



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ
DERGİSİ

*Akdeniz University
Journal of the Faculty of Agriculture*

Cilt/Volume: 24 Sayı/Number: 1 Yıl/Year: Haziran/June 2011

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture

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

Yılda iki kez yayımlanır: Haziran ve Aralık
Publishes two issues per year: June and December

Derginin kısaltması: Akdeniz Univ. Ziraat Fak. Derg.
Abbreviation of the journal: Akdeniz Univ. Ziraat Fak. Derg.

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

Prof. Dr. Osman KARAGÜZEL
(Dekan/Dean)

Yayın Yönetmeni/Publishing Manager

Prof. Dr. Hüseyin GÖÇMEN

Sekreteryası/Secretary

Ayşe KUBİLAY

Yönetim Adresi/Administration Address

Akdeniz Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
07070 Antalya, Türkiye
Tel: +90 242 310 2411
Faks: +90 242 227 4564
E-Posta (E-Mail): ziraatdergi@akdeniz.edu.tr
Web adresi (Web site): www.ziraatdergi.akdeniz.edu.tr

Yayımcı/Publisher

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi
07070 Antalya, Türkiye
Tel.: +90 242 3102412
Faks: +90 2274564

Basım/Printing

Antalya Kros Ofset Matbaa
Tahıl pazarı Mah. Adnan Menderes Blv. No. 35/1, Antalya
Tel: +90 242 234 1234

Abone Koşulları/Subscription

Yıllık abone bedeli 30 TL'dir.
Annual subscription price is US\$ 20.

Abone adresi/Subscription address

Akdeniz Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
07070 Antalya, Türkiye
E-Posta (E-Mail): ziraatdergi@akdeniz.edu.tr

Ücretsiz internet erişimi/Online access free of charge
www.ziraatdergi.akdeniz.edu.tr

Kapak tasarımı/Cover design: Süleyman ÖZDERİN

Bu dergi uzun arşiv ömürlü kağıda (ISO 9706, ∞) basılmaktadır.
This journal is printed on acid free paper (ISO 9706, ∞).

AMAÇ VE KAPSAM

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

AIM AND SCOPE

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ (*Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*) aims to share the knowledge at national and international levels by publishing researches in agriculture and life sciences in Turkish and English languages. Therefore, the journal is a multidisciplinary platform for the related scientific areas. The journal primarily publishes original research articles and accepts limited number of reviews in the areas of agricultural biotechnology, agricultural economics, agricultural machinery, animal husbandry, bioenergy, biostatistics and genetics, farm structure and irrigation, field crops, food science and technology, horticulture, landscape and nature conservation, natural resources, plant protection, and soil science and plant nutrition.

TARANMA VE DİZİNLENME

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ, **CABI** veri tabanları (**CAB** Abstracts ve Global Health), **VITIS** (Viticulture and Enology Abstracts), **TÜBİTAK-ULAKBİM** (Ulusal Veri Tabanları, Yaşam Bilimleri Veri Tabanı) ve **THOMSON REUTERS, SCIENCE MASTER JOURNAL LIST** (Zoological Records) tarafından taranmakta ve dizinlenmektedir.

ABSTRACTING AND INDEXING

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ is indexed and abstracted in **CABI** data bases (**CAB** Abstracts and Global Health), **VITIS** (Viticulture and Enology Abstracts), **TUBITAK-ULAKBİM** (National Data Bases-Data Base of Life Sciences) and **THOMSON REUTERS, SCIENCE MASTER JOURNAL LIST** (Zoological Records).

TELİF HAKLARI

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ'nde basılan makalelerin telif hakları Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesine aittir.

© COPYRIGHTS

The copyrights of published articles in the AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ belong to the Akdeniz University Faculty of Agriculture.



ISSN 1301-2215

www.ziraatdergi.akdeniz.edu.tr

**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ
DERGİSİ**

*Akdeniz University
Journal of the Faculty of Agriculture*

Cilt/Vol.: 24

Sayı/Number: 1

Yıl/Year: Haziran/June 2011

Editörler Kurulu/Editorial Board

Baş Editör/Editor in Chief

Prof. Dr. M. Ziya FIRAT

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

Yardımcı Editörler/Associate Editors

Doç. Dr. Ahmet KURUNÇ

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

Doç. Dr. Davut KARAYEL

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

Doç. Dr. Ersin POLAT

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

Doç. Dr. Nedim MUTLU

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

Yrd. Doç. Dr. Süleyman KARAMAN

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

Doç. Dr. Bülent UZUN

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

Doç. Dr. Ayhan TOPUZ

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

Doç. Dr. N. Kemal SÖNMEZ

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

Yrd. Doç. Dr. Meryem ATİK

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

Yrd. Doç. Dr. Mürsel ÇATAL

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

Danışma Kurulu/Advisory Board

Assoc. Prof. Dr. Gerard C. ADAMS

Michigan State University, United States

Doç. Dr. Ali Ramazan ALAN

Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Vedat CEYHAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Mahmut ÇETİN

Çukurova Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Anne FRARY

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Türkiye

Prof. Dr. Jörg HINRICHS

Hohenheim University, Germany

Prof. Dr. Nilgöl KARADENİZ

Ankara Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Mathias KONDOLF

University of California Berkeley, United States

Assoc. Prof. Dr. Mosbah M. KUSHAD

University of Illinois, United States

Assist. Prof. Dr. Efstratios LOIZOU

TEI of Western Macedonia, Greece

Dr. Marcello MASTRORILLI

CRA-Research Unit, Italy

Prof. Dr. Andrew OGRAM

University of Florida, United States

Prof. Dr. Hüseyin ÖĞÜT

Selçuk Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Nihat ÖZEN

Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Hakan ÖZER

Atatürk Üniversitesi, Türkiye

Dr. Sylvie SARRADELL

Ecole Nationale de Formation Agronomique, France

Prof. Dr. David L. THOMAS

University of Wisconsin-Madison, United States

Dr. Hari D. UPADHYAYA

International Crops Research Institute, India

Doç. Dr. Ertan YILDIRIM

Atatürk Üniversitesi, Türkiye



İçindekiler/Contents

Bahçe Bitkileri/Horticulture

Asmada aşı kaynaşma özellikleri üzerine bazı sitokinin uygulamalarının etkisi

Effect of some cytokinin applications on grafting combination characteristics in grapevine

İ. KORKUTAL, G. YILDIRIM 1-8

Hayvancılık/Animal Husbandry

Aflatoxin, heavy metal and pesticide residue contents of some compound feeds produced in Turkey

Türkiye’de üretilen bazı karma yemlerin aflatoksin, ağır metal ve pestisid kalıntı düzeyleri

Ö. DAĞAŞAN, N.ÖZEN 9-13

Tarım Ekonomisi/Agricultural Economics

Kamulaştırma davalarında arsa-arazi ayrımı

Building plot-land discrimination in expropriation cases

O. KILIÇ 15-18

Tarımsal Biyoteknoloji/Agricultural Biotechnology

Bitkisel orijinli olmayan uyarılabilir promotorların bitkilerde kullanımı

Utilization of non-plant based regulatable promoters in plants

O. GÜLŞEN, M. AKBULUT 19-23

Tarımsal Yapılar ve Sulama/Farm Structure and Irrigation

Sensitivity analysis of a three-dimensional subsurface irrigation hydrology model

Üç boyutlu bir toprakaltı sulama hidrolojisi modelinin duyarlılık analizi

D. BUYUKTAS, W. W. WALLENDER 25-32

Tarla Bitkileri/Field Crops

Humik asit uygulama zamanı ve dozlarının ayçiçeğinde (*Helianthus annuus*) verim, verim öğeleri ve yağ oranına etkisi

Effect of different application dates and doses of humic acid on yield, yield components and oil ratio of sunflower (*Helianthus annuus*)

S. DAY, Ö. KOLSARICI, M. D. KAYA 33-37

Kendilenmiş mısır hatlarının diallel melez döllerinde genel ve özel uyum yetenekleri ile heterosisin belirlenmesi

The determination of general, specific combining ability and heterosis in maize inbred lines and their diallel crosses

A. KÖSE, İ. TURGUT 39-46

Mısır (*Zea mays*) ve sorgumun (*Sorghum bicolor*) farklı bitkilerle birlikte yapılan silajlarının karşılaştırılmaları

Comparison of corn (*Zea mays*) and sorghum (*Sorghum bicolor*) silages mixed with different plants

M. ARSLAN, S. ÇAKMAKÇI 47-53

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme/Soil Science and Plant Nutrition

Kentsel katı atık kompost uygulamalarının toprak özellikleri ve düğün çiçeği (*Ranunculus asiaticus* 'Orange')'nin verim ve kalitesi üzerine etkileri

The effects of municipal solid waste compost applications on soil properties, yield and quality of *Ranunculus asiaticus* 'Orange'

K. AYDINŞAKİR, A. ÜNLÜ, S. YILMAZ, N. ARI 55-60

Kurutulan Kestel Gölü'nden kazanılan toprakların bazı fiziksel özellikleri ile üretim potansiyelleri arasındaki ilişkiler

Relationships between physical properties and production potentials of soils acquired from draining of Kestel Lake

S. ALTUNBAŞ, M. SARI 61-65

Asmada aşı kaynaşma özellikleri üzerine bazı sitokinin uygulamalarının etkisi

Effect of some cytokinin applications on grafting combination characteristics in grapevine

İlknur KORKUTAL, Gizem YILDIRIM

Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ

Sorumlu yazar (Corresponding author): İ. Korkutal, e-posta (e-mail): ikorkutal@nku.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 1 Şubat 2010
Düzeltilme tarihi 4 Mart 2011
Kabul tarihi 8 Mart 2011

Anahtar Kelimeler:

Zeatin
Kinetin
Benziladenin
Vitis vinifera
Aşı kaynaşması

ÖZ

Bu çalışma, asmada aşı kaynaşma özellikleri üzerine sitokinin uygulamalarının etkisinin belirlenmesi amacıyla 2009 yılı bahar döneminde yürütülmüş, çalışmada bitkisel materyal olarak SO4 anacı çelikleri ve Cabernet Sauvignon üzüm çeşidinin tek gözlü kalemleri kullanılmıştır. Aşıdan önce sürdürülmüş olan anaç çelikleri üzerine; sürmemiş kalem, sürmüş filizi kesilmiş ve sürmüş filizi kesilmemiş kalemler masa başı omega aşısı ile aşılanmıştır. Aşıdan sonra kontrol aşılı çelikleri saf su ile diğer aşılı çelikler ise 250 mg L⁻¹ konsantrasyonundaki zeatin, kinetin ve benziladenin çözeltilerine 20 saniye süreyle daldırma şeklinde muamele edilmişlerdir. 21 gün süreyle kaynaştırma odasında tutulan aşılı çeliklerde iskarta aşılı çelik oranı, gözün sürme ve tekrar sürme oranı, sürgün uzunluğu, köklenme oranı, dip kısmında çürüme olan çelik oranı, çepeçevre kallus oluşum oranı, çeliğinde kallus oluşan aşılı çelik oranı, kaleminde kallus oluşan aşılı çelik oranı, aşı bölgesinde toplam kallus miktarı, çelik üzerinden alınan kallus miktarı ve kalem üzerinden alınan kallus miktarı incelenmiştir. Benziladenin iskarta çelik oranını (% 33,75) azaltmış, buna karşın gözün sürme ve tekrar sürme oranı (% 23,43), sürgün uzunluğu (4,98 cm), kaleminde kallus oluşan aşılı çelik oranı (% 63,50), kalem üzerinden alınan kallus miktarını (34,07 mg) artırmıştır. Zeatin ve kinetin çepeçevre kallus oluşum oranı (sırasıyla % 98,23 ve % 97,39), çelik üzerinden alınan kallus miktarı (254,94 ve 228,28 mg), aşı bölgesinde toplam kallus miktarını (258,01 ve 233,92 mg) olumlu etkilemiştir. En yüksek çeliğinde kallus oluşan aşılı çelik oranı (% 95,83) ise kontrol uygulamasında belirlenmiş, sitokinin uygulanan çeliklerde köklenme olmadığı saptanmıştır. Ayrıca sürmüş çelik x sürmemiş kalem kombinasyonu kallus oluşumunu artırmıştır.

ARTICLE INFO

Received 1 February 2010
Received in revised form 4 March 2011
Accepted 8 March 2011

Keywords:

Zeatin
Kinetin
Benzyladenine
Vitis vinifera
Grafting combination

ABSTRACT

This research was carried out to determine effect of cytokinin treatments on grafting combination characteristics in grapevine in spring period of 2009. Canes of SO4 rootstock and one budded scion of Cabernet Sauvignon cultivar were used in the study. The burst cutting + unburst scion, burst cutting + burst scion (tendrill cut) and burst cutting + burst scion (tendrill uncut) were grafted using omega grafting method. Immediately after grafting grafted cuttings were dipped into control (distilled water), zeatin, kinetin and benzyladenine solutions at 250 mg L⁻¹ concentration for 20 seconds. After keeping grafted cuttings in rooting room for 21 days, discarded cutting ratio, bud burst and reburst ratio, tendrill length, rooting ratio, basal area rooting ratio, callus formation ratio, callus formation on rootstock ratio, callus formation on scion ratio, total callus weight in grafting area, callus weight on cutting and callus weight on scion were determined. Benzyladenine application decreased discarded cutting ratio (33.75%), and increased bud burst and reburst ratio (23.43%), tendrill length (4.98 cm), callus formation on scion ratio (63.50%), and callus weight on scion (34.07 mg). Zeatin and kinetin positively affected callus formation ratio (98.23% and 97.39% respectively), callus formation on rootstock ratio (254.94 and 228.28 mg), and total callus weight in grafting area (258.01 and 233.92 mg). The highest callus formation on rootstock ratio (95.83%) was recorded in control treatment. In all cytokinin applications, rooting in cuttings and rotting on bottom areas were not observed. Also burst cutting + unburst scion combination increased callus formation.

1. Giriş

Ülkemizde yetiştirilen asma fidanı sayısı yeterli değildir (Bahar ve ark. 2006). Bu nedenle bağ kurmak için öncelikle nitelikli fidanlara sahip olmak gereklidir (Korkutal ve ark. 2009).

Bağcılıkta aşılı köklü asma fidanı kullanılması filoksera nedeniyle kaçınılmaz olduğundan, aşı özel bir öneme sahip olan bir yöntem olarak ortaya çıkmaktadır. Hartman ve Kester (1983) tarafından "iki canlı bitki parçacığının bir araya getirilmesi ve bunların bir bitki olarak hayatının sürdürülmesi sanatı" olarak ifade edilen aşılama ve aşıda başarı, üzerinde önemle durulan bir konudur.

Aşıda başarı denildiğinde anaç ve kalemin birbiriyle iyi uyuma göstermesi anlaşılmaktadır. Ancak, anaç ve kalem kendilerine özgü bir büyüme karakteristiği göstermektedir. Bu farklılıklar dikkate alınarak, uygun aşı yönteminin de seçilmesi ile aşıda başarı artmaktadır (Ecevit ve Baydar 2000). Dünyada ve ülkemizde aşılı-köklü asma fidanı üretmek için yaygın olarak kullanılan aşılama yöntemi masabaşı omega aşısıdır.

Masabaşı omega aşısı, optimum kaynaştırma odası sıcaklığında, farklı ortamlarda (talaş, perlit, su, vb.) yapılır (Cangi ve ark. 2000). Yapılan kaynaştırmada öncelikli hedef aşı bölgesinde kallus oluşumudur. Bahar ve ark. (2007)'nin araştırmaları sonucunda elde etmiş oldukları, aşıda herhangi bir parçanın sürdürülmüş olmasının (çelik veya kalem) aşıda başarı üzerine olumlu etki yaptığı bulgusu da aşıda başarı sağlanmasında göz önüne alınması gereken bir unsur olarak ortaya çıkmaktadır.

Genel olarak bitki büyüme düzenleyiciler, büyüme ve buna bağlı diğer fizyolojik olayları kontrol etmek için doğal olarak oluşan ve sentezlendiği yerden bitkinin değişik kısımlarına kolayca taşınabilen ve çok az yoğunluklarda bile etkili olan bileşikler olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde bilinen 200'den fazla doğal ve sentetik sitokinin bulunmaktadır (Matsubara 1990; Kacar ve ark. 2002).

Bitkisel büyüme düzenleyiciler yani fitohormonlar bitkilerde neden oldukları değişimlere göre; büyüme hormonları, organ yapıcı hormonlar, yara yapıcı hormonlar olmak üzere üç ana başlık altında toplanmaktadır. Bunların içinde büyüme düzenleyiciler: Stimülörler (uyarıcılar) ve inhibitörler (engelleyiciler) olmak üzere ikiye ayrılırlar. Stimülörler ise kendi içinde, oksinler, gibberellinler ve sitokininler olmak üzere üç gruptan oluşmaktadır.

Hücre bölünmesini artırarak, büyümenin düzenlenmesinde etkili olan maddeler sitokininler olup bunların yapıları genellikle birbirine benzemektedir. Bilinen sitokininlerin en yaygın olanları zeatin, benziladenin ve kinetindir (Kende ve Zeevaart 1997; Korkutal ve ark. 2008). Sitokininlerin bilinen fizyolojik etkileri; hücre bölünmesini artırmak, doku kültürlerinde morfogenezini artırmak (sürgün büyümesini başlatmak veya göz oluşumunu desteklemek), lateral sürgünlerin büyümesini artırmak (apikal dominansı kırarak), hücreleri genişleterek yaprak büyümesini hızlandırmak, bazı türlerde stomaların açılışını artırmak, etioplastları kloroplastlara dönüştürerek klorofil sentezini uyarmaktır. Bu etkiler sitokininin tipi ve bitki türüne göre değişmektedir (Plant-hormones 2009).

Bazı dışsal uygulamaların aşı yerinde kallus oluşumu ve köklenme üzerine etkilerini araştıran Türkben ve Sivritepe (2000), İtalya ve Müşküle üzüm çeşitleri ile 5BB ve 41B asma anaçlarını kullanmışlardır. Aşılama öncesinde kalemlerin bazal

kısımlarını IBA (200 ppm), NAA (400 ppm), mikro element karışımı (Cr+Ni+Mn+Ti; 10⁻³ M konsantrasyon) ve bunların kombinasyonlarına daldırılmışlar ve aşılı çeliklerde kaynaşma, köklenme ve sürme oranları ile kaynaşma düzeyi ve kök sayısını belirlemişlerdir. Araştırmacılar, yapılan dışsal uygulamaların etkilerinin çeşit-anaç kombinasyonuna bağlı olarak değiştiğini ve dışsal uygulamaların iyileştirici etkisinin köklenme bakımından daha belirgin olduğunu gözlemişlerdir.

