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae), particularly as affected by certain pesticides. *Ann. App. Biol.* 75. 165-171.
- Jalali, S.K., S.P. Singh, T. Venkatesan, K.S. Murthy and Y. Lalitha, 2006. Development of endosulfan tolerant strain of an egg parasitoid *Trichogramma chilonis* Ishii (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Indian J. Exp. Biol.* 44. 584.
- Javier, P.A., A. Havron, B. Morallo-Rejesus, and D. Rosen. 1991. Selection for pesticide resistance in *Aphytis*: III. Male selection. *Entomol. Exp. Appl.* 61. 237–245.
- Jiu, G. D. and J.K. Waage. 1990. The effect of insecticides on the distribution of foraging parasitoids *Diaeretiella rapae* (Hym: Braconidae) on plants. *Entomophaga.* 35. 49-56.
- Johnson, M.W. and B.E. Tabashnik. 1994. Laboratory selection for pesticide resistance in natural enemies. (pp. 91-105). In S. K. Narang, A. C. Bartlett, & R. M. Faust (Eds.), *Applications of genetics to arthropods of biological control significance*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Johnson, M.W. and B.E. Tabashnik. 1999. Enhanced Biological Control through Pesticide Selectivity *Handbook of Biological Control*. Chapter 13. 297-318.

- Kawai, A. 1997. Prospect for integrated pest management in tea cultivation in Japan. *Jpn. Agric. Res. Q.* 31. 213–218.
- Kennett, C.E. 1970. Resistance to parathion in the phytoseiid mite *Amblyseius hibisci*. *J. Econ. Entomol.* 63. 1999–2001.
- Kiritani, K. and S. Kawahara. 1973. Food-chain toxicity of granular formulations of insecticides to a predator, *Lycosa pseudoannulata*, of *Nephotettix cincticeps*. *Botyu-Kagaku.* 38. 69-75.
- Kumral, N.A., N.S.Gencer, H. Susurluk, and C. Yalçın. 2011. A comparative evaluation of the susceptibility to insecticides and detoxifying enzyme activities in *Stethorus gilvifrons* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Panonychus ulmi* (Acarina: Tetranychidae). *Int. J. Acarol.* 37. 255–268.
- Lawrence, P.O., S.H. Kerr and W.H. Whitcomb. 1973. *Chrysopa rufilabris*: Effect of selected pesticides on duration of third larval stadium, pupal stage and adult survival. *Environ. Entomol.* 2. 477-480.
- Leslie, T.W., D.J. Biddinger, C.A. Mullin and S.J. Fleischer. 2009. Carabidae Population Dynamics and temporal partitioning: response to coupled neonicotinoid-transgenic technologies in maize. *Environ. Entomol.* 38. 935-943.
- Li, Y.X. and S.S. Liu. 2001. Insecticide resistance in insect parasitoids. *Chin. J. Biol. Control* 17. 81–85 (in Chinese).
- Liu, S.S., Y. X. Li and Z. H. Tang. 2003. Host resistance to an insecticide favors selection of resistance in the parasitoid, *Cotesia plutellae* (Hymenoptera: Braconidae). *Biol. Control.* 28. 137–143.
- Liu, S.S., Z.M.Li, Y.Q.Liu, M.G. Feng and Z.H. Tang. 2007. Promoting selection of resistance to spinosad in the parasitoid *Cotesia plutellae* by integrating resistance of hosts to the insecticide into the selection process. *Biol. Control.* 41. 246–255.
- Longley, M. and P.C. Jepson. 1996. Effects of honeydew and insecticide residues on the distribution of foraging aphid parasitoids under glasshouse and field conditions. *Entomol. Exp. et App.* 81. 259- 269.
- Luff, M.L. 2002. Carabid beetles: their ecology, survival and use in agroecosystems. In: Holland JM (ed), *The agroecology of carabid beetles*. Intercept, Andover, MD: 41-80.
- Lundgren, J.G. 2009. Nutritional aspects of non-prey foods in the life histories of predaceous Coccinellidae. *Biol. Control.* 51. 294-305.
- Mansoor, M.M., N. Abbas, S.A. Shad, A.K Pathan and M. Razaq. 2013. Increased fitness and realized heritability in emamectin benzoate-resistant *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Ecotoxicology.* 22. 1232–1240.
- Markwick, N.P.1986. Detecting variability and selecting for pesticide resistance in two species of phytoseiid mites. *Entomophaga* 31. 225–236.
- May, R. M. and A.P. Dobson. 1986. Population dynamics and the rate of evolution of pesticide resistance. In *Pesticide resistance: Strategies and tactics for management* (pp. 170-193). Washington, DC: National Academy of Science Press.
- Messing, R. and B.A. Croft. 1990. Sublethal influences. In B. A. Croft (Ed.), *Arthropod biological control agents and pesticides* (pp. 157- 183). New York: John Wiley & Sons.
- Mochizuki, M. 1994. Variations in insecticide susceptibility of the predatory mite, *Amblyseius womersleyi* Schicha (Acarina: Phytoseiidae), in the Tea Fields of Japan. *Appl. Entomol. Zool.* 29. 203–209.

- Motoyama, N., G.C. Rock and W.C. Dauterman. 1970. Organophosphorus resistance in an apple Orchard population of *Typhlodromus (Amblyseius) fallacis*. J. Econ. Entomol. 63. 1439–1442.
- Mullin C.A., M.C. Saunders, T.W. Leslie, D.J. Biddinger and S.J. Fleischer. 2005. Toxic and behavioral effects to Carabidae of seed treatments used on Cry3Bb1- and Cry1Ab/c-protected corn. Environ. Entomol. 34. 1626-1636.
- O'Brien, P.J., G.W. Elzen and S.B. Vinson. 1985. Toxicity of azinphosmethyl and chlordimeform to parasitoid *Bracon mellitor* (Hymenoptera: Braconidae): Lethal and reproductive effects. Environ. Entomol. 14. 891-894.
- Pathan, A.K., A.H. Sayyed, M. Aslam, M. Razaq, G. Jilani and M.A. Saleem. 2008. Evidence of field evolved resistance to organophosphates and pyrethroids in *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). J. Econ. Entomol. 101. 1676–1684.
- Pérez-Mendoza, J., J.A. Fabrick, K.Y. Zhu and J.E. Baker. 2000. Alterations in esterases are associated with malathion resistance in *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). J. Econ. Entomol. 93. 31–37.
- Pielou, D.P. and R.F. Glasser. 1952. Selection for DDT resistance in a beneficial insect parasite. Science. 115. 117–118.
- Plapp, F.W., Jr., and S.B. Vinson. 1977. Comparative toxicities of some insecticides to the tobacco budworm and its ichneumonid parasite. Environ. Entomol. 6. 381- 384.
- Plewka, T., J. Kot and T. Krukierek. 1975. Effect of insecticides on the longevity and fecundity of *Trichogramma evanescens* Westw. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Polish Ecological Studies (PECTDR). 1. 197-210.
- Poletti, M. and C. Omoto. 2005. Variabilidades inter e intraespecífica na suscetibilidade de ácaros fitoesídeos à deltametrina em citros no Brasil. Man. Integr. Plagas. Agroecol. 75. 32–37.
- Poletti, M. and C. Omoto. 2012. Susceptibility to deltamethrin in the predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) populations in protected ornamental crops in Brazil. Exp. Appl. Acarol. 58. 385–393
- Pollen, K.M., M.W. Johnson and B.E. Tabashnik 1995. Stability of fenvalerate resistance in the leaf miner parasitic *Diglyphs begin* (Hymenoptera: Eulophidae). J. Econ. Entomol. 88. 192–197.
- Powell, W., G.J. Dean and R. Bardner. 1985. Effects of pirimicarb, dimethoate and benomyl on natural enemies of cereal aphids in winter wheat. Ann. App. Biol. 106. 235-242.
- Pree, D.J., D.E. Archibald and R.K. Morrison. 1989. Resistance to insecticides in the common green lacewing *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) in southern Ontario. J. Econ. Entomol. 82. 29–34
- Press, J. W., B.R. Flaherty and L.L. McDonald. 1981. Survival and reproduction of *Bracon hebetor* on insecticide-treated *Ephestia cautella* larvae. Ji Geogr. Entomol. Soc. 16. 227-231.
- Rajakulendran, S.V. and F.W. Jr Plapp. 1982. Comparative toxicities of 5 synthetic pyrethroids to the tobacco budworm, *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) and ichneumonid parasite *Campoletis sonorensis* and a predator *Chrysopa carnea*. J. Econ. Entomol. 75. 769-772.
- Rathman, R., M. W. Johnson, J.A. Rosenheim and B.E. Tabashnik. 1990. Carbamate and pyrethroid resistance in the leafminer parasitoid *Diglyphus begini* (Hymenoptera: Eulophidae). J. Econ. Entomol. 83. 2153-2158.
- Rathman, R.J., M.W. Johnson, B.E. Tabashnik, and K.M. Spollen. 1995. Variation in susceptibility to insecticides in the leafminer parasitoid *Ganaspidium utilis* (Hymenoptera: Eucolidae). J. Econ. Entomol. 88. 475–479.

- Rodrigues, A.R.S., J.R. Ruberson, J.B. Torres, H.Á.A. Siqueira and J.G. Scott, 2013a. Pyrethroid resistance and its inheritance in a field population of *Hippodamia convergens* (Guérin-Méneville)(Coleoptera: Coccinellidae). *Pestic. Biochem. Physiol.* 105.135–143.
- Rodrigues, A.R., J.B.Torres, H.A. Siqueira and D.P. Lacerda. 2013b. Inheritance of lambda-cyhalothrin resistance in the predator lady beetle *Eriopis connexa* (Germar)(Coleoptera: Coccinellidae). *Biol. Control.* 64. 217–224.
- Rosenheim, J. A. and M.A. Hoy. 1986. Intraspecific variation in levels of pesticide variation in field populations of a parasitoid, *Aphytis melinus* (Hymenoptera: Aphelinidae): The role of past selection pressures. *J. Econ. Entomol.* 79. 1161-1173.
- Rosenheim, J. A. and M.A. Hoy. 1988a. Sublethal effects of pesticides on the parasitoid *Aphytis melinus* (Hymenoptera: Aphelinidae). *J. Econ. Entomol.* 81. 476-483.
- Rosenheim, J. A. and Hoy, M.A. 1988b. Genetic improvement of a parasitoid biological control agent: Artificial selection for insecticide resistance in *Aphytis melinus* (Hymenoptera: Aphelinidae). *J. Econ. Entomol.* 81. 1539-1550.
- Roush, R.T. and M.A. Hoy. 1980. Selection improves Sevin resistance in spider mite predator. *Calif. Agric.* 34. 11–14.
- Sato, M.E., M. Silva, L.R. Gonçalves, M.F. SouzaFilho, and A. Raga, 2002. Toxicidade diferencial de Agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em Morangueiro. *Neotr. Entomol.* 31. 449–456.
- Sato, M.E., M.Z. Silva, M.F. SouzaFilho, A.L. Matioli, and A. Raga. 2007. Management of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in strawberry fields with *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and acaricides. *Exp. Appl. Acarol.* 42. 107–120.
- Satpathy, J.M. G.K. Padhi, and D.N. Dutta. 1968. Toxicity of eight insecticides to the coccinellid predator *Chilomenes sexmaculata* F. *Ind. J. Entomol.* 27. 72-75.
- Sayyed, A.H., A.K. Pathan and U. Faheem. 2010. Cross-resistance, genetics and stability of resistance to deltamethrin in a population of *Chrysoperla carnea* from Multan, Pakistan. *Pestic. Biochem. Physiol.* 98. 325–332.
- Sharma, H. C. and R.L. Adlakha. 1981. Selective toxicity of some insecticides to the adults of ladybird beetle, *Coccinella septempunctata*, and cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae*. *Ind. J. Entomol.* 43. 92- 99.
- Silva, M.Z., M.E. Sato, C.A.L. Oliveira and D.S. Rais. 2011. Toxicidade diferencial de agrotóxicos utilizados em citros para *Neoseiulus californicus*, *Euseius concordis* e *Brevipalpus phoenicis*. *Bragantia.* 70 (1). 87-95
- Sparks, T.C., and R. Nauen. 2014. IRAC: mode of action classification and insecticide resistance management. *Pestic. Biochem. Physiol.* 121. 122–128.
- Stern, V. M., R. F. Smith, R.Van den Bosch and K.S. Hagen. 1959. The integrated control concept. *Hilgardia.* 29. 81-101.
- Stiling, P. 1990. Calculating the establishment rates of parasitoids in classical biological control. *Am. Entomol.* 36. 225-230.
- Tabashnik, B.E., and B.A. Croft. 1982. Managing pesticide resistance in crop-arthropod complexes: Interactions between biological and operational factors. *Environ. Entomol.* 11. 1137-1144.
- Tabashnik, B.E. and B.A. Croft. 1985. Evolution of pesticide resistance in apple pests and their natural enemies. *Entomophaga.* 30. 37-49.
- Tabashnik, B.E. 1986. Evolution of pesticide resistance in predator/prey systems. *Bulletin of the Entomol. Soc. Am.* 32. 156-161.

- Tabashnik, B.E. and M.W. Johnson. 1999. Evolution of pesticide resistance in natural enemies. In: Fisher TW, Bellows TS, Caltagirone LE, Dahlsten DL, Huffaker CB, Gordh G (eds) Handbook of biological control: principles and applications of biological control. Academic, San Diego, pp 673–689.
- Takeda, T., Y. Nakamatsu and T. Tanaka. 2006. Parasitization by *Cotesia plutellae* enhances detoxifying enzyme activity in *Plutella xylostella*. Pestic. Biochem. Physiol. 86.15–22.
- Tang, Z.H., K.Y. Gong and Z.P. You. 1988. Present status and countermeasures of insecticide resistance in agricultural pests in China. Pestic. Sci. 23. 189–198.
- Tang, L.D., B.L. Qiu, A.G.S. Cuthbertson and S.X. Ren. 2015. Status of insecticide resistance and election for imidacloprid resistance in the ladybird beetle *Propylaea japonica* (Thunberg). Pestic. Biochem. Physiol. 123. 87–92.
- Theiling, K.M. and B.A. Croft. 1988. Pesticide effects on arthropod natural enemies: A database summary. Agric. Ecosyst. Environ. 21. 191- 218.
- Tirello, P., A. Pozzebon and C. Duso. 2012. Resistance to chlorpyrifos in the predatory mite *Kampimodromus aberrans* Exp. Appl. Acarol. 56. 1–8.
- Torres, J.B., C.S. Silva-Torres and R. Barros. 2003. Relative effects of the insecticide thiamethoxam on the predator *Podisus nigrispinus* and the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* in nectaried and nectariless cotton. Pest. Manag. Sci. 59. 315-323.
- Torres, J.B. and J.R. Ruberson.2007. Abundance and diversity of ground-dwelling arthropods of pest management importance in commercial Bt and non-Bt cotton fields. Annal. Appl. Biol. 150. 27-39.
- Torres, J.B., E.M. Barros, R.R. Coelho and R.M.M. Pimentel. 2010. Zoophytophagous pentatomids feeding on plants and implications for biological control. Arthrop. Pl. Interac. 4. 219-227.
- Torres, J.B. 2012. Insecticide Resistance in Natural Enemies - Seeking for Integration of Chemical and Biological Controls. J. Biofert. Biopest. 3. e104. doi: 10.4172/2155-6202.1000e104 Brazil.
- Umoru, P. A., W. Powell and S. J. Clark. 1996. Effect of pirimicarb on the foraging behavior of *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae) on host-free and infested oilseed rape plants. Bull. Entomol. Res. 86. 193- 201.
- Urbaneja, A., H. Montón, and O. Molla. 2009. Suitability of the tomato borer *Tuta absoluta* as prey or *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis*. J. Appl. Entomol. 133(4). 292–296.
- Ünal, G. ve M.O. Gürkan. 2001. İnektisitler Kimyasal Yapıları, Toksikolojileri ve Ekotoksikolojileri, Ankara. pp. 159.
- Van Leeuwen, T., J.Vontas, A. Tsagkarakou, W. Dermauw and L. Tirry. 2010. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. Insect Biochem. Mol. Biol. 40. 563–572.
- Waage, J. K., M.P. Hassell and H.C.J. Godfray. 1985. The Dynamics of pest-parasitoid-insecticide interactions. J. App. Ecol. 22. 825-838.
- Waage, J.K. 1989. The population ecology of pest-pesticide-natural enemy interactions. In P. C. Jepson (Ed.), Pesticides and non-target invertebrates (pp. 81-93). Wimborne, Dorset, United Kingdom: Intercept.
- Wäckers, F.L., J. Romeis and P.V. Rijn. 2007. Nectar and pollen feeding by insect herbivores and implications for multitrophic interactions. Annu. Rev. Entomol. 52. 301-323.
- Whalon, M.E., D. Mota-Sanchez, R.M. Hollingworth and L. Duynslager. 2011. Arthropod pesticide resistance database.

- Wiedl, S.C. 1977. The effects of sublethal concentrations of dieldrin on the predatory efficiency of *Toxorhynchites brevipalpis*. Environ. Entomol. 6. 709- 711.
- Wiles, J. A. and P.C. Jepson. 1994. Sub-lethal effects of deltamethrin residues on the within-crop behavior and distribution of *Coccinella septempunctata*. Entomol. Exp. et App. 72. 33-45.
- Wright, D. J. and R.H.J. Verkerk. 1995. Integration of chemical and biological control systems for arthropods: Evaluation in a multitrophic context. Pesticide Sci. 44. 207- 218.
- Wu, G., Y.W. Lin, T. Miyata, S.R. Jiang, and L.H. Xie. 2009. Positive correlation of methamidophos resistance between *Lipaphis erysimi* and *Diaeretiella rapae* and effects of methamidophos ingested by host insect on the parasitoid. Insect Sci. 16. 165–173.
- Xu, J., A.M. Shelton and X. Cheng. 2001. Variation in susceptibility of *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae) to permethrin. J. Econ. Entomol. 94. 541–546.
- Yorulmaz Salman, S. and R. Ay. 2013. Analysis of hexythiazox resistance mechanisms in laboratory selected predatory mite *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). Turk. entomol. derg.37 (4). 409-422.
- Yorulmaz Salman, S., F. Aydinli and R. Ay. 2015. Selection for resistance: cross-resistance, inheritance, synergists and biochemical mechanisms of resistance to acequinocyl in *Phytoseiulus persimilis* AH (Acari: Phytoseiidae). Crop. Prot. 67. 109–115.
- Zhuang, H.M., C.W. Li and G. Wu. 2014. Identification and characterization of ace2-type acetylcholinesterase in insecticide-resistant and-susceptible parasitoid wasp *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae). Mol. Biol. Rep. 41. 7525–7534.



Akuakültürde Akuaponik Sistemler ve Önemi^a

Hilal KARGIN^{1*}, Murat BİLGÜVEN²

¹Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü Mersin, Türkiye,

²Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü Mersin, Türkiye,

*Sorumlu yazar ORCID: 0000-0002-1423-0881

e-posta (Corresponding author e-mail): hkrqylmz@mersin.edu.tr

Yazar(lar) ORCID: 0000-0002-4909-2212

e-posta (Author-s e-mail): mbilguven@mersin.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 15.09.2017; Kabul Tarihi (Accepted): 03.01.2018

Öz: Yetiştiricilikte su kaynaklarının doğru kullanımı, bilinçli gıda üretimini de beraberinde getirmektedir. Akuakültürde resirküle sistemlerin kullanımı optimum miktarda su ihtiyacını karşılmasına rağmen, yetiştiricilik ile ortaya çıkan atıklar akuatik sistemdeki canlılara zarar verebilmektedir. Bu nedenle yetiştiricilik tanklarındaki atıklar ortamdan uzaklaştırılmakta ve doğaya verilmektedir. Bu da çevre kirliliğini arttırmaktadır. Son zamanlarda bu soruna çözüm olarak geliştirilmiş olan akuaponik sistemler oldukça önem kazanmıştır. Akuaponik sistemler akuakültür (sucul yetiştiricilik) ve hidroponik (topraksız tarım) sistemlerin entegrasyonu ile meydana gelen bir polikültür sistemidir. Akuaponik sistemler, suyun akuakültürde ve bitki tarımında sürekli bir döngü içinde, sürdürülebilir kullanımını sağlar. Akuakültür tanklarında biriken nutrientce zengin atıklar, bitkilerin büyümesi için gerekli doğal gübreyi sağlarken, akuatik canlılar için zararlı olan amonyak, bitkiler ve yararlı bakteriler tarafından sudan uzaklaştırılmaktadır. Zararlı atıklardan arındırılmış su tekrar akuakültür tanklarına verilerek, akuatik ortamın ihtiyacı olan temiz su sağlanmaktadır. Akuakültür ortamında oluşan doğal gübre ise, bitkilerin amonyak ihtiyacını karşılamaktadır. Akuaponik sistemde tilapya, koi, japon balığı, sazan, tatlısu levreği, yayın, karabalık gibi akuatik canlılar ile marul, ıspanak, roka, fesleğen, nane, su teresi, domates, biber, salatalık, fasulye, bezelye ve kabak gibi bitkiler yetiştirilebilmektedir. Sistemin su parametreleri yaklaşık olarak; sıcaklık 24 o C, pH 7, çözülmüş oksijen 6,2 mg/L olmalıdır.

Akuaponik sistemlerde hormon, herbisit, pestisit ya da suni gübre kullanılmadan yapılan yetiştiricilik ile çevre kirlilik yükü azaltmakta ve ekolojik ürünler yetiştirilmesine olanak sağlanmaktadır. Ayrıca akuaponik sistemler, standart bitki yetiştiriciliğinde harcanan sudan %90 daha az su kullanımını sağlamakta ayrıca çok yönlü uyarlanabilir sistemler olduklarından küçük ya da büyük ölçekli farklı tasarımlar geliştirilebilmektedir. Bu derlemede, akuaponik sistemlerin farklı tasarımlarına ve geliştirilmiş dizayn örneklerine yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akuakültür, sürdürülebilir yetiştiricilik, akuaponik sistemler, akuaponik sistem tasarımları.

^a Kargin, H. ve Bilgüven, M. 2018. Akuakültürde Akuaponik Sistemler ve Önemi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32 (2), 159-173.

Place and Importance of Aquaponic Systems in Aquaculture

Abstract: Conscious food production in aquaculture requires correct using of water resources. Although recirculated systems provide optimum amount of water in aquaculture, wastes from aquaculture damages to animals and plants in the system. Therefore, wastes in the aquaculture tanks are removed from the system and discharged into the environment. These type of waste discharges increase pollution load of the environment. Aquaponic systems which had developed to solve this problem have come into prominence recently.

Aquaponic systems are polyculture systems which consist of integrating aquacultural and hydroponic systems. Aquaponic systems make possible to using sustainably and continuously recirculation of water between aquaculture and plant agriculture. Discharging water from aquaculture tanks which is rich in nutrient supply natural fertilizer to growth of plants. Also plants and useful bacteria remove using ammonia which is harmful for aquatic organisms, from water. Clean water which is required in aquatic environment is supplied giving treated water into aquaculture tanks again. Natural fertilizer which consist of in aquaculture tanks supply ammonia requirements of plants. Tilapia, koi fish, goldfish, carp, perch fish, catfish, North African catfish, etc. are cultured with lettuce, spinach, arugula, basil, mint, watercress, tomato, pepper, cucumber, bean, green pea, zucchini etc. in aquaponic systems. Temperature, pH and dissolved oxygen of the water should be 24 o C, 7.0 and 6.2 mg/L respectively in the system, approximately.

Aquaculture without hormone, herbicide, pesticide and artificial fertilizer in aquaponic systems decreases pollution load of the environment and makes possible to cultivating ecological productions. In addition, aquaponic systems makes possible to use 90% lesser water than standard plant cultivation. Small or big scale different designs can be developed for aquaponic systems. Different and developed sample designs of aquaponic systems have been reviewed in the study.

Keywords: Aquaculture, Sustainable Aquaculture, Aquaponic Systems, Aquaponic Systems Designs.

Giriş

Dünyada su kaynaklarının insanlar tarafından bilinçsiz kullanımı, plansız endüstrileşme ve kimyasal atıkların doğaya salınımı gibi nedenlerden dolayı kullanılabilir su kaynakları hızla kirlenmektedir. Bu olumsuz durum su ürünleri sektörüne de yansımış ve kullanılan suyun korunması için önlemlerin alınmasına gerek duyulmuştur. Su Ürünleri kanununda da yer alan işletmelerin kapasitelerine göre çökertme havuzu yapması veya arıtma tesisi kurması bu önlemlerden birkaçıdır (Anonim 2009b). Bu sayede kullanılan suyun doğaya zarar verecek kirleticilerden arındırılması amaçlanmaktadır. Bunların dışında aynı amaç için çeşitli sistemler de geliştirilmiştir. Akuaponik ve hidroponik (topraksız tarım) uygulamaları bu sistemlerden bazılarıdır ve çevre dostu bu sistemler suyun doğaya zarar verecek kirleticilerden arındırılmasını sağladığı için; topraksız tarım giderek su ürünleri sektöründe önem kazanmaktadır. Özellikle su ürünleri sektörünü ilgilendiren akuaponik sistem, akuakültür ve hidroponik sistemlerin birleşimi olarak tanımlanır (Sfetcu ve ark., 2008).

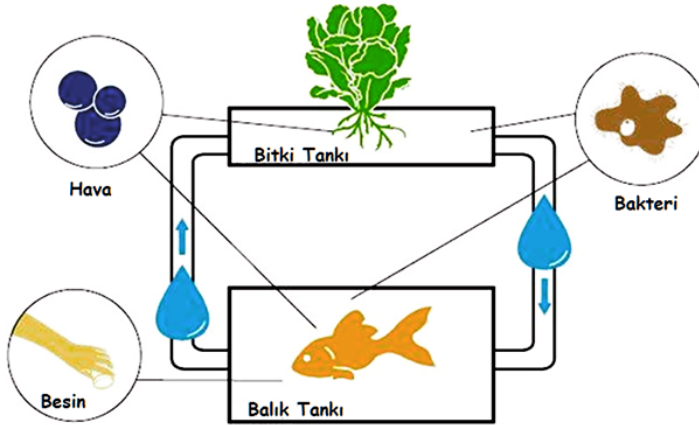
Akuaponik sistem, su ürünleri yetiştiriciliği (akuakültür) ile topraksız tarımın (hidroponik sistem) birleştirilmesiyle elde edilen alternatif bir sürdürülebilir üretim yöntemidir. Akuakültür sistem ile hidroponik sistem arasındaki su geçişi kontrollü yapıldığından birbirlerini olumsuz etkilemeleri de önlenmektedir. Akuakültür kısmında oluşan balık atıkları ayrıştırılarak hidroponik kısımdaki bitkiler beslenmektedir.

Akuaponik sistemin sağlıklı bir şekilde işemesi için suyun temiz ve mineral yönünden dengelenmiş olması gerekmektedir. Sürdürülebilir bir akuaponik sistem için güneş paneli şarttır. Güneş paneli ile elde edilen elektrik su devir daim pompasını çalıştırmakta ve bu şekilde akvaryumdaki su bitkilerin içinden geçerek devir daim olmaktadır.

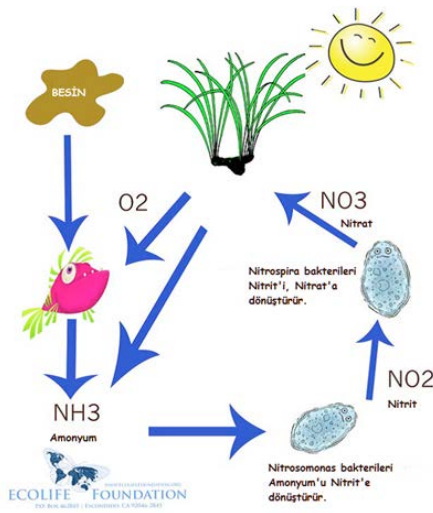
Akuakültürde sağlıklı balık yetiştirmede temiz suya ihtiyaç vardır. Ancak yetiştiricilik faaliyetleri sırasında oluşan atık ürünler sudaki kirlilik riskini arttırabilmektedir. Karasal ortamlarda yarı kapalı ya da kapalı devre sistemlerde balık yetiştiriciliğinde balıkların metabolik aktiviteleri sonucu ortaya çıkan atık ürünlerin doğal ortama direk karışımını önlemek ya da azaltmak için akuaponik adı verilen balık-bitkisel ürün entegre sistemleri kullanılmaktadır.