Köse ve Güteryüz (2006) araştırmalarında bazı oksin ve sitokininlerin aşı bölgesi ve kök oluşumu üzerine etkilerini 4 farklı aşı kombinasyonunda (Erenköy beyazı-41B, İtalya-41B, Erenköy beyazı-Lot, İtalya-Lot) incelemişlerdir. Sitokinin uygulamaları yapıldıktan sonra çeliklere, aşılama, katlama ve kaynaştırma yapmışlardır. Genel olarak, Kinetin (Ki) ve Benziladenin (BA) kalem ve anaç arasındaki hızlı kallus oluşumunu uyarmıştır; NAA ve IBA çeliğin dibindeki kök oluşumunu kontrole nazaran artırmıştır. En iyi sonuç aşıda kesim yüzeyine uygulanan 250 ve 500 mg L⁻¹ Ki ve BA'dan alınmıştır. 1000 mg L⁻¹ konsantrasyonu dışında uygulanan Ki ve BA kallus oluşum oranı ve kallus oluşturma derecesini kontrole nazaran artırmıştır. Tüm aşı kombinasyonlarında en yüksek başarı (% 100) 250 mg L⁻¹ Ki uygulamasından alınmıştır. Aşıda başarı oranı ve kallus oluşturma aynı kallus oranı ve kallus oluşturma derecesini de Ki ve BA uygulamalarının artırdığı saptanmıştır. Ki ve BA'nın aşı bölgesini geliştirme eğiliminde olduğu araştırmacılar tarafından belirlenmiştir.

Bu araştırmanın amacı hücre bölünmesini artırıcı özelliklere sahip olan başlıca sitokininlerden zeatin, benziladenin ve kinetinin farklı sürme özelliklerine sahip çelik ve kalemlerin aşı bölgelerinde kallus oluşumu ve kaynaşma üzerine etkilerini belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada SO4 anaçı ve Cabernet Sauvignon üzüm çeşidi bitkisel materyal olarak kullanılmıştır.

SO4 anaçı: *Berlandieri x Riparia* No.4 (Seleksiyon Oppenheimer No:4) melezidir. 1886 yılında Oppenheim Enstitüsü'nde Teleki tarafından elde edilmiştir. SO4 anaçı *Riparia*'da olduğu gibi özellikle ilkbaharda gelişmenin başlangıcında hızlı bir büyüme gösterir. Üzerine aşılana çeşitte tane tutumunu artırma ve olgunluğu hızlandırma özelliği vardır. Topraktaki % 17-18'e varan aktif kirece ve nematodlara oldukça iyi dayanmaktadır. Toprakta 0,4 g NaCl kg⁻¹'a kadar olan tuza dayanmaktadır (Çelik 2007).

Cabernet Sauvignon çeşidi: Fransa'nın, Gironde Vadisi ve Bordeaux orijinli bir şaraplık çeşittir. Hemen hemen dünyadaki tüm bağcılık bölgelerine yayılmıştır. Ülkemizde Trakya yöresi, Ege'nin yüksek kesimleri ile Güneydoğu ve Orta Anadolu'nun geçit bölgelerinde yetiştirilmektedir. Sinonimleri Petit Cabernet, Vidure ve Bouchet'tir. Taneleri yoğun mavi, gri puslu ve siyahtır. Taneleri ufak, yuvarlak, ortalama 1,5 g ağırlığa ve 2-3 arası çekirdeğe sahiptir. Çeşide özgü biberimsi veya otsu tadı vardır. Salkım şekli uzun-konik-silindirik, salkım büyüklüğü 80-90 g (orta), salkım sıklığı ise dolgun olarak tanımlanmaktadır. Yıllanmaya uygun bir şarap vermektedir. Şarapta olgun Frenk üzümü, Frenk üzümü yaprağı, eğreltiotu, is, olgun meyve, yeşil biber, meyan kökü, orman bitkileri, mantar, vanilya, menekşe vb. aromaları görülmektedir. Ayrıca çeşide özgü biberimsi-otsu tada sahiptir (Bahar 2004; Çelik 2006).

Araştırmada aşılı çeliklere; kontrol (sadece suya batırılmış), sitokininlerden ise kinetin ($Ki = C_{10}H_9N_5O$), zeatin ($Z = C_{10}H_{13}N_5O$) ve benziladenin ($BA = C_{12}H_{11}N_5$) uygulanmıştır.

Denemede kullanılan zeatin (SIGMA, Z0164-250MG) Zeatin, Mixed Isomers 088K3782 ve CAS 13114-27-7. Benziladenin (ALDRICH 13151-1G) 6-Benzylaminopurine 1384489 20709081 ve Kinetin (FLUKA 48130-250MG) 6-Furfurylaminopurine 1181400 13508131 katalog özelliklerine sahiptir.

2.2. Yöntem

Deneme için alınan 960 adet çelik ve 640 adet kalemlik çubuk normal oda sıcaklığında gün aşırı kasaların suyunun değiştirilmesiyle sürdürülmüştür (Şekil 1 ve 2).



Şekil 1. Sürdürülmek üzere suya konulmuş SO4 anaç çelikleri ve Cabernet Sauvignon kalem çelikleri.

320 adet kalemlik çubuk ise aşı zamanına kadar 3 hafta süreyle soğuk hava deposunda $4^{\circ}C$ de muhafaza edilmiştir. Aşıya hazırlama aşamasında tüm çeliklerin en dipteki gözleri hariç tüm gözleri köreltilmiş, 320 adet kalemlik çubuğun süren gözlerinden çıkan sürgünlerin boyu 1-1.5 cm uzunluğunda kesilmiş, diğer 320 adet kalemlik çubuktan süren sürgünlere bir işlem yapılmamıştır. Aşıdan bir gece önce tüm çelik ve kalemler suya yatırılmıştır. 09.05.2009 tarihinde masabaşı omega aşısı ile aşılanılmışlardır.



Şekil 2. Süren kalem çelikleri.

Masabaşı omega aşısı ile aşılama işlemi bittikten sonra gruplara zeatin (Z), benziladenin (BA), kinetin (Ki), kontrol grubuna ise sadece saf su uygulanmıştır. Tüm sitokininler $250 mg L^{-1}$ konsantrasyonundaki çözeltilere 20 saniye süreyle (Köse ve Gülyüz 2006), daldırma şeklinde uygulanmıştır. Ardından aşılı çelikler 5 dakika kurutulduktan sonra $56^{\circ}C$ 'de eriyen teknik aşı parafini ile parafinlenmiştir. Kasalara su ve mangal kömürü konularak, aşılı çelikler gruplar halinde kaynaştırma odasına yerleştirilmişlerdir. Aşılanan çelikler $28-30^{\circ}C$, % 85-90 nem koşullarında 21 gün tutulmuşlardır (Weaver 1976). Fungal

enfeksiyonlara karşı düzenli olarak iki günde bir Fenhexamid ($500 g L^{-1}$) ve Azoxystrobin ($250 g L^{-1}$) etkili madde içeren ticari preparasyonlar ile ilaçlanmışlardır. Kasaların suyu iki günde bir değiştirilmiştir. Ayrıca kasalara her su değiştirme esnasında $CuSO_4$ ($4 g L^{-1}$) ilave edilmiştir. İlk 10-14 gün kallus oluşumu beklendikten sonra, dış koşullara alıştırılmak üzere kaynaştırma odası sıcaklığı kademeli olarak düşürülmüştür.

Araştırma Tesadüf Blokları Deneme Deseni'nde kurulmuş ve 960 adet çelik ile kalem kullanılmıştır. 3 farklı kalem durumu (sürmüş çelik + sürmüş kalem (filizi kesilmiş), sürmüş çelik + sürmüş kalem (filizi kesilmemiş) ve sürmüş çelik + sürmemiş kalem kombinasyonları) ve 4 farklı sitokinin uygulaması (kontrol, $250 mg L^{-1} Ki$, $250 mg L^{-1} BA$ ve $250 mg L^{-1} Z$) yapılan deneme 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 20 aşılı çelik kullanılmıştır. Elde edilen % ortalamalar açılı transformasyonu kullanılarak dönüştürülmüş, ardından istatistiksel analiz yapılmış ve daha sonra uygulamalar arası farklılıklar gerçek değerler üzerinden sunulmuştur. İstatistiksel analizlerde MSTAT-C programı kullanılmış ve ortalamalar LSD testi (%5) kullanılarak karşılaştırılmıştır.

2.3. Araştırmada incelenen parametreler

Araştırma aşağıda açıklanan parametreler incelenmiştir.

- Iskarta aşılı çelik oranı (%): Kallus oluşturan ve oluşturmeyen çelikler sayılmış ve iskarta aşılı çelik oranı yüzde olarak ifade edilmiştir.

- Gözün canlılık oranı (%): Kalemde bulunan gözün canlılığına bakılarak değerlendirme yapılmış, elde edilen veriler hesaplanarak yüzde (%) olarak ifade edilmiştir.

- Gözün sürme ve tekrar sürme oranı (%): Gözün sürme durumu değerleri sürmemiş kalem uygulamasından, tekrar sürme durumu değerleri ise daha önce sürdürülmüş filizi kesilmemiş ve filizi kesilmiş kalem uygulamalarından elde edilmiştir. Her tekerrürden örnek alınarak gözün sürüp sürmediğine ve tekrar sürüp sürmediğine bakılmış ve bulgular oransal olarak ifade edilmiştir.

- Sürgün uzunluğu (cm): Sürgün gelişme durumunu belirlemek için alınan örneklerde sürgünlerin uzunluğu cm cinsinden ölçülmüştür.

- Köklenme oranı (%): Çeliğin dibinde kök oluşup oluşmadığına bakılmış ve daha sonra yüzde olarak ifade edilmiştir.

- Dip kısmında çürüme olan çelik oranı (%): Çeliklerin kök bölgesine yakın olan kısımdaki kabuk altında çürüme olup olmadığına bakılarak değerler verilmiştir. Elde edilen değerler oransal olarak ifade edilmiştir.

- Çepeçevre kallus oluşum oranı (%): Kallus dokusunun aşı bölgesini sarma durumuna bakılarak elde edilen sonuçlara göre; 0: Kallus oluşumu yok, 1: Kallus oluşumu var, olarak sayılmış ve elde edilen değerler oransal olarak ifade edilmiştir.

- Çeliğinde kallus oluşan aşılı çelik oranı (%): Çeliğin aşı bölgesinde kallus dokusunun oluşumuna göre; 0: Kallus oluşmamış, 1: Kallus oluşmuş, olarak sayılmış ve elde edilen değerler oransal olarak ifade edilmiştir.

- Kalemde kallus oluşan aşılı çelik oranı (%): Aşı bölgesinde oluşan yara dokusuna bakılarak değerlendirme yapılmıştır. 0: Kallus oluşmamış, 1: Kallus oluşmuş, şeklinde sayılmış ve yüzde olarak ifade edilmiştir.

- Çelik üzerinden alınan kallus miktarı (mg): Çelik üzerinden alınan kallusların ağırlıkları uygulama gruplarına

göre ayrılmış ve aşı noktasından kırıldıktan sonra bir bistüri yardımıyla yapışık olduğu yerden kazınarak hassas terazi ile tartılmış ve ağırlığı miligram cinsinden kaydedilmiştir.

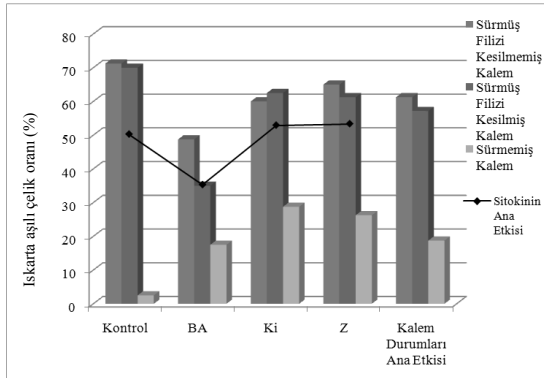
- Kalem üzerinden alınan kallus miktarı (mg): Kırılan aşılı çeliklerin kaleminden kazınan kallusların ağırlıkları uygulama gruplarına göre hassas terazi ile ölçülerek miligram cinsinden kaydedilmiştir.

- Aşı bölgesinde toplam kallus miktarı (mg): Çelik ve kalemden alınan kallusların ağırlıkları toplanmış ve miligram cinsinden kaydedilmiştir.

4. Bulgular

Iskarta aşılı çelik oranı üzerine kalem durumlarının etkisi incelenmiş ve istatistik olarak önemli bulunmamış, ancak rakamsal olarak en az iskarta çelik oranını veren kalem durumu sürmü çelik + sürmemiş kalem (% 18,75) olmuştur (Şekil 3). Bunu sırasıyla artarak sürmü çelik + sürmü filizi kesilmiş kalem (% 57,18) ve sürmü çelik + sürmü filizi kesilmemiş kalem (% 61,25) kalem durumları izlemiştir. Sitokininlerin farklı kalem durumları üzerine etkisi incelendiğinde rakamsal olarak en az iskarta çelik oranını veren sitokinin uygulaması BA (% 33,75) olarak belirlenmiştir. Sırasıyla artan değerlerde kontrol (% 47,92), Ki (% 50,42) ve Z (% 50,83) uygulamaları bu değeri takip etmiştir.

Göz canlılık oranlarına ait veriler sağlıklı olarak alınamamıştır (Şekil 6).

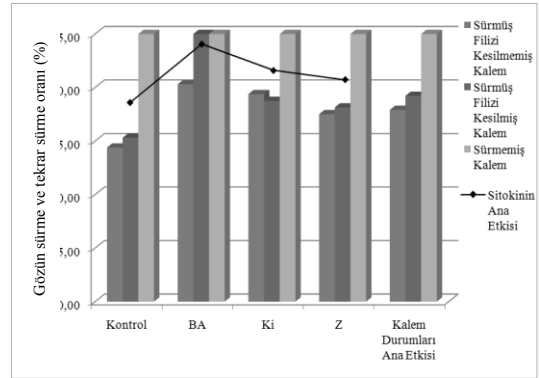


Şekil 3. Kalem durumu ve sitokinin uygulamalarının iskarta aşılı çelik oranına etkileri.

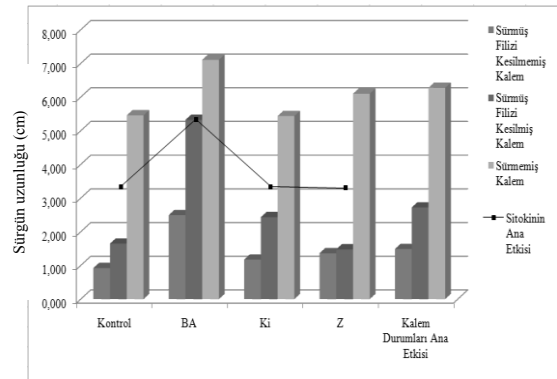
Yapılan istatistik analiz sonucunda gözün sürme ve tekrar sürme oranları bakımından kalem durumları ana etkisi önemli ($LSD_{0,05}: 0,050$) bulunmuştur. Sürmü çelik + sürmemiş kalem, durumunun en yüksek sürme oranına % 25,00 değeri ile sahip olduğu bulunmuştur. Sürmü çelik + sürmü filizi kesilmiş kalem (% 19,22) ve sürmü çelik + sürmü filizi kesilmemiş kalem (% 17,90) kalem durumları ise aynı grupta yer almışlardır (Şekil 4). Sitokinin uygulamaları ana etkisi istatistik olarak önemli bulunmamış ancak rakamsal olarak birbirinden farklılıkları olduğu görülmüştür. Buna göre gözün sürme ve tekrar sürme oranları üzerine en olumlu etki eden Sitokinin, BA (% 23,43) olarak saptanmıştır. Ki (% 21,04), Z (% 20,21) ve Kontrol (% 18,13) şeklinde sıralanmıştır.

Sürgün uzunluğu üzerine tüm ana etkiler ve interaksiyonlar istatistik olarak önemli etkiler yapmıştır. Kalem durumlarının sürgün uzunluğu üzerine etkisi önemli ($LSD_{0,05}: 0,744$) olup, en yüksek değerin Sürmemiş kalemde (6,28 cm) olduğu, bunu filizi kesilmiş kalemin (2,72 cm) takip ettiği gözlenmiştir (Şekil

7). Ayrıca en düşük sürgün uzunluğu değerinin de filizi kesilmemiş kalemden (1,49 cm) alındığı görülmüştür (Şekil 5). Sitokinin ana etkisi ($LSD_{0,05}: 0,859$) incelendiğinde, BA'in en uzun sürgün değerini 4,98 cm ile verdiği saptanmıştır. Diğer uygulamalar aynı grupta yer almışlar ancak rakamsal olarak Ki: 3,01 cm, kontrol: 3,01 cm ve Z: 2,98 cm şeklinde sıralanmışlardır. Uygulanan sitokininlerin kalem durumları ile interaksiyonları da önemli ($LSD_{0,05}: 1,488$) bulunmuştur. Buna göre sürmü çelik + sürmemiş kalem X BA interaksiyonu en yüksek sürgün uzunluğu değerini (7,11 cm) vermiştir.



Şekil 4. Kalem durumu ve sitokinin uygulamalarının gözün sürme ve tekrar sürme oranına etkileri.

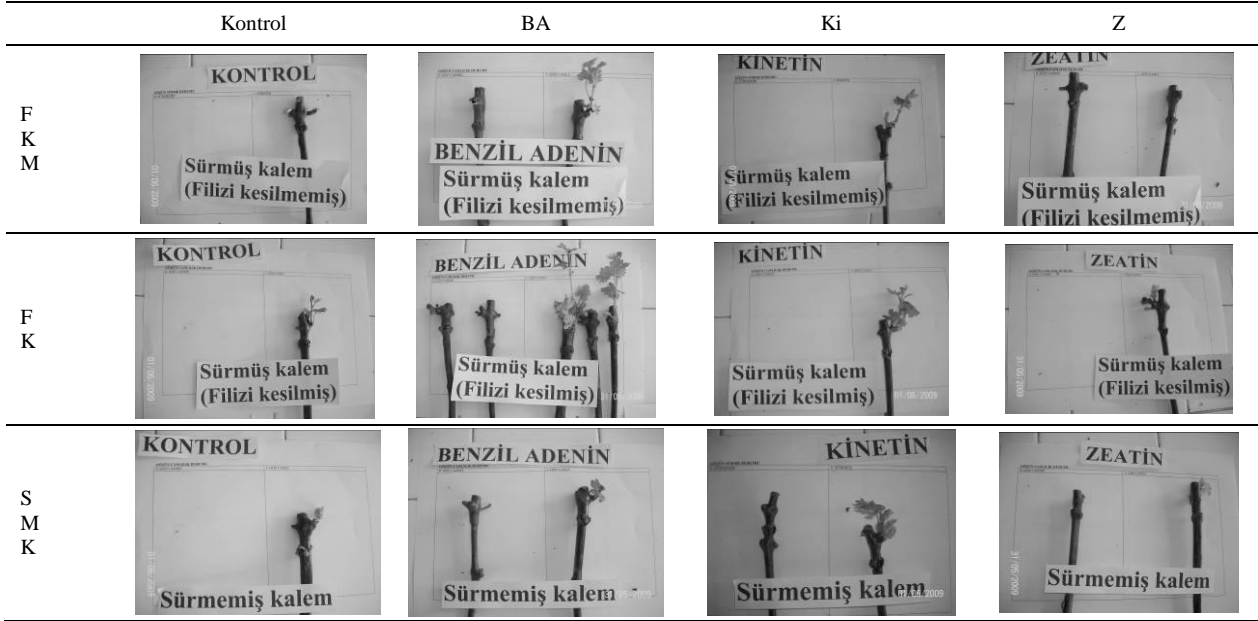


Şekil 5. Kalem durumu ve sitokinin uygulamalarının sürgün uzunluğuna etkileri.