Akuaponik sistem hidrofonik tarımı akuakültürle birleştirir. Sistemde kullanılan su, bitki ve balık tankları arasında döngü halindedir. Balık atıkları bitkiler için doğal gübre işlevi görürken, bitkiler ve yararlı bakteriler ortamdaki amonyağı ve diğer azotlu bileşikleri sudan uzaklaştırır. Böylece su, balıklar için temiz hale getirilir. Akuaponik sistemde bitkiler, balık atıklarını yararlı bakteriler yardımıyla besine dönüştürürken, aynı zamanda suyu biyolojik olarak arıtmaktadır (Mukherjee, 2013) (Şekil 1).

Akuaponik sistemler dengeli ve verimli bir sistem oluşturmak için azot döngüsünü kullanırlar. Balıklar yemi sindirdikten sonra oluşturdukları atıklar amonyak formunda olup, balıklar için toksiktir. Balık atıklarında bulunan amonyak nitrosomona bakterileri tarafından nitrite, nitrit ise nitrospira bakterileri tarafından nitrata çevrilir. Bitkilerin büyümesi için gerekli azot, suda bulunan bitki kökleriyle alınarak nitritten karşılanır (Şekil 2). Azot formlarından arınan su, balıklar için uygun bir kaliteye geldikten sonra balık tanklarına girer (Ecolife, 2012).



Şekil 1. Akuaponik Sistem Şeması (Aquaponicsplan, 2015.)



Şekil 2. Akuaponik sistemde azot döngüsü (Ecolife, 2012)

Akuaponik Sistemlerin Tarihçesi

Akuaponik sistemler ilk olarak Azteklere ait Chinampa adlı tarım metodu (Chinampa; daha çok tarım alanı yaratmak için Aztek şehirlerinin etrafındaki bataklıkların saz ve toprak ile kurularak adacık haline getirilmesiyle kazanılan arazilerdir) olduğu tahmin edilmektedir (Anonim 2009c). Bazı araştırmacılara göre ilk örnek Mısırlılara aittir (Anonim 2009d). Bu sistem Çin, Tayland gibi Uzakdoğu Ülkelerinde uzun yıllardan beri, çiftlik artıklarının besin olarak kullanıldığı su basmış pirinç tarlalarında balık yetiştiriciliği şeklinde yapılmaktadır (Anonim 2009e). Batıda ise, New Alchemy Enstitüsü'nde atık su yönetiminde bitkisel üretiminin kullanılması üzerine yapılan çalışmalarla başlamıştır. Bu araştırmalarda balık atıklarının bitki üretiminde gübre olması fikrinden yola çıkılmıştır. Akuaponik sistemler üzerine literatür bilgisi 1970'li yıllarda yayınlanmaya başlanmış ve 1974 yılında, The Journal of New Alchemists dergisinin 2. ve 3. sayılarında William Mc Larny tarafından “Balık Havuzlarının Verimli Sularıyla Bahçe Bitkilerinin Sulanması” ve “Balık Havuzlarının Verimli Sularıyla Bahçe Bitkilerinin Sulanması Üzerine Denemeler” adlı makaleler yayınlanmıştır (Anonim 2009f). 1985 yılında ise Kuzey Carolina Üniversitesinde Domates ve diğer bitki türleri ekilmiş olan kum biyo filtre içinden Tilapia Havuzlarından gelen atık suyun geçirildiği sistemle bilinen ilk kapalı devre akuaponik sistem oluşturulmuştur (Anonim 2009e).

Akuakültürde Akuaponik Sistemlerin Önemi

Akuaponik sistemlerde temel amaç akuakültürde kullanılan suyun kirlilik yükünün azaltılması ya da tamamen yok edilmesidir. Balık yetiştiriciliğinde kullanılan su besleyici elementler bakımından oldukça zengindir. Bu suyun hidroponik sistemlere verilmesiyle bitkiler bitkiler besleyici elementlerden faydalanırlar. Su bitkiler tarafından filtre edilir ve bitkiler yetiştiricilik ünitesinin arıtma ünitesi görevini görürler. Bitkiler tarafından arıtılan suyun kirlilik yükü azalmış olur. Sistem, akuakültürde kullanılan suyun borular vasıtasıyla bitkilerin yetiştirildiği tanklara getirilmesi ya da borulara bitkilerin konulacağı kadar

genişlikte delikler açılıp buraya yerleştirilmesi şeklindedir (Şekil 3) (Backyard Aquaponics 2007).



Şekil 3. Akuaponik sistemde bitkilerin yerleştirilmesi (Backyard Aquaponics 2007)

Akuaponik Sistem Çeşitleri

Akuaponik sistemler çok yönlü uyarlanabilir sistemler olduklarından küçük ya da büyük ölçekli farklı tasarımlar geliştirilebilir. Akuaponik sistemlerde 5 temel yöntem vardır. Temel bileşenleri akvaryum ve bitki yatakları oluşturur. Filtrasyon, tesisat, bitki yatağının tipi ve miktarı, su dolaşımı, havalandırma sıklığı kullanılacak sistemdeki ihtiyaca ve sistem türüne göre değişiklik göstermektedir (Mukherjee, 2013).

Tablo 1. Farklı Yetiştiricilik Sistemleri ve Karşılaştırılması (FAO, 2014)

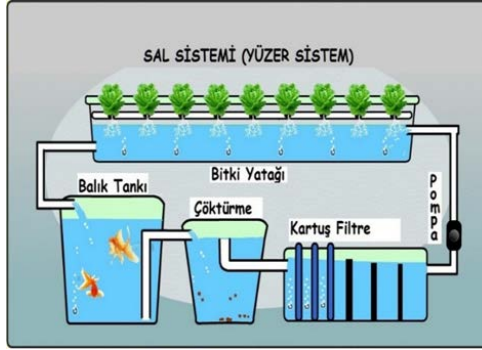
Farklı Yetiştiricilik Sistemlerinin Karşılaştırılması			
a) Topraklı Yetiştiricilik	b) Hidroponik	c) Yoğun Akuakültür	d) Akuaponik
<ul style="list-style-type: none"> • Yabani otlar yetişir. • Düzenli aralıklarla ve büyük miktarlarda suya ihtiyaç duyulur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bitkinin ihtiyacı olan besin insan eliyle hazırlanır ve tuz, kimyasal ve iz elementler kullanıldığı için pahalıdır. 	<ul style="list-style-type: none"> • Suya salınan balık dışkıları, ortamın amonyak seviyesini yükseltir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ucuz balık yemi kullanarak akuatik canlıları ve bitkileri büyütebiliriz.
<ul style="list-style-type: none"> • Toprağın bileşimi, gübrenmesi ve su ihtiyacı hakkında bilgi toplamak gerekir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kullanılan besin oldukça güçlü maddeler içerdiği için pH seviyesi elektronik cihazlarla sürekli ölçülerek kontrol altına alınmalıdır. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sağlıksız ortamda bulunan balıklar hastalığa eğilimlidir ve genellikle ilaç tedavisi gerektirir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Akuaponik sistemlerde ilk aylar çok önemlidir. Sistemde ilk aylardan sonra balık ya da bitkilerde stres görüldüğünde pH ve amonyak ölçümleri yapmak yeterlidir.
<ul style="list-style-type: none"> • Kazma, toprağı sürme işlemleri zorunludur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fazla besinin uzaklaştırılması için su periyodik olarak deşarj edilmeli ve bitkiler için suyun toksik 	<ul style="list-style-type: none"> • Tahliye edilen kirlı su akarsulara ya da yeraltı sularına pompalanır ve su kaynaklarını kirleterek tahrip eder (FAO, 2014). 	
<ul style="list-style-type: none"> • Zararlı böcekler ve onları uzaklaştırmak için pestisitler kullanılmaktadır (FAO, 2014). 	<ul style="list-style-type: none"> • Bitkilerin Pythium adı verilen kök çürümesi hastalığına eğilimi oldukça yüksektir (FAO, 2014). 		

Sal Sistem

Yüzer sistem olarak da bilinen bu sistemde bitkiler strafor üzerinde yetiştirilmektedir (Şekil 4,5). Bitki tankı çoğu zaman akvaryum tanklarından ayrı bir yerde bulunur. Su sürekli olarak balık tankından bitkilere ve filtrasyon sistemine ve tekrar balık tankına doğru akmaktadır (Anonim, 2015b).

Yararlı bakteriler salların bulunduğu tankta ve sistemin diğer kısımlarında yaşamaktadır. Sal tankındaki ekstra su hacmi balık tankında oluşabilecek stres ve su kalitesindeki problemlerde tampon görevi görür. Bu da sal sisteminin en büyük avantajlarından biridir. Sal sistemi metrekaşe başına oldukça yüksek ürün veren bir sistemdir (Anonim, 2015b).

Ticari bir sistemde sal tankları oldukça geniş alanları kaplar ve sera tabanı en iyi şekilde kullanılabilir. Başlangıçta bitki fidanları salların bir ucuna yerleştirilir. Sallarda yetişen olgun bitkiler itilerek, tankın bir ucuna geçmesi sağlanır. Böylelikle tankın bir ucunda yeni fideler ekilirken diğer ucunda olgun bitkiler hasat edilmiş olur (Şekil 6). Bu şekilde sistem kendini tekrar eder. Bu yöntem özellikle sera ortamı için istenen bir özelliktir (Anonim, 2015b).



Şekil 4. Sal sistemi (Aquaponicsplan, 2015)



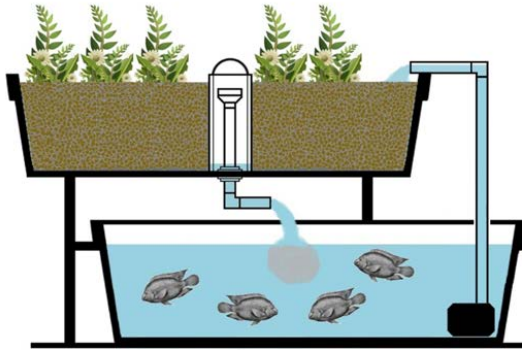
Şekil 5. Strafora yerleştirilen marullar (Hydroponic-Drip-System, 2015)



Şekil 6. Sal Sistemi kullanılarak yetiştirilen çeşitli bitkiler (Hydroponic-Drip-System,2015)

Dolgu Ortam Tankları

Bu sistemde tank veya konteynır çakıl, perlit ya da diğerk dolgu maddeleriyle doldurulmaktadır (Şekil 7). Bitki tankları, periyodik olarak balık tankından gelen suyla doldurulduktan sonra su tekrar balık tankına döner (Şekil 8,9). Tüm atıklar bitki tanklarında bitkiler ve yararlı bakterilerce ayrıştırılmaktadır. Bazen bitki tanklarına solucanlar ilave edilerek ayrışma hızlandırılmaktadır.



Şekil 7. Dolu Ortam Tankları (Hydroponic-Drip-System, 2015)



Şekil 8. Dolgu maddesi içinde bulunan bitki fidesi (Home aquaponics system,2015)

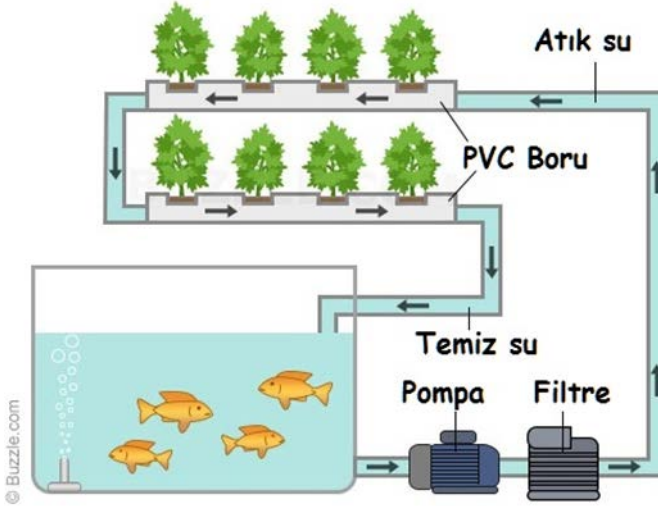


Şekil 9. Dolgu maddesi bulunan tanklarda yapılan yetiştiricilik (Nelson and Pade, 2015.)

Bu basit yöntemde ek filtrasyon kullanılmaz ve kullanılan ekipman oldukça azdır. Ancak elde edilen ürün miktarı diğer yöntemlere nazaran daha düşüktür. Bu nedenle genelde hobi amaçlı uygulanmaktadır (Anonim, 2015b; Backyard Aquaponics, 2011).

Besin Filmi Tekniği (NFT-Nutrient Film Technique)

Bu yöntem bitkilerin uzun ve dar boru kanallarında yetiştirildiği tekniklerdir (Şekil 10). Su yukarıdan aşağıya doğru kanal boyunca ilerlerken bitki için gerekli olan oksijen ve besini köklere iletir. Bitkiler tarafından filtre edilen su, tekrar balık tankına doğru ilerler. Yararlı bakterilerin yaşaması için yeterli alan bulunmadığından, sisteme ayrıca biyolojik bir filtre ilave edilmelidir (Anonim, 2015b; Backyard Aquaponics, 2011).



Şekil 10. Besin Filmi Tekniği (Aquaponic Garden Systems, 2015)

Buna ek olarak, NFT sistemler, borularda oluşabilecek biyolojik atıklardan kaynaklı tıkanmalardan dolayı, büyük hacimli akuaponik sistemler için uygun değildir (Şekil 11, 12).



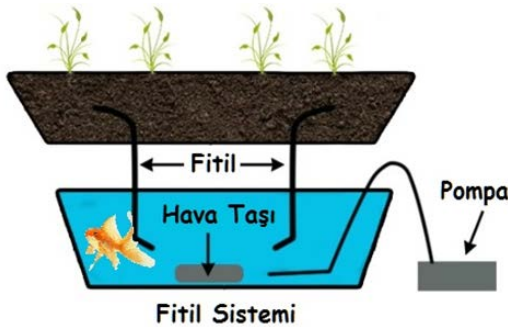
Şekil 11. PVC borularda yetiştirilen bitkiler (Aquaponic Garden Systems, 2015)



Şekil 12. Sera ortamında NFT uygulaması (Home Hydroponic Systems, 2015)

Fitil Sistemi

Suyun emici bir madde vasıtası ile emilerek köklere taşındığı sistemdir (Gönen, 2013). Genelde hobi amaçlı tercih edilen sistemlerdir (Şekil 13, 14).



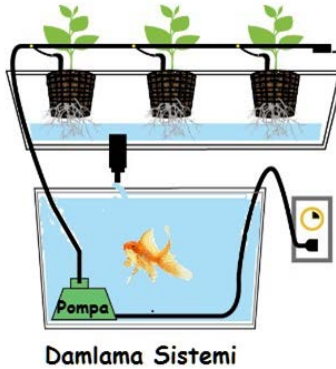
Şekil 13. Fitil Sistemi (Solucan çayı ve akuaponik sistemler, 2015)



Şekil 14. Fital Sistemiyle yapılan yetiştiricilik (Hydroponic-Drip-System, 2015)

Damlama Sistemi

Sulama sistemine benzeyen bu yöntemde geleneksel tarımda kullanılan damlama methodu kullanılarak bitki sulanır (Gönen, 2013) (Şekil 15).



Şekil 15. Damlama Sistemi (Hydroponic-Drip-System, 2015)

Akuaponik Sistemde Kullanılan Bitki ve Balıklar

Akuaponik sistemlerde üretilen su hayvanları tüketim ya da süs amaçlı olabilir. Yine seçilen türler omnivor ya da herbivor beslenen tatlısu türlerinden tercih edilmesi gerekmektedir. Tercih edilecek bitki türleri ise marul, nane, roka gibi yapraklı tüketimlik bitkiler ya da domates, biber gibi sebzelerden seçilmelidir (Rakocy ve ark., 1992).

Bu amaçla sisteme en uyumlu balık ve bitki türleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- **Balıklar:** Akuaponik sistemlerde tercihen tatlısuda yaşayan balık ve bitki türleri kullanılmıştır. Bu sistemde kullanılan balık türleri arasında; *Maccullochella pealii pealii* (Morina balığı), *Bidyanus bidyanus* (Gümüş Levrek), *Macquaria ambigua* (Altın Levrek), *Salmo trutta fario* (Dere balığı), *Salmo salor* (Atlantik Salmonu), *Perca fluviatilis* (Tatlısu Levreği), *Oncorhynchus mykiss* (Gökkuşağı alabalığı),

Ctenopharyngodon idella (Ot sazanı), Hypophthalmichthys molitrix (Gümüş sazanı), Koi ve Tilapia (Oreochromis sp.) sayılabilir. Akuaponik Sistemlerde en yaygın kullanılan balık türü Tilapyadır. Bunları sırasıyla Koi, Japon balığı, Melek balığı, Guppy, Tetra, Moli, Sazan, Tathısu levreği, Yayın, Karabalık ve Kerevit izler.

- **Bitkiler:** Akuaponik Sistemlerde kullanılan bazı bitki türleri ise; İtalyan fşleğeni, Mor Fesleğen, Tayland Fesleğeni, Çin Maydonozu (Kışniş otu), Fenk Maydonozu, İtalyan Maydonozu, Frenk Soğanı (Sarımsak), Limon otu, Nane, Dere Otu, Su teresi, Marul, Roka, Yabani Marul (Hindiba), Kırmızı Marul, Muhabbet Çiçeği, Güneğik, Kıvrıcık, Lahana, Ispanak, Uzakdoğu Marulu, Çin Lahanası, Tatsoi, Horozibiği çiçeği, Çin Ispanağı ve Çiçekli Lahanadır. Bu Sistemde kullanılan en yaygın bitki türü marullardır. Ayrıca domates, biber ve salatalık da yaygın olarak kullanılmaktadır (Anonim 2009g). Bununla birlikte Pazı, Nane, Fasulye, Bezelye, Kabak kullanılır (Ecolife, 2012; Rakocy ve ark, 1992).

Akuaponik Sistemin Su Kalitesi Parametreleri

Akuaponik sistemlerde su kalitesi parametreleri yetiştirilecek olan bitki ve balığa göre ayarlanırken, yararlı bakterilerin yaşam şartlarına da uygun olmalıdır.

- **Sıcaklık:** Yetiştirilecek sebze, bitki ya da balık türüne göre su sıcaklığı değişir, yetiştirilecek sebze ya da bitkiye göre optimum sıcaklık 24 °C,
- **pH:** Nitrifikasyonu sürdürmek ve yeterli besin elde etmek için pH 7.0,
- **Çözünmüş oksijen:** Optimum 6.2 mg/L olacak şekilde ayarlanmalıdır (Rakocy ve ark., 1992).

Akuaponik Sistemlerde Yapılması Gereken Günlük Kontroller

Akuaponik sistemlerde sistemin devamlılığını sağlamak zor olmamakla birlikte, günlük yapılması gereken rutin görevler bulunmaktadır. Bu işlemlerden bazıları şunlardır:

- Balık besleme
- Bitki tohumlama, hasat
- Gözlem ve izleme
- Su parametreleri kontrol
- Filtre ve sistemlerin temizliği (Food & Water Watch, 2008).

Akuaponik Sistemler ve Teknolojileri İçin Yararlı İpuçları

Akuaponik sistemlerin en önemli özelliği resirküle sistem sayesinde suyu tekrar kullanması ve tüm sistemde suyun dolaşmasıdır. Bu amaçla sistem kurulurken kullanılan tanklar ve parçalar borularla birbirine bağlanır. Sudaki katı atıkların uzaklaştırılması için, su balık tankına gelmeden önce mekanik filtreden geçer. Mekanik filtreden geçen su amonyağı nitrate dönüştüren biyolojik filtreden geçer. Mekanik ve biyolojik filtrelerle iyileştirilen su balık tankına girer (Food & Water Watch, 2008).

Balıklarda idrar dışkı kanalı ile atılır ancak kanda taşınan atıklar solungaçlar aracılığı ile dış ortama atılır. Balıkların ürettikleri atıkların %50'den fazlası idrardır ve dışkı kanalı

ile amonyak formunda suya bırakılır. Dışarı atılan dışkı heterotrof bakterilerce tüketilerek bitkiler için yararlı olan besinlere ve bileşenlere dönüştürülürler. Fazla miktardaki amonyak balık ve bitkiler için toksiktir. Doğal olarak toprak, su ve havada yaşayan yararlı bakteriler nitrifikasyonla amonyağı önce nitrite daha sonra ise bitkiler için yararlı olan nitrata dönüştürürler. Akuaponik sistemlerde nitrifikasyon bakterileri çakıl, perlit veya yetiştirme tanklarında bulunurlar. Bitkiler kökleri yardımıyla sudaki nitratı hızlıca tüketerek, balıklar için güvenli su ortamının sağlanmasına yardımcı olurlar (Food & Water Watch, 2008).

Kısacası akuaponik sistemi oluşturmak ve işletmek için dikkate edilmesi gereken bazı önemli faktörler şu şekilde sıralanabilir:

- Su kalitesi ve atık yönetimi
- Çözünmüş oksijen
- Sıcaklık
- pH ve alkalinite
- Karbondioksit
- Atık giderme: Amonyak, nitrit, nitrat ve askıda katı madde (Food & Water Watch, 2008).

a) Işık

Bitkilerin sağlıklı bir şekilde büyümesi ve gelişimi için uygun aydınlatma çok önemlidir. Bunun için doğrudan tercihen üstten ve bir cam aracılığıyla bitkinin güneş ışığı alması istenir. Güneş ışığından faydalanılamayan durumlarda ise özel floresan lambalar, Led veya HPS ışıklar bitkilerin ihtiyacı olan ışığı sağlayacaktır (Anonim, 2015o).

b) Su Kalitesi

Akuaponik sistemde bitkilerin solunum hızından dolayı su buharlaşma eğilimindedir. Bu nedenle haftalık olarak su seviyesi ve pH kontrol edilmeli gerek duyulursa su ilave edilmelidir (Anonim, 2015o).

c) Bitkiler

Sistemde yalnızca su seven bitkiler kullanılmalıdır. Uygunsuz bitki seçimi köklerde çürüme ve bozulmaya neden olabilir (Anonim, 2015o).

d) Balıklar

Sistemi ilk kurarken Koi ve Japon balığı gibi adaptasyonu yüksek türler kullanmak başlangıç için daha kolaydır. Her türden balık düzenli bir sistemde kolaylıkla yetişebilmektedir. Doğadan alınan balıklar hazır yemleri tüketemeyebilir. Bu amaçla canlı yeme ihtiyaç duyulabilmektedir (Anonim, 2015o).

e) Akuponik Sistemlerde Seranın Önemi

Akuaponik sistemlerde sera kullanılması sistemin devamlılığı için oldukça önemlidir. Seralar genellikle sıcak, soğuk, rüzgâr, yağmur ve böcek saldırısı gibi çevresel koşullara karşı sistemi koruma altına alır. Ayrıca sera yaparken kullanılacak malzeme bölgenin iklim koşullarına göre farklılık göstermekte olup, sera sistemleri oldukça geniş ürün ve model çeşitliliğine sahiptir (Mukherjee, 2013; Food & Water Watch, 2008).

f) Ekolojik Ürün Olarak Akuaponik Sistemler

Akuaponik sistemler tamamen doğal sistemlere dayandığı için, su kaynaklarının kullanımında oldukça çevrecidir. Kapalı devre sistem olduğu için bitki kendi besinini balık tarafından sağlar ve sentetik gübre, tarım ilaçları ya da hormonlara ihtiyaç duyulmaz. Sisteme yapılan tek giriş balık yemiyle sağlanmaktadır. Akuaponik sistemde yetişen

ürünlerde herbisit, böcek ilaçları ve diğer kimyasallar kullanılmadığı için sağlıklı ve güvenli olup, elde edilen ürünler ekolojik ürün olarak değerlendirilmektedir (Mukherjee, 2013; Food & Water Watch, 2008).

g) Sürdürülebilir Ekolojik Tarım Olarak Akuaponik Sistemler

Akuaponik sistemler enerji ve alanı verimli bir şekilde kullanan, minimum su harcayarak, minimum atık oluşturacak şekilde tasarlanmış resirküle sistemlerdir. Kapalı ortam veya sera ortamında yapılan akuaponik sistemler çorak, kayalık araziler üzerine kurulabilmektedir. Sistem kendi kendine yetebildiği için, karbon ayak izi küçüktür. Akuaponik sistemden çıkan katı atıklar toprağı zenginleştirmek amacıyla geleneksel tarım çiftliklerine satılabilir. Sistemin kurulacağı alanın su kaynağına yakın olması ya da drenaj sistemine ihtiyacı yoktur. Ayrıca geleneksel tarımda kullanılan sudan %80-90 daha az su kullanılmaktadır (Mukherjee, 2013; Food & Water Watch, 2008).

Sonuç

Akuaponik sistemler sürdürülebilir tarım için oldukça elverişli ekolojik sistemlerdir. Sistemde su yeniden kullanılarak, doğal balık atıkları ile bitkilerin gübre ihtiyacı karşılanır ve su tüketimi en aza indirilir. Sistemde hormon, herbisit, pestisit ya da suni gübre kullanılmadan yapılan yetiştiricilik çevrenin kirlilik yükünü azaltmakta ve ekolojik ürünler yetiştirilmesine olanak sağlamaktadır. Akuaponik sistemler, topraklı bitki yetiştiriciliğinde harcanan sudan, %90 daha az su kullanımını sağlamaktadır. Aynı zamanda, akuaponik sistemlerin yaygınlaştırılması, doğal su kaynaklarının korunmasına da büyük bir katkı sağlar ve çok yönlü uyarlanabilir sistemler olduklarından küçük ya da büyük ölçekli farklı tasarımları geliştirilebilmektedir. Ancak tasarımların uygulamalarında, sistemin kurulacağı yer ve kullanılan malzemelerin maliyeti yüksek olmaktadır. Bunun yanında, sistemde meydana gelebilecek elektrik kesintileri, borularda tıkanma, su kalitesinde ani bozulmalara yol açarak, akuatik canlıların ölümüne yol açabilmektedir. Bu sorunların önüne geçebilmek için, sürdürülebilirlik sağlanmalıdır. Akuaponik sistemin sağlıklı bir şekilde işlemesi için suyun temiz ve mineral yönünden dengelenmiş olması gerekmektedir. Sürdürülebilir bir akuaponik sistem için güneş paneli şarttır. Güneş paneli ile elde edilen elektrik su devir daim pompasını çalıştırmaktadır. Bu şekilde akvaryumdaki su bitkilerin içinden geçerek devir daim olmaktadır.

Dünyada yıllardır kullanılan akuaponik sistemler, ülkemiz için oldukça yeni olup, ülkemizde akuaponik sistemlerle ilgili yapılan çalışmalar genellikle hobi amaçlı yürütülmektedir. Bu nedenle yeterli bilgi kaynağı bulunmamaktadır.

Karasal ortamlarda yarı kapalı ya da kapalı devre sistemlerde balık yetiştiriciliğinde balıkların metabolik aktiviteleri sonucu ortaya çıkan atıkların doğal ortama direkt karışımını önlemek ya da azaltmak için balık-bitkisel ürün entegre sistemleri”akuaponik” kullanılmalıdır.