Aşılı çeliklerin hiçbir uygulamada kök oluşturmadığı ve çeliklerin dibinde çürüme oluşmadığı saptanmıştır.

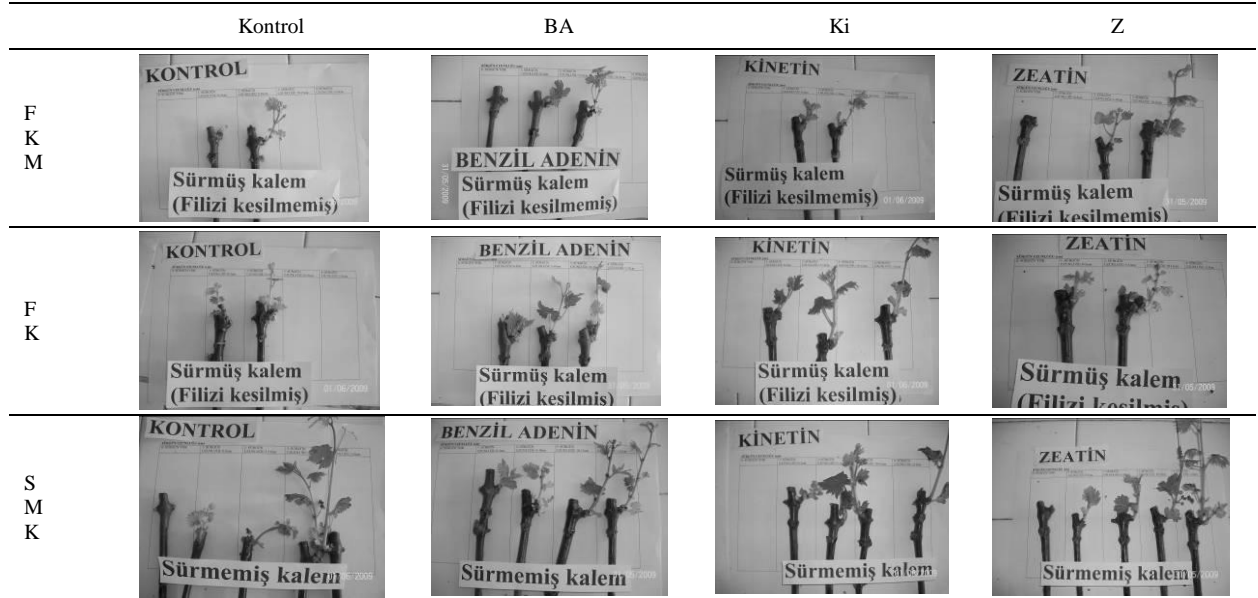
Çepeçevre kallus oluşum oranı üzerine sadece sitokinin ana etkisi istatistik olarak önemli olarak bulunmuştur. Buna göre Z (% 98,23) ve Ki (% 97,39) ilk önem grubundadır ($LSD_{0,05}: 0,132$). Bunları Kontrol uygulaması (% 94,37) ve BA (% 90,98) izlemiştir (Şekil 8).

Yapılan istatistik analizde göre sitokininlerin, kalem durumlarının ve bunların interaksiyonlarının çeliğinde kallus oluşan aşılı çelik oranına etkisinin önemli olmadığı saptanmıştır. Kalem durumlarının ana etkisi rakamsal olarak sürmü çelik + sürmemiş kalem (% 97,34), sürmü çelik + sürmü filizi kesilmiş kalem (% 95,68) ve sürmü çelik + sürmü filizi kesilmemiş kalem (% 90,67) şeklindedir. Sitokinin ana etkileri yüksekten düşüğe; (% 95,83) Kontrol, (% 95,28) Z, (% 94,35) BA ve (% 93,21) Ki şeklinde sıralanmıştır. Sürmü çelik + sürmemiş kalem X Z interaksiyonu % 99,37 değeri ile çeliğinde kallus oluşan aşılı çelik oranı bakımından en yüksek değeri alan kombinasyon olarak belirlenmiştir. En düşük değeri



FKM: Filizi kesilmemiş kalem, FK: Filizi kesilmiş kalem, SMK: Sürmemiş kalem.

Şekil 6. Kalem durumu ve sitokinin uygulamalarının göz canlılık durumlarına etkileri.



FKM: Filizi kesilmemiş kalem, FK: Filizi kesilmiş kalem, SMK: Sürmemiş kalem.

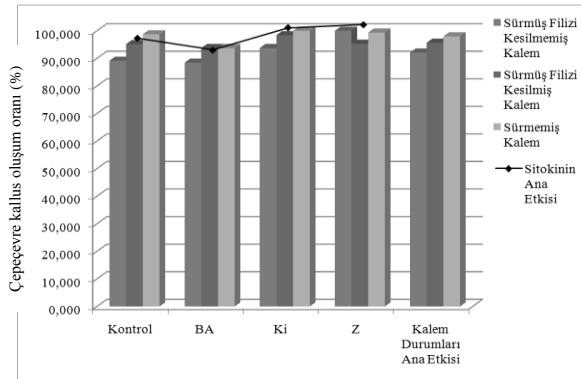
Şekil 7. Kalem durumu ve sitokinin uygulamalarının sürgün uzunluklarına etkileri.

veren kombinasyon ise (% 84,02) sürmüş çelik + sürmüş filizi kesilmemiş kalem X Ki interaksyonudur (Şekil 9).

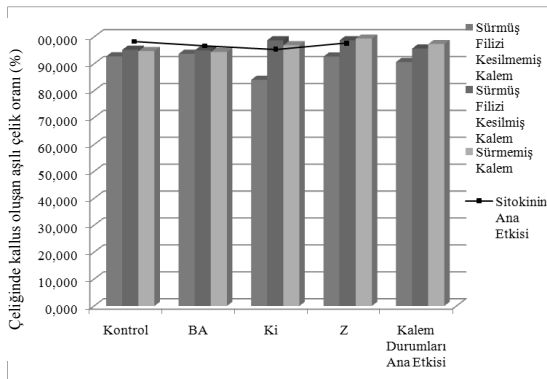
Kalemde kallus oluşan aşılı çelik oranı üzerine Kalem durumları ve sitokinin ana etkileri istatistiki olarak önemli, ancak interaksyonları önemsiz bulunmuştur. Kalem durumları ana etkileri bakımından ($LSD_{0,05}$: 0,089) sürmüş çelik + sürmemiş kalem (% 66,69) ve sürmüş çelik + sürmüş filizi kesilmiş kalem (% 60,08) birinci önem grubundadır. Sürmüş çelik + sürmüş filizi kesilmemiş kalem (% 32,24) kalem durumu ise diğer önem grubundadır. Bu oranı en olumlu etkileyen sitokinin % 63,50 oranı ile BA' dir ($LSD_{0,05}$: 0,102). Daha sonra sırasıyla Ki (% 57,57), Kontrol (% 48,52) ve Z (% 42,21) gelmektedir (Şekil 10).

Çelik üzerinden alınan kallus miktarı üzerine sitokinin ve kalem durumları ana etkileri LSD %5'e göre önemlidir. Sürmüş çelik + sürmüş filizi kesilmiş kalem ve sürmüş çelik + sürmemiş kalem durumları birinci grupta, sürmüş çelik + sürmüş filizi kesilmemiş kalem durumu ise ikinci grupta yer almıştır ($LSD_{0,05}$: 41,25). Aldıkları değerler ise sırasıyla 239,00mg, 228,62 mg ve 179,95 mg olmuştur. Z (254,94 mg), Ki (228,28 mg) ve kontrol ana etkileri (225,98 mg) değerleri ile aynı grupta; BA ana etkisi ise (154,24 mg) değeri ile diğer grupta olduğu belirlenmiştir (Şekil 11) (%5 LSD : 47,629). Yapılan istatistiki analizde LSD %5'e göre önemli olmadığı ancak rakamsal olarak yüksek olarak tespit edilen interaksyon 313,06 mg ile sürmüş çelik + sürmüş filizi kesilmiş kalem X Z interaksyonudur. Çelik üzerinden alınan kallus miktarı en

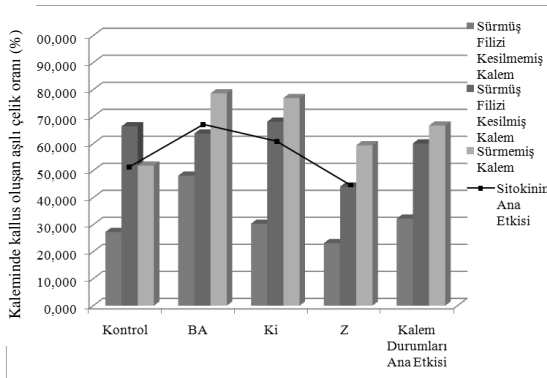
düşük olan interaksyon ise sürmüştür çelik + sürmüştür filizi kesilmemiş kalem X BA (124,46 mg) interaksyonudur (Şekil 11).



Şekil 8. Kalem durumu ve sitokinin uygulamalarının çepçevre kallus oluşum oranına etkileri.



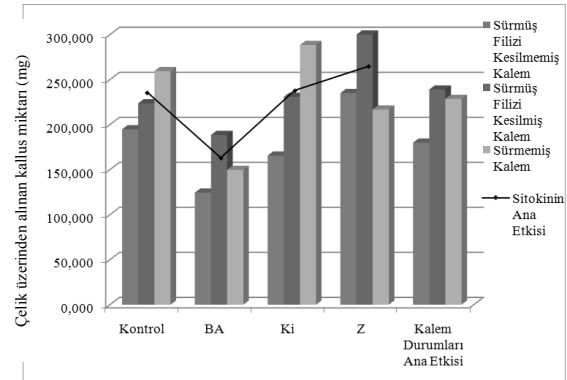
Şekil 9. Kalem durumu ve sitokinin uygulamalarının çeliğinde kallus oluşan aşılı çelik oranına etkileri.



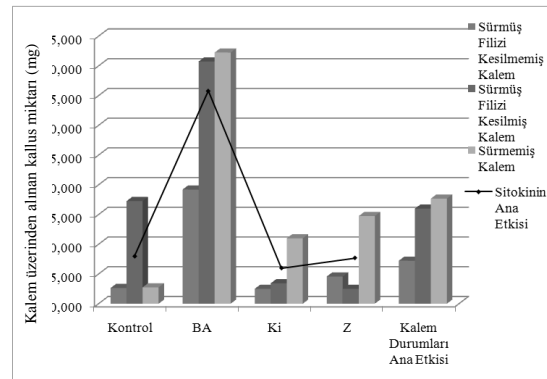
Şekil 10. Kalem durumu ve sitokinin uygulamalarının kaleminde kallus oluşan aşılı çelik oranına etkileri.

Kalem üzerinden alınan kallus miktarları bakımından tüm ana etkiler ve interaksyonlar istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Kalem durumları ana etkisi için $LSD_{0,05}$: 6,371; sitokinin uygulamaları için $LSD_{0,05}$: 7,356; kalem durumları X sitokinin uygulamaları interaksyonu için $LSD_{0,05}$: 12,742). Şekil 12' de görüldüğü gibi kalemden alınan kallus miktarını en olumlu etkileyen sitokinin BA olarak saptanmıştır (34,07 mg). Diğer sitokininler ikinci grupta yer almışlardır (kontrol: 7,55 mg, Z: 7,28 mg ve Ki: 5,65). Kalem üzerinden alınan kallus miktarlarına bakılarak; sürmüştür çelik + sürmüştür filizi kesilmiş

kalem (17,69 mg) ve sürmüştür çelik + sürmemiş kalem (15,99 mg) kalem durumlarının istatistiki olarak aynı etkiyi veren grupta bulunduğu görülmüştür. Kalem üzerinden alınan kallus miktarları bakımından sürmüştür çelik + sürmemiş kalem X BA (42,25 mg) ve sürmüştür çelik + sürmüştür filizi kesilmiş kalem X BA (40,75 mg) interaksyonları birinci önem grubundadır. Son önem grubunda yer alan interaksyonlar ise sürmüştür çelik + sürmüştür filizi kesilmiş kalem X Ki (3,44 mg), sürmüştür çelik + sürmemiş kalem X Kontrol (2,75 mg), sürmüştür çelik + sürmüştür filizi kesilmemiş kalem X Kontrol (2,64 mg) ve sürmüştür çelik + sürmüştür filizi kesilmiş kalem X Z (2,50 mg) interaksyonlarıdır (Şekil 12).



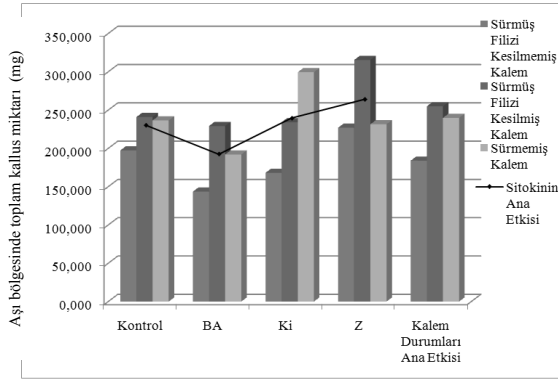
Şekil 11. Kalem durumu ve sitokinin uygulamalarının çelik üzerinden alınan kallus miktarına etkileri.



Şekil 12. Kalem durumu ve sitokinin uygulamalarının kalem üzerinden alınan kallus miktarına etkileri.

Aşı bölgesinde toplam kallus miktarı parametresi bakımından Kalem durumları ana etkisi LSD %5' e göre ($LSD_{0,05}$: 41,174) önemli bulunmuştur. Sürmüştür çelik + sürmüştür filizi kesilmiş kalem durumunun 254,98 mg değerini alarak aşılı bölgesinde en fazla kallus oluşturan kalem durumu olduğu belirlenmiştir. Yine aynı önem grubunda yer alan sürmüştür çelik + sürmemiş kalem, durumunun da 239,87 mg olduğu saptanmıştır. Sitokinin ana etkisi bakımından aşılı bölgesinde toplam kallus miktarı üzerine en az etki eden sitokininin BA olduğu (188,29 mg) belirlenmiştir. BA uygulamasını kontrol uygulaması (224,95 mg) takip etmiş, Ki (233,92 mg) ve Z (258,01 mg) uygulamalarının ise toplam kallus oranı bakımından en yüksek değeri alan sitokinin uygulamaları olduğu belirlenmiştir ($LSD_{0,05}$: 47,543). İstatistiki olarak önemli bulunmamakla beraber sürmüştür çelik + sürmüştür filizi kesilmiş kalem X Z interaksyonundan en yüksek (315,50 mg) kallus miktarı, sürmüştür çelik + sürmüştür filizi kesilmemiş kalem X BA interaksyonundan ise en düşük (143,62 mg) kallus miktarı

değeri alınmıştır (Şekil 13).



Şekil 13. Kalem durumu ve sitokinin uygulamalarının aşı bölgesinde toplam kallus miktarına etkileri.

4. Tartışma ve Sonuç

Iskarta aşılı çelik oranı açısından sürmemiş kalem durumu en iyi sonucu vermiştir (% 18,75). Elde edilen bu sonuç sürmemiş kalem durumunun %12 değeri ile Doğan (2009) ve % 27,9 değeri ile Bahar ve ark. (2007)'nin bulgularıyla paralellik gösterdiği görülmüştür. Ayrıca BA (% 33,75) iskarta aşılı çelik oranını en olumlu etkileyen sitokinin olarak belirlenmiştir.

Sürmemiş kalem durumunun gözün sürme ve tekrar sürme oranı bakımından en yüksek değeri (% 25,00) veren kalem durumu olduğu belirlenmiştir. Sitokinin uygulamaları bakımından bu kriter incelendiğinde ise tüm uygulamaların (BA, Ki, Z) kontrolden daha yüksek bir değer aldığı görülmüştür. Bu durumun sitokinlerin hücre bölünmesini ilerlettiğini belirten Kacar ve ark. (2002), Yalvaç (2006), Akgül (2008), Babaoğlu (2008), ayrıca sitokinlerin fizyolojik açıdan asmada gözlerin sürmesi üzerinde etkili olduğunu belirten Ağaoğlu (2002) sonuç ve görüşleriyle aynı yönde olduğu görülmüştür.

Sürgün uzunluğunun en yüksek ortalama değere sahip olduğu kombinasyon sürmemiş kalem X BA (7,11 cm) olarak saptanmıştır. Elde edilen bu sonuç Meyerson ve ark. (1994)'nin araştırmaları sonucunda sürgün ucu kültüründe elde ettikleri en yüksek sürgün uzunluğu değeri veren uygulamanın BA olduğu bulgusuyla benzerlik göstermiştir. Ancak araştırmalarında sulama ile birlikte BA spreyi uygulamasını inceleyen Duering ve Broquedis (1980) adlı araştırmacıların BA spreyinin sürgün uzamasını etkilemediğini belirten bulgusuyla çelişmektedir. Ancak araştırmacıların yapmış oldukları çalışmada kullandıkları tek faktör sitokinin uygulaması olmadığından sürgün uzamasının etkileyen faktörün su stresi olduğu göz ardı edilmemelidir. Bunun yanında sitokininin sprey şeklinde uygulanmış olması da bu farkın oluşmasına neden olduğu söylenebilir.

Köklenme durumları incelendiğinde tüm uygulama ve kombinasyonlarda herhangi bir köklenmeye rastlanmamıştır. Elde edilen bu sonuç çalışmalarında Lot ve 41B anacı ve Erenköy Beyazı ve İtalya üzüm çeşitlerini kullanmış olan Köse ve Güler (2006)'ün köklenme oranının % 30 ile % 70 arasında olduğu bulgularıyla çelişmektedir. Bu farkın muhtemel ortaya çıkma sebebi ise kullanılan çeşit-anaç kombinasyonları ve araştırmamızda çürüme oluşmaması için iki günde bir kasalardaki suya ekleyerek kullandığımız 4 mg L⁻¹ konsantrasyonundaki CuSO₄ olması mümkün gözükmektedir.

Çelik dibinde çürüme durumları açısından da hiçbir kombinasyonda çürüme görülmemiştir. Kasalara iki günde bir (düzenli olarak) etkili maddesi Fenhexamid (500 g L⁻¹) ve Azoxystrobin (250 g L⁻¹) olan preparasyonlar ile ilaçlama yapılması, bunun yanısıra kasaların suyunun iki günde bir (düzenli olarak) değiştirilmesi olumlu etki yapmış olabilir.