Kaynaklar

- Aquaponics, 2006. Integration of Attra Hydroponis with Aquaculture. By Steve Diver NCAT Agriculture Specialist Published 2006. www.attra.ncat.org.
- Aqua-Vegeticulture System, 2009. (<http://www.fadr.msu.ru/rodale/agsieve/txt/vol11/3/art7.html>, 16.07.2015)

- Aquaponics, 2009. (<http://en.wikipedia.org/wiki/Aquaponics>, 17.07.2015)
- Aquaponics Commercial Systems, 2012. (<http://www.ecofilms.com.au/wp-content/uploads/2012/01/lettuce-floating-raft2.jpg>, 17.07.2015).
- Aquaponics, 2013. (<https://www.youtube.com/watch?v=9UDHHSn8zKE>, 17.07.2015).
- Aquaponicsplan, 2015. Diy Aquaponics System plants (<http://aquaponicsplan.com/wp-content/uploads/2013/05/organic-aquaponics-1.jpg>, 17.07.2015).
- Aquaponics, 2015. (<http://www.ecogrow.ca/Flash/FloatingRaft2012.gif>, 17.07.2015).
- Aquaponics USA and Aquaponics World, 2015. (http://www.aquaponicsworld.net/Aquaponics_World_Food_Forever_Farm_Systems_files/Bok%20C%20hoy%20growing%20in%20a%20raft%20system.jpg, 17.07.2015).
- Aquaponic Garden Systems, 2015. (<https://www.buzzle.com/.../types-of-aquaponic-systems.html>, 17.07.2015)
- Aquaponics, 2016. The Surprising Benefits and Types of Aquaponic Systems. (<http://www.buzzle.com/images/buzzle/aquaponics-nft.jpg>, 17.07.2015).
- Backyard Aquaponics, 2007. Aquaponics magazine for the backyard enthusiast, Issue 1, 35 s.
- Backyard Aquaponics, 2011. The IBC of Aquaponics. (<http://www.backyardaquaponics.com/Travis/IBCOfAquaponics1.pdf>, 15.04.2015).
- Brett, R. Roe and David J. Midmore, 2008. Sustainable Aquaponics, Issue 103. (http://www.hydroponics.com.au/images/story_i103/103_sustainable_aqua_07.jpg, 17.07.2015).
- Breanne, K. 2016. 4 Easy Ways to Begin Your Own Hydroponics System. (<http://hydroponicsgrower.org/wp-content/uploads/2014/01/1-Hydroponic-Drip-System.jpg>, 17.07.2015).
- Ecolife, 2012. Introduction to Village Aquaponics. (<http://ecolibrary.theplanetfixer.org/docs/aquaponics/introduction-to-village-aquaponics-ecolife-2012.pdf>, 05.03.2015).
- FAO, 2014. Small-Scale Aquaponic Food Production. (<http://www.fao.org/3/a-i4021e.pdf>, 05.03.2015).
- FAO, 2015. Media Bed Aquaponic Unit-Step by Step Description. (<http://www.aquaponics.com/media/media-bed.jpg>, 17.07.2015).
- Food & Water Watch, 2008. RAS Land-Based Recirculating Aquaculture Systems. (http://documents.foodandwaterwatch.org/doc/RAS1.pdf#_ga=1.224870106.1318648469.1443441141,18.01.2015).
- Gönen, S. 2013. Akuaponik Bahçecilik ve Akuaponik Sistemlerin Yaşayan Elementleri: SOLUCANLAR. (<http://solucangubresi.web.tr/makaleler/makaleler-2/akuaponik-bahcecilik-ve-akuaponik-sistemlerin-yasayan-elementleri-solucanlar.html>, 04.01.2015).
- Home aquaponics system, 2015. (<http://homeaquaponicssystem.com/wp-content/uploads/2013/04/media-filled-bed.jpg>, 17.07.2015)
- Home Hydroponic Systems, 2015. (<http://www.homehydrosystems.com/>, 17.07.2015)
- Hydroponic-Drip-System, 2015. (<http://hydroponicsgrower.org/wp-content/uploads/2014/01/1-Hydroponic-Drip-System.jpg>, 17.07.2015).
- Kerim, M., Ustaoglu Tırlı, S., 2009. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Akuaponik Uygulamalar. XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 01-04 Temmuz, Rize.
- Mukherjee, S. 2013. Concept Note: Aquaponic Systems and Technologies. Sankalpa Research Center. (http://www.sankalpamfs.org/src/wp/Concept.Note_Aquaponic.Systems.pdf, 15.04.2015).
- Nelson and Pade, 2015. Methods Aquaponics. (<http://aquaponics.com/methods-of-aquaponics/>, 10.02.2015).
- Rakocy, J.E., Losordo, T.M. and Masser, M.P. 1992. Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Integrating Fish and Plant Culture. SRAC Publication, No. 454. Southern Region Aquaculture Center, Mississippi State University, Stoneville, Mississippi, USA.

- Russell, B. 2013. Top 10 Benefits of Having Aquaponics at Home. (<http://homeaquaponicssystem.com/wp-content/uploads/2013/04/media-filled-bed.jpg>, 17.07.2015).
- Sfetcu, L., Cristea, V., Oprea, L., 2008. Nutrients dynamic in an aquaponic recirculating systems for sturgeon and lettuce (*Lactuca sativa*) production. *Lucrari Științifice Zootehnie și Biotehnologii*, Vol. 41 (2), Timișoara.
- Solucan çayı ve akuaponik sistemler, 2015. (http://www.woodwormfarms.com/pics/aquaponics_small_frame_manual_eng.pdf, 01.04.2015).



Karma Yem Teknolojisindeki Gelişmelerin Karma Yem Kalitesine ve Yem Değerine Etkileri^{ab}

Kadir Cem AKBAY^{1*}, İbrahim AK¹

¹Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Bursa, Türkiye,

*Sorumlu yazar ORCID: 0000-0003-3903-8690

e-posta (Corresponding author e-mail): kcakbay@uludag.edu.tr;

Yazar(lar) ORCID: 0000-0003-1691-5996

e-posta (Author-s e-mail): selen@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 02.04.2018; Kabul Tarihi (Accepted): 17.04.2018

Öz: Karma yeme ait ilk örnekler 19. yüzyılın sonlarına doğru ortaya çıkmıştır. Karma yem üretiminde asıl gelişme ise 20. yüzyılın ikinci yarısında olmuştur. Bu gelişmedeki en önemli payın farklı bilim dallarında ortaya çıkan gelişmeler ve bunların ortaya çıkarmış olduğu ortak etkiye ait olduğu söylenebilir. Karma yem fabrikalarında karmaya girecek ham maddelerin fabrikaya alımından ambalajlanmasına kadar geçen süreçte birçok farklı işlem uygulanmaktadır. Söz konusu işlemlerin her birinde önemli teknolojik gelişmeler yaşanmıştır. Fakat karma yemin üretilmesindeki en önemli işlemler olan öğütme, karıştırma ve yeme form (toz, pelet veya granül form) verilmesindeki teknolojik gelişmeler hayvan besleme açısından en olumlu etkiyi yaratan gelişmelerdir. Teknolojik gelişmeler ile birlikte karma yemlerin yem değerleri de önemli bir gelişim göstermiştir. Bu derlemede karma yem üretiminde yaşanan teknolojik gelişmelerin hayvan besleme açısından bir değerlendirmesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hayvan besleme, karma yem, yem değeri.

^a Bu derleme 9-11/05/2016 tarihlerinde Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesinde düzenlenen 12. Ulusal Zootečni Öğrenci Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuş olup bildirinin özeti bildiriler kitabında basılmıştır.

^b Akbay, K. C. ve Ak, İ. 2018. Karma Yem Teknolojisindeki Gelişmelerin Karma Yem Kalitesine ve Yem Değerine Etkileri. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32 (2), 175-188.

The Effects of Developments in Compound Feed Technologies on Compound Feed Quality and Compound Feed Value

Abstract: The first examples of compound feed have emerged towards the end of the 19th century. Compound feed production has shown its real development in the second half of the 20th century. It can be said that the most important share in this development belongs to the developments that occur in different branches of science and to the common influence. Many different processes are applied until the raw materials are taken to the factory and compound feeds are packed in the factories. Significant technological developments have been experienced in each of these processes. But technological developments in grinding, mixing and shaping the compound feed (powder, pellet or granular form), which are the most important processes in the production of compound feed, are generating the most positive impact in terms of animal nutrition. Along with technological developments, feed values of compound feeds also showed a significant improvement. In this review, an evaluation of the technological developments in compound feed production has been made in terms of animal nutrition.

Keywords: Animal nutrition, compound feed, feed value.

Giriş

Tarım sektörünün günümüze kadar gelişimi üzerinde iki önemli devrim etkil olmuştur. Bunlardan ilki mekanizasyon devrimi olup, özellikle bilgisayar teknolojisi, ikincisi ise kimyasal devrimdir. Her iki devrim tarımda önemli verim artışlarına yol açmıştır. Günümüzde ise tarım bir devrim daha geçirmekte olup, belki de bu devrim çok daha güçlü etkiler ortaya koymaya adaydır. Bahsi geçen bu devrim ise biyoteknolojik devrim olup, biyoteknolojinin gelecekte dünyamızı önemli derecede değiştireceği bildirilmektedir (Audet, 1995). Tarım ve tarım teknolojisindeki gelişmeler ve devrimler tarımın bir kolu olan düşünebileceğimiz karma yem sektörünü de önemli bir biçimde etkilemektedir.

Karma yem sektörü, 19. yüzyılın sonlarından başlayarak özellikle de 20. yüzyılın ikinci yarısından günümüze kadar çok önemli gelişmeler kaydetmiştir. Özellikle ekonomi bilimi ile üretici beklentilerini birlikte ele alarak gelişimini sürdürmüştür. Bu iki etken sektör için önemli bir kılavuz görevi görmektedir.

Karma yem fabrikalarında ham maddeler birçok farklı işlemde geçerek karma yeme dönüşmektedir. Fakat karma yemin üretilmesindeki en önemli aşamalar olan öğütme, karıştırma ve yeme form (toz, pelet veya granül form) verilmesindeki teknolojik gelişmeler hayvan besleme açısından en olumlu etkiyi yaratan gelişmelerdir. Bu teknolojik gelişmeler ile birlikte karma yemlerin kalitesi ve yem değerleri de önemli bir gelişim göstermiştir.

Bu derlemede karma yem üretiminde yaşanan teknolojik gelişmeler ile bu gelişmelerin hayvan besleme açısından önemi irdelenmiştir.

Karma yem üretiminde önemli aşamalar

Öğütme

Öğütme, farklı büyüklükteki katı yem hammaddelerinin boyutlarını eşitleyerek daha homojen karmalar elde edilmesini sağlayan önemli bir işlemdir. Öğütme işlemi, öncelikle

homojen yapıda karmalar hazırlamaya olanak tanır, ham maddelerin birbirlerine daha çabuk, kolay ve etkin bir şekilde karışmasını sağlar, yem tüketimini ve ham maddelerin sindirilme derecelerini artırır (Karabulut ve Filya, 2012).

Karma yem sanayinde günümüze kadar taş, çekiçli ve valsli değirmenler kullanılmıştır. Taş değirmenler günümüzde kullanılmamaktayken daha çok çekiçli değirmenler kullanılmaktadır. Yakın zamana kadar ağırlıklı olarak tahıllardan un elde edilmesinde kullanılan valsli değirmenler, sağlanan teknolojik gelişmeyle birlikte karma yem üretiminde de kullanılmaya başlanılmıştır (Karabulut ve Filya, 2012).

Çekiçli ve valsli değirmenlerin karşılaştırılması

Çekiçli değirmenlerin uzun yıllar boyu kullanılıyor olmalarının başlıca nedenleri; küçük hacimde en yüksek verim, bakım kolaylığı, elek ve çekiçlerin teminindeki kolaylık, çok yönlü kullanım, çalışmalarının güvenli olması, yabancı materyalden daha az zarar görmesi olarak söylenebilir. Çekiçli değirmenlerde öğütme çarpma, kesme ve sürtünme ile gerçekleşmektedir. Bu öğütme şekillerinden sürtünerek öğütme karma yem üretiminde arzulanmamakla birlikte önlenmesi de mümkün değildir. Bu olayda belirgin ölçülerde ısınma oluşması nedeniyle bir yandan yem ham maddelerinde kuruma olduğundan bir yandan da ortamdaki bazı duyarlı besin maddeleri organizmadaki değerlendirilmeleri bakımından olumsuz yönde etkilenirler (Ergül, 2005).

Valsli değirmenler, birbirine göre ters yönde dönen iki silindirin (vals) arasına akan ham maddenin sıkıştırılmasıyla öğütme işlevlerini yapmaktadırlar. Valsli değirmenlerde vals üzerine açılan setlere dayalı olarak oluşan kesme etkisi çekiçli değirmenlere olan yetersizliğini belirgin ölçülerde kapatmaktadır. Sürtünme ve ezme suretiyle parçalanamayan bazı yem hammaddeleri ancak bu şekilde daha küçük partiküllere ayrılabilen ve istenilen ölçülerdeki öğütmeye ulaşılabilir (Ergül, 2005).

Valsli değirmenler ve çekiçli değirmenler arasında bir karşılaştırma yapıldığında valsli değirmenlerin enerjiyi daha verimli kullandığı söylenebilir. Örneğin çekiçli değirmende 140 kg mısır tanesini 0.7 mm çapında öğütmek için kullanılan enerji miktarıyla valsli değirmenlerde 270 kg mısır tanesi öğütülebilmektedir (Audet, 1995). Enerji kullanımı her ton yem için %30-40 düzeyinde daha düşüktür. Çünkü bu değirmenlerde öğütme valsler arasından bir defada geçişle tamamlanmış olur (Ergül, 2005). Valsli değirmenlerde çekiçli değirmenlere göre elde edilen partiküller birbirlerine daha yakın bir büyüklük dağılımı göstermektedir. Bu durum üretilen karma yemin daha homojenik bir şekilde hazırlanmasını sağlamaktadır.

Partikül büyüklükleri çekiçli değirmenlerde elekler yardımıyla ayarlanırken valsli değirmenlerde valsler arası mesafeler vasıtasıyla ayarlanabilmektedir. Çekiçli değirmenlerde bu işlem için değirmenin durdurulup eleklerin değiştirilmesi gerekmektedir. Partikül büyüklükleri, kanatlı hayvanların karma yemlerinde ruminant hayvanların karma yemlerine oranla çok daha önemlidir. Çekiçli ve valsli değirmenlerde aynı geometrik şekil ve partikül boyutlarıyla yapılan öğütme sonucu elde edilen karma yemleri tüketen etlik piliçlerde performans açısından herhangi bir farklılığa rastlanmadığı bildirilmiştir (Nir ve ark. 1990). Fakat çekiçli değirmenlerde partiküllerin üniformitesi daha ince partiküllere doğru kaymaktadır (Çizelge 1.).

Çizelge 1. Çekiçli değirmende ve valsli değirmende buğday partikül dağılımı, (g/kg), (Svihus, 2004).

Partikül Boyutları	Değirmen Tipleri			
	ÇD3 ¹	ÇD6 ¹	VD3 ²	VD6 ²
<0.2 mm	143	91	96	57
0.2-0.5 mm	201	122	163	95
0.5-1.0 mm	320	214	396	240
1.0-1.6 mm	266	253	322	456
1.6-2.6 mm	58	146	19	124
2.0-2.8 mm	12	124	3	28
>2.8 mm	0	50	1	1

¹; ÇD3-ÇD6: Çekiçli Değirmen 3 mm ve 6 mm elek çapı, ²; VD3-VD6: Valsli değirmenlerde 3 mm ve 6 mm çapında yapılan öğütme.

Karma yem üretiminde ince partiküllerin toz karma yemlerde fazla olması bazı sorunlara neden olabilmektedir. Özellikle kanatlı hayvanlarda yem tüketimini olumsuz etkilediği, gagalarda yapışmaya neden olduğu, daha iri tanelerin yem içerisinden seçildiği ve bunun yaşlanmayla birlikte daha da arttığı ve dolayısıyla performansın düştüğü çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Schifmann, 1968; Portella ve ark. 1988; Nir ve ark. 1994b; Axe, 1995; Amerah ve ark. 2007). Sorgum veya mısır bazlı rasyonların kullanıldığı kanatlı besleme çalışmalarında toz karma yemin partikül büyüklüğüyle ilgili olarak hayvanların daha iri taneli yemleri tercih etmeye meyilli oldukları belirlenmiştir (Reece ve ark. 1985; Reece ve ark. 1986a,b; Nir, 1987; Proudfoot ve Hulan, 1989; Nir ve ark. 1990; Nir ve ark. 1994a,b; Hamilton ve Proudfoot, 1995; Nir ve ark. 1995; Amerah ve ark. 2007). Çizelge 2. de konuyla ilgili yapılmış bazı çalışmaların sonuçları özetlenmiştir.

Çizelge 2. Toz karma yemler ile beslenen etlik piliçlerde karma yem partikül büyüklüğünün performansa etkisi.

Rasyonu oluşturan temel tahıl	Yaş (Gün)	Partikül Büyüklüğü (mm)	Canlı Ağırlık Artışı (g/hayvan)	Yem Tüketimi (g/hayvan)	Yemden Yararlanma Oranı
Mısır ¹	1-21	0.8	582 ^a	-	1.43 ^a
		1.3	635 ^b	-	1.40 ^b
Mısır ²	1-21	0.9	521 ^a	-	1.49 ^a
		1.5	488 ^b	-	1.55 ^b
Sorgum ³	7-21	İnce	364 ^b	532 ^b	1.46
		Orta	376 ^a	548 ^{ab}	1.46
		İri	382 ^a	561 ^b	1.47
Mısır ⁴	7-21	0.9	522	725	1.37 ^a
		1.1	463	716	1.54 ^b
		2.0	473	740	1.60 ^b
Mısır, buğday ve sorgum ⁵	1-21	İnce	357 ^b	591 ^b	1.65 ^b
		Orta	427 ^a	662 ^a	1.55 ^a
		İri	401 ^a	645 ^a	1.60 ^{ab}
Mısır ve buğday ⁶	7-42	İnce	1942 ^a	-	1.91
		Orta	1982 ^b	-	1.92
		İri	2004 ^c	-	1.92

Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0.05). ¹: Reece ve ark. 1985; ²: Douglas ve ark. 1990; ³: Nir ve ark. 1990; ⁴: Nir ve ark. 1994a; ⁵: Nir ve ark. 1994b; ⁶: Hamilton ve Proudfoot, 1995.

Çekiçli değirmenlere kıyasla valsli değirmenlerin daha az ince partiküllere neden olması valsli değirmenler ile yapılan öğütme sonucu elde edilen karma yemlerin kanatlı hayvanların beslenmesi açısından daha uygun olduğunu söylemek yanlış olmaz.

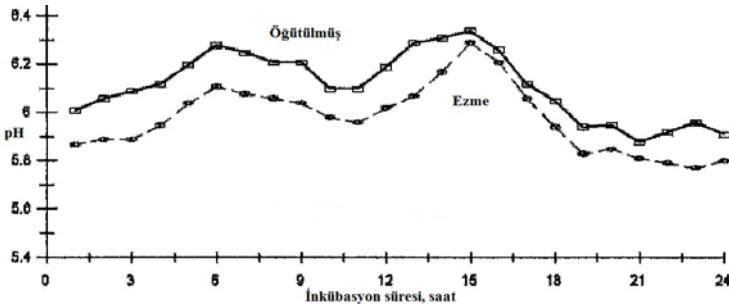
Öğütme, ruminant hayvanların yemlenmesi açısından da yine önemli bir işlemdir. Tahıl taneleri ve baklagil yem bitkilerinin tohumları oldukça serttir. Bu tanelerin hayvanlara verilmeden önce öğütülmesinde yarar vardır. Bahsi geçen tanelerin öğütülmesi esnasında partikül büyüklüklerine kanatlı rasyonlarında olduğu gibi dikkat etmek gerekmektedir. Özellikle besleme değeri yüksek olan tahıl taneleri ile baklagil tohumlarının hayvanlara verilirken çok küçük partiküller halinde öğütülmemeleri gerekmektedir. Partikül boyutu küçüldükçe, rumende kalış süresinin kısalması ve sindirim sisteminden geçiş hızının artması sonucu sindirim enzimleri ile temas süresi kısaldığı için yemlerin sindirim derecesinde düşüşler yaşanabilmektedir (Canbolat, 2015). Ruminant karma yemlerinde yer alan nişastası yüksek tanelerin çok ince öğütülmesi rumen içerisindeki bakterilerin selülozdan çok nişastayı parçalamasına ve bundan dolayı da rumen pH'sının aşırı düşmesine neden olabilmektedir (Sevgican, 1996).

Yang ve ark. (2001)'ı yürüttükleri bir çalışmada arpa tanelerini farklı şekillerde işlemenin (öğütme ve/veya ezme), farklı kaba yem ve yoğun yem oranlı rasyonlarla beslemenin ve farklı kaba yem parça büyüklüklerinin süt ineklerinde rumen pH'sı ile sindirilebilirliğe etkilerini incelemişlerdir. Öğütülmüş veya ezilmiş arpa taneleriyle yürütülen *in situ* çalışmaya ait değerler (Çizelge 3.) incelendiğinde öğütülmüş arpanın rumende zamana bağlı kuru madde (KM) parçalanabilirliğinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca Şekil 1.de inkübasyon süresince rumen pH'sına ait değerler verilmiştir.

Çizelge 3. Farklı şekillerde işlenmiş arpa danelerine ait *in situ* kuru madde parçalanabilirlik parametreleri, (Yang ve ark. 2001).

Uygulanan İşlemler	Parametreler			
	a ¹ , %	b ² , %	c ³ , %/h	REP ⁴ , %
Öğütülmüş Arpa	3.6	87.1	2.71	30.6
Arpa Ezmesi	5.8	71.3	9.20	48.9
Standart Hata	0.6	7.3	0.37	1.8
P değeri	0.12	0.27	0.01	0.02

¹: Yemin rumende anında çözünen bileşenleri, ²: Yemin rumende zamana bağlı olarak parçalanmış bileşenleri, ³: Parçalanma hız sabiti, ⁴: Rumende etkin parçalanabilirlik



Şekil 1. Farklı şekillerde işlenmiş arpa danelerinin rumen pH'sına etkisi, (Yang ve ark. 2001).

Bu görüşlerin yanı sıra karma yemi oluşturan tahıl tanelerinin partikül boyutlarının ruminant rasyonlarının sindirilebilirliğini etkilemediğini bildiren çalışmalarda mevcuttur. Gorocica-Buenfil ve Loerch (2005)'in, yaptıkları bir çalışmada mısır bazlı besi rasyonları kullanarak 3 farklı deneme yürütmüşlerdir. İlk denemede valsli değirmende öğütülmüş ve bütün halde mısır ile dana yaşının rasyon *in vivo* sindirilebilirliğine etkilerini incelemiştir.

Kullandıkları rasyonların %80'i öğütülmüş veya bütün haldeki mısır tanelerinden %8'i mısır silajından ve %2'si yem katkı maddelerinden oluşmuştur. Denemeye ait sonuçlar Çizelge 4. de verilmiştir.

İkinci denemede ise farklı kaba yem düzeyleri (%18.2 mısır silajı (yüksek), %5.2 mısır silajı (düşük)) ile kırılmış ve bütün halde mısır tanesinden oluşan besi rasyonlarının açık besi performansı ve karkas kalitesi üzerine etkilerine bakmışlardır. Üçüncü denemede ise farklı kaba yem düzeyleri (%18.2 mısır silajı (yüksek), %5.2 mısır silajı (düşük)) ile kırılmış ve bütün halde mısır danesi rasyon kombinasyonlarının rasyon *in vivo* sindirilebilirliği üzerine etkilerini araştırmışlardır. Denemeye ait sonuçlar Çizelge 5.te verilmiştir. Denemelerde elde edilen kuru madde (KM,) organik madde (OM), nişasta, ham protein (HP), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) ve asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) sindirilebilirliklerinin sonuçları incelendiğinde muamelelerin önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4. Öğütülmüş ve bütün halde mısır (T) ile dana yaşının (Y) rasyon sindirilebilirliğine etkileri, (Gorocica-Buenfil ve Loerch, 2005).

Sind ¹ . (%)	Yaş Faktörü		İşleme Faktörü					
	Sütten Kesilmiş	Bir Yaşından Büyük	Öğütülmüş	Bütün	SH ²	Y	T	Y*T
KM	76.0	79.6	79.0	76.6	1.88	0.21	0.39	0.82
OM	76.8	80.7	80.3	77.3	1.86	0.17	0.28	0.81
Nişasta	93.2	94.4	94.7	92.9	1.22	0.48	0.33	0.29
HP	71.3	73.8	71.8	73.5	1.54	0.28	0.39	0.47
NDF	56.6	62.9	58.0	61.5	4.50	0.34	0.59	0.93
ADF	50.0	55.7	47.5	58.2	4.44	0.39	0.11	0.89

¹: Sindirilebilirlik, ²: Standart Hata

Çizelge 5. Farklı kaba yem düzeyleri (D) ile kırılmış ve bütün halde mısır danesi (T) rasyon kombinasyonlarının rasyon sindirilebilirliği üzerine etkileri, (Gorocica-Buenfil ve Loerch, 2005).

Sindirilebilirlik (%)	Kaba Yem Düzeyi		İşleme Faktörü					
	Yüksek	Düşük	Kırılmış	Bütün	SH	D	T	D*T
KM	82.4	81.6	82.3	81.7	0.92	0.56	0.65	0.08
OM	83.0	82.3	83.0	83.3	0.91	0.58	0.57	0.10
Nişasta	95.2	94.4	94.8	94.8	0.96	0.59	0.97	0.64
HP	78.5	77.2	78.0	77.7	0.79	0.27	0.77	0.02
NDF	69.9	67.1	66.2	70.8	2.24	0.40	0.17	0.07
ADF	64.4	57.2	60.0	61.6	2.50	0.07	0.66	0.29

Karıştırma

Karıştırma işlemi, elde edilen ürüne isim vermesinden dolayı en önemli işlemlerden birisidir. Karma yem üretiminde çok büyük miktarlardaki ham maddelerin (%30-40) yanında çok küçük miktarlardaki ham maddelerinde (%0.001) kısa bir zaman içinde birbirleriyle homojen bir şekilde karıştırılması zorunludur. Özellikle çok düşük miktarlarda büyük etkinliğe sahip olan ilaç, vitamin, mineral, vb. maddelerin karma yemlerin en küçük hacimdeki lokmalarda bile aynı oranlarda bulunması önemlidir. Az oranlarda bulunmaları veya yoklukları hayvanları olumsuz etkilediği gibi yüksek miktarlarda bulunmaları hayvanların ölümlerine sebep olabilir (Ergül, 2005). Bu nedenle karıştırma işlemine büyük bir özen gösterilmelidir. Karıştırma işleminin ve süresinin yeterliliği açısından yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre genç hayvanlarda günlük yem tüketimi ve bu nedenle de vücut büyüklüğü karma yemin homojenliğinin bozulmasından olumsuz etkilenmektedir. Yaşlı hayvanlar ise sindirim sistemi ile uzunluğunun gelişmesi ve daha fazla yem tüketimleri dolayısıyla karma yem homojenliğinin bozulmasından daha az etkilenmektedirler (McCoy ve ark. 1994; Traylor ve ark. 1994; Behnke, 1996).

Karıştırma işlemi üzerinde birçok faktör (karıştırma müddeti, karıştırılacak yem ham maddelerinin özellikleri, yem partikül büyüklüğü, öğütme şekli ve düzeyi vb.) etkili olmakla birlikte teknoloji açısından bakıldığında karıştırıcı tipinin en etkili faktör olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

Karıştırıcılarda aranan özellikler ise; güvenilir bir karıştırma işlemi, yağlı, melaslı gibi farklı karışımlar yapabilme olanağı, yoğurma, ezme gibi yem ham maddelerinin yapısını bozmayan bir karıştırma, çabuk karışım, tam boşalma, bakım ve tamir olanağı ile güvenli bir yapı, tam otomatik çalışan bir fabrikaya uyum sağlayabilme, optimum enerji kullanımı olarak sıralanabilir (Ergül, 2005).

Karma yem sektöründe günümüze kadarki süreçte 3 tip karıştırıcıdan yararlanılmıştır. Bunlar; karıştırma kazanı hareketliler, karıştırma kazanı sabit olanlar ve yüksek basınçlı hava yöntemiyle karıştırma yapan sistemler olup, günümüzde en fazla kullanılan karıştırıcı tipi karıştırma kazanı sabit olan tiptekilerdir. Bu tip karıştırıcılarda, karıştırma işlemi kazan içerisindeki helezon, pedal ve kürek gibi hareketli aksamlar gerçekleştirilmektedir (Karabulut ve Filya, 2012).