Çepeçevre kallus oluşum oranı bakımından sürmemiş kalem X Ki (% 100,00) ve filizi kesilmemiş kalem X Z interaksiyonları (% 100,00) en iyi sonuçları vermiştir. Ana etkiler göz önüne alındığında tüm kalem durumları ana etkisi için sürmemiş kalem (% 97,97) ve sitokinin uygulamaları ana etkisine göre ise en yüksek çepeçevre kallus oluşumu Z (% 98,23) ve Ki (% 97,39) uygulamalarından elde edilmiştir. Bunu (% 94,35) BA uygulaması izlemiştir. Elde edilen bu sonuçlar Köse ve Güler (2006)'nın araştırmalarında elde ettiği Erenköy Beyazı-Lot aşı kombinasyonunda 250 ppm Ki (% 95,0), 250 ppm BA (% 97,5) ve İtalya-Lot aşı kombinasyonunda 250 ppm Ki (% 92,50) ve 250 ppm BA (% 90,00) ve ayrıca Erenköy Beyazı-41B aşı kombinasyonunda 250 ppm Ki (% 85,00) ve 250 ppm BA (% 87,50) ve İtalya-41B aşı kombinasyonunda 250 ppm Ki (% 96,50) ve 250 ppm BA (% 97,50) elde ettikleri bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Buradan hareketle 250 ppm Z ve Ki uygulamaları ile çepeçevre kallus oluşumunun artırılabilceğini söylemek mümkündür.

Çeliğinde ve kaleminde kallus oluşan aşılı çelik oranı açısından sürmemiş kalem durumu en yüksek değerleri almıştır. Aşıda önceden sürdürülmemiş kalem kullanıldığında, Çelik (2007)'in belirttiği gibi fotosentez sonucu oluşan karbondioksitlerin asmanın yıllık dallarında, genç ve yaşlı kollarında nişasta bileşikler şeklinde depolandığı, ve gözlerin uyanmasıyla birlikte hidrolize olarak vegetatif gelişmede kullanıldığını ifadesine paralel olarak kallus oluşumunun arttığı söylemek olasıdır. Filizi kesilmemiş kalem durumu her iki parçada (çelik ve kalem) en düşük kallus oluşum oranlarını vermiştir. Sitokinin uygulamaları açısından ise Kontrol uygulaması çeliğinde kallus oluşan aşılı çelik oranını, BA uygulaması da kaleminde kallus oluşan aşılı çelik oranını olumlu yönde etkilemiştir.

Aşı bölgesinde toplam kallus miktarı açısından filizi kesilmiş kalem ve sürmemiş kalem durumları istatistiki olarak aynı grupta yer almışlardır. En düşük aşı bölgesinde toplam kallus miktarı veren kalem durumu ise filizi kesilmemiş kalem olmuştur. Aynı durum çepeçevre kallus oluşan aşılı çelik oranı olarak da bu kalem durumundan alındığından beklenen bir sonuçtur. Sitokinin ana etkileri açısından bakıldığında Z, aşı bölgesindeki toplam kallus (258,01 mg) ve çelik üzerinden alınan kallus miktarları (254,94 mg) bakımından en yüksek değerleri vermiştir. Ancak Ki de bu değerlere yakın rakamsal değerler vermiş (233,92 mg ve 228,28 mg) ve istatistiki olarak aynı önem grubunda yer almıştır. Kallus miktarları üzerine olumlu etki yapan sitokinler Z ve Ki' dir.

Kalem durumları ana etkisi dikkate alındığında; iskarta çelik oranı, gözün sürme ve tekrar sürme oranı, sürgün uzunluğu, çepeçevre kallus oluşumu oranı, çeliğinde kallus oluşan aşılı çelik oranı, kaleminde kallus oluşan aşılı çelik oranı ve kalem üzerinden alınan kallus miktarı kriterleri için sürmemiş kalem durumu en iyi değerleri vermiştir. Çelik üzerinden alınan kallus miktarı ve aşı bölgesinde toplam kallus miktarı kriterleri için de filizi kesilmiş kalem durumu ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Çelikte kambiyal aktivitenin başlamış olmasının, henüz kalemde başlamamış olan kambiyal aktiviteyi indüklediği ve bu nedenle incelenen tüm kriterleri olumlu etkilediği söylenebilir. Sürmemiş kalem durumunu, filizi kesilmiş ve filizi kesilmemiş

kalem durumları izlemiştir. Elde edilen bu sonuç Bahar ve ark. (2007)'nin bulgularıyla aynı yöndedir.

Filizi kesilmiş kalem durumunda yapılan kesim ile 1-1,5 cm uzunlukta bırakılan kalem, sürgünü nedeniyle bir an önce karbohidratları kallus hücrelerini oluşturmaya harcaması şeklinde açıklanabilir.

Filizi kesilmemiş kalem durumunun en düşük değerleri alması ise önceden sürmüş ve filizini hızlı bir şekilde geliştirmeye başlamış olan kalemde karbohidrat tüketimi artığı için kallus oluşumunda kullanım azalmış, çelikten gelen kallus oluşumunun da sekteye uğramış olması olasıdır. Sonuç olarak sürmüş çelik X sürmemiş kalem durumunun aşıda kullanılması önerilebilir.

BA; iskarta çelik oranı, gözün sürme ve tekrar sürme oranı, sürgün uzunluğu, kaleminde kallus oluşan aşı çelik oranı, kalem üzerinden alınan kallus miktarını artırmıştır. Z; çepeçevre kallus oluşum oranı, çelik üzerinden alınan kallus miktarı, aşı bölgesinde toplam kallus miktarını olumlu etkilemiştir. Ki; Z ile istatistik olarak aynı grupta çok yakın değerler almıştır. Kontrol; çeliğinde kallus oluşan aşı çelik oranını artırmıştır.

Sonuç olarak sürmüş çelik X sürmemiş kalem kombinasyonu kaynaştırma odasında kallus oluşumunu artırmıştır. Sitokininlerin incelenen kriterler üzerine etkilerinin sırasıyla; benziladeni, zeatin ile kinetin ve kontrol şeklinde olduğu belirlenmiştir. Sürmemiş Kalem durumu ile birlikte sitokininlerden öncelikle benziladenin ve zeatin-kinetin kullanılması önerilebilir, ancak zeatin pahalı bir bitki büyüme düzenleyici olduğundan kinetin kullanılması daha yerinde olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma, Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'nce NKÜBAP00.24.YL.09.12 No'lu proje olarak desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Ağaoğlu YS (2002) Bilimsel ve Uygulamalı Bağcılık (Asma Fizyolojisi-1). Cilt-2, Kavaklıdere Eğitim Yayınları No: 5, Ankara.
- Akgül H (2008) Büyüme ve Gelişim Düzenleyiciler. Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Yayın No:12, Eğirdir, Isparta.
- Babaoğlu M (2008) Doku Kültürü-1. Bitki Biyoteknolojisi Doku Kültürü ve Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları Sunusu. S.Ü. ZiraatFakültesi. <http://www.biyoteknoloji.gen.tr/Dokukulturumbabaoğlu%20%5BUyumluluk%20Modu%5D.pdf>. Erişim 14 Mayıs 2009.
- Bahar E (2004) Trakya bölgesinde son yıllarda yaygınlaşmaya başlayan şaraplık üzüm çeşitlerinin özellikleri: Siyah çeşitler. Gıda Dergisi Şubat 2004 (2): 46-50.
- Bahar E, Korkutal İ, Dırak M (2007) Sürmüş ve sürmemiş çelik ve kalemlerin masabaşı omega aşısındaki performansları. Türkiye 5. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt:2, Erzurum, s. 447-450.
- Bahar E, Korkutal İ, Kök D (2006) Türkiye bağcılığının son yıllardaki gelişiminde görülen başlıca sorunlar ve çözüm önerileri. Trakya University Journal of Science 7: 65-69.

Cangi R, Balta F, Doğan A (2000) Aşılı asma fidanı üretiminde kullanılan katlama ortamlarının fidan randıman ve kalitesi üzerine etkilerinin anatomik ve histolojik olarak incelenmesi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 24: 393-398.

Çelik H (2006) Üzüm Çeşit Kataloğu. Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi:3, Ankara

Çelik S (2007) Bağcılık (Ampeloloji) Cilt I. (Genişletilmiş 2. Baskı). N.K.Ü. Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ.

Doğan AZ (2009) Farklı UV-C Uygulama sürelerinin asmalarda aşı kaynaşma özellikleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Duering H, Broquedis M (1980) Effects of abscisic acid and benzyladenine on irrigated and non-irrigated grapevines. Scientia Horticulturae 13: 253-260.

Ecevit FM, Baydar N (2000) Aşılı asma fidanı üretiminde farklı aşılama yöntemlerinin aşıda başarı üzerine etkileri. II. Ulusal Fidancılık Sempozyumu Bildiri Özetleri, Ödemiş/İzmir, 25-29 Eylül 2000, <http://www.agr.ege.edu.tr/~fitekno>. Erişim 22 Nisan 2002.

Hartman HT, Kester DE (1983) Plant Propagation. Principles and Practices. 4th Edition, Prentice Hall Inc., New Jersey.

Kacar B, Katkat AV, Öztürk Ş (2002) Bitki Fizyolojisi. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No:198, Bursa.

Kende H, Zeevaart JAD (1997) The five classical plant hormones. The Plant Cell 9: 197-121.

Korkutal İ, Bahar E, Akçay G, Günal DS (2009) Farklı sürelerle ultraviyole (UV-C) uygulamalarının kaynaştırma odası koşullarında aşılı asma çelikleri üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 22: 9-14.

Korkutal İ, Bahar E, Gökhan Ö (2008) The characteristics of substances regulating growth and development of plants and the utilization of gibberellic acid (GA₃) in viticulture. World Journal of Agricultural Sciences 4: 321-325.

Köse C, Güleriyüz M (2006) Effects of auxins and cytokinins on graft union of grapevine (*Vitis vinifera* L.). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 34: 145-150.

Matsubara S (1990) Structure-activity relationships of cytokinins. Critical Review of Plant Sciences 9: 17-57.

Meyerson ME, Benton CM, Gray DJ (1994) A comparison of shoot micropropagation among Bunch and *Muscadine* grape species and cultivars. Proceedings Philadelphia State Horticultural Society 107: 311-312.

Plant-hormones (2009) Cytokinins. <http://www.plant-hormones.info/cytokinins.htm>. Erişim 10 Şubat 2009.

Türkben C, Sivritepe N (2000) Aşılı asma fidanı üretiminde bazı dışsal uygulamaların aşı yerinde kallus oluşumu ve köklenme üzerine etkileri. II.Ulusal Fidancılık Sempozyumu Bildiri Özetleri, Ödemiş/İzmir, 25-29 Eylül 2000, <http://www.agr.ege.edu.tr/~fitekno>. Erişim 10 Aralık 2002.

Weaver RJ (1976) Grape Growing. John Wiley and Sons, NewYork.

Yalvaç T (2006) Bazı uygulamaların üzüm çekirdeklerinin çimlenme oranı ve hızına etkileri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Aflatoxin, heavy metal and pesticide residue contents of some compound feeds produced in Turkey

Türkiye’de üretilen bazı karma yemlerin aflatoksin, ağır metal ve pestisid kalıntı düzeyleri

Özlem DAĞAŞAN¹, Nihat ÖZEN²

¹Antalya İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Antalya

²Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Antalya

Corresponding author (*Sorumlu yazar*): Ö. Dağışan, e-mail (*e-posta*): ozlemdagasan@hotmail.com

ARTICLE INFO

Received 22 February 2011
Received in revised form 27 May 2011
Accepted 30 May 2011

Keywords:

Compound feed
Aflatoxin
Pesticide
Heavy metal

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the residue based pollution levels of some compound ruminant and poultry feeds produced in different regions of Turkey. A total of 100 feed samples (lactating cow, cattle fattening, lamb fattening, cage layer and broiler finishing feeds) collected according to official sampling methods at 3-month intervals from commercial feed compounders in 5 regions where animal and feed productions were most intensive were analyzed for aflatoxins (B₁, B₂, G₁, G₂, total aflatoxin), heavy metals (Pb, Cd, Hg, As) and organophosphorus and organochlorine pesticides. High performance liquid chromatography (HPLC) analysis indicated that 70 samples contained total aflatoxin (TAFL), 67 contained aflatoxin B₁, B₂ was observed in 41, G₁ in 1, and G₂ in 2 samples, while, however, none of them exceeded the maximum residue levels (MRL) of the “Instruction about Undesired Materials in Feeds” prepared by Turkish Ministry of Agricultural and Rural Affairs (TMARA). There were differences in the amount of samples obtained in January, April, July and October. Similar differences existed among the regions, and also among the feed types analyzed. No pesticide residue was found in any feed sample in gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS) analysis, except 2.21, 2.51, 2.61, 1.88 and 2.87 ppm quitozone in lactating cow, cattle fattening, lamb fattening, broiler finishing and cage layer feeds, and 0.10 and 0.13 ppm diazinon in lamb fattening and cage layer feeds, respectively. Since, the instruction of TMARA did not contain permitted maximum residue levels (MRL) related to pesticide residues in compound feeds, it was not possible to make any comparison on the data obtained. In terms of heavy metals, mercury (Hg) and arsenic (As) levels exceeded MRL permitted in the instruction only in two, and lead (Pb) in one sample.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 22 Şubat 2011
Düzeltilme tarihi 27 Mayıs 2011
Kabul tarihi 30 Mayıs 2011

Anahtar Kelimeler:

Karma yem
Aflatoksin
Pestisid
Ağır metal

ÖZ

Bu araştırmanın amacı, Türkiye’nin farklı bölgelerinde üretilen karma yemlerdeki aflatoksin (B₁, B₂, G₁, G₂, toplam aflatoksin), ağır metal (Pb, Cd, Hg, As) ve organik fosforlu ve organik klorlu pestisid kirlilik düzeylerini tespit etmektir. Bunun için, 1 yıl boyunca, 3’er aylık aralıklarla, hayvancılığın ve karma yem üretiminin en yoğun olduğu 5 bölgedeki karma yem fabrikalarından, usulüne göre alınan, toplam 100 adet süt, siğır besi, kuzu besi, yumurta kafes ve etlik piliç bitirme yem örnekleri üzerinde aflatoksin, ağır metal ve pestisid analizleri gerçekleştirilmiştir. Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanılarak yapılan aflatoksin analizleri sonucunda, 70 yem örneğinde toplam aflatoksin (TAFL), 67 örnekte aflatoksin B₁, 41 tanesinde B₂, 2’sinde G₂ 1’inde G₁, saptanmış; ancak, bunların hiç birisi Tarım ve Köyişleri Bakanlığı’nın Yemlerde İstenmeyen Maddeler Hakkında Tebliğ’inde izin verilen en yüksek kalıntı düzeylerini aşmamıştır. TAFL ile B₁ ve B₂ aflatoksinleri görülme sıklığı bakımından Nisan, Temmuz, Ocak ve Ekim örnekleri arasında farklılıklar görülmüş; benzer farklılıklar bölgeler ve yem çeşitleri arasında da gözlenmiştir. Gaz kromatografisi / kütle spektrometresi (GC/MS) ile yapılan pestisid analizlerinde süt, siğır besi, kuzu besi, yumurta ve etlik piliç yemlerinde, sırasıyla 2,21, 2,51, 2,61, 1,88 ve 2,87 ppm quitozone, kuzu besi ve yumurta yemlerinde 0,1 ve 0,13 ppm diazinon bulunmuş; diğer örneklerde pestisid kalıntısına rastlanmamıştır. Bakanlığın tebliğinde karma yemlerde pestisid için kabul edilebilir en yüksek değerler (MRL) verilmediğinden, karşılaştırma olanağı bulunamamıştır. Atomik absorpsiyon spektrofotometresi (AAS) ile yapılan analizlerde, sadece 2 örnekte civa (Hg), 1 örnekte de kurşun (Pb) kalıntı miktarları tebliğde izin verilen maksimum değerleri aşmıştır.

1. Introduction

When animals consume polluted feeds, aflatoxin, heavy metal and pesticide intakes may reach up to levels threatening human health by transferring into end products such as meat, eggs and milk. In order to prevent animal foods becoming harmful to the consumers, feeds utilized should be kept under control (Kurtoğlu and Coşkun 2001).

Various aflatoxins produced by different *Aspergillus flavus* species are B₁, B₂, G₁, G₂, M₁ and M₂. Among them, the most frequently existing one in moldy feeds and processed foods is B₁; while, the most rare is B₂ (Çelik 2001). Aflatoxin B₁ (AFB₁) takes place in the group designated as human carcinogens by International Agency for Research on Cancer (IARC) in 1993 (Smith 1997). Aflatoxins can easily affect the materials such as corn, wheat, cottonseed meal, soybean meal, sunflower meal, animal originated feeds and compound feeds even at normal room temperatures (Çelik 2001).

Heavy metal pollution is a serious problem resulted from industrialization in all over the world. It is proved that metals accumulate in air, soil and water. They are released into the environment from industrial plants as well as mining activities (Tunçoku and Çınar 1995). Similarly, some of the important sources of mercury (Hg) are industrial branches such as electrochemistry, paint, drug, paper and metallurgy. Other important sources of Hg are Hg containing compounds utilized as fungicide for cereals (Şanlı 1976).

Residues in feeds and foods caused by pesticides create serious problems all over the world. Since, the rate of alternative systems such as biologic and organic farming is low, pesticides are used very intensively in today's modern agriculture. Mistakes in practical application increase the danger. It has been postulated that due to the intensive production methods applied to the agriculture and the fast developing industrial affairs, problems related to aflatoxin, heavy metal and pesticide pollutions in feed materials, and compound feeds as their end products produced in the country, should be expected.

Therefore, the objective of this study is to determine the pollution levels and seasonal variations of polluting agents in some compound ruminant and poultry feeds (lactating cow, cattle fattening, lamb fattening, cage layer and broiler) produced in different regions of Turkey where feed and animal productions are the most intensive, and furthermore, to determine whether legal tolerance levels have been exceeded or not.

2. Materials and Methods

A total of 100 compound lactating cow, cattle fattening, lamb fattening, cage layer and broiler feed samples were collected at 3-month intervals during a whole year (25 samples for each period) from commercial feed factories in 5 provinces at Aegean, Marmara, Thrace, Eastern Anatolia and Central Anatolia regions of Turkey where feed and animal productions are the most intensive. Samples protected at -18°C were analyzed for aflatoxins (B₁, B₂, G₁, G₂ and total); heavy metals (Pb, Cd, Hg, As); organochlorine (Trifluralin, Gamma-HCH (hexachlorohexan), Quintozone, Triadimefon, Captan, Alpha Endosulfan, 4-4 DDT (dichlorodiphenyl trichloroethane), Beta Endosulfan, 2-4 DDT, Endosulfan Sulfate) and organophosphorus pesticides (Dichlorvos, Diazinon, Chlorpyrifos Methyl, Metalaxyl, Fenitrothion, Malathion,

Parathion Methyl, Chlorfenapyr, Triazophos).