Peletleme ve peletleme öncesi kondisyoner kullanımı

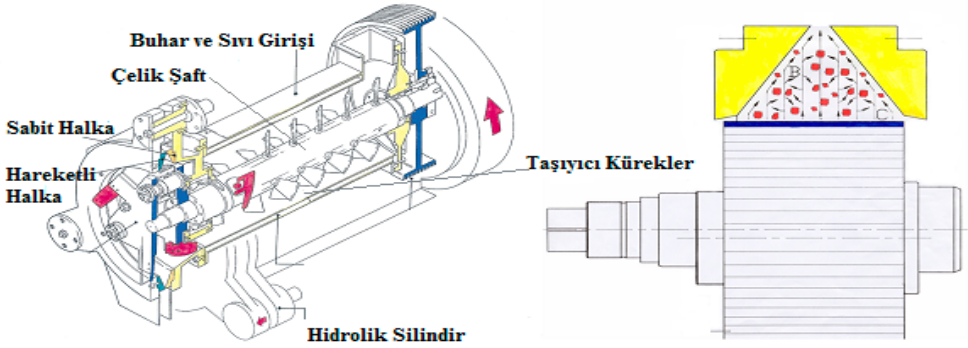
Öğütülerek karıştırılmış yemlerin, sıcaklık, buhar ve basınç altında tavlandıktan sonra pelet preslerinden çıkarılması ve kurutulması işlemine peletleme denir. İlk uygulama Fransa'da ordu atlarına yedirilen sıkıştırılmış mısır-yulaf unu karışımlarıdır (Ergül, 2005). Özellikle 1930'lu yıllardan sonra peletleme giderek artan bir şekilde karma yem üretiminde uygulanan bir işlem haline gelmiştir. Günümüzde ise Dünya'da üretilen karma yemlerin büyük bir kısmı pelet formunda üretilmektedir.

Peletleme hayvan beslemede yararlarını birçok farklı yolla göstermektedir. Bu yollar; yem saçımın da, seçiminde ve ayrışmasında azalma, yem tüketimi için daha az zaman ve enerji harcama, protein ve nişastanın termal dönüşümü, patojen mikroorganizmaların yok edilmesi ile karma yemin lezzetinin artırılması olarak açıklanabilir (Behnke,1996). Bu işlemin yem değerini yükselttiğine ilişkin kanıtlar bulunmakla beraber, ekonomik olup olmadığı zaman zaman tartışılmaktadır. Bu işlemin yemin besleme değerini nasıl artırdığını kesin olarak söylemek kolay değildir. Bazı çevreler peletleme sırasında uygulanan sıcaklık,

buhar ve basınç etkisiyle yemdeki nişasta, protein ve selülozun daha yararışlı hale dönüştüğü belirtmektedir (Kutlu ve Çelik, 2010). Peletlemede pelet presine yemin gönderilmesinden önce sıcaklık, buhar ve basınç uygulaması kondisyoner denilen sistemler aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Yem fabrikaları karma yemleri karıştırıcılardan çıktıktan sonra basit bir kondisyonerle veya daha gelişmiş BOA kompaktör, ekspander, ekstruder gibi kondisyonerlerle işledikten sonra pelet presine göndermektedirler. Son dönemde ruminant ve kanatlı hayvanların beslenmesinde kullanılan karma yemlerin üretiminde bu kondisyoner sistemlerden olan ekspander sistem daha fazla ön plana çıkmaya başlamıştır.

BOA kompaktör

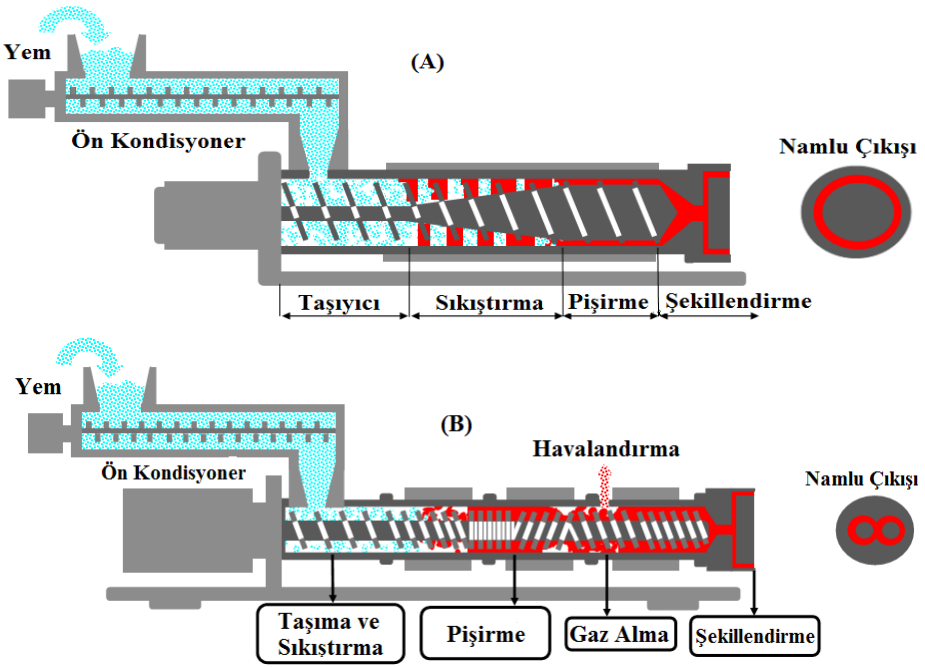
BOA kompaktör (Şekil 2.) ısıl işlem ile sıkıştırma işlemini bir arada gerçekleştiren bir makinadır. Diğer kondisyonerlere göre daha basit ve iki parçalı bir yapısı bulunmaktadır. Bu yapılardan ilki kondisyoner kısmı olup buradaki özel haznelerden içeri alınan toz yeme buhar, yağ veya melas uygulanmaktadır. İkinci kısım ise kompaktörün ortasında bulunan sıkıştırıcı şaft olup yemin sıkışmasını ve buhar ile pelet bağlayıcının yemle daha iyi şekilde karışmasını sağlamaktadır (Ziggers, 2001).



Şekil 2. BOA Kompaktörün şematik görünümü, (Ziggers, 2001).

Ekstruder

Günümüzde özellikle balık, kedi ve köpek gibi hayvanların yemlerinin yapımında daha çok kullanılan ekstruder adı verilen makinalar, tepesi aşağı konmuş piramit biçiminde bir hazne, hızı değişken iterek beslenen sistem içinde sonsuz tek vidalı (Şekil 3A) veya çift vidalı (Şekil 3B) şaft bulunan ucu küçük bir namludan oluşan bir makinadır (Karabulut ve Filya, 2012). Ekstruder teknolojisi ekspander teknolojisinden daha gelişmiş olmasına rağmen, ekstruderin ekspandere oranla daha yüksek maliyetle daha az ürün işleme ekspander sisteminin kullanımını özellikle ruminant karma yemlerinin üretiminde daha uygun hale getirmiştir (Fancher ve ark. 1996).

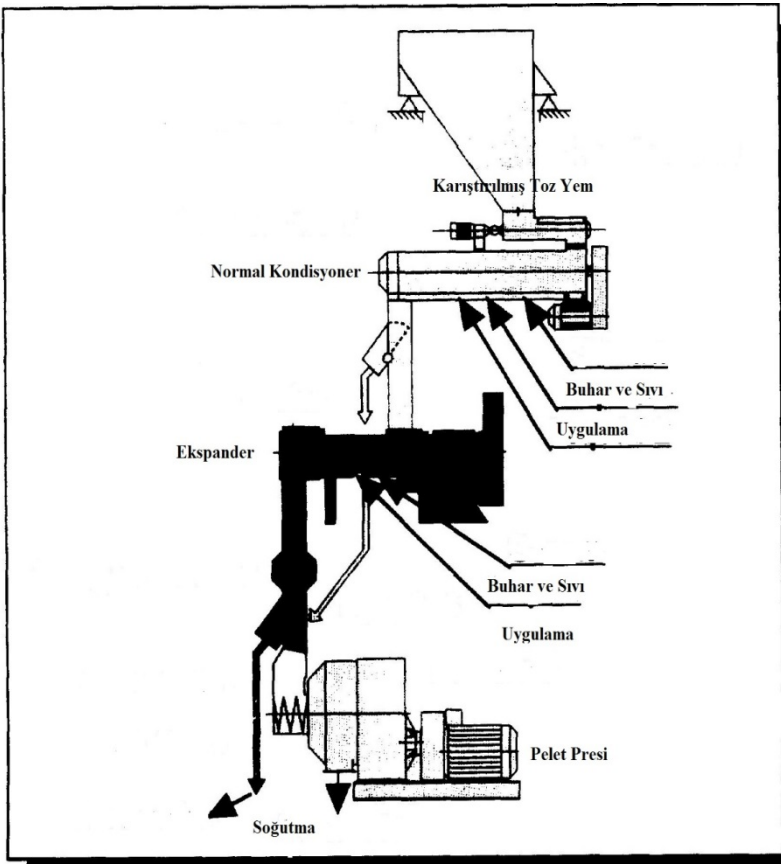


Şekil 3. Tek veya çift vidalı ekstruderin şematik görünümü, (Bouvier, 2010).

Ekspander

1980’li yılların başından itibaren Kuzey Avrupa ülkelerinde pelet dayanıklılığının ve kalitesinin artırılması için çift peletleme ve daha gelişmiş kondisyonerlerin (ekspander ve ekstruder) kullanımı gibi yollara başvurulmuştur. Aynı zamanda pelet formdaki karma yemlerin üretiminde kullanılan kondisyonerler vasıtasıyla *Salmonella* gibi hastalık etkenlerinin engellenmesinde de gayet başarılı olunmuştur. Bu durumun sonucunda Kuzey Avrupa ülkelerinde üretilen pelet formdaki karma yemlerin kalitesi ve dayanıklılığı dünyadaki diğer ülkelerden çok daha iyi hale gelmiştir. Özellikle Avrupa ülkelerinde karma yem formülasyonlarında birçok yan ürün ve sıvı formdaki ürünlerin yoğun olarak kullanılması Asya ve Amerika ülkelerine kıyasla ekspanderin kullanımını artırmıştır. Ekspander sistemin fabrika içerisindeki akış diyagramı Şekil 4.de gösterilmiştir.

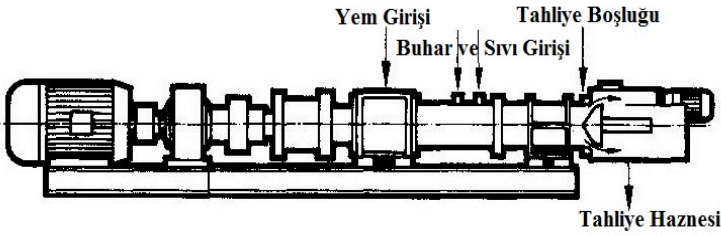
Ekspander sistem (Şekil 5.), tek vidalı ekstruder sistemin bir benzeri olup, namlunun çıkış kısmında ayarlanabilir halka şeklinde tahliye boşluğu vardır. Namlu boyunca sıcaklık, buhar ve basınca maruz kalan karma yem, namlunun sonundaki özel halka şeklindeki tahliye boşluğundan çıkmaktadır (Şekil 6.). Namlu içerisindeki şaft karıştırma işlemiyle birlikte kesme ve sıkıştırma işlemini de gerçekleştirmektedir. Ekspanderde kalış süresi 5-15 saniye aralığında değişirken, sıcaklık 80-140° C arasında değişebilmektedir (Toprak ve Ceylan, 2016). Bu sıcaklığın en uygun değerinin nişastanın jelatinizasyonu, yemin yapısı ve peletleme açısından 126.7° C olması gerektiği bildirilmiştir.



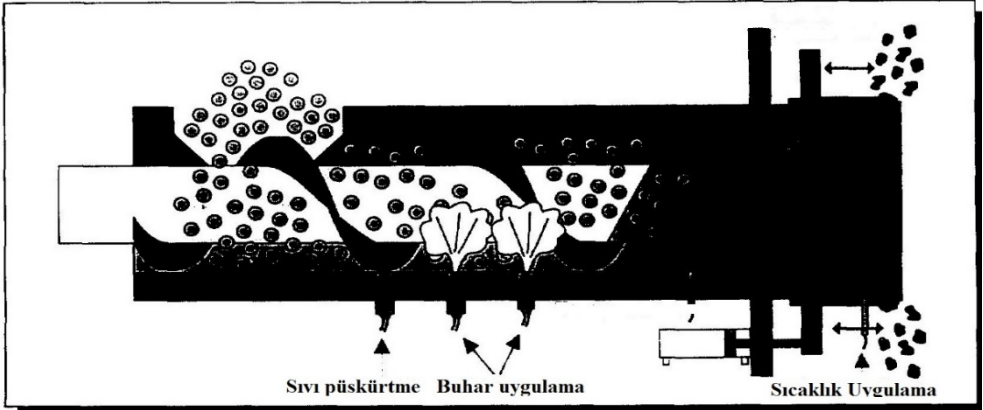
Şekil 4. Ekspander sistem akış diyagramı, (Fancher ve ark. 1996).

Namlu boyunca ısınarak ilerleyen yemin içerisindeki nişasta granülleri kabarmaya başlar ve namlu çıkışından hemen önce granüllerin jelatinizasyonu gerçekleşir. Namlu sonundaki boşlukta iç ve dış basınç farkının oluşması karma yemdeki nişasta granüllerinin patlamasına neden olmaktadır (Fancher ve ark. 1996; Toprak ve Ceylan, 2016).

Gerçekleşen bu olaylar nişastanın jelatinizasyonunu sağlayıp nişastanın sindirilebilirliğini artırmakla birlikte yem içerisindeki proteininde rumen içi parçalanabilirliğini azaltmakta böylece yemin by-pass protein miktarını artırmaktadır (Prestløkken, 2013; Toprak ve Ceylan, 2016). Ekspander uygulaması sayesinde yem partiküllerindeki yapı değişimi ve yüzey alanının genişlemesi yemin fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişmelere yol açmakta, akıcılığı iyileşmekte ve yağ tutma, emme kabiliyeti de yükselmektedir. Bu nedenle günümüzde kullanılan modern ekspander sistemlerinde peletmeden önce karmaya %8'e kadar yağ ilavesi mümkün olmaktadır (Toprak ve Ceylan, 2016).



Şekil 5. Ekspander sistemin şematik görünümü, (Audet, 1995).



Şekil 6. Ekspander içerisinde karma yeme uygulanan işlemler, (Fancher ve ark. 1996).

Ekspander uygulamasının yemlerde meydana getirdiği değişimler üzerine birçok çalışma farklı araştırmacılar tarafından yürütülmüştür. Yapılan bir çalışmada mısır ve arpaya uygulanan ekspander işlemi ile nişastanın suda çözünürlüğü azalmış, mısır nişastasının ruminant sindirim kanalındaki toplam sindirimi %84'ten %96'ya yükselmiş buna karşın arpa nişastasının sindirilebilirliğinde herhangi bir değişim gözlenmediği bildirilmiştir (Tothi ve ark. 2003). Bu çalışmaya göre ekspander uygulamasının sonuçlarının yem ham maddesinin çeşidine göre değişebileceği söylenebilir. Ayrıca nişastanın aşırı ve kolayca parçalanması rumende selüloz sindirilebilirliğini azaltabilir. Aşırı nişasta jelatinizasyonu rumende pH'nın düşmesine (Van Soest, 1994) ve rumen içi koşulların bozulmasına sebep olarak rumende mikrobiyal sentezin de olumsuz etkilenmesine neden olabilir (Hoover, 1986; Toprak ve Ceylan, 2016).

Ekspander teknolojisinin arpa, yulaf, buğday, buğday kepeği, mısır, sorgum, bezelye ve soya fasulyesinin sindirilebilirliği üzerine etkilerinin belirlemek üzere yürütülen bir çalışmada, uygulanan işlemlerin mısır dışında tüm yem ham maddelerinde by-pass protein oranlarını artırdığı belirtilmiştir (Ljokkel ve ark. 2003). Tothi ve ark. (2003), ekspanderden geçirilen arpa ve mısırın rumen pH ve doymuş yağ asitleri miktarlarını etkilemediği buna karşın rumen amonyak azotu (NH_3N) seviyelerinin arpada %13, mısırdaki ise %24 azaldığını

tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Lund ve ark. (2008), ekspander uygulamasının amino asitlerin rumende sindirilebilirliğini azalttığı ancak sindirim kanalında toplam sindirilebilirliğini değiştirmediğini bildirmişlerdir.

Sonuç

Karma yem üretiminin öğütme, karışırma ve yeme form verme aşamalarında ortaya çıkan teknolojik gelişmeler karma yemlerin yem değerinin ve kalitesini olumlu yönde etkilemiştir. Gelişen teknolojiyle birlikte ortaya çıkan yeni ekipmanların üretim aşamasında kullanımı sayesinde birçok farklı yem ham maddesinin de birlikte değerlendirilmesi mümkün olmaktadır. Karma yem üretimindeki bu olanakların artması hem yem maliyetlerinin azaltılmasına hem de sürdürülebilir üretimin devamına neden olabilecektir. Bu faydaların yanı sıra ruminant ve kanatlı hayvanların tükettikleri karma yemlerin yem değerlerinin ve kalitelerinin artırılması, hayvanların tükettikleri bu yemleri daha iyi değerlendirerek bu etkiyi verimlerine yansıtmasına neden olacaktır. Olumlu etkilerin yanında kullanılacak yeni sistemlerin enerji tüketimleri ve üretimde ortaya çıkardıkları ek masraflar da dikkate alınmalı ve bu etkenlere göre yem sanayicileri tarafından sektöre yansıtılmalıdır.

Kaynaklar

- Amerah, A.M., Ravindran, V., Lentle, R.G., Thomas, D.G., 2007. Influence of feed particle size and feed form on the performance, energy utilization, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters. *Poult. Sci.* 86:2615–2623.
- Audet, L., 1995. Emerging feed mill technology: keeping competitive. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 53:157-170.
- Axe, D.E., 1995. Factors affecting uniformity of a mix. *Anim. Feed Sci. Technol.* 53: 211-220.
- Behnke, K.C., 1996. Feed manufacturing technology: current issues and challenges. *Anim. Feed Sci. Technol.* 62: 49-57.
- Bouvier, J.M., 2010. Twin screw versus single screw in feed extrusion processing. 2nd Workshop "Extrusion technology in feed and food processing, S:32-45. 19-21 October 2010 Novi Sad/SERBIA.
- Canbolat, Ö., 2015. Süt sığırklarının beslenmesi ve rasyon hazırlama yöntemleri. *Medyay Kitabevi.* S:450. Bursa/TÜRKİYE.
- Douglas, J.H., Sullivan, T.W., Bond, P.L., Struwe, F.J., Baier, J.G., Robeson, L.G., 1990. Influence of grinding, rolling, and pelleting on the nutritional-value of grain sorghums and yellow corn for broilers. *Poult. Sci.* 69: 2150-2156.
- Ergül, M., 2005. Karma yemler ve karma yem teknolojisi (Yeniden düzenlenmiş 3. Basım). Ege Üniv. Yayınları Zir. Fak. Yayın No:384. S:220. İzmir/TÜRKİYE
- Fancher, B.I., Rollins, D., Trimbee, B., 1996. Feed processing using the annular gap expander and its impact on poultry performance. *J. Appl. Poult. Res.* 5:386-394.
- Gorocica-Buenfil, M.A., Loerch, S.C., 2005. Effect of cattle age, forage level, and corn processing on diet digestibility and feedlot performance. *J. Anim. Sci.* 83:705–714.
- Hamilton, R.M.G., Proudfoot, F.G., 1995. Ingredient particle size and feed texture: effects on the performance of broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.* 51: 203–210.

- Hoover, W.H., 1986. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *J. Dairy Sci.* 69:2755-2766.
- Karabulut, A., Filya, İ., 2012. Yemler bilgisi ve yem teknolojisi (5. Baskı). U.Ü. Zir. Fak. Ders Notları no: 67. S: 306. Bursa/TÜRKİYE.
- Kutlu, H.R., Çelik, L., 2010. Yemler bilgisi ve yem teknolojisi (2. Baskı). Ç.Ü. Zir Fak. Ders Kitapları. Yayın no: A-86. S: 365. Adana/TÜRKİYE.
- Ljokkel, K., Skrede, A., Harstad, O.M., 2003. Effects of pelleting and expanding of vegetable feeds on *in situ* protein and starch digestion in dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 12:435-449.
- Lund, P., Weisbjerg, M.R., Hvelpund, T., 2008. Profile of digested feed amino acids from untreated and expander treated feeds estimated using *in situ* methods in dairy cows. *Livest. Sci.* 114:62-74.
- McCoy, R.A., Behnke, K.C., Hancock, J.D., McEllhiney, R.R., 1994. Effect of mixing uniformity on broiler chick performance. *Poult. Sci.*, 73: 443-451.
- Nir, I., 1987. The influence of the degree and method of grinding on the performance of broiler chicks. In: Proceedings of the 6th European Symposium on Poultry Nutrition. Königslutter, Germany, pp. 21-25.
- Nir, I., Melcion, J.P., Picard, M., 1990. Effect of particle size of sorghum grains on feed intake and performance of young broilers. *Poult. Sci.* 69: 2177-2184.
- Nir, I., Shefet, G., Aaroni, Y., 1994a. Effect of particle size on performance. 1. Corn. *Poult. Sci.* 73: 45-49.
- Nir, I., Hillel, R., Shefet, G., Nitsan, Z., 1994b. Effect of grain particle size on performance. 2. Grain texture interactions. *Poult. Sci.* 73: 781-791.
- Nir, I., Hillel, R., Ptichi, I., Shefet, G., 1995. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. *Poult. Sci.* 74: 771-783.
- Portella, F.J., Caston, L.J., Leeson, S., 1988. Apparent feed particle size preference by broilers. *Can. J. Anim. Sci.* 68: 923-930.
- Prestløkken, E., 2013. Expander treatment. HFE 305 Feed Manufacturing Technology. http://www.umb.no/statisk/iha/kurs/nova/feed_technology/4.pdf (Erişim tarihi: 20.03.2018).
- Proudfoot, F.G., Hulan, H.W., 1989. Feed texture effects on the performance of roaster chickens. *Can. J. Anim. Sci.* 69: 801-807.
- Reece, F.N., Lott, B.D., Deaton, J.W., 1985. The effects of feed form, grinding method, energy level, and gender on broiler performance in a moderate (21 °C) environment. *Poult. Sci.* 64: 1834-1839.
- Reece, F.N., Lott, B.D., Deaton, J.W., 1986a. Effects of environmental temperature and corn particle size on response of broilers to pelleted feed. *Poult. Sci.* 65: 636-641.
- Reece, F.N., Lott, B.D., Deaton, J.W., 1986b. The effects of hammer mill screen size on ground corn particles size, pellet durability, and broiler performance. *Poult. Sci.* 65: 1257-1261.
- Schiffman, H.R. 1968. Texture preference in the domestic chick. *J. Comp. and Phy. Psych.* 66: 540.
- Sevgican, F., 1996. Ruminantların beslenmesi. Ege Üniv. Zir. Fak. Yayınları No:524 S:228. İzmir/TÜRKİYE.
- Svihus, B., Klovsstad, K.H., Perez, V., Zimonja, O., Sahlstrom, S., Schuller, R.B., 2004. Physical and nutritional effects of pelleting of broiler chicken diets made from wheat ground to different coarsenesses by the use of roller mill and hammer mill. *Anim. Feed Sci. Technol.* 117:281-293.

- Toprak, N.N., Ceylan, N., 2016. Ruminant yemleri üretiminde ekspander teknolojisi kullanımı ve etkileri, 1-Besin maddeleri ve besi hayvanlarındaki etkileri. Yem Magazin. 75:19-25.
- Tothi, R., Lund, P., Weisbjerg, M.R., Hvelplund, T., 2003. Effect of expander processing on fractional rate of maize and barley starch degradation in the rumen of dairy cows estimated using rumen evacuation and *in situ* techniques. Anim. Feed Sci. Technol. 104:71-94.
- Traylor, S.L., Hancock, J.D., Behnke, K.C., Stark, CR., Hines, R.H., 1994. Mix time affects diet uniformity and growth performance of nursery and finishing pigs. Swine Day Report-1994. Kansas Agricultural Experiment Station, Kansas St. University, Manhattan.
- Van Soest, P.J., 1994. Nutritional ecology of the ruminant (2nd Edition). Comstock Publishing Associates, Cornell University Press. S:476. Ithaca-New York/USA.
- Yang, W.Z., Beachumin, K.A., Rode, L.M., 2001. Effects of grain processing, forage to concentrate ratio, and forage particle size on rumen pH and digestion by dairy cows. J. Dairy Sci. 84:2203–2216.
- Ziggers, D., 2001. Compacting mash feed an alternative to expanding. Feed Tech. 5:8-10.



Balık Yemlerinde Balık Unu Yerine Tavuk Ununun Kullanılma Olanakları^a

Murat BİLGÜVEN^{1*}, Gökhan CAN²

¹Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Bölümü, Mersin, Türkiye,

²Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Mersin, Türkiye,

*Sorumlu yazar ORCID: 0000-0002-4909-2212

e-posta (Corresponding author e-mail): mbilguven@mersin.edu.tr

Yazar(lar) ORCID: 0000-0002-8084-6238

e-posta (Author-s e-mail): gcan9709@gmail.com

Geliş Tarihi (Received): 21.11.2017; Kabul Tarihi (Accepted): 03.05.2018

Öz: Nüfusun hızlı bir şekilde artışına paralel olarak insanların besin ihtiyacını da arttırmaktadır. Protein ihtiyacımızın karşılanmasında su ürünleri önemli besinlerden birini oluşturmaktadır. Su ürünleri barındırdığı kaliteli ve yüksek oranda protein, ω3 yağ asitleri, vitamin ve minerallerden dolayı insanlar tarafından yoğun bir şekilde talep edilmektedir. Doğal su kaynaklarında sürdürülebilir (gelecek kuşakların gereksinimlerine cevap verme yeteneğini tehlikeye atmadan yapılan) avcılıkla yapılan üretim, protein ihtiyacımızı karşılayamadığından, su ürünleri yetiştiriciliği zorunlu hale gelmiştir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde en önemli işletme giderinin yem olduğu açıkça görülebilir. Geleneksel yetiştiricilikte kullanılan yemlerde ise balık unu temel hammadde durumundadır. Balık ununun pahalı bir ürün olması, bilim insanlarını alternatif yem hammaddesi arayışına yöneltmiştir. Balık ununa alternatif olabilecek ürünler arasında tam yağlı soya, lüpen (acı bakla), et unu, tavuk unu vb hammaddeler sayılabilir. Bu çalışma; tavuk ununun, balık unu yerine ne kadar kullanılabileceğini ve bu durumun yem maliyetini nasıl etkileyebileceğini araştıran çalışmalardan derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Balık unu, tavuk unu, balık yemleri, su ürünleri yetiştiriciliği.

Replacement of Fish Meal by Poultry By-product in Trout Feeds

Abstract: Food requirement of men increases in parallel to population increase. Aquatic food resources are the most important element in meeting the protein requirement of humankind. Aquatic food resources are in high demand due to its high protein, ω3 fatty acids, vitamins and mineral

^a Bilgüven, M. ve Can, G. 2018. Balık Yemlerinde Balık Unu Yerine Tavuk Ununun Kullanılma Olanakları. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32 (2), 189-200.

contents. Since the production of fish and other aquatic resources from natural waters is not enough to meet the requirements of humankind, farming of aquatic organisms in captivity is a necessity throughout the World. Feed price is considered as the highest expenditure in aquaculture farms. Fish meal is the main ingredient used in feed formulations in aquafeeds. Because fish meal is an expensive and finite resource, the efforts to find alternative protein resources that are cheaper and easier to produce, to fish meal have intensified by scientists over the last decades. Soybean products, lupin, meat meal and poultry by-product meal are examples of protein resources that can be used as alternatives to fish meal in aquafeeds. This study aimed to review the previous studies reporting the possibility of replacement of dietary fish meal by poultry by-product meal and its effect on feed cost in aquafeeds.

Keywords: Fish meal, poultry by-product meal, aquaculture feeds, Aquaculture rearing.

Giriş

Yurdumuzda ve dünyada meydana gelen hızlı nüfus artışı, beraberinde gıda ihtiyacını da getirmektedir. Dolayısıyla balığa olan talep de artmaktadır. Balık etinde bulunana ω 3 ve yüksek protein değerinin bilinirliğinin artması balık etine olan talebi daha da artırmaktadır.