2.1. Aflatoxins analysis

Aflatoxin analyses were carried out by HPLC (high performance liquid chromatography) with ODS2 column and Cobra cell derivative of aflatoxins (Vicam 1999). The limits of detection (LOD) values utilized were 0.20 ppb ($\mu\text{g kg}^{-1}$) for AFB₁, 0.10 for B₂, 0.51 for G₁ and 0.17 for G₂.

2.2. Heavy metals analysis

Lead (Pb) and cadmium (Cd) were analyzed by atomic absorption spectrophotometer's (AAS) Graphite Furnace system; arsenic (As) and mercury (Hg) with Hydrous system (Jorhem 1993; Skurikhin 1993). LODs for Pb, Cd, As and Hg were determined as 0.0003, 0.02, 0.004 and 0.000006 ppm (mg kg^{-1}), respectively by using certified standard reference material (CRM).

2.3. Pesticides residue analysis

Following oil extraction of the samples and pesticide separation from the oil, pesticide analysis of the extracts was realized in gas mass spectrometer (GC/MS) as detailed in Pesticide Analytical Manual (PAM 1999). Quintozone recovery value (in 500 ppb) was estimated as 62.30% for lactating cow, 64.16% for cattle fattening, and 61.64% for lamb fattening feeds. Similarly, diazinon recovery value (in 50 ppb) was found to be 69.19% for lamb fattening feed.

2.4. Statistical analyses

Since no data at measurable levels were obtained from some samples for all criteria evaluated, statistical analysis was not applied to the data collected.

3. Results

Data obtained from aflatoxin analysis of compound feeds were presented in Table 1. 70 samples contained total aflatoxin (TAFL); 67 contained AFB₁; B₂ existed in 41; G₂ in 2 and G₁ in 1 samples. TAFL was detected in 20 samples of 25 feeds obtained in April; however, this figure 18 in July, 17 in January, 15 in October; while the B₁ figures were 14 in January; 20 in April, 18 in July, 17 in January, and 15 in October. Similarly B₂ was observed in 13, 12, 10, and 6 samples in the same seasons, respectively. Considering AFB₁ data specifically, levels in 34 samples were found to be between 0 to 1, 1 to 3 in 25 samples, 3 to 5 in 6 samples, 13.9 in one and 16.0 ppb in another.

Table 1. Numbers of feed samples containing detectable levels of various aflatoxins.

Aflatoxin	CF ¹	LC	LF	CL	BF	Max. (ppb)
B ₁	10	16	11	15	15	16.0
B ₂	7	8	8	8	10	1.88
G ₁	0	1	0	0	0	1.67
G ₂	1	0	1	0	0	0.33
TAFL ²	11	16	12	15	16	17.88

¹CF: Cattle fattening, LC: Lactating cow, LF: Lamb fattening, CL: Cage Layer, BF: Broiler finishing

²Total aflatoxin (B₁+B₂+G₁+G₂)

Table 2. Pb, Hg and As exceeding MRL¹ in feeds collected from different regions of Turkey.

	Region ²	Season	Feed ³	Max. (ppm)	MRL (ppm)	Number of samples exceeding MRL (ppm)
Pb	Aegean	October	LC	5.59	5	1
Hg	Eastern Anatolia	July	CF	0.16	0.1	1
	Aegean	July	LF	0.15	0.1	1
As	Eastern Anatolia	July	LC	2.45	2	1
	Eastern Anatolia	July	LF	2.98	2	1

¹MRL: Maximum residue level²Regions: Aegean, Eastern Anatolia³CF: Cattle fattening, LC: Lactating cow, LF: Lamb fattening, CL: Cage Layer, BF: Broiler finishing

Results of Pb, Hg and As analysis exceeding MRL of the TMARA have been shown in Table 2. Hg and As levels exceeded permitted MRL in 2 and Pb in only 1 sample. None of Cd levels exceeded MRL values mentioned before.

No pesticide residue quintozone was detected as 1.88, 2.21, 2.51, 2.61, and 2.87 ppm in broiler finishing, lactating cow, cattle fattening, lamb fattening and cage layer feeds provided from Eastern Anatolia in January, respectively (Table 3). Similarly diazinon was found as 0.10 and 0.13 ppm in lamb fattening and cage layer feeds received from Central Anatolia in April, respectively.

Table 3. Pesticides detected in feeds collected from different regions.

Pesticide	Region ¹	Season	Feed ²	Level (ppm)
Quintozone	Eastern Anatolia	January	BF	1.88
	"	"	LC	2.21
	"	"	CF	2.51
	"	"	LF	2.61
	"	"	CL	2.87
Diazinon	Central Anatolia	April	LF	0.10
	"	"	CL	0.13

¹Regions: Eastern Anatolia, Central Anatolia²CF: Cattle fattening, LC: Lactating cow, LF: Lamb fattening, CL: Cage Layer, BF: Broiler finishing

4. Discussions

MRL figures permitted have been given in the "Instruction about Undesired Materials in Feeds" (Resmi Gazete 2010) prepared by Turkish Ministry of Agricultural and Rural Affairs (TMARA) only for AFB1 (Table 4). AFB1 data obtained in the present study did not exceed MRL of the TMARA. Surai et al. (2004) investigated feed, milk and cheese samples collected from the farms and markets in Western Sicily for AFB1 and M₁. HPLC analysis indicated that AFB1 varied between 7.69-10.00 ppb; and none of the samples was over the legal limits of European Union (5 ppb).

In a study realized by Çelik and Öztürkcan (2000) on 8 different feed materials (wheat grain, cottonseed meal, corn grain, alfalfa hay, wheat bran, broiler feed, lactating cow feed

and processed peanut) the ratio of AFB1 containing feeds was reported as 20.3%. However, when they compared, none of the AFB1 data was over the risk levels of American Food and Drug Administration (FDA).

Table 4. Legal MRL released by TMARA¹ for feeds analyzed².

Undesired substances	Complete feeds (12% humidity)	MRL (ppm)
As	All	2.0
Pb	All	5.0
Hg	All	0.1
Cd	Cattles, sheeps, goats (except calves, lambs and kids)	1.0
	Others (except pets)	0.5
Aflatoxin B1	Lactating cow	0.005
	Lamb	0.01
	Poultry and pig	0.02
DDT3	All	0.05

¹TMARA: Turkish Ministry of Agricultural and Rural Affairs²Resmi Gazete (2010)³DDT: Dichlorodiphenyl trichloroethane

In another study conducted by Yıldız (2003) on corn, wheat, barley, row and processed full fat soybean, sorghum, regular wheat bran, fine wheat bran, maize bran, sunflower meal (SFM), cottonseed meal (CSM), soybean meal (SBM), peanut meal (PM) and hazelnut meal (HM), 6.3% of samples consisted TAF1, 51.4% zearalenone, 42.4% ochratoxin A. The ratio of TAF1 contents exceeding 20 ppb was 8.7%, zearalenone over 8 ppb was 22%, ochratoxin higher than 50 ppb was 9.3%. The figures exceeding limits were mostly obtained from corn, wheat, SBM, CSM and SFM.

According to Cespedes and Diaz (1997) AFB1 was found in 11 of 50 sorghum, 4 of 33 corn, 15 of 17 CSM, 12 of 30 poultry feed and 7 of 16 pig feed samples and only 9 of them exceeded current legal limits in Colombia.

Altuğ and Beklevik (2003) who studied on 85 compound fish feed samples collected from domestic fisheries and compounders, being some of them imported, determined total aflatoxin contents, between 21.2 to 42.4 ppb in 20 samples. Figures belonging to the samples collected from fisheries were found to be higher than both imported feeds and materials from the compounders. Since aflatoxin levels are correlated to environmental conditions as well as dry matter content of the feed, storage humidity should be below 10% for a safe deposition; when it exceeds 12.5%, feeds must be consumed immediately in the first week (Gowda et al. 2003).

In the present study, aflatoxin levels were higher in April and July samples than the other periods. This may be attributed to probable high moisture contents of the feeds.

Differences in aflatoxin levels in terms of seasons, regions and feed types are expectable since humidity and temperature may affect fungal development (Çelik et al. 1999, Çelik 2001). In other words, drying process applied to the feeds and the environmental factors such as storage temperature and humidity (Gowda et al. 2003), as well as processes such as dry or steam heating or coking extrusion and pelleting may create significant differences in aflatoxin levels. Besides, some materials in the feed mixture such as corn, wheat, oil seed meals and animal originated feeds and alfalfa hay are more susceptible to molds (Altuğ et al. 1995, Yıldız 2005). In fact, Dehuri et al. (1994) indicated that AFB1 was at the highest levels during rainy seasons in broiler starter, corn and fishmeal.

According to the TMARA instruction, legal MRL values are 2 ppm for As, 5.0 for Pb, 0.1 for Hg in all species; and 1 for Cd in cattle, sheep and goat complete feeds (excluding lamb calves and kids), 0.5 for others (except pets). A total of 83 feeds contained Cd and 22 feeds as at detectable levels; however, Cd did not exceed MRL values in any feed analyzed. As levels in lactating cow (2.45 ppm) and lamb fattening (2.98 ppm) feeds from Eastern Anatolia provided in July, and Pb in lactating cow feed (5.59 ppm) collected from Aegean Region in October exceeded MRL of the TMARA instruction. Similarly, Hg in one of the lamb fattening feeds (0.15 ppm) coming from Aegean Region in July and one of the cattle fattening feeds (0.16 ppm) obtained from Eastern Anatolia in July were found over the MRL; while, a total of 50 samples contained Hg only at detectable levels.

Pb is observed most frequently in cereals and since it is accumulated on the shell of grains through dusts and the rain, it is usually higher in bran compared to the whole grain (Ocker and Brüggemann 1991). It may also be high where industrial facilities and traffic jam are intensified (Mert et al. 1993). In the present study, high Pb figures exceeding MRL in October's lactating cow feed may have caused by bran used in compound feeds and air pollution during autumn. 60% of samples containing Pb, Hg, As over MRL were obtained from the feeds coming Eastern Anatolia. This was found to be interesting since industrialization level in Eastern Anatolia is not comparable to other parts of the country.

Positive cases of 2, 19, 17, 15, 10, 2 and 18 Pb toxicity were reported for each year by Minnesota Diagnostic Laboratory between 1994 and 2000, respectively. The ratio of lead poisoning differed between 0.5 to 8.0% in all samples submitted by dairy farms to the laboratory during the same period (Olson et al. 2002).

In addition to wastes of different industrial branches such as electrochemistry, paint, medicine, paper, metallurgy, fungicides are other important sources of Hg and Hg containing fungicides are widely used for cereals (Şanlı 1976).

About 5 to 20% of total Cd consumed by human beings originates from cereals and cereal products. However, Tietz and Brüggemann (1993) found Cd and Pb contents of 939 wheat and rye samples they examined to be lower than 0.005 ppm.

As contents of the crops may vary between 0.1 to 10.0 ppm depending on the pollution levels of soil and water. For example, as content of alfalfa is around 1.9; it is 0.3 ppm in wheat; while in sugar beat varies from 0.34 to 1.3, and changes in corn stover between 0.7-2.7. As, in foods higher than 3.5

ppm is accepted as toxic (Kurtoğlu and Coşkun 2001).

Quintozone and diazinon were detected in 5 and 2 samples, respectively. No pesticide residue was detected in all the remaining samples. Quintozone has applied as fungicide to cotton, peanut, sesame and anise; while, diazinon was utilized as insecticide and acaricide for sesame, cereals and cotton.

Since the instruction of TMARA does not contain any permitted MRL data for these two pesticides related to compound feeds, no comparison has been made.

In a study conducted in India on compound feeds and feedstuffs, Unnikrishan et al. (1998) found HCH levels to be between 7.6-119.7 ppb, DDT up to 49.1 ppb and endosulfan up to 10 ppb. DDT was observed most frequently in peanut meal.

Lovell et al. (1996) analyzed 545 compound feed samples collected by FDA between 1989-1994. They found pesticide residues only at detectable levels in 457 samples; but, none of them exceeded Food and Drug Administration (FDA) limits.

In a similar work carried out by Prasad et al. (2002) on the organochlorine pesticides contaminating ruminant feeds such as cereals, oil seed meals, brans, leguminous and none leguminous forages, the levels of various residues ranked as HCH > endosulfan > heptachlor > DDT > aldrin. In contrast, no DDT was found in all samples analyzed in the present study.

Depending on the data discussed above it can be concluded that, 1) Feed manufacturers are quite careful in terms of aflatoxin contamination. Thus, it can be claimed that compound feeds produced in Turkey are safe for aflatoxins. 2) DDT was not found in any feed analyzed. 3) Presence of 2 pesticide residues in only 7 samples proves that there is no serious pesticide residue problem in compound feeds produced throughout the country. 4) Similarly, heavy metal pollution was observed in only 3 samples indicating that heavy metal pollution in compound feeds produced in Turkey is low. 5) Instruction about Undesired Materials in Feeds prepared by Ministry of Agricultural and Rural Affairs is insufficient for compound feeds. Since compound feeds are the last rings of feed chain directly reaching the animal, the instruction should be rearranged to cover compound feeds.

Further studies related to residues in feeds covering some other substances such as polychlorinated biphenyls (PCBs) and mycotoxins other than aflatoxins as well as various rings of the feed industry including feed and animal produces, logistics and dealers.

Acknowledgement

We are grateful to the Scientific Research Projects Administration Unit of Akdeniz University for their financial support and also Antalya Provincial Control Laboratory for providing laboratory facilities; finally to the Turkish Feed Manufacturers' Association and to the persons who helped us in providing feed samples regularly.

References

- Altuğ T, Ova G, Demirağ K ve Kurtcan Ü (1995) Gıda Kalite Kontrolü. Ege Üniversitesi Basımevi, Mühendislik Fakültesi Yayınları: 29, İzmir.
- Altuğ G and Beklevik G (2003) Balık üretim işletmeleri, yem fabrikaları ve yurtdışı kaynaklı bazı balık yemlerinde aflatoksın düzeyleri. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science 27: 1247-1252.

- Cespedes AE and Diaz GJ (1997) Analysis of aflatoxins in poultry and pig feeds and feedstuffs used in Colombia. *Journal of AOAC International* November-December 80:1215-1219.
- Çelik K, Uluocak NA, Ayaşan T, Doran F, Öztürkcan O (1999) Farklı dozlardaki mycotoxinin (Aflatoksin B₁) Japon bıldırcınlarının (*Coturnix coturnix japonica*) performansları ile histopatolojik özelliklerine etkileri. *VIV Poultry Yutav'99*, İstanbul, s. 505-514.
- Çelik K, Öztürkcan O (2000) Çanakkale yöresindeki bazı yem ve yem hammaddelerinde aflatoksin kirliliklerinin araştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 14: 131-137.
- Çelik K (2001) Küf toksinleri ve hayvan beslemedeki önemi. *Ekin Dergisi* 5: 62-66.
- Dehuri PK, Panda NC, Sahu BK, Mishra SC (1994) Survey of common feedstuffs for aflatoxin B₁ contamination in Orissa. *Indian Journal of Animal Science* 64: 636-638.
- Gowda NKS, Malathi V, Suganthi RU (2003) Screening for aflatoxin and effect of moisture, duration of storage and form of feed on fungal growth and toxin production in livestock feeds. *Animal Nutrition and Feed Technology* 3: 45-51.
- Jorhem L (1993) Determination of metals in foodstuffs by atomic absorption spectrophotometer after dry ashing: NMKL inter laboratory study of lead, cadmium, zinc, copper, iron, chromium and nickel. *Journal of AOAC International* 76: 798.
- Kurtoğlu V, Coşkun B (2001) Yemlerde kirliliğe sebep olan ve kullanımını etkileyen faktörler II: Kimyasal maddeler ve toksik elementler. *Konya Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü Dergisi Veterinarium* 1: 25-34.
- Lovell RA, McChesney DG, William DP (1996) Organohalogen and organophosphorus pesticides in mixed feed rations: Finding from FDA's domestic surveillance during fiscal years 1989-1994. *Journal of AOAC International* 79: 544-548.
- Mert N, Tayar M, Şen C, Çetin M, Sayal S, Aydın A (1993) Bursa yöresinde tüketilen sütlerde kurşun (Pb) düzeylerinin saptanması. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 12: 49-53.
- Ocker HD and Brüggemann J (1991) Zur bewerbung der schadstoffsituation des brotgetreides. *Getreide Mehl und Brot* 45: 6-10.
- Olson WG, Auza N, Schmitt M, Chester-Jones H, Linn JG, Murphy MJ (2002) Survey on heavy metals in Minnesota Holstein dairy cattle: Soil, feed and liver concentrations. In: *Proceedings of Minnesota Dairy Days* .Minnesota, USA, pp. 79-84.
- PAM (1994) *Pesticide Analytical Manual, Multiresidue Methods*. US Food and Drug Administration, Washington, DC. Vol. 1, Section 304.
- Prasad KSN, Aruna C, Aada C (2002) In vitro evaluation of adsorbents and biological agents on binding and degradation of organochlorine pesticide residues. *Indian Journal of Animal Science* 72: 304-305.
- Resmi Gazete (2010) Yemlerde İstenmeyen Maddeler Hakkında Tebliğde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü. Resmi Gazete 26.07.2010-27653 Tebliğ no: 2005/3.
- Skurikhin IM (1993) Methods of analysis for toxic elements in foods. Part IV. General method of ashing for determination of toxic elements. *Journal of AOAC International* 76: 257.
- Smith JE (1997) Aflatoxins: Fungal toxicants. In: DoMello, JPF (Ed), *Handbook of Plant and Fungal Toxicants*. CRC Press, Boca Raton, pp. 269-285.
- Surai PF, Dvorska JE, Sparks NHC (2004) Natural antioxidants and mycotoxins: Theoretical considerations and practical applications. In: Acamovic T, Stewart CS, Pennycot TTW (Eds), *Poisonous Plants and Related Toxins*. CABI Publishing, Wallingford, pp. 494-503.
- Şanlı Y (1976) Su ürünlerinin civa ile kirlenmesi ve ortaya çıkan sağlık sorunları. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 27:11-23.
- Tietz U, Ocker HD, Brüggemann J (1993) Pflanzenschutzmittel rückstande und schwermetallgehalte in der deutschen brotgetreideernte. *Getreide Mehl und Brot* 47: 1-4.
- Tunçoku G, Çınar Ç (1995) İzmir ve çevresindeki kasaplık hayvanların karaciğer ve böbreklerdeki civa, kurşun, kadmiyum, bakır ve çinko düzeyleri üzerinde araştırmalar. *The Journal of Center of Veterinary Control and Research Institute* 19: 21-34.
- Unnikrishan V, Nath BS, Gayathri V, Sampath KT, Murthy MKR (1998) Organochlorine pesticide residue contents in feeds and feedstuffs. *Indian Journal of Dairy and Bioscience* 9: 59-64.
- Vicam LP (1999) *Alfa Test Instruction Manual*. Science Vicam Technology, USA.
- Yıldız G (2003) Karma yem ve yem hammaddelerinin aflatoksin, okratoksin A ve zearelanone kirliliği ile besin madde içeriği ve enerji yönünden incelenmesi. II. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi. Konya, s. 158-162.
- Yıldız G, Selçuk KZR, Şahin T (2005) Türkiye'de bazı yem maddelerinde mikotoksin (aflatoksin, zearelanone, okratoksin A) belirlenmesi. III. Ulusal Hayvancılık Kongresi, Adana, s. 557-562.