Dünyada avcılıkla üretilen balık miktarında limit değere ulaşılmıştır. Artan ihtiyacı karşılamak için geriye yetiştiricilikten başka seçenek kalmamaktadır. Dolayısıyla balık yetiştiriciliğinin yaygınlaşması zorunlu hale gelmiştir. Balık yetiştiriciliğinin yaygınlaşabilmesi ise, bu sektörün girişimciler için cazip olmasını gerektirmektedir. Yetiştiricilik sistemleri içinde balık türü ve yetiştirme entansitesine bağlı olarak yem giderleri yıllık toplam giderlerin % 75'ine kadar ulaşabilmektedir. Geleneksel yem formülasyonlarında en fazla yükünü tutan balık unu olduğu görülmektedir. Gerek balık ununa olan talebin giderek artması gerekse de sürdürülebilir balıkçılıktan elde edilen balık ununun oransal olarak azalması balık unu fiyatlarının her geçen gün daha da artmasına ve dolayısıyla su ürünleri yemlerinin de pahalı olmasına yol açmaktadır. Tacon ve Methian'a (2008) göre küresel balık unu ve balık yağı tüketim oranları son on yılda iki katına ulaşmıştır.

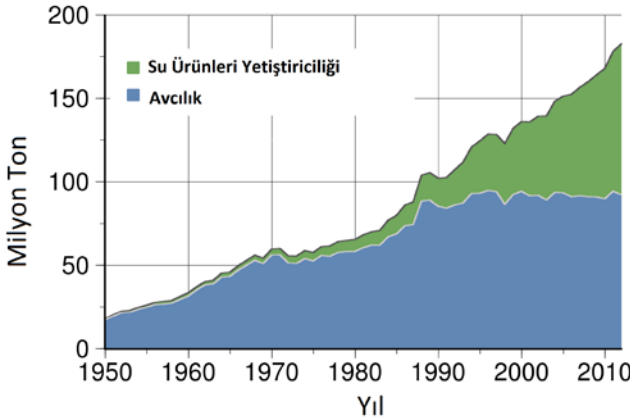
Sürdürülebilir balıkçılıktan elde edilen balık unu, artan talebe cevap veremediğinden dolayı dünyada su ürünleri konusunda yapılan araştırmaların ilgi odağını balık ununa alternatif olabilecek çeşitli hammaddeler oluşturmaktadır. Bu konu ile ilgili olarak söz konusu derleme çalışmasında, söz konusu alternatif hammaddelerden biri olan tavuk kesimhanesinin balık yemlerinde kullanılma olanakları incelenmiştir.

Ülkemizde ve Dünyada Su Ürünleri Üretim Durumu

Yeryüzünün birçok yerinde balık üretimi avcılık yoluyla yapılmaktadır. Fakat artan nüfus sebebiyle oluşan balık ihtiyacını karşılamak için balık yetiştiriciliği de hızla yaygınlaşmıştır. Son 30 yılda balıkçılık endüstrisi 69 milyon tondan 93 milyon tona çıkmıştır. Aynı zamanda yetiştiricilik yoluyla elde edilen ürün ise 5 milyondan 63 milyon tona ulaşmıştır (Anonim, 2013a). Dünyada insanların protein ihtiyacının %16,6'sı hayvansal ürünlerden karşılanmakta ve bunun %6,5'lük miktarı su ürünlerinden sağlanmaktadır. Ülkemizde ve Dünyada su ürünleri üretiminin durumu aşağıda gösterilmiştir (Şekil 1).

Dünya genelinde 2030 yılına kadar üzerinde durulması gereken üç temel temadan biri, yetiştiricilik yoluyla üretilen balıkların üretimi esnasında kullanılan hammaddelerin ucuz sağlanması için gerekli alternatif yem hammaddelerinin temin edilmesi ve balık sağlığı konusunda çalışmaların yoğunlaştırılarak üretilen ürünün dünyadaki eksikliğini hızlı bir şekilde giderilmesi olarak belirlenmiştir (Anonim, 2013a).

Stratejik konumu, iç-dış pazarlardaki büyüme potansiyeli, Türkiye'yi global su ürünleri pazarında büyük bir güç haline getirmektedir. 2001-2013 yılları arasında Türkiye'nin kültür balığı üretiminin 67.244 ton'dan 233.394 ton seviyesine ulaşmış olması bu gelişmeyi net olarak ifade etmektedir. Aşırı ve bilinçsiz avcılığın yanısıra, çevresel olumsuz etkiler nedeniyle dünyada olduğu gibi ülkemiz doğal su ürünleri kaynakları da her geçen gün azalmaktadır. Buna karşılık, Ülkemizde kültür balıkçılığı ise giderek gelişmektedir. Bu durumu çizelge 1'de net bir şekilde görülebilir.



Şekil 1. Dünyada Su Ürünleri Üretim Artışı (Anonim, 2012).

Çizelge 1. Türkiye’de Avcılık Ve Yetiştiricilik Yoluyla Elde Edilen Su Ürünleri Üretiminin Karşılaştırılması (Anonim, 2016).

Yıllar	Avcılık (ton)			Yetiştiricilik (ton)			TOPLAM (ton)
	Deniz	İçsu	Toplam	Deniz	İçsu	Toplam	
2000	460.521	42.824	503.345	35.646	43.385	79.031	582.376
2001	484.410	43.323	527.733	29.730	37.514	67.244	594.977
2002	522.744	43.938	566.682	26.868	34.297	61.165	627.847
2003	463.074	44.698	507.772	39.726	40.217	79.943	587.715
2004	504.897	45.585	550.482	49.895	44.115	94.010	644.492
2005	380.381	46.115	426.496	69.673	48.604	118.277	544.773
2006	488.966	44.082	533.048	72.249	56.694	128.943	661.991
2007	589.129	43.321	632.450	80.840	59.033	139.873	772.323
2008	453.113	41.011	494.124	85.629	66.557	152.186	646.310
2009	425.275	39.187	464.462	82.481	76.248	158.729	623.191
2010	445.680	40.259	485.939	88.573	78.568	167.141	653.080
2011	477.658	37.097	514.755	88.344	100.446	188.790	703.545
2012	396.322	36.120	432.442	100.853	111.557	212.410	644.852
2013	339.047	35.074	374.121	110.375	123.019	233.394	607.515
2014	266.078	36.134	302.212	126.894	108.329	235.133	537.345

Ülkemiz kültür balıkçılığının devamlılık arz etmesi de ülkemiz su kaynaklarının yeterli, temiz ve planlı kullanılmasına bağlıdır. Şu anda bu avantaja sahip olan ülkemizde ileriye dönük ciddi planlamalar yapılarak ve çevresel tedbirler alınarak, su kaynaklarımızın korunması ve planlı kullanımı sağlanmalıdır.

Ülkemizde son yıllarda yetiştiricilik sistemlerinde önemli gelişmeler olmuş, rakibimiz olan birçok ülkeden daha modern ve ileri teknolojiler kullanılmaya başlanmıştır. Denizlerdeki balık çiftliklerinin açık ve derin sulara taşınması buradaki şartlara uygun yeni tekniklerin kullanılmasını zorunlu kılmış, buna bağlı olarak kafes boyutlarında ve yapılarında, ağ sistemlerinde, yemleme sistemlerinde dünya standartlarının üzerinde bir teknoloji uygulanarak iyileştirmeye gidilmiştir.

Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Yem

Teknolojik gelişmelere bağlı olarak su ürünleri sektöründe artan talebi karşılayabilmek ve hastalıklara karşı daha dirençli ürünler yetiştirebilmek için yeni çözüm yolları arayışına gidilmiştir. Son yıllarda su ürünleri yetiştiriciliğinde işletme giderlerinin yaklaşık olarak % 40-60'lık bölümünü oluşturan karma yem konusunda çalışmalara yoğun bir şekilde önem verilmektedir.

Dengeli ve sağlıklı beslenme için gerekli günlük proteinin % 50'sinin kırmızı et, kanatlı eti, balık eti, süt, yumurta ve bunların işlenmiş ürünlerinden alındığı dikkate alınırsa, su ürünleri ve hayvancılık sektörünün gelişimi, hayvan kalitesi ve verimi açısından yem sanayinin çok önemli bir işlevi olduğu sonucuna varılmaktadır (Bayraktar, 1999).

Özel sektöre ait yem fabrikaları 1965 yılından itibaren kurulmaya başlanmıştır. Öncülük görevini tamamlayan Yem Sanayi Türk A.Ş. tüm yem fabrikalarını özelleştirme kapsamında satarak, 1996 yılından itibaren sektörden çekilmiş, bu tarihten sonra karma yemin tamamı özel sektöre üretilmeye başlanmıştır. Ülkemizde 2013 yılında yetiştiricilik yolu ile yapılan üretim 233 bin ton'dur. Bunun yaklaşık 123 bin tonu iç sulardan, 110 bin tonu ise denizlerden yapılan yetiştiricilikten sağlanmıştır (Anonim, 2013b). Ortalama 1 kg balık elde etmek için yaklaşık 1.5 kg'lık yeme ihtiyaç olduğu varsayılırsa, ülkemizde yıllık yaklaşık olarak 190 bin ton civarında balık yemine ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizdeki bu açığın kapatılmasında balık yemi üreten fabrikaların önemi daha da artmaktadır. Dünyada ise tahmin edilen balık yemi üretimi 2008'de 29.2 milyon ton olup bu miktarın 2020 yılında 71 milyon ton olacağı tahmin edilmektedir (Tacon ve ark., 2011). Bununla beraber ülkemizde su ürünleri üretiminin artışına paralel olarak son 10 yıl içinde balık yemi üretimindeki artış da 7 kat olmuştur. Balık yemi üretimi 2011 yılında 239.273 tonu ülke içinde, 8.948 tonu ithal olmak üzere 248.221 ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'de üretilen toplam yem miktarının (13.162.324 ton) yaklaşık % 1.82'sini balık yemleri oluşturmaktadır. (Anonim, 2013c). Artan su ürünleri yetiştiriciliği faaliyetlerine paralel olarak ülkenin çeşitli bölgelerinde sadece balık yemi üreten fabrikalar kurulmaya başlamıştır. Bugün itibariyle ülkemizde 400.000 ton balık yemi üreten 20'ye yakın balık yemi fabrikası kurulmuş ve su ürünlerinin daha sağlıklı büyümesini sağlayan sektörlerden birisi olarak gelişimini sağlamlaştırmıştır (Uçar, 2008).

Yeterli ve dengeli bir beslemede amaç, ucuz ve kaliteli yemlerle optimum gelişim sağlamaktır. Yemlerin üretimi aşamasında su ürünleri için başlıca protein kaynağı olan balık unu ve balık yağı en önemli ham maddelerdir. Ancak balık unu ve balık yağı

yapımında kullanılacak olan balık stoklarının giderek azalması sonucunda balık unu ve balık yağı maliyetlerinin artması sektörde sindirilebilirliği yüksek alternatif hammadde arayışına yönlendirmiştir.

Balık Yemlerinde Balık Unu Kullanılması ve Balık Ununun Besin Madde Özellikleri

Geçen yüzyılın sonlarına kadar balık unu diğer çiftlik hayvanlarının da beslenmesinde kullanılmasına karşın son zamanlarda bu uygulamadan giderek vazgeçilmekte ve balık ununun büyük bir kısmının su ürünleri yemi yapımında kullanılmakta olduğu görülmektedir. Nitekim 2000-2008 yılları arasından % 62 oranında artan yetiştiriciliğe karşın, balık unu ve balık yağı miktarı % 12 oranında azalmıştır (Tacon ve Methian, 2008; Anonim, 2012).

Balık ununun balık yemlerinde yüksek oranda kullanılmasının en önemli nedeni, yüksek oranda protein içermesidir. Genellikle insan tüketiminde kullanılmayan, kısa ömürlü ve hızlı gelişen balıklardan ya da deniz ürünü işleyen fabrikaların yan ürünlerinden elde edilir (Anonim, 2011). Balık unu yüksek oranda protein, esansiyel aminoasitler, mineraller, fosfolipidler ve yağ asitleri barındırır. Balık ununun sindirilebilirliği oldukça yüksektir. Balık ununun kokusu güzel ve lezzeti iyidir. Bu yüzden içine katıldığı yemin balık tarafından hızla alınmasına neden olur. Bu özellikleri nedeniyle balık unu büyüme parametrelerinin iyileşmesini sağlar. Ayrıca balık unu, balığın bağışıklık sistemini de güçlendirmektedir.

Dünya balık avcılığının ve balık unu ihracatının tek başına % 60'ını sağlayan Güney Amerika ülkeleri 1950 ile 2008 yılları arasında 1972-73, 1983 ve 1998 yıllarında olmak üzere El Nino benzeri fırtınalar dolayısıyla 3 defa sert düşüşler (%50-90) yaşamışlardır (Nordahl, 2011). 1990'lı yılların ortalarından itibaren yetiştiricilik yolu ile elde edilen su ürünleri üretiminin artmaya başlaması, karma yem endüstrisinin de büyümesine neden olmuştur. Bu da balık karma yemleri içerisinde % 10-65 oranlarında kullanılan balık ununa talebi artırmıştır (Tacon, 2010). Tüm bu nedenlerle balık ununun fiyatı her geçen yıl artma eğilimindedir. Örneğin balık ununun kilogram fiyatı, 2009 yılında 1,760 TL, 2010 yılında 2,426 TL ve Nisan 2017 itibarıyla 6,300 TL olarak saptanmıştır. Ülkemizde halen 9 adet balık unu ve yağı fabrikasında 2325 bin ton balık unu ve 1415 bin litre balık yağı üretilmektedir. İhtiyaç duyulan balık ununun önemli bir kısmı ise ithal edilmektedir (Yıldırım, 2002). 2009 yılında ithal edilen balık unu miktarı 52.282 ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2010).

Tavuk Unu Üretimi ve Besin Madde Özellikleri

Tavuk unu TSE'ye göre kanatlı kümes hayvanları (hidrolize edilmiş) baş, ayak, yenmeyen iç organlar unu olarak tarif edilmektedir (TSE, 1983). Ayrıca, TSE 1983'e göre; tavuk ununun kendine özgü renk, tat ve kokuda bulunması, bozuk olmaması, tavuk unu parçacıklarının 1 mm olan olan elekten geçebilecek irilikte olması öngörülmektedir.

Tavuk ununun protein içeriği karışımdaki tüy oranına bağlı olarak % 55-60, kül içeriği % 12-21, ham yağ içeriği ise % 14-30 arasında değişir. Mineral maddelerden kalsiyum %

1.5-8.5 fosfor ise % 1.8-3.2 dolayında bulunur. Tavuk unu orta değerde yem sayılır. Lysine içeriği yaklaşık % 2.6, methionine içeriği de % 1.1 dolayındadır (Kutlu ve Görgülü, 2003).

Ülkemizde 2003 yılı itibariyle gerçekleştirilen etlik piliç kesimleriyle 786 bin ton tavuk eti (Koca, 2004) ve yaklaşık 280 bin ton iç organlar, baş, boyun, ve tüy elde edilmiştir. Bu hesaplama yapılırken, kesim randımanı % 73.7 ve kesim sonrası atıklar % 26.3 olarak kabul edilmiştir (Rose, 1997). Bu atıkların % 25 kuru madde içerdiklerini varsaydıgımızda yaklaşık 70 bin ton ham materyal elde edilir. Elde edilen bu materyallerden de % 92 KM içeren tavuk unu elde edeceğimizi düşünürsek; Türkiye’de yıllık olarak yaklaşık 76 bin ton üretim yapılabileceğini bulabiliriz. Karma yemlerde tavuk ununun kullanım oranını yaklaşık % 5 olarak düşünürsek; ülkemiz karma yem sanayi için yaklaşık 250 bin ton tavuk ununa ihtiyaç vardır.

Bol olarak bulunmasının yanında, besin madde profili ve fiyat yapısı ile tavuk unu gittikçe artan bir oranda balık ununun yerine geçmektedir.

Tavuk ununun besin madde bileşimi hammadde kaynağına, üretim aşamasında uygulanan sıcaklığa, depolama koşullarına bağlı olarak farklılıklar gösterir.

Tavuk ununun diğer yan ürünlerle diğer yan ürünlere kıyasla üstün olduğu bazı özellikleri vardır. Bunlardan bazıları şunlardır:

* Tavuk unu (kan unundan sonra) en fazla çevrilebilir enerji değerine sahip olan üründür.

* Kan unundan sonra en iyi methionine içeriğine sahip yem kaynağıdır.

Çizelge 2, ve 3’de balık unu ile tavuk kesimhane ununun sindirilebilirliği ve besin madde içerikleri karşılaştırılmalı olarak sunulmuştur.

Çizelge 2. Balık ve Karideslerde Tavukhane Kesim Unu, Balık unu ve Et-kemik Ununun Protein ve Enerji Sindirilebilirlikleri, % (Yu ve ark., 2004).

Hammaddeler	Balık ¹		Karides ²	
	Protein	Enerji	Protein	Enerji
Tavuk Kesimhane Unu	88	82	90	76
Balık Unu	90	86	91	81
Et-kemik unu	83	73	82	69

¹ Balık Türleri: Alabalık, salmon, çipura ve levrek

² Karides Türleri: *Penaus monodon*, *Litopaneus vannamei*

Tavuk Ununun Balık Yemlerinde Kullanılma Olanakları

Gerek balık unu fiyatının yıldan yıla artışı gerekse üretiminin oransal olarak azalışı ve balık yemi üreten firmalar açısından kalitesinin sürekli değişebilmesi nedenleriyle balık unu yerine alternatif olabilecek çeşitli hammadde arayışı üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu hammaddeler arasında tavuk unu dikkati çekmekte ve yemlerde kullanımı son yıllarda artmaktadır. Son yıllarda hayvansal protein kaynaklarının yemlerde kullanımı ile ilgili getirilen sınırlama ve yasaklamaların altında başta deli dana hastalığı gibi hastalıkların yayılması ve önlenmesi yatsa da, tavuk unu için büyükbaş ve küçükbaş hayvanlardan insanlara geçen hastalık riski bulunmamaktadır. Yine son yıllarda insanlar açısından da risk

taşıyan kuş gribi riski taşınması bakımından ise, tavuk unu yapım prosesi içinde bu risk de ortadan kaldırılmıştır. Nitekim tavuk unu, tavukların kesimi sonrasında baş, boyun, kursak, ayaklar, gelişmemiş yumurtalar ve iç organların, rendering tesislerinde 100-200°C sıcaklık ve 2-3 barlık basınç altında pişirilip kurutulularak uygun partikül büyüklüğünde öğütülmesi ile elde edilmektedir (Bohnert ve ark., 1999; Andrews, 2000; Şenköylü ve ark., 2005). Kaldı ki, tavukununun balık yemlerine katıldığı durumlarda, ekstrude balık yemi yapım prosesinde homojen olarak karıştırılmış tüm yem hammaddeleri, peletlemeden önce preconditioner (ön hazırlama) sürecinden geçmekte (bu süreç yemin yüksek sıcaklıktaki buharla ısıtılması ve nemlendirilmesini kapsar) ve sonra ise 120-140 °C’de peletlenmektedir.

Tavukununun balıkununun tamamı ya da bir kısmı yerine kullanıldığı çalışmalar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

Başlangıç vücut ağırlığı 4.89 g olan ve 3 paralel halinde yetiştirilen gümüş havuz balıkları (*Carassius auratus gibelio*) 9 farklı izonitrojenik ve izokalorik yemler ile yemlenmişlerdir. Kontrol yemi olarak (F1) protein kaynağı bakımından sadece beyaz balık unu içeren yem kullanılmıştır. Diğer 8 yemde (F2-F9), balık unu proteinin % 40.5-100.00’ü bir değerinden % 8.5 artışla tavuk unu proteini ile ikame edilmiştir. Denemeyi yürüten Yang ve ark. (2006), balık unu yerine tavuk ununun optimal ikame etme düzeyini, protein bakımından % 66.5’i kadar olabileceğini tahmin etmişlerdir.

Türker ve ark. (2005) kış döneminde başlangıç ortalama ağırlığı 18 g olan karadeniz kalkanı (*Scophthalmus maoticus*) yemlerinde alternatif yem protein kaynağı olarak tavuk ununun kullanımını araştırmışlardır. Araştırmacılar, tavuk ununun % 25 oranında balık unu yerine balıkların performansında olumsuz bir etki gözlenmeksizin ikame edilebileceği kararına varmışlardır.

Çizelge 3. Farklı Tavuk Kesimhaneye Unlarının Besin Madde Bileşimi, % (Kutlu ve Görgülü, 2003).

Parametre	Tavuk Kes. Unu	Balık unu	Et Unu	Et-kemik Unu	Kan Unu	Hid. Tüy Unu
Kuru Madde	95.74	95.19	92.0	93.0	93.0	93.0
Çevrilebilir Enerji, kcal/kg	2950	3150	2195	210	3420	2360
Ham Protein	67.93	69.16	54.0	50.4	88.9	81.0
Ham Yağ	13.63	5.85	7.1	10.0	1.0	7.0
Kalsiyum	4.0	3.93	8.27	10.30	0.41	0.33
Fosfor	2.0	2.55	4.10	5.10	0.30	0.55
Kükürt	-	-	0.49	0.50	0.32	1.50
Arginine	4.78	4.39	3.73	3.28	3.62	5.57
Histidine	1.40	1.49	1.30	0.96	5.33	0.95
Isoleucine	2.46	2.46	1.60	1.54	0.98	3.91
Leucine	4.88	4.58	3.32	3.28	11.32	6.94
Lysine	4.56	4.78	3.0	2.61	7.88	2.28
Methionine	1.36	1.75	0.78	0.69	1.09	0.57
Phenylalanine	2.46	2.41	1.70	1.81	5.85	3.94
Threonine	2.62	2.78	1.74	1.74	3.92	3.81
Tryptophan	1.2	-	0.36	0.27	1.35	0.55
Valine	3.08	3.12	2.20	0.36	7.53	5.93

Tatlısu levreği (*Morone chrysops X M. saxatilis*) yemlerinde balık unun kullanımını azaltmaya yönelik olarak yürütülen çalışmada, 20 adet 110 L lik akvaryumların her birinde 10 adet balık olacak şekilde balık stoklanmıştır. 1. Yem % 35 soya küspesi ve % 35 et-kemik unu, 2. yem % 27 soya küspesi, % 27 et-kemik unu ve % 20 kenevir küspesi, 3. Yem % 30 soya küspesi, % 30 tavuk unu, 4. Yem % 27 soya küspesi, % 27 et-kemik unu ve % 20 kanola küspesi, 5. Yem (kontrol yemi) ise % 30 soya küspesi ve % 30 balık unu içermiştir. Sonuç olarak; 1. Yemi tüketen balıkların ortalama canlı ağırlık kazancının 3. (%197) ve 4. (% 226) yemi tüketen balıklarla karşılaştırıldığında önemli derecede daha yüksek (% 299, $P < 0.05$) olduğu ancak 2. Ve 5. yemleri tüketenlerden farklı olmadığı saptanmıştır. 1. yemi tüketen balıkların özel büyüme oranı 3. yemi tüketen (% 1.52/gün) balıklarla karşılaştırıldığında önemli derecede daha yüksek (% 1.97/gün) olmasına karşın diğer yemlerle beslenenlere göre farklılık olmadığı saptanmıştır (Webster ve ark., 2000).

Sevgili ve Ertürk (2004), gökkuşağı alabalığı yemlerine balık unu yerine tavuk mezbaha artıkları unu ilave ederek en uygun ikame oranını belirlemek için yaptıkları çalışmada kontrol grubu ile % 20 tavuk mezbaha artıkları ilave edilen grup arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Alabalık yemlerindeki proteinin % 80 seviyesinde tavuk mezbaha artıkları unundan karşılanabileceği bildirilmiştir. Araştırmacılar tavuk mezbaha artıkları unu esansiyel aminoasitlerinin balık unundakinden daha az olduğunun göz önüne alınması gerektiğine dikkat çekmiştir.

Yanık ve Aras (1999), alabalık yemlerinde balık unu yerine tavuk mezbaha artıkları ununun % 25–50 oranında ikame edilebileceğini bildirmişlerdir.

Karadeniz kalkanı (*Psetta maeotica*) yavruları (30 g) ile yapılan çalışmada balık unu yerine tavukçuluk sanayi yan ürünlerinin büyüme, yem kullanımı üzerinde herhangi bir olumsuz etki oluşturmaksızın balık unu proteini yerine %25 oranında kullanılabileceği bildirilmiştir (Yiğit ve ark., 2006).

Higgs ve ark. (1979), düşük ve yüksek yağlı tavuk kesimhane unu ile coho salmonlarında (*Oncorhynchus kisutch*) yaptığı denemede düşük yağlı tavuk kesimhane ununu balık ununun % 33, 66 ve 100'ü yerine kullanmışlardır. Tavuk kesimhane ununun balık ununun tamamı yerine kullanılması durumunda, deneme sonu ağırlığı, kondisyon faktörü, yemden yararlanma oranı kontrol grubuna benzer olmasına karşı, günlük büyüme oranı önemli ölçüde düşük bulunmuştur ($P < 0.05$). Tavuk kesimhane ununun yemdeki oranı arttıkça yem tüketimi ve vücut protein kapsamı da arttığı, yağ, su ve kül düzeylerinin ise değişmediği saptanmıştır. Tüm veriler ışığında düşük yağlı tavuk kesimhane ununun balık unu yerine % 33'den fazla olmaması koşuluyla kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Emre ve ark. (2003), başlangıç ağırlıkları $15,4 \pm 0,03$ g olan aynalı sazan yavrularını (*Cyprinus carpio*), balık unu yerine değişik oranlarda tavuk kesimhane unu ikame edilerek oluşturulmuş (kontrol-%0, %33, %67 ve %100) 4 izonitrojenik ve izokalorik rasyonlarla 10 hafta süreyle beslemişlerdir. Rasyondaki tavuk kesimhane unu oranı arttıkça, özel büyüme oranı ve protein etkinlik oranları önemli derecede azalmıştır ($P < 0,05$); buna karşın kondisyon faktörü ve vücut kompozisyonlarında, gruplar arasında önemli farklılıklar tespit edilememiştir. Araştırma sonunda tavuk kesimhane ununun balık unu ile % 20 orana kadar kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Gouveia (1992), gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*), balık unu yerine % 14,1 ve % 70,2 oranları arasında artan miktarlarda hidrolize tüy unu ile karışık tavuk kesimhane unu kullanıldığında, canlı ağırlık artışı, özel büyüme oranı, yem tüketimi,

yemden yararlanma oranı, protein etkinlik oranı, protein, kuru madde ve lipid sindirilebilirliklerinin kontrol grubuna göre önemli derecede arttığını tespit etmiştir. Bu sonuçlara dayanarak, alabalık rasyonlarında tavuk kesimhane unu, protein kaynağı olarak % 80 oranında kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Hu ve ark. (2008), gümüş havuz balıklarının (*Carassius auratus gibelio*) yemlerinde balık unu ile tavuk kesimhane unu, et kemik unu ve kan ununun değişebilirliğinin tespiti için bir çalışma yapılmıştır. Başlangıç ağırlıkları 15,2 g olan balıklar, 7 izonitrojenik (HP: % 37,5) ve izokalorik (HY: % 7) yemlerle beslenmiştir. Kontrol yem olarak ticari sazan yemi kullanılmıştır. Diğer 7 grupta (yem 2-8) ise balık ununun % 17-83 oranları arasında tavuk kesimhane unu ve balık unu ya da tavuk kesimhane unu, et kemik unu, kan unu karışımını içermektedir. Araştırma sonunda % 83 oranında balık unu yerine % 3 kan unu, %10 tavuk kesimhane unu ve % 5 et kemik unu karışımı ile oluşturulan yemle beslenen grup, kontrol grubuna (yem 1) göre deneme sonu balık ağırlığının ve özel büyüme oranının düşük olduğu bulunmuştur. Yem 8'de yem değerlendirme oranı, yem 1, 2, 4 ve 7'nci gruplarınkine göre önemli ölçüde düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada, önemli oranda balık unu proteini yerine tavuk kesimhane unu, kan unu ve et kemik unu kombinasyonu kullanılabilmesi ve balık unu oranı % 6 ya kadar büyüme ve yemden yararlanmada olumsuz bir etki yapmadan kullanılabilmesini ifade etmektedirler.