Kamulaştırma davalarında arsa-arazi ayrımı

Building plot-land discrimination in expropriation cases

Osman KILIÇ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Samsun

Sorumlu yazar (*Corresponding author*): O. Kılıç, e-posta (*e-mail*): okilic@omu.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 25 Mayıs 2010
Düzeltilme tarihi 27 Mayıs 2011
Kabul tarihi 30 Mayıs 2011

Anahtar Kelimeler:

Kamulaştırma
Arsa-arazi ayrımı
Taşınmaz değerlendirme
Bilirkişi

ÖZ

Türkiye’de son yıllarda yeni yol yapımı ve mevcut yolların iyileştirilmesi çalışmaları başta olmak üzere, altyapı yatırımları hız kazanmıştır. Bunun sonucu olarak, arsa ve arazi ile ilgili kamulaştırma davaları artış göstermiştir. Kamulaştırmada tartışma yaratan ve itirazlar dolayısıyla davaların uzamasına yol açan konulardan biri, kamulaştırma bedelinin belirlenmesinde arsa-arazi ayrımının doğru yapılmamasıdır. Bunun başlıca nedenleri olarak, arsa-arazi ayrımının dayandığı mevzuatın tam olarak bilinmemesi ve konu ile ilgili detaylı araştırmanın yapılmaması gösterilebilir. Bu makalede, arsa-arazi ayrımının nasıl yapılacağı, ilgili mevzuat ve içtihatlar çerçevesinde ele alınmıştır. Ayrıca arsa-arazi ayrımında etkili olan faktörler açıklanarak, konuya uygulama açısından belli bir yaklaşım getirilmiştir.

ARTICLE INFO

Received 25 May 2010
Received in revised form 27 May 2011
Accepted 30 May 2011

Keywords:

Expropriation
Building plot-land discrimination
Real estate valuation
Expert

ABSTRACT

In recent years, infrastructure investments, especially construction of new roads and upgrading of existing ones, have accelerated in Turkey. Expropriation cases related to building plot and land have increased due to these investments. One subject causes conflict and leads to the prolongation of cases due to the misuse of building plot-land discrimination. A possible reason for the confusion and conflict was a lack of knowledge among the affected parties of the legislation regarding what actually constituted a building plot. In this paper, differences between building plot and land were explained according to the appropriate legislative framework. The factors related to this difference were identified, and an approach was suggested in respect to the application of this subject.

1. Giriş

Türkiye’de kalkınma stratejileri kapsamında, kırsal ve kentsel nüfusun yaşam standartlarının iyileştirilmesi amacıyla, her yıl önemli miktarda altyapı yatırımları yapılmaktadır. Kamu yararına yapılan bu yatırımlardan dolayı, özel ve tüzel kişilere ait arsa ve arazi gibi taşınmaz malların kamulaştırılması söz konusu olmaktadır. Kamulaştırmanın başta anayasa olmak üzere mevcut yasalara uygun şekilde yerine getirilmesinin yanı sıra, kamulaştırma bedelinin hesaplanmasında gerçek değerlere yakın tahminler yapılması büyük önem taşımaktadır.

Türkiye’de kamulaştırma kapsamındaki taşınmaz mallarda değerlendirme işlemleri, Kamulaştırma Kanunu’na belirtilen esaslar çerçevesinde, kamu kurumlarında oluşturulan kıymet takdiri komisyonları ve mahkemenin görevlendirdiği bilirkişiler tarafından yapılmaktadır. Uygulamada yasal düzenleme ve bilimsel yaklaşımlardan ziyade, genellikle kişisel kanaata dayalı kıymet takdiri yapıldığı ve yanlış değerlendirme unsurlarının esas alındığı görülmektedir. Böyle durumlarda yanlış ve eksik bilgileri içeren raporlardan dolayı, anlaşmazlıklar ortaya çıkmakta, davaların çözümü zaman almakta ve bazen de yıllarca

sürebilmektedir. Bu durum yatırımların gecikmesine, dava maliyetinin artmasına ve her şeyden önce tarafların birbirlerine olan güven duygusunun azalmasına yol açmaktadır.

Kamulaştırma davalarında tartışma yaratan arsa-arazi ayrımı ile ilgili uygulamalar, çoğunlukla yol güzergâhındaki yerleşimin yoğun olduğu alanlarda söz konusu olmaktadır. Kamulaştırma işlemlerinde arsa-arazi ayrımı doğru yapılmadığı için, sonuçları genellikle büyük tartışmalara yol açmaktadır. Bilirkişiler, arsa-arazi ayrımında yanlış seçim yaptıkları zaman, olması gerekenden daha düşük ya da yüksek bedel takdir etmektedirler. Arsa ve arazi arasındaki değer farkı fazla olduğu için, anlaşmazlıkların oranı da yüksek olmaktadır.

Kamulaştırma Kanunu’na göre arsa ve arazide kamulaştırma bedelinin hesaplanması farklı esaslara göre yapılmaktadır. Arsa vasfındaki taşınmazlarda emsal, arazide ise gelir esasına göre değerlendirilmektedir. Bu amaçla kamulaştırma bedelinin hesaplanmasında, öncelikle arsa-arazi ayrımının doğru yapılması gerekmektedir. Bu makalede arsa-arazi ayrımının nasıl yapılacağı, ilgili mevzuat ve içtihatlar çerçevesinde ele

alınmış ve konuya uygulama açısından belli yaklaşımlar getirilmiştir.

2. Arsa-arazi ayrımı ile ilgili kavramlar

Türkiye’de arsa-arazi ayrımı, belediye ve mücavir alan sınırları ile nazım ve uygulama imar planları çerçevesinde ele alınmaktadır. Ayrıca bu ayrımın yapılmasında, söz konusu yerin meskûn halde olması ve belediye hizmetlerinden yararlanması gibi kriterler de dikkate alınmaktadır. Bu kapsamda öncelikle arsa ve arazinin tanımları yapılmalı ve arsa-arazi ayrımında etkili olan kavramlar doğru bir şekilde ortaya konulmalıdır. Dolayısıyla bilirkişilerin, bu kavramların hangi amaçları taşıdıklarını bilmeleri gerektiği gibi, kavramların arsa-arazi ayrımındaki etkilerini mevzuat ve uygulama açısından iyi analiz etmeleri gerekmektedir.

Arsa: Emlak Vergisi Kanunu’nun 12. maddesinde arsa, “belediye sınırları içinde belediyece parsellenmiş arazi arsa sayılır” şeklinde tanımlanmıştır (Emlak Vergisi Kanunu 1970).

Arazi: Emlak Vergisi Kanunu’nda arsanın tanımı yapıldığı halde, arazinin tanımı yapılmamıştır. Tarımsal faaliyet açısından arazi, üzerinde bitkisel üretim yapılan toprak parçası anlamına gelmektedir. Bu açıdan arazi, tarımsal faaliyet için vazgeçilmez bir üretim aracıdır. Üzerinde tarımsal faaliyetin gerçekleştiği toprak parçasını oluşturan arazi, ikametgâh binası ile diğer işletme binalarını içinde barındıran ve sınırları belli olan bir alandan ibarettir. Bu bakımdan arazi, özellikle küçük işletmeler başta olmak üzere birçok işletme için, hem ekonomik kazancını temin eden hem de yaşamını devam ettirdiği ekonomik ve sosyal bir alanı teşkil etmektedir.

Belediye sınırı: Belediye Kanunu’na göre oluşturulan belediye sınırı, ilgili belediyenin hizmet götürmekle yükümlü olduğu idari sınırları kapsamaktadır.

Mücavir alan sınırı: İmar Kanunu’na göre mücavir alan, “imar mevzuatı bakımından belediyelerin kontrol ve mesuliyeti altına verilmiş alanlar” olarak tanımlanmıştır (İmar Kanunu 1985). Mücavir alan sınırı, Belediye Meclisi ve İl İdare Kurulu kararına dayanarak vilayetler tarafından ilgili bakanlığa gönderilir. Bakanlık mücavir alan sınırı teklifini, aynen veya değiştirilerek tasdik etmeye veya değiştirilmek üzere iadeye yetkilidir. İmar Kanunu’nda mücavir alanın, ilgili belediye sınırına bitişik olma zorunluluğu bulunmadığı gibi, mücavir alan içine köylerin de girebileceği belirtilmiştir. Belediye sınırı idari sınır iken, mücavir alan idari bir sınır değildir. Örneğin bir alanda belediye kurulup, belediyenin seçilmiş organlarının iş başına gelmesi, bu alan içindeki köylerin idari varlığının ve tüzel kişiliğinin sona ermesine yol açar. Oysa bir köyün mücavir alan sınırı içine alınması, köyün idari ve tüzel kişiliğinin sona ermesi anlamına gelmez.

İmar planları: İmar Kanunu’nda imar planları, “nazım imar planı” ve “uygulama imar planı”ndan meydana gelmektedir. Belediye sınırı içinde kalan yerlerin nazım ve uygulama imar planları ilgili belediye tarafından yapılır. Belediye, nazım ve uygulama imar planlarını yaparken, söz konusu yerlerin bölge ve çevre düzeni planlarına uygunluğunu sağlar. Belediye ve mücavir alan sınırları dışında kalan yerlerde yapılan planlar valiliğin yetkisi altındadır. Belediye ve mücavir alan sınırları içindeki “Tarımsal Niteliği Korunacak Alan” olarak ayrılmış yerlerde, imar planlarının yapılması ise ilgili bakanlığın iznine bırakılmıştır. Tarım arazisi, “Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu”nda belirtilen izinler alınmadan, tarımsal amaç dışında kullanılmak üzere planlanamaz.

a-Nazım imar planı: İmar Kanunu’na göre nazım imar planı, “varsa bölge veya çevre düzeni planlarına uygun olarak halihazır haritalar üzerine, yine varsa kadastral durumu işlenmiş olarak çizilen ve arazi parçalarının; genel kullanım biçimlerini, başlıca bölge tiplerini, bölgelerin gelecekteki nüfus yoğunluklarını, gerektiğinde yapı yoğunluğunu, çeşitli yerleşme alanlarının gelişme yön ve büyüklükleri ile ilkelerini, ulaşım sistemlerini ve problemlerinin çözümü gibi hususları göstermek ve uygulama imar planlarının hazırlanmasına esas olmak üzere düzenlenen, detaylı bir raporla açıklanan ve raporuyla beraber bütün olan plan” şeklinde tanımlanmıştır. Nazım imar planında; ileriye dönük olarak arazi parçalarının genel kullanım biçimleri, bölgelerin gelecekteki nüfus yoğunlukları, yerleşme alanlarının gelişme ve büyüklükleri gibi hususlar yer almaktadır.

b-Uygulama imar planı: İmar Kanunu’nda uygulama imar planı, “tasdikli halihazır haritalar üzerine varsa kadastral durumu işlenmiş olarak nazım imar planı esaslarına göre çizilen ve çeşitli bölgelerin yapı adalarını, bunların yoğunluk ve düzenini, yolları ve uygulama için gerekli imar uygulama programlarına esas olacak uygulama etaplarını ve diğer bilgileri ayrıntıları ile gösteren plan” şeklinde tanımlanmıştır. Uygulama imar planında, taşınmazın İmar Kanunu’na göre kullanılan biçimi ile üzerine yapılacak inşaatın her türlü niteliği belirlenmektedir.

3. Mevzuat ve içtihatlar

Türkiye’de kamulaştırma işlemleri, 2942 sayılı “Kamulaştırma Kanunu” ve bu kanunun bazı maddelerini değiştiren 4650 sayılı “Kamulaştırma Kanununda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun” hükümlerine göre yapılmaktadır (Kamulaştırma Kanunu 1983). Kamulaştırma Kanunu’nda arsa ve arazinin kıymet takdirinde, hangi yöntemlerin kullanılacağı belirtilmiş olmasına rağmen, arsa-arazi ayrımı ile ilgili herhangi bir tanımlamaya gidilmemiştir. Arsa-arazi ayrımı ile ilgili esaslara, Emlak Vergisi Kanunu’nda ve daha geniş bir şekilde Bakanlar Kurulu Kararı’nda yer verilmiştir.

Emlak Vergisi Kanunu’nda, belediye sınırı içindeki parsellenmiş arazi parçaları arsa kabul edilmesine rağmen, belediye sınırı içinde veya dışında bulunan parsellenmemiş araziden hangilerinin arsa sayılacağı Bakanlar Kurulu Kararı ile belirleneceği ifade edilmiştir. Emlak Vergisi Kanunu’nda sadece parsellenmiş alanların arsa sayılacağı belirtilmiş olmasına rağmen, 6122 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı’nda arsa-arazi ayrımı, daha geniş bir çerçevede ve ayrıntılı şekilde yer almaktadır (Bakanlar Kurulu Kararı 1983). Bakanlar Kurulu Kararı’nın 1 nolu maddesinde, emlak vergisi yönünden arsa sayılacak alanlar tarif edilerek, arsa-arazi ayrımına açıklık getirilmiştir. İlgili maddenin a bendinde, belediye ve mücavir alan sınırları içinde imar planı ile iskân sahası olarak ayrılmış arazinin arsa sayılacağı belirtilmiştir. Söz konusu maddenin b bendinde, belediye ve mücavir alan sınırları içinde bulunup da, imar planı ile iskân sahası olarak ayrılmamış olmakla beraber, fiilen meskûn halde bulunan ve belediye hizmetlerinden faydalanmakta olan yerler arasında kalan parsellenmemiş arazinin de arsa sayılacağı ifade edilmiştir. Ancak b bendinin devamında, adı geçen bu yerdeki arazinin zirai faaliyette kullanıldığı takdirde arsa kabul edilemeyeceği belirtilmiştir. Bu ifade ile, mevcut durumda üzerinde tarım yapılan alanların korunmasına ve tarımsal arazi olarak kullanımının devam etmesine önem ve öncelik verildiği anlaşılmaktadır.

Emlak Vergisi Kanunu ile Bakanlar Kurulu Kararı’nda belirtildiği gibi, belediye ve mücavir alan sınırları içindeki

uygulama imar planı bulunan alanlar arsa kabul edilmektedir. Bu alanların arsa sayılması konusunda herhangi bir tartışma söz konusu değildir. Kamulaştırma davalarında bu konudaki esas tartışma, belediye ve mücavir alan sınırları içindeki uygulama imar planı olmayan alanlarda ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamdaki alanların arsa ya da arazi kabul edilmesi ile ilgili tartışma ve farklı uygulamalar, Yargıtay'ın 1998 tarihli İçtihadı Birleştirme Kararı ile belli ölçüde giderilmiştir.

Türkiye'de diğer davalarda olduğu gibi kamulaştırma davalarında da, Yargıtay kararları bilirkişiler için önemli bir bilgi ve referans kaynağı olmaktadır. Yargıtay'ın kamulaştırma davaları ile ilgili kararlarında, İmar Kanunu'nda öngörülen nazım ve uygulama imar planları dikkate alınarak arsa-azazi ayrımının tarif edildiği görülmektedir. Yargıtay'ın 1998 tarihli İçtihadı Birleştirme Kararı'ndan önceki kararları incelendiğinde, uygulama imar planı bulunan taşınmazlar hiçbir koşul aranmaksızın arsa kabul edilirken, nazım imar planı bulunan taşınmazlar yönünden farklı uygulamalar söz konusudur. Yargıtay'ın uygulamalarındaki bu farklılık, Yargıtay İçtihadı Birleştirme Genel Kurulu'nun 1998 tarihli İçtihadı Birleştirme Kararı ile giderilmiştir (Yargıtay İçtihadı Birleştirme Kararı 1998). Bu içtihada göre, nazım imar planı kapsamındaki taşınmazlar kamulaştırma hukuku yönünden arsa olarak nitelendirilse de, taşınmaz nazım imar planı içinde olsa bile, salt bu nedenle arsa kabul edilemeyeceği görüşü benimsenmiştir. Kararda bazı nazım imar planlarının, yerleşim yerine ve belediye tarafından hizmet götürülen bölgelerin çok uzağında ve geniş bir alanı kapsayacak şekilde düzenlendiği ileri sürülmüştür. Ayrıca bölgedeki yerleşim yerinin genişliği, nüfus yoğunluğu ve nüfus artışı dikkate alındığında, bu gibi yerlerin yakın zamanda iskâna açılmasının mümkün olmadığı ifade edilmiştir. Dolayısıyla içtihada göre, nazım imar planı bulunan bir alanın arsa kabul edilebilmesi için, belediye ve mücavir alan sınırları içindeki yerleşim ve nüfus yoğunluğu, alt yapı hizmetleri, taşınmazın yerleşim merkezine olan mesafesi, plandaki konumu ve kullanım biçimi gibi unsurların da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Yargıtay'ın içtihadı birleştirme kararından sonraki 5. ve 18. Hukuk Dairelerinin kararları incelendiğinde, çoğunlukla içtihadı birleştirme kararına atıf yapılarak, içtihat kararında belirtilen kriterler doğrultusunda kararlar verildiği görülmektedir (Yargıtay Onsekizinci Hukuk Dairesi 2002a, 2002b, 2002c; Yargıtay Beşinci Hukuk Dairesi 2004a, 2004b, 2004c, 2004d, 2004e).

4. Sonuç ve öneriler

Kamulaştırma davalarında kıymet takdiri raporu hazırlayan bilirkişilerin ilk hareket noktası, arsa-azazi ayrımının doğru yapılması olmalıdır. Arsa-azazi ayrımının doğru yapılması, konu hakkındaki mevzuat ve yayınların incelenmesi ve alanda yapılacak kapsamlı bir araştırma ile ilgilidir. Bunun için öncelikle belediye ve mücavir alan sınırlarının tespit edilmesi, imar durumu ve belediye hizmetlerinin araştırılması, yapılaşma ve söz konusu alanın hâlihazırdaki kullanım durumunun belirlenmesi, son olarak yöredeki arsa ve arazi fiyatları ile ilgili kapsamlı bir piyasa araştırmasının yapılması gerekmektedir.

Arsa-azazi ayrımında temel dayanak ve uygulanacak kriterler, 6122 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı'nda belirtilmiştir. Arsa-azazi ayrımı ile ilgili başlıca sorun, belediye ve mücavir alan sınırları içindeki uygulama imar planı olmayan alanlarda ortaya çıkmaktadır. Bakanlar Kurulu Kararı'na göre, belediye ve mücavir alan sınırları içinde olup da, imar planı ile iskân sahası olarak ayrılmamış olmakla beraber, fiilen meskûn halde bulunan ve belediye hizmetlerinden yararlanan yerlerin arsa

sayılacağı ifade edilmektedir. Devamında ise bu kapsamdaki yerlerin, tarımsal faaliyette kullanıldıkları takdirde arsa kabul edilemeyeceği belirtilmiştir. Yargıtay'ın 1998 tarihli İçtihadı Birleştirme Kararı'ndan sonraki kararları incelendiğinde, Bakanlar Kurulu Kararı doğrultusunda kararlar verildiği görülmektedir. Dolayısıyla belediye ve mücavir alan sınırları içindeki uygulama imar planı olmayan yerlerde, hâlihazırda yoğun bir şekilde bitkisel üretim yapılıyorsa arazi kabul edilmelidir. Zaten bu gibi yerler, bazı belediyelerin imar planlarında tarımsal niteliği korunacak alanlar olarak ayrılmıştır. Söz konusu yerlerin tarımsal niteliği korunacak alanlar olarak ayrıldığı belirtecek şekilde, ilgili belediyeden alınacak resmi bir yazı, bu alanların mahkeme tarafından arazi kabul edilmesinde genellikle yeterli görülmektedir. Bu bakımdan bilirkişilerin, bu gibi yerlerde iyi bir araştırma yaparak, yapılaşmanın mevcut durumunu ve gelecekteki gelişme yönünü tespit etmeleri, arazi kullanım potansiyeline bakarak teknik ve ekonomik yönden bitkisel üretime uygunluk durumunu ortaya koymaları, ayrıca piyasadaki arsa ve arazi fiyatlarını iyi analiz etmeleri gerekmektedir.

Yapılan açıklamalardan sonra özet olarak belirtmek gerekirse, belediye ve mücavir alan sınırları içindeki belediye tarafından parselasyonu yapılmış alanlar arsa olarak değerlendirilir. Dolayısıyla uygulama imar planı bulunan bu kapsamdaki alanların, arsa niteliğinin tespiti bakımından başka herhangi bir araştırma yapmaya gerek yoktur. Ayrıca belediye ve mücavir alan sınırları içindeki uygulama imar planı olmayan yerler, belediye hizmetlerinden yararlanması, etrafının meskûn halde ve nüfus yoğunluğunun fazla olması durumlarında arsa sayılmalıdır. Ancak bu yerler belediye hizmetlerinin tamamından yararlanmıyorsa, yapılaşma ve nüfus yoğunluğu fazla değilse ve daha da önemlisi mevcut durumda üzerinde bitkisel üretim yapılıyorsa arazi olarak değerlendirilmelidir. Bu gibi yerler belediye imar planında "tarımsal niteliği korunacak alan" olarak belirtilmiş ise, bu durum mahkeme nezdinde o yerin arazi olarak değerlendirilmesini güçlendireceği gibi, bununla ilgili olarak belediyeden alınacak bir yazının bilirkişi raporunun ekine konulması da konuya resmiyet kazandırmış olacaktır.

Kamulaştırma davalarında görev alan bilirkişilerin, belediye ve mücavir alan sınırları içindeki uygulama imar planı olmayan yerlerde arsa-azazi ayrımını yaparken, söz konusu yerin yol, su, toplu taşıma, aydınlatma, çöp toplama ve kanalizasyon gibi hizmetlerden yararlanma durumunu gösteren resmi bir yazıyı, ilgili belediyeden alarak bilirkişi raporunun ekine koymaları gerekir. Bu yazıya ek olarak, taşınmazın konumunu gösterecek şekilde fotoğrafının çekilmesi ve yerleşim merkezine olan uzaklığını belirtecek şekilde plan ve kroki üzerinde gösterilmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

- Bakanlar Kurulu Kararı (1983) Karar No:83/6122.
Emlak Vergisi Kanunu (1970) Kanun No:1319, Madde 12-(Değişik: 17/7/1972-1610/7 md).
İmar Kanunu (1985) Karar No: 3194, Resmi Gazete Tarih:09/05/1985, Sayı: 18749.
Kamulaştırma Kanunu (1983) Kanun No:2942, Resmi Gazete Tarih: 08/11/1983, Sayı:18215, (Değişik: 24/4/2001, 4650).
Yargıtay İçtihadı Birleştirme Kararı (1998) Yargıtay İçtihadı Birleştirme Genel Kurulu, E: 1996/3, K: 1998/1, T: 17/04/1998.
Yargıtay Beşinci Hukuk Dairesi (2004a) E: 2003/12128, K: 2004/01656, T: 24.02.2004.

- Yargıtay Beşinci Hukuk Dairesi (2004b) E: 2004/02792, K: 2004/04556, T: 13.04.2004.
- Yargıtay Beşinci Hukuk Dairesi (2004c) E: 2004/06238, K: 2004/07720, T: 02.07.2004.
- Yargıtay Beşinci Hukuk Dairesi (2004d) E: 2004/09655, K:2004/09647, T: 07.10.2004.
- Yargıtay Beşinci Hukuk Dairesi (2004e) E: 2004/9487, K:2004/10387, T: 25.10.2004.
- Yargıtay Onsekizinci Hukuk Dairesi (2002a) E: 2002/02929, K: 2002/05312, T: 07.05.2002.
- Yargıtay Onsekizinci Hukuk Dairesi (2002b) E: 2002/5049, K: 2002/5913, T: 21.05.2002.
- Yargıtay Onsekizinci Hukuk Dairesi (2002c) E: 2002/05566, K: 2002/07210, T: 25.06.2002.

Bitkisel orijinli olmayan uyarılabilir promotorların bitkilerde kullanımı

Utilization of non-plant based regulatable promoters in plants

Osman GÜLŞEN¹, Mikail AKBULUT²

¹ Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Melikgazi 38030, Kayseri, Türkiye

² Erciyes Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Melikgazi 38039, Kayseri, Türkiye

Sorumlu yazar (*Corresponding author*): O. Gülşen, e-posta (*e-mail*): o_gulsen@yahoo.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 10 Temmuz 2009
Düzeltilme tarihi 9 Aralık 2009
Kabul tarihi 12 Aralık 2009

Anahtar Kelimeler:

Uyarılabilir promotor
Transgenik bitkiler
Gen ekspresyonu
Kontrol

ÖZ

Bitki biyoteknolojisinin önemli konularından birisi transgenik bitki teknolojisidir. Transgenik bitki teknolojisinde genellikle transgenin devamlı ekspresyonuna neden olan (constitutive) promotorlar kullanılmaktadır. Bazı gen ürünlerinin sürekli sentezi ise bitkiye zararlı olabilir. Bu nedenle uyarılabilir promotorlar kullanılarak gen ekspresyonunun yeri (doku tipi) ve zamanı belirlenerek transgenin uyardığı negatif etkilerden kaçınılabılır veya etkileri azaltılabilir. Transgen aktivitesinin zamansal ve kantitatif kontrolü için birçok düzenlenebilir ekspresyon sistemi geliştirilmiştir. Genel olarak promotor aktive edici ve promotor durdurucu sistemler bulunmaktadır. Bu düzenlenebilir moleküler anahtarlar virüslerden böceklerle kadar değişen organizmalardan elde edilmiş olup, bitkilerde ise kullanılabilirliği birçok araştırmalarla ortaya konulmuştur. Geliştirilen düzenlenebilir sistemler arasında kimyasal olarak uyarılabilenlerin diğerlerine oranla uygulanabilirlik açısından birçok üstünlükleri söz konusudur. Her model avantajlara ve dezavantajlara sahiptir ki, bu çalışmada çeşitli düzenlenebilir modeller özetlenmektedir.

ARTICLE INFO

Received 10 July 2009
Received in revised form 9 December 2009
Accepted 12 December 2009

Keywords:

Inducible promotor
Transgenic plant
Gene expression
Controlled expression

ABSTRACT

Majority of biotechnology research in plants depends heavily on the genetic manipulation of crops. In transgenic plant technology, the gene of interest is mostly expressed in a constitutive manner although this may be harmful for several applications. Constitutive expression of foreign genes in plants may interfere with physiological processes, compromise development and occasionally be deleterious or even lethal. Currently, there are several inducible expression systems for the temporal, spatial and quantitative control of transgene activity. In general, there are two promoter systems: promoter activation and promoter repression. These molecular switches are derived from viruses, prokaryotes and higher eukaryotes. They have also been shown to be usable in plants in many studies. Among these systems chemically inducible ones are more superior than the others in respect to applicability. Each system has its own advantages and disadvantages which were summarized in this review.

1.Giriş

Bitki fenotipi çok gen (pleiotropik) ve bir tek gen ürünü dahil farklı şekillerde oluşabilir. Bu nedenle transgen ürünü, bitkide diğer önemli karakterler üzerinde bir değişikliğe neden olmamalıdır. Bu amaca uygun olarak son yıllarda geliştirilen uyarılabilen promotorlar çeşitli avantajlara sahiptir: 1) aşırı miktarda sentezlendiğinde ölümcül olan gen ekspresyonlarının dozu ve zamanı ayarlanabilir, 2) transgen, sadece uyarıcı ilave edildiğinde çalışır ve ekspresyon gerçekleşir. Bu amacın gerçekleştirilmesi için, uyarıcı (inducer) olarak adlandırılan kimyasalın kullanılmasıyla çok sıkı olarak düzenlenebilen gen ekspresyonuna ihtiyaç vardır. Bununla beraber uyarılabilir promotor sistemlerinde dikkate alınacak bazı önemli kriterler vardır: a) uyarıcının ilave edilmemesi halinde ya hiç ya da çok düşük seviyede ekspresyon görülmelidir, b) ekspresyon

pleiotropik etkiye (bir genin birden fazla karakteri kontrol etmesi) sebep olmamalıdır, c) uyarıcı madde bitkiye toksik olmamalıdır, d) uyarıcılar bol ve alternatifli olarak piyasadan temin edilebilmelidir, e) uyarıcı maddenin uygulaması kolay ve etkili olmalıdır, f) uyarıcı uygulandığında transgen hızlı bir şekilde eksprese olmalıdır.

İki tip promotor sistemi vardır: promotor aktive edici sistemler (promotor activating) ve promotor durdurucu (promoter repressing) sistemler. Her iki metod da çok sayıda olmasa da araştırmacılar tarafından çalışılmıştır. İkinci metotta, uyarıcının yokluğunda repressör proteini devamlı olarak sentezlenir ve bu protein operatör üzerine bağlanarak transkripsiyon faktörlerinin promotor bölgesine bağlanmasını, dolayısıyla transkripsiyonu engeller. Transkripsiyon, yalnızca

uyarıcı ortama ilave edildiğinde gerçekleşir. Buna karşın promotor aktive edici sistemlerde, uyarıcı yokluğunda transaktivatör proteini sürekli olarak sentezlenir ve böylece transkripsiyon devam ederken uyarıcının ortama ilavesi transkripsiyonu engeller. Çeşitli bileşikler her iki sistemde de kullanılabilir. Hepsinde sahip olduğu ortak özellik, uyarıcıların etkili olacağı promotorların, bitkiler dışındaki organizmalardan alınmaları nedeniyle promotorların, aktarılan bitki içinde tabii olarak bulunan kimyasal bileşikler tarafından tanınmaması ve aktarılan transgen ürününün pleiotropik etkilere sahip olmamasıdır. Bitkisel orijinli promotorlarla düzenlenebilir bir promotor sistemi yapıldığında, evrimsel bakış açısına göre bitki içerisinde tabii halde oluşan organik bileşiklerle promotorun uyarılması ihtimali bulunduğundan, bitkisel orijinli olmayan promotorlar ve onlarla birlikte kullanılan elementler bitkilere, genetik olarak oldukça farklı olduğu düşünülen organizmalardan transfer edilirler. Böylelikle sıkıca kontrol edilebilen gen ekspresyonunu sağlayabilecek sistemler yapılabilir. Bu konuda son zamanlarda kapsamlı derlemeler yayınlanmıştır (Padidam 2003; Wang ve ark. 2003; Tang ve ark. 2004; Moore ve ark. 2006; Corrado ve ark. 2009). Bu çalışmada da bitkisel kökenli olmayan çeşitli uyarılabilir modeller ele alınarak avantajlar ve dezavantajları özetlenmiştir.

2. Promotor aktive edici sistemler

2.1. Tetrasikline-bağımlı uyarılabilir promotorlar

Bakteriyel *Tet* represor proteini ve tetrasiklin (tc) arasındaki pozitif termodinamik özellikleri kullanarak tetrasiklin kontrollü transaktivatör (tTA), Virüs Proteini 16 (VP16) aktivasyon DNA zinciri ile *TetR* DNA dizininin karboksil sonuna füzyonuyla yapılabilir. Bu prensip HeLa hücrelerine (Gossen ve Bujard 1992) ve tütün bitkilerine (*Nicotina tobaccum*) başarılı bir şekilde uygulanmıştır (Weinmann ve ark. 1994). Bu promotor tc'nin varlığında inaktif hale getirilir (Çizelge 1). Tütün bitkilerinin süspansiyon kültüründe transkripsiyon, tc uygulandıktan 15 dakika sonra etkili bir şekilde durdurulabilmektedir. Buna rağmen, ekspresyon seviyeleri tc uyarılabilir sistemde görülen % 30'una çıkabilmiştir. Bu sistem henüz keşfedildiğinden sınırları tam olarak bilinmemektedir.

2.2. Steroid-bağımlı uyarılabilir promotorlar

Bir memeli transkripsiyon aktivatörü, uyarılabilir promotor yapabilmek için kullanılmıştır. Memeli glukortikoid reseptörü (GR) ki, bu deksametason gibi steroidlerin varlığında transkripsiyonu başlatır (McNellis ve ark. 1998). Bu sistem *Schiosaccharomyces pombe*'de uyarılabilir sistemi oluşturmak için kullanılmıştır (Picard ve ark. 1990). Transforme edilen tütün hücrelerinde transkripsiyon çok etkili olarak kontrol edilebilmiş, uyarılan ile uyarılmayan seviyeler arasında 150 kat

fark bulunmuştur (Scheda ve ark. 1991). Buna karşın aynı sistem, transforme edilmiş arabidopsis bitkilerinde (*Arabidopsis thaliana*) etkili bulunmamıştır (Lloyd ve ark. 1994). Oldukça yeni bir çalışmada arabidopsis ve tütün bitkilerinde, fare GR'ünün HBD'si kullanılmıştır (Aoyama ve Chua 1997). Bu sistem bazı avantajlara sahiptir: a) glukortikoid bitkilere toksik değildir, b) hücre membranından geçebilir, c) büyüme ortamına direk ilave edilerek uygulanabilir, d) yoğun olarak çalışılan ve primitif bir bitki olduğu kabul edilen arabidopsis bitkisine başarılı bir şekilde uygulanmıştır (Çizelge 1). Ortama deksametason ilavesi ile uygulamadan sonraki bir saat içinde, haberci gen aktivitesi uygulamadan önceki seviyesinin 100 katına kadar çıktığı ve en yüksek seviyeye ise 4 saat sonra yükseldiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada glukortikoidlerin 4 farklı türü test edilmiş ve aralarında farklılıklar bulunmasına rağmen hepsinin de etkili olduğu tespit edilmiştir. GR dizininin öteki bitkisel düzenleyici maddeler tarafından tanındığına dair bulguya rastlanmamıştır. Tang ve Newton (2004) yaptığı bir çalışmada deksametazon tarafından uyarılabilen transgenik loblolly çamı hücreleri geliştirmişlerdir. Uyarılabilen promotorun altında raportör gen olarak GFP (yeşil floresan protein) kullanılmıştır. Tüm transgenik hücre hatlarında 5 mg L⁻¹ deksametazon uygulamasından 48 saat sonra GFP ifadesi maksimum seviyeye ulaşmıştır. Bu deney transgenik hücre hatlarında GFP ifadesinin bir uyarıcı tarafından sıkı bir şekilde kontrol edilebileceğini ve moleküler fizyoloji ve yeni genlerin tanımlanmasında kullanılabileceğini de göstermiştir.

Ecdyson reseptör geni (*EcR*), transgenlerin bitkide düzenlenmesinde kullanılan sistemlerden birisidir. Padidam ve ark. (2003), tarla uygulamalarında önemli olabilecek, ladin tomurcuk güvesi ecdyson reseptörünü (*EcR*) ve non-steroidal agonisti olan metoxyfenozid'i kullanan uyarılabilir gen ifade sistemi geliştirmiştir. Bu çalışmada *EcR* ligand bağlayan bölge, GAL4, LexA bağlayan bölge ve VP16 içeren bölge kimerik transkripsiyonel aktivatör bölge oluşturmak için kullanılmıştır. Metoxyfenozidin varlığında transkripsiyonel aktivatörler, GAL4 ve LexA cevap elementi bulunduran minimal 35S promotor altına klonlanan lusiferaz raportör geninin ekspresyonunu uyarmıştır. Birçok transgenik arabidopsis ve tütün bitkileri metoxyfenozid'in yokluğunda ya çok az bazal ifade göstermiş veya hiç ifade göstermemiştir. Gen ifadesinin metoxyfenozid konsantrasyonuna bağlı olarak kontrol edilebildiği de gösterilmiştir. Ayrıca sistemin metoxyfenozid ligandı ile transgenlerin regülasyonunda çok etkili olduğu belirtilmiştir. Metoxyfenozidin ticari olarak kolaylıkla elde edilebilir olması, kullanım izninin bulunması, sistemin tarlada da kolayca uygulanabileceğine işaret etmektedir. Ecdyson reseptörleri ile ilgili olarak yapılan bir başka çalışmada da, ligand bağlanan bölgesinde birkaç aminoasidi değiştirilmiş mutant ecdyson reseptörlerinin liganda olan duyarlılığının 125 kat veya daha fazla artırıldığı Tavva ve ark. (2006 ve 2008) tarafından

Çizelge 1. Bitkisel orijinli olmayan uyarılabilir promotorlar arasında çeşitli açılardan yapılan karşılaştırmalar.

Promotor sistemi	Uyarıcı madde	Uygulanılan organ	Toksosite	Aktivasyon için gerekli zaman	Önemli özelliği	Literatür
Promotor-aktivatör sistem	Tc glukortikoid bakır OOHL	kök kök, yaprak kök, yaprak yaprak	bilgi yok Yok muhtemel Bilgi yok	10 dak. 1 saat 24 saat hızlı*	hızlı bozulur farklı formları yalnız protoplastlarda bilgi yok	Weinmann ve ark. (1994) McNellis ve ark. (1998) Vadim ve ark. (1993) You ve ark. (2006)
Promotor-durdurucu sistem	tc etanol IPTG	kök kök, yaprak kültür	Evet Yok Bilgi yok	10 dak. 4 saat hızlı*	hızlı bozulur biyolojik parçalanma yalnız protoplastlarda	Gatz (1997) Salter ve ark. (1998) Kulmberg ve ark. (1991)

*Zaman belirtilmemiş.

yapılan bir çalışmada gösterilmiştir. Mutant genin kullanılabilirliği arabidopsis ve tütün bitkisinde çinko parmak geninin ifadesinin düzenlenmesinde de gösterilmiştir.