Wang ve ark. (2006), *Nibeia miichthioides* yemlerine balık unu yerine, hayvansal protein kaynaklarından tavuk kesimhane unu, et kemik unu ve tüy unu ile çeşitli oranlarda ilave edilerek yüzer ağ kafeslerde 8 hafta süreyle test edilmiştir. Yem alımı ve yemden yararlanma oranında gruplar arasında bir farklılık bulunmamıştır. Tavuk kesimhane ununun balık unu ile % 30 ve % 50 oranlarında değiştiği ya da et-kemik ununun balık unu ile % 30 değiştiği gruplarda özel büyüme oranında ve deneme sonu vücut ağırlığında kontrol grubuna göre önemli bir farklılık saptanmamıştır.

Sonuç

Balık unu, balık formülasyonlarında yüksek oranlarda kullanılan oldukça değerli bir protein kaynağıdır. 100 gramında 65-72 gram arasında ham protein içermesi ve proteininin sindirim derecesinin oldukça yüksek olması ile birlikte lysine ve methionine gibi esansiyel aminoasitlerce de zengin olması, balık ununu geleneksel balık karma yemlerinde en değerli protein kaynağı haline getirmiştir. Bu nedenlerle artan su ürünleri üretimine bağlı olarak, mevcut balık unu üretimi arzı, artık talebi karşılayamaz hale gelmiştir. Küresel iklim değişiklikleri, su ürünleri üretiminde yetiştiricilikten gelen üretim payının hızla artması ve balık ununun fiyatının sürekli artma eğilimi, araştırmacıları daha ucuz ve kolay bulunabilen çeşitli hayvansal ve bitkisel protein kaynaklarının su ürünleri karma yemlerinde daha yoğun olarak kullanmaya yöneltmiştir.

Et unu, et-kemik unu, kan unu ve tavuk kesimhane unu gibi çeşitli hayvansal protein kaynakları balık ununa oranla daha ucuz olmalarından dolayı su ürünleri yemlerinin formülasyonlarında yaygın olarak kullanılmaya başlamakla beraber, son yıllarda çeşitli hastalıkları taşıma riski nedeniyle de başta AB ülkeleri ve ülkemizde de kullanım sınırlaması ya da yasaklama getirilmiştir. Ancak bu hastalık riskinin tavuk kesimhane unlarında bulunmaması nedeniyle, balık karma yemlerinde tavuk ununun kullanımı yaygınlaşmaktadır.

Tavuk kesimhane unu, içerdiği besin madde profili bakımından balık ununa benzemektedir. Ayrıca fiyatı balık ununa oranla çok daha ucuz olup ülke içinde kolayca bulunabilmektedir. Bununla birlikte tavuk kesimhane unu balık karma yemlerinde balık türüne bağlı olarak % 10-40 arasında kullanılabilir. Daha önceki bölümde konu ile ilgili yapılan araştırma özetlerinden de anlaşılacağı üzere tavuk kesimhane ununun balık unu proteinin % 25-35'inden fazla kullanılmasının, balıklarda büyüme, özel büyüme performansı, yem kullanım verimliliği, proteinden yararlanma oranı gibi çeşitli parametreleri düşürdüğü gözlenmiştir.

Önümüzdeki süreçte ekonomik nedenler ve üretim daralmaları nedeni ile özellikle karnivor türü balık yemlerinde balık unu kullanım oranlarının daha da azalacağı ve bu konuda yapılan çalışmaların artarak devam edeceği araştırmacılar tarafından bildirilmektedir. Bu durumdan hareketle balık ununun, gelecekte balık yemlerinde birincil protein kaynağı olmaktan çıkarak lezzet artırıcı ve aminoasit dengeleyici olarak kullanılan özel bir yem hammaddesi olacağı ve tavuk ununun balık yemlerindeki kullanım oranının giderek artacağı söylenebilir.

Kaynaklar

- Andrews, J.N. 2000. Rendering ürünlerindeki kalitenin ve karma yemlerde kullanımının artırılması. Çeviren Çiftçi, İ. TUYEM 5. Uluslararası Yem Kongresi, 83-86 s, 1-2 Mayıs, 2010.
- Anonim, 2010.: Yem istatistikleri. Türkiye Yem Sanayicileri Birliği. <http://www.turkiyeyem.org.tr/yemdir/index.php?area=1&p=static&page=istatistikler>
- Anonim 2011 What are fishmeal and fish oil?. International fishmeal and fish oil organization. www.iffonet.net-(28.01.2012)
- Anonim, 2012. FAO su ürünleri istatistikleri.
- Anonim, 2013a. World Bank, Fish Report to 2030: "Prospects for Fisheries ve Aquaculture, [Worldbank.org/INTPROSPECTS/Resources/83177- Agriculture ve Environmental Services Discussion Paper 03, Full_Report.pdf](http://Worldbank.org/INTPROSPECTS/Resources/83177-Agriculture%20ve%20Environmental%20Services%20Discussion%20Paper%2003,%20Full_Report.pdf), (2013). (Erişim Tarihi, Mart 2014).
- Anonim, 2013b. Su Ürünleri İstatistikleri. TÜİK, www.tuik.gov.tr
- Anonim, 2013c. Türkiye Yem Sanayicileri Birliği. Yıllık yem ve yem hammaddeleri üretimi, ithalat ve ihracat rakamları istatistikleri ve yıllara yem cinslerine göre karma yem üretimleri değişimleri. Kişisel görüşme.
- Anonim, 2016. Su Ürünleri İstatistikleri, 2016. TÜİK, www.tuik.gov.tr
- Bayraktar, F. 1999. Yem Sektörü, Türkiye Kalkınma Bankası A.S., Sektörel Araştırmalar, Ankara
- Bohnert, D.W., Larson, B.T., Bauer, M.L., Branco. A.F., McLeod, K.R., Harmon D.L. and Mitchel, G.E. 1999. Nutritional evaluation of poultry by-product meal as a protein source for ruminants: small intestinal amino acid flow and disappearance in steers. *Journal of Animal Science*, 77: 1000-1007 pp. London, 19 pp.
- Emre, Y., Sevgili, H. Ve Diler, İ. 2003. Replacing fish meal with poultry by product meal in practical diets for mirror carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 3: 81-85.
- Gouveia, A.J.R. 1992. The use of poultry by-product and hydrolised feather meal as a feed for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Publicacoes Do Instituto de Zoologia*, No:227, 24 pp.
- Higgs, D.A., Markert, J.R., Macourarie, D.W., McBride, J.R., Dosanjh, S., Nichols, C. And Hoskins, G. 1979. Development of practical dry diets for coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*, using

- poultry by-product meal, feather meal, soybean meal and rapeseed meal as major protein sources. In: K. Tiews and J.E. Halver (Eds.). *Finfish Nutrition and Fishfeed Technology*, 2: 191-218 pp. Hiennenmann GmbH, Berlin.
- Hu, M., Wang, y., Wang, Q., Zhao, M., Xiong, B., Qian, X., Zhao, Y. And Luo, Z. 2008. Evaluation of rendered animal protein ingredients for replacement of fish meal in practical diets for gibel carp, *Carassius auratus gibelio*. *Aquaculture Research*, 39 (14): 1475-1482.
- Koca, S. (2004). Avrupa Birliğine İhracat Sürecinde Piliç Eti Sektörü. *Çiftlik Dergisi*. 242:55-64.
- Kutlu, H.R. Ve Görgülü, M. (2003). Genel Hayvan Besleme. Ders Notu. Ç. Ü. Ziraat Fak. Zootekni Bölümü, Adana.
- Nordahl, P.G.,2011. Is the Aquaculture industry caught in a fishmeal trap? An examination of the fishmeal-soybean meal relationship and research initiatives aimed at reducing the fishmeal inclusion level in fish feeds. Norwegian school of economics and business administration. Master Thesis in Economic Analysis. Bergen, 2011. Pp. 108.
- Rose, S.P. (1997). *Principles of Poultry Science*. CAB International 198 Madison Avenue Newyork, NY 10016, 4341 USA.
- Sevgili, H. Ve Ertürk, M.M. 2004. Effects of replacement of fishmeal with poultry by-product meal on growth performance in practical diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Akdeniz Ün. Ziraat Fakültesi Dergisi* 17(2): 161-167.
- Şenköylü, N., Samlı, H.E. Akyürek, H. Ağma, A. Ve Yaşar, S. 2005. Performance and egg characteristics of laying hens fed diets incorporated with poultry by-product and feather meals. *The Journal Applied Poultry Research*, 14:542-547 pp.
- Tacon, A.G.J., 2010. Aquaculture feeds: addressing the long term sustainable of the sector. Global Conference on Aquaculture 2010, Farming the waters for People and Food, 22-25 September 2010, Phuket, Thailand.
- Tacon, A.G.J. And Metian, M., 2008. Global Overview on the Use of Fishmeal and Fish Oil in Industrially Compounded Aquafeeds: Trends and Future Respects. *Aquaculture*, 285, 146-158.
- Tacon, A.G.J., Hasan, M.R. And Metian, M. 2011. Demand and supply of feed ingredients for farmed fish and crustaceans: trends and prospects. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper* No. 564. Rome, FAO. 87 pp.
- TSE. (1983). Kanatlı Kümes Hayvanları Baş, Ayak ve Yenmeyen İç Organlar Unu Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Standart No: 4010, haziran, 1983.
- Türker, A., Yiğit, M., Ergun, S., Karaali, B. Ve Erteken, A., 2005. Potential of Poultry By-product Meal as A Substitute for Fish Meal in Diets for Black Sea Turbot *Scophthalmus Maeoticus*: Growth and Nutrient Utilisation in winter :57 (1):49-61
- Uçar, A. 2008. Ülkemizde balık yemi üreten fabrikaların mevcut durumlarının tespiti üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü, 100. Yıl Üniversitesi, Van.
- Wang, Y., Guo, J., P. Bureau, D. And Cui, Z. 2006. Replacement of fish meal by rendered animal protein ingredients in feeds for cuneate drum (*Nibea miichthioides*). *Aquaculture*, 252 (2-4): 476-483.
- Webster, C.D., Thompson, K.R., Morgan, A.M., Grisby, E.J. And Gannamb, A. L. 2000. Use of hempseed meal, poultry by-product meal, and canola meal in practical diets without fish meal for sunshine bass (*Morone chrysops* X *M. saxatilis*), 188, 299-309
- Yang, Y., Xie, S., Cui, Y., Zhu, X., Lei, W. And Yang, Y. 2006. Partial and total replacement of fishmeal with poultry by-product meal in diets for gibel carp, *Carassius auratus gibelio* Bloch, 37, 40-48

- Yanık, T. ve Aras, M.S. 1999. Mezbaha yan ürünleri unlarının gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yavru yemlerinde balık unu yerine kullanılmalarının ekonomik analizi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 23; Ek Sayı 1:155-160.
- Yiğit, M., Erdem, M., Koshio, S., Ergün, S., Türker, and A. Karaali, B. 2006. Substituting fish meal with poultry by-product meal in diets for black sea turbot *Psetta maeutica*. Aquaculture Nutrition. 12:34-347.
- Yıldırım, Ö., 2002, Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkelerinde Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Su Ürünleri Yemi Sektörünün Bugünkü Durumu, Türkiye'nin Avrupa Birliği ile Entegrasyonu (Doktora Tezi, basılmamış). E.Ü. Fen Bil.Enst., İzmir,224s.
- Yu, Y., Cruz Suarez, L.E., Ricque Marie, D., Nieto Lopez, M.G., Villareal, D., Scholz, D. And Gonzalez, M. 2004. Replacement of fishmeal with poultry byproduct meal and meat and bone meal in shirimp, tilapia and trout diets. Avances Nutricion Acuicola VII. Memorias del VII. Simposium Internacional Nutricion Acuicola, 16-19 Noviembre, Hermosillo, Sonora, Mexico.



Sütün Enzimatik Koagülasyonu ve Peynir Üretiminde Bitkisel Pıhtılaştırıcılar^a

Ezgi EROĞLU¹, Tülay ÖZCAN^{1*}

¹Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye,

*Sorumlu yazar ORCID:0000-0002-0223-3804

e-posta (Corresponding author e-mail): tulayozcan@uludag.edu.tr

Yazar(lar) ORCID: 0000-0003-4945-5025

e-posta (Author-s e-mail):ezgi Eroglu1@gmail.com

Geliş Tarihi (Received): 14.03.2018; Kabul Tarihi (Accepted): 05.06.2018

Öz: Peynir yapımında en yaygın olarak kullanılan pıhtılaştırıcı, geviş getiren genç hayvanların midelerinden elde edilen rennin enzimidir. Ancak peynir tüketiminde ve üretimindeki artışlar, yüksek fiyat ve az miktarda rennin enzimi verimi, bu enzim ile elde edilen ürünlerin vejetaryen beslenme alışkanlıklarına uygun olmaması, enzimin kullanımı ile ilgili etik konular ve dini kısıtlamalar alternatif veya ilave enzim ikameleri arayışına neden olmuştur. Bakteriler ve küfler tarafından üretilen mikrobiyel kaynaklı pıhtılaştırıcılar ve bitkilerin kök, gövde, tohum, çiçek, yaprak gibi belirli bölgelerinden elde edilen bitkisel pıhtılaştırıcılar hayvansal rennin enzimi için uygun ikame maddeleridir. *Cynara cardunculus*, *Calotropis procera*, *Solanum dubium*, *Carica papaya*, *Ananas comosus*, *Ficus carica*, *Albizia julibrissin*, *Cucumis melo* ve *Lactuca sativa*'dan elde edilen proteazlar peynir üretiminde en çok kullanılan bitkisel pıhtılaştırıcılardır. Bu çalışmada, sütün pıhtılaştırılmasında kullanılan bitkisel enzim kaynakları hakkında bilgiler verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Peynir, enzimatik koagülasyon, bitkisel pıhtılaştırıcı.

Enzymatic Coagulation of Milk and Plant Coagulants in the Cheese Production

Abstract: The most commonly used coagulant in cheese production is rennet obtained from the stomach of young ruminant animals. However, the increases in cheese consumption and production, the high price and the little yield of rennet, being inappropriate of the products obtained by this enzyme for vegetarian eating habits, the ethical issues related to the use of the enzyme and religious

^a Eroğlu, E. ve Özcan, T. 2018. Sütün Enzimatik Koagülasyonu ve Peynir Üretiminde Bitkisel Pıhtılaştırıcılar. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32 (2), 201-214.

restrictions have caused the search for alternative or additional rennet substitutes. Microbial-derived coagulants produced by bacteria and molds and herbal coagulants obtained from certain parts of plants such as root, stem, seed, flower, leaf are suitable substitutes for animal rennet. Proteases obtained from *Cynara cardunculus*, *Calotropis procera*, *Solanum dubium*, *Carica papaya*, *Ananas comosus*, *Ficus carica*, *Albizia julibrissin*, *Cucumis melo*, *Lactuca sativa* are the most commonly used plant coagulants in cheese production. In this study, we will give information about the plant enzyme sources used in the coagulation of the milk.

Keywords: Cheese, enzymatic coagulation, plant coagulant.

Giriş

Peynir; sütün peynir mayası veya zararsız organik asitlerin etkisiyle pıhtılaştırılması, değişik şekillerde işlenmesi, bazen tat ve koku verici maddelerin ilave edilmesi ile üretilen, çeşitli süre ve derecelerde olgunlaştırılan kendine özgü tat ve aromaya sahip, besin değeri yüksek bir süt ürünüdür. Peynir teknolojisinde sütün enzimatik yolla pıhtılaştırılmasında hayvansal, bitkisel ve mikrobiyel kaynaklardan sağlanan enzimler kullanılmaktadır. Farklı kaynaklardan elde edilerek kullanıma hazır hale getirilen pıhtılaştırıcı enzimlere '**peynir mayası**' adı verilmektedir. 'Pıhtılaştırıcı enzim' veya 'rennet' olarak da ifade edilen enzimlerin tümü asit proteazlardır. Optimum aktivitelerini asit pH'larda gösterebilen bu enzimler, hem sütün pıhtılaşmasını sağlamakta hem de peynir olgunlaşması ve kalitesini belirgin ölçüde etkilemektedirler. Sütü pıhtılaştırılan her enzimin peynir mayası olarak kullanılması mümkün değildir. Bunun için sütü pıhtılaştırma aktivitesi (SPA) ve proteolitik aktivitesinin (PA) peynir üretimine uygun olması gerekmektedir. Enzimin κ -kazein üzerindeki spesifik aktivitesi SPA olarak değerlendirilirken bunun dışında kalan aktiviteler PA olarak belirtilmektedir. PA'nın çok yüksek olması pıhtı sıklığının azalmasına, peynir altı suyunun ayrılmasının yavaşlamasına, randımanın düşmesine ve acı tat oluşumu gibi peynir kusurlarına sebep olmaktadır (Fox ve ark. 2000).

Peynirde Pıhtılaşma

Tüm peynirlerin temel üretim aşaması olan pıhtılaşma, protein fraksiyonlarının stabilizasyonunun bozulması sonucu sütün sıvı halden jel hale geçmesidir. Sütün enzim ile pıhtılaşması ise iki aşamada meydana gelmektedir. Proteolitik aşama olarak da adlandırılan birinci aşamada, kazein misellerinin stabilitesini sağlayan κ -kazeinin asit proteazlar (rennin enzimi) tarafından hidrolizi sonucunda para- κ -kazein ve gliko-makropeptid molekülü oluşmaktadır. İki değerlikli iyonlar (Ca, P, Mg) içeren para- κ -kazein hidrofobik olup miseller üzerinde tutulurken, hidrofilik karakterdeki kazeino-makropeptid (gliko-makropeptid) moleküllerinin kazein misel yüzeylerinden ayrılması sonucu κ -kazeinin stabil edici etkisi azalmaktadır. κ -kazein molekülündeki gliko-makropeptidlerin %90'ı bu şekilde ayrıldığında enzimatik proteoliz tamamlanmaktadır. İkinci aşama ise enzimatik olmayan aşama olarak ifade edilmektedir. Misellerdeki κ -kazeinin en az %85'i enzim etkisiyle parçalandıktan sonra, stabilitesi bozulan kazein miselleri Ca^{+2} iyonu varlığında bir araya gelerek misel topluluklarını oluşturmaktadır. Bu olay bir agregasyon (kümeleşme) olayıdır ve bir kazein miseli üzerindeki para- κ -kazeinin pozitif yüklü gruplarıyla diğer misel üzerindeki κ -kazeinin negatif yüklü grupları arasındaki etkileşim, misellerin bir araya gelmesini sağlamaktadır. Oluşan misel toplulukları yağ globülleri, su ve yağı da içerisinde

tutan üç boyutlu ağ örgüsü oluşturarak sertleşmekte ve şekil kazanarak pıhtıyı oluşturmaktadır (Uniacke-Lowe ve Fox, 2017). Dünyada üretilen peynirlerin önemli kısmı (~%75) sütün enzimlerle (rennet ile) pıhtılaştırılması sonucu elde edilmekte ve genel olarak olgunlaştırıldıktan sonra tüketilmektedir. Sütün zararsız organik asitler veya GDL ile pıhtılaştırılması sonucu üretilen ve çoğunlukla taze olarak tüketilen peynirler ise %25'lik kısmı oluşturmaktadır (Rogelj ve ark. 2001).

Bitkisel Kaynaklı Pıhtılaştırıcılar

Bitkisel kaynaklı pıhtılaştırıcı enzimler (papain, bromelin, ricin, ficin vb.) bitkilerin kök, gövde, tohum, çiçek, yaprak gibi belirli bölgelerinden değişik özütleme yöntemleri kullanılarak elde edilmektedir. Bunlar bitkisel kaynaklı peynir mayaları (vegetable/plant rennet) olarak bilinmektedir. Bu pıhtılaştırıcılar kullanılarak elde edilen peynirlerin üretimi ve olgunlaşmasında pıhtılaşma aşaması oldukça önemlidir ve proteoliz peynirin tekstürel ve duysal özelliklerini etkilemektedir (Amira ve ark. 2017). İyi bir süt pıhtılaştırıcı enzim yüksek spesifik kazeinolitik aktivite ve düşük genel proteolitik aktivite ile karakterize edilmektedir. Bitkisel enzimlerin proteolitik aktiviteleri pıhtılaştırma aktivitelerine oranla çok daha fazladır, yani düşük bir süt pıhtılaşma aktivitesi/proteolitik aktivite (SPA/PA) oranına sahip bulunmaktadır ve bu durum peynir üretiminde kullanımının başlıca engeli olarak ortaya çıkmaktadır. Proteolitik aktivitenin yüksek olması; randımanda düşüş, pıhtı niteliklerinde bozulma ve acı tat oluşumu gibi kusurlara da neden olmaktadır. Bu yüzden bitkisel kaynaklı pıhtılaştırıcıların kullanımı küçük ölçekli peynir üretiminden daha öteye gidememektedir (Mazorra-Manzano ve ark. 2013; Shah ve ark. 2014).

Genel anlamda hayvansal ve mikrobiyel pıhtılaştırıcılar daha stabil ve standart kalitede ürün vermeleri, daha ucuz olmaları ve kullanım kolaylığı nedeniyle ayrıca bitkilerin toplanmasındaki yoğun emek ve masrafları önlemeleri yönünden tercih edilmektedir (Roseiro ve ark. 2003). Buzağı renneti κ -kazein için yüksek duyarlılığı ve düşük proteolitik etkinliği nedeniyle yıllardır peynir üretiminde kullanılmaktadır. Ancak peynir tüketiminde ve üretimdeki artışlar, yüksek fiyat ve düşük rennet verimi, bu enzim ile elde edilen ürünlerin vejetaryen beslenme alışkanlıklarına uygun olmaması, enzimin kullanımı ile ilgili etik konular ve dini kısıtlamalar alternatif veya ilave rennet ikameleri arayışına neden olmuş, bitkisel pıhtılaştırıcıların süt teknolojisinde kullanımı dikkat çekici oranda artış göstermiştir (Roseiro ve ark. 2003; Ahmed ve ark. 2009; Shah ve ark. 2014). Çizelge 1 ve 2'de bitkisel pıhtılaştırıcı enzim kaynakları ve bazı bitkisel proteaz türleri verilmiştir.

Bitki ekstraktlarının antik zamanlardan beri peynir yapımında pıhtılaştırıcı olarak kullanılmakta olduğu bilinmektedir ve peynir üretiminde kullanılan ilk proteolitik enzim incir sütünden kristalize edilen 'ficin' dir. Daha sonraki yıllarda da Hristiyan Budistler inançlarından dolayı buzağı renneti yerine bitkisel kaynaklı pıhtılaştırıcılar kullanmışlardır. Din, diyet, genetik değişiklik vb. tepkiler ve geleneksel yaklaşımlar doğrultusunda, bitkisel pıhtılaştırıcılar ile yapılan peynirler ağırlıklı olarak Akdeniz, Batı Afrika ve Güney Avrupa ülkelerinde kullanılmaktadır. İspanya ve Portekiz'de, *Cynara* sp. gibi bitkisel pıhtılaştırıcılar kullanılarak çeşitli peynirler üretilmektedir (Çizelge 3). Bitkisel pıhtılaştırıcılar ile yapılan peynirler genellikle geleneksel ve küçük ölçekte, çiftlik evinde veya bir mandırada üretilmektedir (Cerratani, 2001; Roseiro ve ark. 2003).

Bitkilerin; meyve (kivi, kavun ve papaya), kök (zencefil rizomu), öz su (papaya meyvesi *Carica papaya* ve sodom elması *Calotropis procera*) ve çiçek (*Cynara cardunculus* ve *Centaurea calcitrapa*) kısımları süt pıhtılaştırıcı olarak kullanılmaktadır (Fernandez-Salguero ve ark. 2002; Tejada ve ark. 2006). Bitki özlerinden elde edilen proteazların özellikleri, bu ürünlerin karakteristik lezzeti ve dokusu için kritik öneme sahiptir ve bu özellikler proteazların süt teknolojisinde yenilikçi uygulamalarını gündeme getirmektedir (Mazorra-Manzano ve ark. 2013). Bitkisel pıhtılaştırıcılar ile üretilmiş peynirlerde proteoliz daha belirgin olmakta, yumuşak, kremamsı bir peynir dokusu oluşmakta ve kısmen sıvılaşma ile tekstürel bozulmalar meydana gelmektedir (Jacob ve ark. 2011).

Çizelge 1. Potansiyel bitkisel pıhtılaştırıcı enzim kaynakları (Roseiro ve ark. 2003)

Bilimsel Adı	Common Name	Yaygın Adı
<i>Albizia julibrissin</i>	Silk tree	İpek ağacı
<i>Ananas comosus</i>	Pineapple	Ananas
<i>Ananas sativa</i>		
<i>Calotropis procera</i>	Sodom apple	Sodom elması
<i>Carica papaya</i>	Papaya	Papain
<i>Centurea calcitrapa</i>	Red star thistle	Kırmızı yıldız devedikeni
<i>Circium ve Carlina spp.</i>	Thistle	Devedikeni
<i>Cucurbita pepo</i>	Pumpkin	Sakız kabağı
<i>Cynara cardunculus,</i> <i>C. humilis, C. scolymus</i>	Cardon and artichoke	Enginar
<i>Ficus carica, F. glomerata, F. religiosa</i>	Fig tree	İncir ağacı
<i>Lactuca sativa</i>	Lettuce	Marul
<i>Silybum marianum</i>	Holy thistle	Devedikeni
<i>Taraxacum officinale</i>	Dandelion	Karahindiba
<i>Withania coagulans</i>	Aswagandha, Withaniaberry	Withania meyvesi

***Ficus carica* (İncir)**

Bitkisel pıhtılaştırıcıların kullanılması çok eskilere dayanmakla birlikte, bir kaç çeşit dışında yüksek proteolitik aktivitelerinden dolayı şu ana kadar kullanımı sınırlı düzeydedir. Daha çok özellikle küçük miktar tüketim amacıyla incir, altın çilek, teleme otu, kenger bitkisel pıhtılaştırıcı olarak kullanılmaktadır. Hatta incir sütünün pamuklu bezlere emdirilerek dondurulduğu ve kış aylarında teleme yapımında kullandığı bildirilmektedir. İncir ağacından ekstrakte edilen ficin, peynir yapımında kullanılan ilk bitkisel kaynaklı enzimdir ve yüksek proteolitik aktivitesi nedeniyle peynirlerde acılığa neden olduğu bilinmektedir (Mazorra-Manzano ve ark. 2013; Shah ve ark. 2014; Lomolino ve ark. 2015). *Ficus carica* iki grup proteolitik enzim içermektedir. Birinci grup yüksek pıhtılaşma aktivitesine ancak düşük proteoliz özelliğine sahipken, ikinci grup yüksek proteolitik etkiye sahiptir (Fadıloğlu, 2001). İncir, ülkemizin doğusunda keçi sütünden teleme yapımında tercih edilmektedir. İncirden teleme üretiminde; incirin yaprağından, dal uçlarından veya incir meyvesinden elde edilen özsu kullanılmaktadır (Saydam ve Güzeler, 2012). Akar ve

Fadıloğlu (1999) incir sütü ilavesiyle yapılan telemenin acı bir tatta, yapı ve kıvamının daha zayıf ve serum ayrılmasının daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Dayısoylu ve ark. (2004) teleme yapımında kullanılan incir sütünün keçi ve inek sütünde pıhtılaşma kabiliyetini arttırdığını ve inek sütü ile yapılan telemenin inkübasyon süresinin keçi sütünden yapılan telemeye göre üç kat daha uzun olduğunu saptamışlardır. Faccia ve ark. (2012) geleneksel İtalyan keçi peyniri Cacioricotta'nın üretiminde *Ficus carica sylvestris* (caprifig) dallarından elde edilen bitki öz suyunu süt pıhtılaştırıcı olarak kullanmışlardır. İncir öz suyu ile üretilen peynirlerde güçlü bir proteolitik aktivite ile birlikte, daha yüksek miktarda azot ve peptid fraksiyonu saptamışlardır.

Çizelge 2. Sütü pıhtılaştıran bitkisel proteazlarının türleri ve kaynakları (Shah ve ark. 2014)

Proteaz Türü	Katalitik Alandaki Amino Asit	Proteaz Adı	Elde Edildiği Kaynak
Aspartik	2 aspartik asit kalıntısı	Cardosins, cyprosins	<i>Cynara cardunculus</i>
		Cynarase	<i>Cynara scolymus</i>
		Cardosin	<i>Cynara humilis</i>
		Protein extract	<i>Silybum marianum</i>
		Onopordosin	<i>Onopordum acanthium</i>
		Protein extract	<i>Onopordum turcicum</i>
		Oryzasin	<i>Oryza sativa</i>
		Protein extract	<i>Centaurea calcitrapa</i>
		Procirsin	<i>Cirsium vulgare</i>
		Protein extract	<i>Solanum elaeagnifolium</i>
Sistein	Sistein kalıntısı	Ficin	<i>Ficus racemosa</i>
		Caprifig coagulant	<i>Ficus carica sylvestris</i>
		Protein extract	<i>Albizia lebbek</i>
		Protein extract	<i>Helianthus annuus</i>
		Actinidin	<i>Actinidia chinensis</i>
Serin	Serin kalıntısı	Cucumisın	<i>Cucumis melo</i>
		Neriifolin	<i>Euphorbia neriifolia</i>
		Neriifolin S	<i>Euphorbia neriifolia</i>
		Dubiumin	<i>Solanum dubium</i> Fresen
		Religosin	<i>Ficus religiosa</i>
		Religosin B	<i>Ficus religiosa</i>
		Religosin C	<i>Ficus religiosa</i>
		Streblin	<i>Streblus asper</i>
		Lettucine	<i>Lactuca sativa</i>
Belirtilmemiş		Hieronymain	<i>Bromelia hieronymi</i> Mez
		Protein extract	<i>Moringa oleifera</i>

Cynara spp. (Yabani enginar)

Ülkemizde yöresel adıyla yabani enginar olarak bilinen *Cynara cardunculus* L. büyük başlı ve mor renkli çiçekleri olan yabani bir bitkidir. *Compositae* familyasından olan bu bitki Akdeniz bölgesi kıyılarında, Portekiz, Kuzey Afrika, ve İspanya' nın güneyinde; Türkiye'de ise özellikle Ege ve Akdeniz Bölgesinde yetişmektedir (Tejada ve ark. 2006; Chazarra ve ark. 2007). Bu bitkiden elde edilen ve "Cardoon" olarak isimlendirilen enzimler 2000 yılı aşkın bir süre boyunca İber yarımadasında, Güney Avrupa'da ve Arjantin'in çeşitli bölgelerinde kremi yumuşak dokusu ve kendine özgü tadı olan çeşitli geleneksel peynirlerin üretimi amacıyla kullanılmaktadır (Prados ve ark. 2007). Günümüzde *Cynara* cinsi çiçeklerinin boyuncuk ve tepelik bölümlerinden elde edilen Cardoon enzimi Portekiz'de Serra ve Serpa; İspanya'da koyun sütünden yapılan Los Pedroches, La Serena, Torta del Casar; keçi sütünden yapılan Los Ibores; koyun ve keçi sütü karışımından yapılan Flor de Guia gibi peynirlerin üretiminde kullanılmaktadır (Roseiro ve ark. 2003; Egito ve ark. 2007; Duarte ve ark. 2009). Bu tür peynirler özgün karakteristik özelliklerinden dolayı, Avrupa Birliği tarafından Protected Designation of Origin (POD) (Menşe Korunmalı Tanımlama) olarak belirlenmiş ve korunmuştur (Esteves ve ark. 2003). *Cynara* spp. bitkisinin çiçeğinde yüksek oranda proteolitik enzimler bulunmaktadır. Bu durum peynirde yumuşak ve yağlı bir dokuya ancak kısmen yumuşama ve şekil kaybı ile tekstürel hatalara yol açabilmektedir (Göncü ve Alpkent, 2006).

Çizelge 3. *Cynara L.* ile üretilen peynirler (Roseiro ve ark. 2003)

Ülke	Peynir	Süt
Portekiz	Serra da Estrela	Koyun
	Serpa	Koyun
	Azeitão	Koyun
	Nisa	Koyun
	Castelo Branco	Koyun
	Évora	Koyun
İspanya	Casar de Cáceres	Koyun
	Torta del Casar	Koyun
	La Serena	Koyun
	Los Pedroches	Koyun
	Los Ibores	Keçi
	Flor de Guía	Koyun ve keçi

Cynara cardunculus L. çiçeklerinin boyuncuk ve tepelik bölümlerinden elde edilen "Cardosin A" ve "Cardosin B" pıhtılaştırıcıları kimozin gibi aspartik proteazlardır. Cardosin A enzimi kimozin benzeri özellik ve aktivite gösterirken, "Cardosin B" olarak tanımlanan enzim pepsine benzer özelliktedir. Cardosin B, Cardosin A'ya göre daha proteolitik ve her iki enzim de κ -kazein'in Phe₁₀₅-Met₁₀₆ bağına etki etmektedir. Enzim maksimum aktiviteyi pH 5.12 de göstermektedir. Yapılan araştırmalar, *Cynara cardunculus*'tan elde edilen enzimlerin kazeinolitik fraksiyon aktivitesinin ve tipinin; ekstraksiyon yöntemi, kuru ya da taze çiçek kullanımı, ekstrakte edilen bitki miktarı ve yetiştiği bölgeden etkilendiğini

göstermektedir. Farklı bölgelerden toplanan bitkilerdeki ekstraktların farklı proteolitik aktiviteye ve süt pıhtılaştırıcı özelliğe sahip olduğu tespit edilmiştir (Esteves ve ark. 2003). *Cynara cardunculus* L. çiçeklerinden elde edilen enzimlerin inek sütü peynirlerinde acı tat ve doku kusurlarına neden olduğu saptanmıştır. Laboratuvar ortamında izole edilmiş sığır κ -kazeine karşı Cardosinin etkisi üzerine yapılan araştırmalar, Cardosinin diğer süt pıhtılaştırıcı enzimler (kimozin) gibi sadece Phe₁₀₅-Met₁₀₆ bağı parçaladığını ve proteolitik katsayının aynı derecede olduğunu göstermektedir. α_{s1} - ve β -kazein üzerindeki proteolitik etkinin; peynirin randımanını, tekstürünü ve lezzetini etkilediği bilinmektedir. Enzimin tat üzerindeki etkisi ise temelde acı peptitlerin oluşumundan kaynaklanmaktadır (Jacob ve ark. 2011).

Solanum dubium

Sudan'da geniş bir alanda yetişen yabancı *Solanum dubium* bitkisinden üretilen enzimler genellikle kırsal bölgelerde süt pıhtılaştırıcı olarak kullanılmaktadır. Abdalla ve ark. (2010)'nın yaptığı çalışmada, *Solanum dubium* bitkisinin tohumlarının su ile ekstrakte edildiğinde yüksek pıhtılaştırma aktivitesine sahip olduğu ve pıhtılaşma süresinin kısa olduğu tespit edilmiştir. Süt pıhtılaştırma aktivitesi pH, inkübasyon sıcaklığı, NaCl ilavesi ile azalmakta; CaCl₂ ilavesiyle artış göstermektedir. Ahmed ve ark. (2009) *S. dubium* enziminin yüksek pıhtılaşma ve proteolitik etkinliklere sahip olduğunu ve çok geniş bir pH-sıcaklık aralığında (20-90 °C) stabil olduğunu tespit etmişlerdir.

Solanum esculentum, *Solanum macrocarpon* L. ve *Solanum melongena*'nın meyve özlerinin süt pıhtılaşma potansiyeli açısından test edildiği bir çalışmada pıhtılaştırıcı enzimlerin salınmasının meyve miktarına, ekstraksiyon süresine ve sodyum klorür konsantrasyonuna oldukça bağımlı olduğu tespit edilmiştir. Guiama ve ark. (2010) *S. esculentum* ve *S. macrocarpon*'dan elde edilen ekstraktların kazein üzerinde bir proteolitik aktivite meydana getirdiğini belirtmişlerdir.

***Calotropis procera* (Sodom elması)**

Calotropis procera (Sodom elması) bitkisinin yapraklarının özsuğu Nijerya ve Benin gibi bazı Afrika ülkelerinde geleneksel peynir üretiminde kullanılmaktadır. Aworth ve Muller (1987) buzağı renneti ve sodom elması özsuğunu kullanarak ürettiği peynirlerin özelliklerini karşılaştırmış, bitkisel kaynaklı pıhtılaştırıcı kullanılarak üretilen peynirlerde, proteolitik aktivitenin yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna rağmen peynir altı suyundaki serbest azot miktarının düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca *Calotropis procera* yapraklarından elde edilen ekstrakt kullanılarak üretilen peynirin daha sert ve zamksı olduğu saptanmıştır (Pontual ve ark. 2012; Mazorra-Manzano ve ark. 2013).

***Zingiber officinale* (Zencefil)**

Zingiber officinale Roscoe rizomundan elde edilen Zingibain, sütü pıhtılaştırma yeteneğine sahip bir sistein proteazı içermektedir (Gagaoua ve ark., 2015). Buzağı renneti ve papain ile karşılaştırıldığında daha yüksek süt pıhtılaştırıcı aktivite göstermektedir. Süt endüstrisinde, süt pıhtılaştırmak için buzağı renneti yerine ya da bu rennete ilave olarak kullanılabilir. (Hashim ve ark. 2011; Mazorra-Manzano ve ark. 2013). Hailu ve ark. (2014) zencefil ham özütü kullanılarak yapılan yumuşak peynir ile deve kimozini kullanılarak hazırlanan peynirin kalite özelliklerini karşılaştırmış, zencefil ile üretilen peynirin asitlik ve kül miktarının daha az olduğunu; toplam kuru madde ve protein içeriğinin ise deve kimozini ile üretilen peynire göre daha az olduğunu saptamıştır. Deve

sütünü koagüle etmek ve böylece deve sütünden peynir yapmak için zencefilin kullanılabileceğini belirtmiştir.

Hashim ve ark. (2011) buzağı kaynaklı rennet ve zencefil kullanarak ürettikleri Peshawari peynirinde fizikokimyasal özellikler (yağ, protein, laktoz, asidite, pH) ve peynir mikroflorasında (toplam canlı, enterobakteri, laktobasil, küf ve maya) önemli derecede farklılık saptanmamışlardır. Bununla birlikte, zencefil proteazı ile üretilen peynirde nem seviyesi daha düşük, azot seviyesi ise daha yüksek bulunmuştur. Mazorra-Manzano ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada sıcaklığın, kivi meyvesi, kavun ve zencefil ekstraktlarının ilavesinin sütü pıhtılaştırma aktivitesi üzerine etkilerini değerlendirmişlerdir. Kivi meyveleri ve zencefil ekstraktlarının sırasıyla 40 °C ve 63 °C gibi dar bir sıcaklık aralığında yüksek aktivite göstermesine rağmen kavun ekstraktlarının 45-75 °C gibi geniş bir sıcaklık aralığı üzerinde yüksek süt pıhtılaştırma aktivitesi gösterdiğini saptamışlardır. Kivi ekstraktları kullanılarak elde edilen pıhtıların, ticari rennet kullanılarak elde edilenlerle karşılaştırılabilir duyu özelliklere sahipken, kavun ekstraktları kullanıldığında kırılğan bir jel yapısı ve düşük pıhtı verimi oluşturduğunu bildirmişlerdir. Üç bitki ekstraktının süt pıhtılaştırma reaksiyonunun bu ekstraktlarda bulunan proteaz özelliği ile ilgili olduğunu, ayrıca kivi proteazlarının kimozen benzeri özellikler sergilediğini ve bu nedenle peynir üretiminde süt pıhtılaştırıcı olarak kullanılmak için üç bitki ekstraktı arasında en iyi potansiyele sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Sideroxylon obtusifolium

Sideroxylon obtusifolium, Quixaba olarak da bilinen; Caatinga kuzey doğu'ya özgü bir ağaçtır ve nehir kıyıları gibi sulak alanlarda, Ceará ve Rio Grande do Sul kıyılarındaki kumsallarda, Mato Grosso ve São Francisco Vadisinde çok sık rastlanmaktadır. Kalsiyum bakımından zayıf kil topraklarında yetişen bu türün tıbbi özelliklere sahip olduğu düşünülmektedir. Silva ve ark. (2013) *Sideroxylon obtusifolium*'dan elde edilen öz suyun süt pıhtılaştırma işlemi için proteaz kaynağı olarak kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada Quixaba özütünün potansiyel bir süt pıhtılaştırıcı kaynak olduğu belirlenmiştir. Pıhtılaştırma maddesi olarak en iyi performansı pH 8 ve 40 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda (optimum 55°C) göstermiştir. Quixaba'dan elde edilen proteazın geniş sıcaklık ve pH değerlerinde stabil olduğu ve peynir üretimi için hayvansal rennete alternatif olduğu belirtilmiştir.

***Jacaratia corumbensis* O. Kuntze (Yabani papaya)**

Yabani papaya (*Jacaratia corumbensis* O. kuntze), Brezilya'da yarı kurak bölgelerde yetişen bir çalıdır. Duarte ve ark. (2009) tarafından, *Jacaratia corumbensis* O. kuntze'den (kök lateksi) elde edilen enzimin yüksek süt pıhtılaştırma aktivitesi gösterdiği tespit edilmiştir. Optimum pH ham ekstrakt için 6.5 iken, kısmen saflaştırılmış ekstrakt için 7.0 olarak belirlenmiştir. Maksimum süt pıhtılaştırma aktivitesi her iki ekstrakt için 55 °C olarak saptanmıştır. 33 kDa molekül ağırlığına sahip ve bir sistein proteazı olan enzimin potansiyel bir süt pıhtılaştırıcı kaynağı olabileceği belirtilmiştir.

***Balanites aegyptiaca* (Çöl hurması)**

Balanites aegyptiaca, Kuzey Kamerun ve diğer kurak ve yarı kurak bölgelerde yetişen odunsu bir ağaçtır. Beka ve ark. (2014) tarafından *Balanites aegyptiaca*'nın potansiyel bir pıhtılaştırıcı olup olmadığının araştırıldığı bir çalışmada bu bitki özütünün aspartik ve serin proteazı içerdiği belirlenmiştir. pH 5.0 ve pH 8.0'de optimum aktivite gösteren bu enzimler

için ortak ve optimum sıcaklık 50 °C'dir. Proteolitik aktivite, pH 5.0'te sığır kimozininden daha termostabildir. Bu ekstraktın peynir yapımı için uygunluğu henüz tam olarak saptanmamasına rağmen hayvansal rennete alternatif olabileceği düşünülmektedir.

Albizia spp.

Albizia julibrissin tohumlarının peynir olgunlaşmasından 3 ay sonrasına kadar herhangi bir acılık geliştirmeyen süt pıhtılaştırıcı proteolitik enzimlere sahip olduğu bilinmektedir. *Albizia lebbek* ve *Helianthus annuus* tohum ekstraktlarının süt pıhtılaştırma aktivitesinin incelendiği bir çalışmada; Albizia tohum ekstraktının spesifik pıhtılaştırma aktivitesinin, ayçiçeği çekirdeği ekstraktından 15 kat fazla olduğu tespit edilmiştir. Ancak ayçiçeği özü κ-kazeini Phe105-Met106 bağından hidrolize ederken, Albizia ekstratı κ-kazein üzerinde Lys116-Thr117 bağını hedef almıştır. Ayçiçeği enziminden daha aktif olan Albizia tohumları da hayvansal rennetler yerine kullanılabilir uygun bir ikamedir (Egito ve ark. 2007).

Moringa oleifera

Moringa oleifera; *Moringaceae* familyasından, kuzey batı Hindistan, Asya, Afrika ve Güney Amerika'nın birçok bölgesinde yetişebilen, küçük boylu bir ağaçtır. Kalsiyum, potasyum ve antioksidan bakımından zengin (α ve γ - tokoferol) ve çoğunlukla Filipinlerde yiyeceklerde kullanılan bir bitkidir. Çiçeklerinin kazeinolitik ve süt pıhtılaştırma faaliyetlerini saptamak amacıyla yapılan bir çalışmada, enzimlerin pH 4'te veya 50 °C'de en yüksek kazeinolitik aktiviteyi gösterdiği tespit edilmiştir. Süt pıhtılaştırma aktivitesi, süt endüstrisinde *M. oleifera* çiçeklerinin pıhtılaştırıcı olarak kullanılabilirliğini göstermektedir (Vieira ve ark. 2010; Pontual ve ark. 2012).

Citrus aurantium

Citrus aurantium narenciye çiçeklerinin (*azahar*); buhar distilasyonu ile elde edilen uçucu yağları, hoş aromaları ile bilinmektedir (Jabalpurwala ve ark. 2009). *Citrus aurantium*, acı portakal olarak da anılan, Sonora Meksika Eyaleti'nde yetiştirilen, meyve ve çiçeklerinin çoğu atılan bir süs bitkisidir. Bununla birlikte bu bitkinin kabuk, tohum, yaprak, çiçek ve diğer kısımları teknolojik açıdan yararlar sağlamaktadır. Bu nedenle Mazorra-Manzano ve ark. (2013) *C. aurantium* L. çiçeğinden elde edilen ekstraktın, belirli sıcaklık ve pH'da süt pıhtılaştırma ve proteolitik aktivitesindeki etkisini belirleyerek, proteolitik enzimlerin 35-70 °C'de süt pıhtılaştırma aktivitesi gösterdiğini saptamışlardır. Ham ekstraktın proteaz aktivitesinin, sütü ticari rennetin pıhtılaştırdığı sürede pıhtılaştırmak için yeterli olduğu belirtilmiştir. *Citrus aurantium* çiçeği ekstraktının farklı proteaz tipleri içerdiği ve peynir üretimi için yeni bir enzim kaynağı potansiyeline sahip olduğunu vurgulamışlardır.

***Physalis peruviana* (Altın çilek)**

Halk arasında inka eriği, yer çileği, yer kirazı, kış kirazı olarak da bilinen altın çilek, sıcak bölgelerde yetişen ve boyu 0.6-0.9 metreye ulaşabilen, çok yıllık bir bitkidir. Sarı ve kırmızı renkleri arasında sert bir kabuğu bulunmaktadır. Kabuk ayrıldıktan sonra içinde küçük, yuvarlak, yaklaşık 3 cm çapında ve turuncu renkte meyve kısmı, bu meyvenin iç kısmında da sarı küçük renkte çekirdekler bulunmaktadır. Hasat edildiğinde acı bir tada sahip olan bu bitkinin meyvesi bir süre sonra meyvenin olgunlaşmasıyla daha tatlı olmaktadır. Altın çilek kanser, sıtma, astım, hepatit, romatizma gibi hastalıkları tedavi edici özelliğinden dolayı yaygın biçimde tıbbi bitki olarak kullanılmakta; mineraller, provitamin

A, vitamini C ve vitamin B kompleksi kaynağı olup, içerdiği antosiyanin ve karotenoidlerden dolayı da güçlü bir antioksidan özelliğe sahip bulunmaktadır. Lifli yapısı ile sindirimi kolaylaştırmaktadır (Erkaya ve ark. 2012; Naz ve Choudhary, 2003). Dini sebeplerden dolayı hayvansal ürünlerin tüketiminin kısıtlı olduğu Hindistan'da altın çilek bitkisi ile pıhtılaştırılan peynirler tüketilmektedir. Bu enzimlerin proteolitik aktivitesinin fazla olması nedeniyle çabuk acılaşıma ortaya çıkmaktadır. Üretimde altın çilek bitkisinin meyvesi bir tülbent içine alınarak sıkılmakta ve elde edilen meyvenin suyu ılık süte karıştırılarak teleme elde edilmektedir (Saydam ve Güzeler, 2012).

***Euphorbia maculata* (Teleme/Töreme otu)**

Teleme otu; *Spotted spurge* veya *Prostrate spurge* olarak bilinen, *Euphorbiaceae* familyasından, tek yıllık bir bitkidir. Güneşli yerlerde ve kuru topraklarda yetişmekte, genellikle bahçelerde ve çimlerde ot gibi yayılmış şekilde görülmektedir. Bitki sert zeminlerde veya duvarlardaki çatlaklarda büyüme özelliğine de sahiptir. İçerdiği proteazlardan dolayı süt pıhtılaştırma özelliğindeki bu bitki, teleme üretiminde kullanılmaktadır. Teleme otunun dal uçlarından elde edilen özsu ılık süt içine daldırılmakta ve sürekli karıştırılmaktadır. Karışım katı bir görünüm aldığından yani pıhtı gerçekleştiğinde teleme oluşumu da tamamlanmaktadır (Say ve Güzeler, 2016).

***Gundelia tournefortii* (Kenger otu)**

Kenger otu; Orta, Doğu, Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Ege Bölgesinde sıklıkla görülen sütlü, dikenli ve otsu, doğada kendiliğinden yetişen bir bitkidir (Levent ve Algan-Cavuldak, 2012). Kenger bitkisinin yaprakları, gövdesi, kökleri ve tohumu gıda olarak tüketilmektedir. Bitkinin tohumu ham yağ (%16.2), ham protein (%12.6) ve ham lif (%27.2) ile zengindir. K, Ca, P, Na, Fe, Mg, Zn mineralleri, ayrıca yağ asitleri, tokoferol ve steroller içermesinden dolayı da beslenmede önemli yer tutmaktadır (Matthaus ve Ozcan, 2011). Bitkinin gövdesinin kesilmesiyle çıkan sütte elde edilen sakız, kenger sakızı veya çengel sakızı olarak isimlendirilmektedir. Ebrahimi ve ark. (2015) yoğurdun kalite özelliklerini arttırmak amacıyla kenger bitkisini pulp haline getirerek, farklı oranlardaki kenger pulplarını (%0, 1, 3, 5, 10, 15, 20) yoğurda ilave etmişler ve depolama boyunca yoğurtların özellikleri incelemişlerdir. Çakmakçı ve Dağdemir (2013) kenger yaprakları ve sütünün dondurma üretiminde stabilizatör olarak da kullanılabildiğini belirlemişlerdir. Kenger otu süt pıhtılaştırma aktivitesine sahip, potansiyel bir pıhtılaştırıcı ve enzim kaynağıdır ve ülkemizde de teleme üretiminde kullanılmaktadır (Say ve Güzeler, 2016).

***Cicer arietinum* (Nohut)**

Nohut, en önemli baklagillerden biri olup iyi bir enerji, protein, mineral, vitamin ve diyet lifi kaynağıdır. (Wood ve Grusak, 2007; Bakr, 2013). Fu ve Zhang (2013); nohut, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* ve %5 şeker ilave ederek ürettikleri yoğurtlarda, yoğurt fermentasyonunda izoflavan gikozitlerinin hidrolize olduğunu ve kullanılan bakterilerin izoflavan gikozitlerini aglukona dönüştürdüğünü saptamışlardır. Bakr (2013), nohutun sudaki ekstraksiyonu ile ürettiği inek ve deve yoğurtlarının toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitelerinin her iki yoğurt için de önemli düzeyde olduğunu belirlemiştir. Yoğurtların duyuusal değerlendirmesinde nohutun sudaki ekstraksiyonu ile üretilen inek yoğurtlarının deve yoğurtlarına göre tercih edildiğini belirtmiştir.

Diğer pıhtılaştırıcılar

Cucumis melo meyvesinin serin proteazının, papain'inkine kıyasla daha stabil bir süt pıhtılaştırma aktivitesine sahip olduğu belirtilmektedir. *Lactuca sativa*'dan elde edilen serin proteazının, yağ içeriği farklı olan sütler ve yağsız sütlerde pıhtılaşmayı desteklediği bildirilmiştir (Lo Piero ve ark. 2002; Pontual ve ark. 2012). *Oryza sativa* tohumlarından elde edilen aspartik proteaz, kimozin ve pepsin ile benzer bir şekilde κ -kazein hidrolizi gerçekleştirilmektedir. *Silybum marianum* çiçek özlerinden elde edilen aspartik proteazların keçi ve koyun sütü kazeinlerini hidrolize ettiği ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır (Cavalli ve ark. 2008; Duarte ve ark. 2009). Pontual ve ark. (2012) yaptıkları bir çalışmada *Bromelia hieronymi* meyvelerinin ekstraktı kullanılarak üretilen peynirin görünüm, yapı, doku ve lezzet gibi duyuşsal özellikleri açısından kabul edilebilir olduğunu belirlemiştir.

Sonuç

Sütün pıhtılaşması peynir üretiminin temel reaksiyonlarından. Bu amaçla ilk olarak ve en sık kullanılan peynir mayaları, hayvansal kaynaklı pıhtılaştırıcılarıdır. Peynir üretiminde dünya çapındaki artış, hayvan rennetinin yetersizliğine neden olmuş ve uzun süre uygun rennet ikameleri için çalışmalar yapılmış ve rekombinant DNA teknolojisindeki gelişmeler ile kaynak yetersizliği kısmen problem olmaktan çıkmıştır. Ancak hayvansal kaynaklı rennetin kullanımı ile ilgili etik konular ve dini kısıtlamalar, bu enzim ile elde edilen ürünlerin vejetaryen beslenme alışkanlıklarına uygun olmaması gibi nedenler bitkisel kaynaklı pıhtılaştırıcılara olan ilgiyi arttırmıştır. Bitkisel pıhtılaştırıcılar çok eski zamanlardan beri peynir üretiminde kullanılmakta ve ürün çeşitliliğini arttırmaktadır. Bitkisel pıhtılaştırıcı enzimlerin sahip oldukları güçlü proteolitik etki, peynirin tekstürünü, tadını ve randımanını etkilemektedir. Yüksek proteolitik aktivite peynirde acı tat oluşumuna sebep olurken, pıhtı oluşumunu hızlandırmakta dolayısıyla tüketici istekleri doğrultusunda alternatif olabilmektedir. Bitkisel kaynaklı pıhtılaştırıcılar, sert peynir üretiminde düşük verimlilik göstermelerine karşın, yumuşak dokulu peynirlerin üretiminde başarılı sonuçlar vermektedir. Bu bağlamda bitkisel kaynaklı pıhtılaştırıcı enzimler, peynir ve yeni süt ürünlerinin üretiminde ve peynir olgunlaştırma aşamasının hızlandırılmasında yüksek bir potansiyel sunmaktadır.

Kaynaklar

- Abdalla, M.O.M., Ali D.A.A. and B.E. Mohamed. 2010. Extraction, Milk Clotting Activity Measurements and Purification of *Solanum dubium* Fresen (Gubban) for Cheese Making. World Journal of Dairy and Food Sciences, 5 (2), 152-159.
- Ahmed, I.A.M., Morishima I., Babiker E.E., and N. Mori. 2009. Characterisation of Partially Purified Milk-clotting Enzyme from *Solanum dubium* Fresen Seeds. Food Chemistry, 116 (2), 395-400.
- Akar, B. and S. Fadıoğlu. 1999. Teleme Production by Purified Ficin. Journal of Food Quality, 22, 671-680.
- Amira, A.B., Makhlof I., Petrut R.F., Francis F., Bauwens J., Attia H., Besbes S. and C. Blecker. 2017. Effect of Extraction pH on Techno-functional Properties of Crude Extracts from Wild Cardoon (*Cynara cardunculus* L.) Flowers. Food Chemistry, 225, 258-266.

- Aworth, O.C. and H.G. Muller. 1987. Cheese Making Properties of Vegetable Rennet from Sodom Apple (*Colotropis procera*). *Food Chemistry*, 26 (1), 71-79.
- Bakr, S.A. 2013. Nutritional and therapeutical values of chickpea water extract enriched yoghurt made from cow and camel milk. *American Journal of Drug Discovery and Development*, 3 (2), 47-59.
- Beka, R.G., Krier F., Botquin M., Guiama V.D., Donn P., Libouga D.G., Mbofung C.M., Dimitrov K., Slomianny M.-C., Guillochon D. and D. Vercaigne-Marko. 2014. Characterisation of a Milk-Clotting Extract from *Balanites aegyptiaca* Fruit Pulp. *International Dairy Journal*, 34 (1), 25-31.
- Cakmakçı, S. and E. Dagdemir. 2013. A Preliminary Study on Functionality of *Gundelia tournefortii* L. as a New Stabiliser in Ice Cream Production. *International Journal of Dairy Technology*, 66 (3), 431-436.
- Cavalli, S.V., Silva S.V., Cimino C.F., Malcata X., and N. Priolo. 2008. Hydrolysis of Caprine and Ovine Milk Proteins, Brought About by Aspartic Peptidases from *Silybum marianum* Flowers. *Food Chemistry*, 106, 997-1003.
- Cerretani, G. 2001. Da 'Detersivo' a Coagulante: le Molteplici Azioni Del Cardo. *Caseus-Via Lattea*, 6, 16.
- Chazarra, S., L. Sidrach, D. Lopez-Molina, and J.N. Rodríguez-López. 2007. Characterization of the Milk-Clotting Properties of Extracts from Artichoke (*Cynara scolymus* L.) Flowers. *International Dairy Journal*, 17 (12), 1393-1400.
- Dayısoylu, K.S., Duman A.D., Gezginç Y. ve İ. Akyol. Kahramanmaraş telemesi. *Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, 412-416. 23-24 Eylül 2004, Van.
- Duarte, A.R., D. M. R. Duarte, K.A. Moreira, M.T.H. Cavalcanti, J.L. Lima-Filho and A.L.F. Porto. 2009. *Jacaratia corumbensis* O. Kuntze a New Vegetable Source for Milk-Clotting Enzymes. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52 (1), 1-9.
- Ebrahimi, A., A.M. Sani, and M.H. Islami. 2015. Evaluation of Rheological, Physicochemical, and Sensory Properties of *Gundelia tournefortii* yogurt. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 4, 146-159.
- Egito, A.S., J.M. Girardet, L.E. Laguna, C. Poirson, D. Molle, L. Micloc, G. Humbert and J. L. Gaillard. 2007. Milk-Clotting Activity of Enzyme Extracts from Sunflower and Albizia Seeds and Specific Hydrolysis of Bovine κ -Casein. *International Dairy Journal*, 17 (7), 816-825.
- Erkaya, T., E. Dagdemir and M. Sengül. 2012. Influence of Cape Gooseberry (*Physalis peruviana* L.) Addition on the Chemical and Sensory Characteristics and Mineral Concentrations of Ice Cream. *Food Research International*, 45 (1), 331-335.
- Esteves, C.L., A. Luceya, B.D. Hyslopa and E.M. Piresb. 2003. Effect of Gelation Temperature on the Properties of Skim Milk Gels Made from Plant Coagulants and Chymosin. *International Dairy Journal*, 13 (11), 877-885.
- Faccia, M., G. Picariello, A. Trani, P. Loizzo, G. Gambacorta, C. Lamacchia, and A. Di Luccia. 2012. Proteolysis of Caciocotta Cheese Made from Goat Milk Coagulated with Caprifig (*Ficus carica sylvestris*) or Calf Rennet. *European Food Research and Technology*, 234 (3), 527-533.
- Fadiloglu, S., 2001. Immobilization and Characterization of Ficin. *Nahrung Food*, 45 (2), 143-146.
- Fernandez-Salguero, J., L. Tejada and R. Gomez. 2002. Use of Powdered Vegetable Coagulant in the Manufacture of Ewe's Milk Cheeses. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82 (4), 464-468.

- Fox, P.F., T.P. Guinee, T.M. Cogan and P.L. McSweeney. 2000. Fundamentals of Cheese Science. Aspen Publication, Gaithersburg, Maryland.
- Fu, Y.H and F.C. Zhang. 2013. Changes in Isoflavane Glucoside and Aglycone Contents of Chickpea Yoghurt During Fermentation by *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. Journal of Food Processing and Preservation, 37 (5), 744-750.
- Gagaoua, M., N. Hoggas and K. Hafid. 2015. Three Phase Partitioning of Zingibain, a Milk-Clotting Enzyme from *Zingiber officinale* Roscoe Rhizomes. International Journal of Biological Macromolecules, 73, 245-252.
- Göncü, A. ve Z. Alpkent. 2006. *Cynara cardunculus* L. Bitkisinden Elde Edilen Cardoon Enziminin Özellikleri ve Peynir Üretiminde Kullanılması. Türkiye 9. Gıda Kongresi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No 33, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Guiama, V.D., D.G. Libouga, E. Ngah, R.G. Beka, K.C. Ndi, B. Maloga, J.M. Bindzi, P. Donn and C.M. Mbofung. 2010. Milk-Clotting Potential of Fruit Extracts from *Solanum esculentum*, *Solanum macrocarpon* L. and *Solanum melongena*. African Journal of Biotechnology, 9 (12).
- Hailu, Y., E. Seifu and Z. Yilma. 2014. Physicochemical Properties and Consumer Acceptability of Soft Unripened Cheese Made from Camel Milk Using Crude Extract of Ginger (*Zingiber officinale*) as Coagulant. African Journal of Food Science, 8 (2), 87-91.
- Hashim, M.M., D. Mingsheng, M.F. Iqbal and C. Xiaohong. 2011. Ginger Rhizome as a Potential Source of Milk Coagulating Cysteine Protease. Phytochemistry, 72 (6), 458-464.
- Jabalpurwala, F., J. Smoot and R Rouseff. 2009. A Comparison of Citrus Blossom Volatiles. Phytochemistry, 70 (11-12), 1428-1434.
- Jacob, M., D. Jaros and H. Rohm. 2011. Recent Advances in Milk Clotting Enzymes. International Journal of Dairy Technology, 64 (1), 14-33.
- Levent, H. ve Ö. Algan-Cavuldak. 2012. Geleneksel kenger kahvesi ve sakızı. III. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu. Bildiri Kitabı: 618-619. 10-12 Mayıs 2012, Konya.
- Lo Piero, A.R., I. Puglisi and G. Petrone. 2002. Characterization of ‘‘Lettucine’’, a Serine-Like Protease from *Lactuca sativa* Leaves, as a Novel Enzyme for Milk Clotting. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50 (8), 2439-2443.
- Lomolino, G., S. Zannoni and G. Di Pierro. 2015. Characterization of Crude Esterase Activity from Two Plants Used in Cheese Making: *Cynara cardunculus* L. and *Ficus carica* L. Food Biotechnology, 29 (4), 297-316.
- Matthaus, B. and M.M. Ozcan. 2011. Chemical Evaluation of Flower Bud and Oils of Tumbleweed (*Gundelia tournefortii* L.) as a New Potential Nutrition Sources. Journal of Food Biochemistry, 35 (4), 1257-1266.
- Mazorra-Manzano, M.A., T.C. Perea-Gutiérrez, M.E. Lugo-Sánchez, J.C. Ramirez-Suarez, M.J. Torres-Llanez, A.F. González-Córdova and B. Vallejo-Cordoba. 2013. Comparison of the Milk-Clotting Properties of Three Plant Extracts. Food chemistry, 141(3), 1902-1907.
- Naz, A., and M.I. Choudhary. 2003. Withanolides from Withania Coagulans. Phytochemistry, 63 (4), 387-390.
- Pontual, E. V., B.E.A. Carvalho, R.S. Bezerra, L.C.B.B Coelho, T.H Napoleao and P.M.G. Paiva. 2012. Caseinolytic and Milk-Clotting Activities from *Moringa oleifera* Flowers. Food Chemistry, 135 (3), 1848-1854.
- Prados, F., A. Pino and J. Fernández-Salguero. 2007. Effect of a Powdered Vegetable Coagulant from *Cynara cardunculus* in the Accelerated Ripening of Manchego Cheese. International Journal of Food Science and Technology. 42 (5), 556-561.

- Rogelj I., B. Perko, A. Francky, V. Penca and J. Pungercar. 2001. Recombinant Lamb Chymosin as an Alternative Coagulating Enzyme in Cheese Production. *Journal of Dairy Science*, 84 (5), 1020-1026.
- Roseiro, L.B., M. Barbosa, J.M. Ames and R.A. Wilbey. 2003. Cheesemaking with Vegetable Coagulants—the use of *Cynara L.* for the Production of Ovine Milk Cheeses. *International Journal of Dairy Technology*, 56 (2), 76-85.
- Say, D. ve N. Güzeler. 2016. Süt Pıhtılaştırılmasında Kullanılan Bazı Bitkiler. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5, 253-261
- Saydam, İ.B. ve N. Güzeler. 2012. Bazı Bitkisel Pıhtılaştırıcıların Sütü Pıhtılaştırma Kuvvetleri. III. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu. 701-703. 10-12 Mayıs 2012, Konya.
- Shah, M.A., S.A. Mir and M.A. Paray. 2014. Plant Proteases as Milk-Clotting Enzymes in Cheesemaking: a Review. *Dairy Science and Technology*, 94 (1), 5-16.
- Silva, A.C.D., T.C.E.D.S. Nascimento, S.A.D. Silva, P.N. Herculano and K.A. Moreira. 2013. Potential of Quixaba (*Sideroxylon obtusifolium*) Latex as a Milk-Clotting Agent. *Food Science and Technology (Campinas)*, 33 (3), 494-499.
- Tejada, L., A. Abellán, J.M. Cayuela and A. Martínez-Cacha. 2006. Sensorial Characteristics During Ripening of the Murcia Al Vıno Goat's Milk Cheese: the Effect of The Type of Coagulant Used and The Size of The Cheese. *Journal of Sensory Studies*. 21 (3), 333-347.
- Uniacke-Lowe, T. and P.F. Fox. 2017. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Fourth Edition. pp: 69-113. Editor: P. L.H. McSweeney, P.F. Fox, P. Cotter and D.W. Everett. Chymosin, Pepsins and Other Aspartyl Proteinases: Structures, Functions, Catalytic Mechanism and Milk-Clotting Properties.
- Vieira, A.M.S., M.F. Vieira, G.F. Silva, Á.A. Araújo, M.R. Fagundes-Klen, M.T. Veit and R. Bergamasco. 2010. Use of Moringa oleifera Seed as a Natural Adsorbent for Wastewater Treatment. *Water, Air, and Soil Pollution*, 206 (1-4), 273-281.
- Wood, J.A. and M.A. Grusak 2007. Nutritional Value of Chickpea. p: 101-142. Editor: S.S Yadav, R.J. Redden, W. Chan, B. Sharma. Chickpea Breeding and Management. Cromwell Press, Trowbridge, UK.



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ
YAYIN İLKELERİ



Görükle Kampüsü 16059 BURSA / TÜRKİYE

Tel: 0224 294 14 07

e-mail: zfdergisi@uludag.edu.tr

Faks: 0224 294 14 02

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

http://dergipark.gov.tr/bursauludagziraat

1. Metin A4 (210 x 297 mm) formunda beyaz kağıda, Microsoft Word formatında, üstten **4.5 cm**, alt, sağ ve soldan **4 cm** boşluk bırakılarak 1.5 satır aralığı ile 10 punto **Times New Roman** yazı karakterinde yazılmalı ve metin **iki yandan** hizalanmış (**justified**) olmalıdır.
2. **Başlık:** Times New Roman yazı karakterinde **14 punto**, koyulaştırılmış (bold) olarak ve başlıktaki her kelimenin ilk harfi büyük olacak şekilde 1.5 satır aralığı ile yazılmalı ve sayfaya ortalanmalıdır. Başlığın bittiği en son karakterine yayın bir tezden ya da bir projeden yapılmış ise üssel harf sel atfı verilmelidir.
3. **Yazar Adları:** Yazarların açık adları unvan belirtilmeden ad ve soyadların ilk harf büyük olacak şekilde koyulaştırılmış, başlıktan bir satır boşluk bırakılarak ve sayfaya ortalanarak Times New Roman yazı karakterinde **11 punto** yazılmalıdır. Soyadların bittiği en son karakter üzerine üssel olarak rakam ile yazar adresine atıfta bulunulmalıdır.
4. Yazarlara ilişkin verilen rakamsal atıflara ait adresler Times New Roman yazı karakterinde **9 punto** olarak yazar adlarının altında bir satır boşluk verilerek belirtilmelidir.
5. **Öz:** Yazar atıflarının ardından iki satır boşluk bırakılarak **Times New Roman** yazı karakterinde **10 punto** olarak yazılmalı ve **300** kelimeyi geçmemelidir. Paragrafın bitiminde bir satır boşluk bırakılarak **Times New Roman** yazı karakterinde **9 punto** olmak üzere **anahtar kelimeler** yazılmalı sayısı **6**'yı aşmamalıdır.
6. **İngilizce Başlık:** Anahtar kelimeleri takiben iki satır boşluk kalacak şekilde **Times New Roman** yazı karakterinde **12 punto** koyulaştırılmış olarak sayfayı ortalayacak şekilde makalenin İngilizce başlığı konulmalıdır.
7. **Abstract:** İngilizce başlığın ardından bir satır boşluğu bırakılarak **Times New Roman** yazı karakterinde **10 punto** olarak yazılmalıdır.
8. **Giriş:** Giriş bölümü ve metinler "**Keywords**" den bir satır boşluk bırakılarak yazılmalıdır.
9. Giriş bölümünden itibaren tüm bölüm başlıkları sadece ilk harfleri büyük olacak şekilde küçük harflerle koyulaştırılmış **Times New Roman 10** punto yazı karakterinde ve bölüm başlıkları üstten birer boşluk kalacak şekilde yerleştirilecektir. Ana başlıklar sola yaslı ve koyulaştırılmış, metinler ise **0.6 cm** paragraf girintisi yapılarak yazılmalıdır.
10. Şekil ve fotoğraflar sayfa kenar boşlukları göz önünde bulundurulacak şekilde ayarlanmalıdır.
11. Şekillerin açıklaması, şekillerin altında **Times New Roman 10 punto** ile yazılmalıdır.
12. Şekil ve resimlerin numaralandırması ise **Şekil 1**, **Şekil 2**. vb şeklinde **Times New Roman 10 punto** ile koyulaştırılarak verilmelidir. Şekil açıklamalarının ardından bir boşluk bırakılarak paragraflar arasında bir boşluk kalacak şekilde ana metin (**Times New Roman 10**) yazılmalıdır.
13. Metin içerisinde yer alan çizelgeler **Çizelge 1**, **Çizelge 2**. şeklinde **Times New Roman 10** karakterinde koyulaştırılarak çizelgenin üzerine yazılmalı açıklamaları ise koyulaştırılmamış şekilde olmalı ve çizelge üst sınırı ile açıklama yazısı arasında boşluk bırakılmamalıdır.
14. Yazarlar yayınlamak istedikleri makale ile ilgili olarak gerekli olan etik kurul onayını aldıkları kurumu ve onay numarasını Materyal ve Metot bölümünde belirtmelidirler. Yayın kurulu gerekli gördüğünde "Etik Kurul Onay Belgesini" ayrıca isteyebilir.
15. Kaynaklar bölümünde literatürler aşağıdaki gibi gösterilmeli ve tüm kaynaklar alfabetik sıra içerisinde verilmelidir. Bu bölümde karakter büyüklüğü olarak **Times New Roman 10** punto kullanılmalıdır.

16. Makalenin bilimsel sorumlulukları yazarlarına aittir.
17. Bir yazarın aynı sayıda ilk isim olarak en fazla iki makalesine yer verilir.
18. Yazarlara telif ücreti ödenmez.
19. Makale başvurusunda, makale ile birlikte başvuru formu ve tüm yazarlar tarafından imzalanmış telif hakkı devir formunun taranmış kopyasının da elektronik formatta **DergiPark** sistemine <http://dergipark.gov.tr/login> adresinden kayıt olunarak yüklenmesi gerekmektedir.
20. Dergiye başvurusu yapılan makaleler, hakemlik sürecine alınmadan önce **intihal programında** taratılmaktadır.
21. Dergimize yaptığımız atıflarda “**Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.**” kısaltması kullanılmalıdır.
22. Dergimizde yayımlanacak makalelerde; konu ile ilgili olarak derginin daha önceki sayılarında yayımlanan **en az bir yavına atf yapılması** önem arz etmektedir.
23. Yayımlanması için gönderilen eser, yayın ilkeleri doğrultusunda editör tarafından ön inceleme alır. Editör, dergide yayımlanabilecek nitelikte bulmadığı makaleleri hakemlere göndermeden yazara/yazarlara iade kararı verme hakkına sahiptir. Ayrıca yazım kurallarına uymayan veya anlatım dili yetersiz olan makaleler, düzeltilmek üzere yazara/yazarlara iade edilir. Değerlendirmeye alınan makaleler, incelenmek üzere en az 2 hakeme gönderilir. Hakem değerlendirmesinden geçen makalelere ait düzeltmeler, düzeltmeler listesiyle birlikte en kısa sürede dergiye gönderilmelidir. Editör, hakem raporlarını ve/veya istenilen düzeltmelerin yeterli olup olmamasını dikkate alarak makalenin yayımlanıp yayımlanmamasına yönelik nihai karar vericidir.

Atıflar/Kaynakça: Makale içindeki atıflarda “yazar, yıl” sistemi kullanılmalıdır, Smith (2007), cümle sonunda ise (Smith, 2007). İki yazarlı ise Smith ve Cash (2007). Üç ve daha fazla yazarlı ise “ilk yazar ve ark.” (Smith ve ark. 2007) şeklinde belirtilmelidir. Kaynaklar; ilk yazarın soyadına göre alfabetik sıra ile yazılmalıdır. İki ya da daha fazla yazarlı kaynaklarda yazarlar “ve” ile ayrılmalıdır. Ör.: Şeker, M., Yücel Z.ve Nurdan E. 2004.

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

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ (THE JOURNAL of AGRICULTURAL FACULTY of BURSA ULUDAG UNIVERSITY) e-ISSN: 2651-4044

Makale:

Buragohain, P., Sreedeeep, S., Lin, P., Ni, J. and Garg, A., 2018. Influence of soil variability on single and competitive interaction of ammonium and potassium: experimental study on seven different soils. *Journal of Soils and Sediments*, pp.1-12.

Ferraro, A. and Scremin-Dias, E., 2018. Structural features of species of Asteraceae that arouse discussions about adaptation to seasonally dry environments of the Neotropics. *Acta Botanica Brasilica*, 32(1), pp.113-127.

Kitap:

Gardner, F.P., Pearce, R.B. and Mitchell, R.L., 2017. *Physiology of crop plants* (No. Ed. 2). Scientific Publishers.

Ensminger, M.E., Oldfield, J.E. and Heinemann, W.W., 1990. *Feeds and nutrition digest: formerly, Feeds and nutrition--abridged*.

Kitabın bir bölümü:

Hussain, A., Zahir, Z.A., Asghar, H.N., Ahmad, M., Jamil, M., Naveed, M. and Akhtar, M.F.U.Z., 2018. Zinc Solubilizing Bacteria for Zinc Biofortification in Cereals: A Step Toward Sustainable Nutritional Security. In *Role of Rhizospheric Microbes in Soil* (pp. 203-227). Springer, Singapore.

Bildiri kitabı:

Vanrompay, D., De Clercq, E., Van Gils, M., Schautteet, K., Devriendt, B., Chiers, K., Cox, E. and Dean, D., 2017. Primary infection with Chlamydia trachomatis L2c in a porcine model produced urogenital pathology similar as in humans and failed to induce protective immune responses against re-infection. In *15th International Congress of Bacteriology and Applied Microbiology* (Vol. 15, p. 466). International Union of Microbiological Societies.

Tez:

Scheffe, H. 1973. Symptotic Theory of Sequential Fixed- Width Confidence Intervals. Unpublished Ph.D. dissertation, Florida State University, Dept. of Statistics.(Author, A. (Year), ‘Title of Thesis’, degree and type of thesis, Name of University and Dep.)

Yazarı belirtilmeyen kurum yayınları:

Anonim 2005. Tarımsal Yapı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enst. Yayın No: 1579, Ankara. <http://www.agri.ankara.edu.tr/tarimbilimleri> (alıntının yapıldığı tarih).

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



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ
YAYIN İLKELERİ



Görükle Kampüsü 16059 BURSA / TÜRKİYE

Tel: 0224 294 14 07

e-mail: zfdergisi@uludag.edu.tr

Faks: 0224 294 14 02

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

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

Sahibi: Prof. Dr. Uğur BİLGİLİ (Dekan)

Yazı İşleri Sorumlusu: Doç. Dr. Hakan ÇELİK

Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi yılda iki kez yayınlanır ve bahçe bitkileri, bitki koruma, gıda mühendisliği, gıda bilimi ve teknolojisi, su ürünleri ve balıkçılık, süt teknolojisi, tarım ekonomisi, tarım makineleri, tarımsal yapılar ve sulama, tarla bitkileri, toprak bilimi ve bitki besleme ve zootekni gibi tüm ziraat alanları ile ilgili özgün araştırma makaleleri, derleme makaleler ve editöre mektupları kabul etmektedir. Sunulan makaleler özgün olmalı ve Türkçe ya da İngilizce yazılmalıdır. Yayınlanan makalelerin tüm hakları Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisine aittir. Sunulan makaleler başka hiçbir yerde yayınlanmamış olmalıdır. Ancak, bir kongre ya da sempozyumda sadece özet kısmı yayınlanan makalelerin tam metinleri yayınlanmak üzere sunulabilir



“JOURNAL OF AGRICULTURAL FACULTY OF BURSA ULUDAG UNIVERSITY”



INSTRUCTION TO AUTHOR(S)

Bursa Uludağ University, Görükle Campus 16059 BURSA / TÜRKİYE

Phone : 0224 294 14 07

e-mail: zfdergisi@uludag.edu.tr

Fax : 0224 294 14 02

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

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

1. Manuscript should be written in 10 point **Times New Roman** font with 1.5 line space, in white paper A4 (210 x 297 mm) form with **4.5 cm** top margin and **4 cm** bottom, right, left margins and justified. The file type/format of the manuscript must be in the Microsoft Word format.
2. **Title:** Title must be typewritten in **bold 14-point** font Times New Roman, centered, with 1½ line space and **title case**. If manuscript from a thesis or a project, it should referenced by using a superscript number at the last character of title.
3. **Name(s) of the author(s):** The first letters of the name(s) of the author(s) without a title should be capital in **11-point** font Times New Roman, centered, with one line space with the title. Address(es) of the author(s) should be indicated with a superscript(s) number(s) under the name(s) as centered.
4. Address(es) of the authors should be written in **9-point** font Times New Roman with one line space between each other.
5. **Abstract:** Abstract should be written with two line space between author(s) reference(s) in **10-point font Times New Roman** and must not exceed **300** words. Below the abstract “**keywords**” should be written with one line space in **9-point font Times New Roman** and must not exceed **6**.
6. **Turkish Title:** Turkish title should be written with two line space between key words, in **bold 12-point font Times New Roman**, centered.
7. **Abstract (in Turkish):** Abstract (in Turkish) should be written with two line space between author(s) reference(s) in **10-point font Times New Roman**. Below the abstract “**Keywords-Anahtar Kelimeler**” should be written with one line space in **9-point font Times New Roman**.
8. **Introduction:** The introduction section should be written below key words with one line space.
9. Beginning with the introduction section, all section headings should be written with **title case in 10-point font Times New Roman bold**. Section headings should be written with one line space. Main headings should be left-aligned and bold First-line indents should be **0.6** cm.
10. Figures and photographs should be adjusted by taking into consideration page margins.
11. The description of the figures should be written in **10-point font Times New Roman** under the figures.
12. Enumerating of figures and photographs should be in format of **Figure 1, Figure 2** etc. in **10-point font Times New Roman bold**. Main text should be written in **10-point font Times New Roman** with one line space between figure description.
13. Enumerating of tables should be in format of **Table 1, Table 2** etc. in **10-point font Times New Roman bold**. Table description should be written in normal font with no space between table and description.
14. Authors should indicate the name of institute approves the necessary ethical commission report and the serial number of the approval in the material and methods section. If necessary, editorial board may also request the official document of the ethical commission report.
15. Citations and references should be listed as described below and all citations and references should be in alphabetical order. Citations and references should be written in **10-point font Times New Roman**.
16. Authors are responsible for the scientific content of the article to be published.
17. Only two manuscripts of the same first author are allowed to be published in the same issue.
18. No royalty is paid to the authors.

19. Each manuscript must be accompanied by scan copy of signed copyright release form and application form. Manuscripts and the scan copy of signed copyright release form and application form should be uploaded in electronic format to the DergiPark system from the link <http://dergipark.gov.tr/login>
20. Submitted manuscripts are **scanned for plagiarism** before the evaluation process has started.
21. The title of the journal should be cited as “**Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.**”
22. In the articles to be published in our journal; **it is important to refer to at least one publication** published in the previous issues of the journal.
23. Papers should be written with fluent English without any grammatical and typographical errors. Manuscripts with any of those errors will be rejected and sent to the authors for corrections before submission and review. The journal uses double-blind system for peer-review; both reviewers and authors’ identities remain anonymous. The paper will be peer-reviewed at least by two reviewers and one editor from the journal. The authors should send the correction form and answers to the reviewers’ comments immediately after receiving the comments.

Citations/References: Citations in the text should be indicated using “author, year” format; Smith (2007), moreover, (Smith, 2007) if it is placed at the end of the sentence. For two authors, they are indicated as Smith and Cash (2007). Where three or more authors exist for a cited reference, the citation should be formatted as “first author et al. year”;

Smith et al. (2007). References should be listed in alphabetical order according to the last name of the first author. Use “and” in listing two or more than two authors. Example: Şeker, M., Z. Yücel and E. Nurdan, 2004.

Journal:

Buragohain, P., Sreedeeep, S., Lin, P., Ni, J. and Garg, A., 2018. Influence of soil variability on single and competitive interaction of ammonium and potassium: experimental study on seven different soils. *Journal of Soils and Sediments*, pp.1-12.

Ferraro, A. and Scremin-Dias, E., 2018. Structural features of species of Asteraceae that arouse discussions about adaptation to seasonally dry environments of the Neotropics. *Acta Botanica Brasiliica*, 32(1), pp.113-127.

Book:

Gardner, F.P., Pearce, R.B. and Mitchell, R.L., 2017. *Physiology of crop plants* (No. Ed. 2). Scientific Publishers.

Ensminger, M.E., Oldfield, J.E. and Heinemann, W.W., 1990. *Feeds and nutrition digest: formerly, Feeds and nutrition--abridged*.

Book Chapter:

Hussain, A., Zahir, Z.A., Asghar, H.N., Ahmad, M., Jamil, M., Naveed, M. and Akhtar, M.F.U.Z., 2018. Zinc Solubilizing Bacteria for Zinc Biofortification in Cereals: A Step Toward Sustainable Nutritional Security. In *Role of Rhizospheric Microbes in Soil* (pp. 203-227). Springer, Singapore.

Proceedings:

Susurluk, A., S. Hollmer, U.K. Mehta, R. Han, E. Tarasco, O. Triggian, A. Peters and R.-U. Ehlers. 2003. Molecular identification of entomopathogenic nematodes from Turkey, India, China, Italy, Norway, Albania and Germany by PCR-RFLP. 9th European Meeting of the IOBC/WPRS Working Group, p:101-103, 23-29 May 2003, Schloss Salzau, Germany.

Thesis:

Scheffe, H. 1973. Symptotic Theory of Sequential Fixed- Width Confidence Intervals. Unpublished Ph.D. dissertation, Florida State University, Dept. of Statistics.

Anonymous:

Anonymous 2005. Tarımsal Yapı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enst. Yayın No: 1579, Ankara. <http://www.agri.ankara.edu.tr/tarimbilimleri> (add to received date)



“JOURNAL OF AGRICULTURAL FACULTY OF BURSA ULUDAĞ UNIVERSITY”



INSTRUCTION TO AUTHOR(S)

Bursa Uludağ University, Görükle Campus 16059 BURSA / TÜRKİYE

Phone : 0224 294 14 07

e-mail: zfdergisi@uludag.edu.tr

Fax : 0224 294 14 02

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

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

Prof. Dr. Uğur BİLGİLİ

(Dean of Agricultural Faculty of Bursa Uludağ University)

Assoc. Prof. Dr. Hakan ÇELİK

(Editor in Chief)

The Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludağ University is biannually published and the journal welcomes original research articles, review articles and letters to editor on all aspects of agriculture, plant protection, horticulture, animal science, fisheries and aquaculture, dairy technology, food engineering, food science and technology, field crops, agricultural economics, agricultural machineries, farm buildings and irrigation, soil science and biological sciences. Submitted manuscript must be original and written in English or Turkish language. All rights to article published in this Journal are reserved by Agriculture Faculty of Bursa Uludağ University. Submitted study has not been published before. However, only abstract of the submitted manuscript may be previously presented or published in a congress or symposium.