2.3. Bakırla uyarılabilir sistemler

Bakır, ekmeğ mayasına ait *ace1* geni ile birlikte tütün bitkilerinde kullanılmıştır (activating copper-MT expression) (Mett ve ark. 1993). Bu sistemde söz konusu transgen, bakırın yokluğunda çalışmaz (Çizelge 1). Sistemde bakır, ACE1 proteinin şeklini değiştirir ve bu proteinin promotora bağlanmasına, dolayısıyla da transgenin ekspresyonuna sebep olur. Transgenik tütün bitkisinde, ekspresyon seviyesinin bakır uygulamasından 10 gün sonra 50 katına kadar çıktığı tespit edilmiştir.

Bakırla uyarılabilir promotörün kontrolü altında, sitokinin sentaz (ipt) geni aktarılan tütün bitkilerinde kontrollü bir şekilde sitokinin üretildiği gösterilmiştir. Herhangi bir anomali göstermeyen ve istenildiği zaman sitokinin üretmek üzere uyarılabilir transgenik tütün bitkileri elde edilmiştir (McKenzie ve ark. 1998). Bu bitkiler endojen sitokinin, bitki gelişimine etkisinin araştırılması için kullanılabilir. Bir başka çalışmada ise, bakır tarafından uyarılan promotörün, transgenik arabidopsis bitkisinde de gen ekspresyonunun yerini ve zamanını düzenlemede kullanılabileceği tespit edilmiştir (Granger ve Cyr 2001). Bu çalışmada, bakırla uyarılabilir promotör altındaki *gfp* konstraktını arabidopsis bitkilerine aktararak elde ettikleri transgenik bitkilerde dışarıdan uygulanan bakır seviyesine göre gen ifadesini yukarı ve aşağıya çekerek düzenlenebileceği ortaya konulmuştur. Genin hem kök hem de toprak üstü organlarda eksprese edildiği belirlenmiştir.

2.4. Diğer aktive edici promotör sistemleri

Böceklerle karşı direnç geliştirilmek üzere bazı bitkisel orijinli olmayan genlerin bitkide ifade ettirilerek bitkilerin zararlı böceklerle direnç kazandırılması insan ve çevre sağlığı açısından son derece önemli ve bitki biyoteknolojisinin en fazla üzerinde durduğu önemli konulardan biridir. Bu amaçla bitkilerde ifade ettirilen yabancı genlerden en çok çalışılan ve kullanılan *Bacillus thuringiensis* kristal proteinlerini kodlayan genlerin çeşitli bitkilerde ifade ettirilmesidir. Ancak bu gen ürünlerinin insan gıdalarında bulunmasının bir tehlike arz etmediği bilinmesine rağmen, yine de bunların insan gıdalarında bulunması arzu edilmemektedir. Bu tür genlerin uyarılabilir veya dokuya özgü ifade edilen bir promotör altında bitkiye aktararak kontrollü ifade ettirilmesi bu tür transgenik bitkilerin tüketici tarafından kabulünü kolaylaştıracaktır. Böyle bir yaklaşımla Bates ve ark. (2005), kimyasal olarak Bt toksini üreten transgenik broccoli üretmişlerdir. Bu amaçla patojene cevap veren promotör olan ve salisilik asit tarafından uyarılan PR-1a promotörü altına cryIAb geninin klonlandığı transgenik brokoli bitkileri üretmişlerdir. PR-1a promotörü, patojen enfeksiyonu sonrası biriken salisilik asitle veya dışarıdan uygulanan SA analoglarıyla (acibenzolar-smethyl[benzo (1, 2, 3)-thiadiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester](ASM) uyarılabilir. Transgenik bitkilerin yapraklarının acibenzolar-smethyl[benzo (1, 2, 3)-thiadiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester veya ASM ile spray edilmesi yüksek derece Bt toksininin birikmesini neden olmuştur. Transgenin sentezlendiği yapraklar üzerinde beslenen *P. xylostella*'nın tüm dönemlerinde % 100 ölüm görülmüştür. Yeni gelişen yapraklar 4. yeni yaprağa kadar % 80 toksisite göstermiştir. Uyarılmış bitkiler 3 hafta boyunca böcek beslenmesinden korunmuştur.

Bu amaçla bazı sıra dışı sistemler de geliştirilmiştir. Virus

ekspresyon sistemi, uyarılabilir bitki ekspresyon sisteminde transkripsiyonel aktivatörleri kullanmak amacıyla örnek alınabilir. Bu sistem Hull ve ark. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada gösterilmiştir. Bu virus tarafından uyarılan transkripsiyonel aktivatör sisteminde iyi karakterize edilmiş maya GAL4 UAS-temelli promotör GAL4-VP16 transkripsiyonel aktivatör ile birlikte kullanılmıştır. Bu sistem kimyasal olarak uyarılabilir sisteme çok benzemesine rağmen transkripsiyon faktörünün viral vektör tarafından sunulması kimyasal uyarıcıya olan ihtiyacı ortadan kaldırmıştır.

Son zamanlarda yapılan önemli çalışmalardan birisi de *Agrobacterium* gibi gram negatif bakterilerden elde edilen 'quorum sensing' bileşeni, bitkilerde gen ekspresyonunun regülasyonunda etkili ve uyarılabilir sistem olarak kullanılmıştır (Çizelge 1). Bu bakteriler kendi popülasyon yoğunluklarını, N-acyl homoserine lactone ailesini uyarıcı, onun reseptörünü de transkripsiyonel aktivatör olarak kullanarak izlerler. Yapılan çalışmada *A. tumefaciens*'den elde edilen, *Tral* ve onun reseptörü *TraR* tarafından sentezlenen bileşen (i.e. 3-oxooctanyl-L-homoserine lactone [OOHL]) kullanılmıştır. OOHL, *TraR*'ye bağlandığında onun özel Cis elementi olan *VP16*'nin aktivasyon bölgesi transkripsiyonel olarak birleştirilmiştir. OOHL'nin varlığında, kimerik *VP16:TraR* transkripsiyonel regülatörü, karayosunu (*Physcomitrella patens*), arpa (*Hordeum vulgare*), havuç (*Daucus carota*) ve transgenik arabidopsiste raportör gen ekspresyonunu uyarmıştır. Uyarıcının yokluğunda düşük seviyede raportör gen ifadesi gözlemlenmiştir. Yapraklara uyarıcı uygulanması sonucu 30-200 kat uyarılma tesbit edilmiştir (You ve ark. 2006).

3. Promotör durdurucu sistemler

3.1. Tetrasiklin-uyarılabilir promotörler

Durdurma prensibi, (repressing system) bir represör proteininin transkripsiyonda önemli proteinleri engellemesi temeline dayanır. Bu sistem bakterilerde yaygın bir mekanizma olmakla birlikte gelişmiş organizmalarda (Eukaryote) bulunmaz. *Esterichia coli*'ye ait *Tn10* geni tarafından kodlanan TetR durdurucu proteini, transkripsiyon faktörlerinin toplanmasını engelleyerek transkripsiyonu düzenler. Düşük miktarda olsa bile, ortama tc ilavesiyle durdurucu protein promotörden ayrılır ve transkripsiyon başlar (Hillen ve Berens 1994).

Transgenik tütün bitkilerinde ekspresyon seviyesinin 500 katına kadar çıktığı ve tc'ye tepki olarak, tc'nin 0,1 mg/l gibi düşük dozlarında bile yalnızca 10 dakikada ekspresyon başladığı tespit edilmiştir (Çizelge 1) (Gatz ve ark. 1991). Tc, toksik etkisi nedeniyle yapraklara uygulanamaz. Bütün bitkide maksimum uyarım için 10-14 gün gereklidir ve tc'nin kısa sürede bozulması nedeniyle, ortama hergün ilave edilmelidir. Bu son özellik ve uygulanabildiği organların sınırlı olması sebebi ile bu sistem tercih edilebilir olmaktan uzak görünmektedir. Tc'nin yokluğunda, TetR ekspresyonunun yüksek seviyelerinin domates ve tütün bitkilerinde azalan sürgün kuru ağırlığına, yaprak klorofil içeriğine, yaprak büyüklüğüne ve olumsuz etkilenebilir fotosentez fizyolojisine sebep olduğu belirtilmiştir (Chorlett ve ark. 1996). Buna ilave olarak arabidopsiste transkripsiyonel kontrol için yeterli Tet durdurucu protein konsantrasyonlarına tolere edilemez. Bu dezavantajlar bu sistemin pratik açıdan uygulanabilirliğini azaltmaktadır.

3.2. IPTG-uyarılabilir promotörler

Bakteriyel lac operatör durdurucu sistemi, uyarılabilir bir sistem yapmak üzere kullanılmıştır (Wilde ve ark. 1992). Bir repressör proteini olan *LacI*, IPTG gibi bir uyarıcının yokluğunda sentezlenir. Bu olay repressör proteininin operatöre olan eğilimini arttırmayla gerçekleşir. Tütün bitkileri başarılı ve kolayca transforme edilebildiğinden bu sistem öncelikle tütün bitkisine uygulanabilmiştir. Transforme edilen bitkilerdeki ekspresyon kapasitesi öteki düzenlenebilir promotörlere göre düşüktür. IPTG ile uyarılabilir promotörlerin diğer bitkilere uygulanması henüz gerçekleşmemiştir.

3.3. Etanol-uyarılabilir promotörler

Etanolun yokluğunda *Aspergillus nidulans*'a ait ALCR proteini (tc uyarılabilir sistemdeki TetR benzeri bir protein), *PalcA* kontrol bölgesine bağlanır ve transkripsiyonu engeller (Caddick ve ark. 1998). Etanol ortama ilave edildiğinde ALCR'nin şekli değiştirilir ve promotör aktif hale gelir. Plazmid 35S:*alcR* konstraktı bir *alcR* cDNA'sı kullanarak yapılmıştır ve *alcR*: *CAT* konstraktıyla birlikte *Agrobacterium tumefaciens* içine transfer edilmiştir. Daha sonra tütün bitkisi, transgenleri içeren bakteri ile transforme edilmiştir. Bu sistemde iki konstrakt vardır: 35S CaMV'den devamlı olarak sentezlenen durdurucu proteinin (ALCR) bulunduğu konstrakt ve *CAT* haberci geninin yanısıra ALCR proteinin bağlandığı DNA dizini ile 35S downstream dizinini içeren haberci konstrakt.

Kullanılan *alcR*:35S konstraktı, *alcR* promotörünün upstream aktivatör bölgesi (*palcA*) ile transkripsiyonu başlatma yeteneğine sahip olmayan -46 ve +5 bölgesini içeren minimal 35S promotörünü içerir. Bu konstrakt rekombinant PCR tekniği yardımıyla yapılmıştır (Higuchi 1990). Bu transgen açısından homozigot tütün bitkileri, heterozigotların kendilenmesinden elde edilmiş ve bu homozigot hatlar etanolla uyarıldığında maksimum ekspresyonu elde etmek için kullanılmıştır (Caddick ve ark. 1997; Salter ve ark. 1998). Etanol uyarımı, tetrasiklin sistemine göre uygulamadan 4 saat sonra ekspresyon gösterdiğinden oldukça yavaş bulunmuş ve her iki çalışmada da 4 gün sonra maksimum seviyeye çıktığı tespit edilmiştir (Çizelge 1). Etanolun yokluğunda tespit edilebilir senteze rastlanmamıştır. Kontrol bitkileri 0,38 ng CAT sentezlemesine rağmen her bir uyarılmış bitkide, her bir mg toplam protein için 32 ng CAT sentezlemiştir. Bununla birlikte, düzenleyici elementlere sahip olmayan transforme edilmiş bitkiler, hem etanol uygulanmış bitkide hem de uygulanmamış bitkide yüksek ekspresyon göstermişlerdir. Tabii büyüme koşullarında, bitkideki tabii olarak bulunan uyarıcıların seviyelerinin çok düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu yüzden *alcR*, içsel etanol düzeyini aşırı derecede arttıran aşırı sulamaya rağmen içsel etanol tarafından uyarılmamıştır (Caddick ve ark. 1998). *A. nidulans* ve bitkiler arasındaki evrimsel oluşum dönemleri arasındaki zaman farkı oldukça büyüktür. Bu durum, ALCR proteinin bitkiler tarafından tanınması ihtimalini azaltmaktadır. ALCR proteini, çinko-binükler demet benzeri *Gal4* (zinc binuclear cluster-like Gal4) bulundurmaktadır. Bu duruma genellikle bitkilerde rastlanılmamaktadır ve aynı şey *alcR* promotörünü engelleyen transkripsiyon faktörleri içinde geçerlidir.

Etanolla uyarım belirli avantajlara sahiptir: a) piyasadan kolaylıkla ve bol miktarda temin edilebilir, b) çalışılan konsantrasyonlarda bitkilere toksik olmadığı tespit edilmiştir ve c) hem yapraklara hem de köklere uygulanabilir. Bu avantajları nedeniyle etanolla uyarılabilir promotör sistemlerinin

kullanımının yayılması kuvvetli ihtimaldir.

Transgenik tütün bitkilerinde *alc* promotör sisteminin etanole ek olarak asetaldehit tarafından da uyarılabilirdiği Schaarschmidt ve ark. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada gösterilmiştir. Transgenik tütün bitkilerinde, etanolün aksine *alc* promotörünün dokuya özgü promotora ihtiyaç duymadan dokuya özgü aktivite gösterdiği de bu çalışmada ispat edilmiştir. Garoosi ve ark. (2004), domateste etanolla uyarılabilir *alc* geninin ekspresyonunun gerçekleştirildiği bitkileri karakterize etmiştir. *A. nidulans*'dan elde edilen transgen ekspresyon sistemi kullanılmıştır. İki farklı konstrakt (*alcR*; *alcA*: *CAT* ve *alcR*; *alcA*: *GUS*) kullanılarak sistemin etkinliği test edilmiştir. Genç yapraklarda ekspresyonun daha yoğun olduğu gözlenmiştir. En yüksek ekspresyon seviyesinin ise karnıbahar mozaik virüsü 35S promotörü tarafından ortaya konulan seviyeye yakın olduğu belirlenmiştir.

4. Sonuç

Yukarıda da açıklandığı gibi düzenlenebilir promotörlerin hiç birisinin, her açıdan ve her türlü koşulda avantajlı olmadığı ortaya çıkmaktadır. Her promotör sistemi belirli açılardan diğerlerine göre kesin avantajlara sahiptir. Genelde promotör durdurucu ve bakıra bağımlı promotör aktivatör sistemlerinde uyarıcı uygulandığı durumda transgen eksprese edildiğinden, ekspresyonunun bitkisel gelişimin çiçeklenme ve hastalık epidemiyolojisi gibi spesifik dönemlerinde gerekli olduğu durumlarda büyük avantajlar sağlayabilir. Bununla birlikte uyarıcının yokluğunda sentezlenen durdurucu protein, bitki üzerinde herhangi bir pleiotropik etkiye ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiye sahip olmamalıdır. Tetrasiklinin kısa ömürlü ve işığa duyarlı olması nedeniyle, tetrasiklin temeline dayalı sistemlerin tarım ve bilimde yayılmasının güç olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, uygulandığında çok hızlı tepki göstermesi nedeniyle belirli durumlarda diğer sistemlere göre avantajlı olabilir. Etanol temeline dayalı promotör sistemleri etanolun pazardaki bolluğu ve görünürde öteki sistemlere göre çok önemli dezavantajı tespit edilmediğinden gelecekte daha yaygın kullanım alanı bulacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca metoxyfenozidine dayalı sistemlerin, bu ürünün ticari olarak piyasada kolayca bulunması, kullanım izninin olması, sistemin pratiğe kolayca aktarılacağı sonucunu doğurmaktadır.

Kaynaklar

- Aoyama T, Chua NH (1997) A glucocorticoid-mediated transcriptional induction system in transgenic plants. *Plant Journal* 11: 605-612.
- Bates SL, Zhao JZ, Roush RT, Shelton AM (2005) Insect resistance management in GM crops: past present and future. *Nature Biotechnology* 23: 57-62.
- Caddick MX, Jepson I, Krause KP, Qu N, Riddell KV, Salter MG, Schuch W, Sonnewald U, Tomsett AB (1997) An ethanol inducible gene switch for plants used to manipulate carbon metabolism. *Nature Biotechnology* 16: 177-181.
- Caddick MX, Salter MG, Paine JA, Riddell KV, Jepson I, Greenland AJ, Tomsett AB (1998) An ethanol-inducible gene switch for plants used to manipulate carbon metabolism. *Nature Biotechnology* 16: 177-181.
- Chorlett JE, Myatt SC, Thompson AJ (1996) Toxicity symptoms caused by high expression of TetR repressor in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. L.) are alleviated by tetracycline. *Plant Cell Environment* 19: 447-454.
- Corrado G, Karali M (2009) Inducible gene expression systems and plant biotechnology. *Biotechnology Advances* 27: 733-743.

- Garoosi GA, Salter MG, Caddick MX, Tomsett AB (2004) Characterization of the ethanol-inducible alc gene expression system in tomato. *Journal of Experimental Botany* 56: 635-1642.
- Gatz C (1997) Chemical control of gene expression. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 48: 89-108.
- Gatz C, Kaiser A, Wendenburg R (1991) Regulation of a modified CaMV 35S promoter by the Tn10-encoded Tet repressor in transgenic tobacco plants. *Molecular and General Genetics* 227: 229-237.
- Gossen M, Bujard H (1992) Tight control of gene expression in mammalian cells by tetracycline-responsive promoters. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 89: 5547-5551.
- Granger CL, Cyr RJ (2001) Characterization of the yeast copper-inducible promoter system in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Reports* 20: 227-234.
- Higuchi R (1990) Recombinant PCR. In: Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ (Eds.), *PCR Protocols*. Academic Press, San Diego, USA, pp. 177-183
- Hillen W, Berens C (1994) Mechanism underlying expression of Tn10 encoded tetracycline resistance. *Annual Review of Microbiology* 48: 345-369.
- Hull AK, Yusibov V, Mett V (2005) Inducible expression in plants by virus-mediated transgene activation. *Transgenic Research* 14: 407-416.
- Kulmberg P, Prange T, Mathieu M, Sequeval D, Scazzocchio C, Felenbok B (1991) Correct intron splicing generates a new type of putative zinc-binding domain in a transcriptional activator of *A. nidulensis*. *Federation of European Biochemical Societies Letters* 280: 11-16.
- Lloyd AM, Schena M, Walbot V, Davis RW (1994) Epidermal cell fate determination in *Arabidopsis*: Patterns defined by a steroid-inducible regulator. *Science* 266: 436-439.
- McKenzie M, Mett V, Reynolds PHS, Elizabeth PJ (1998) Controlled cytokinin production in transgenic tobacco using a copper-inducible promoter. *Plant Physiology* 116: 969-977.
- McNellis T, Mudget W, Li B, Aoyama K, Horvath T, Chua D, Staskawicz NH (1998) Glucocorticoid-inducible expression of a bacterial avirulence gene in transgenic *Arabidopsis* induces hypersensitive cell death. *The Plant Journal* 14: 247-257.
- Mett V L, Lochead LP, Reynolds PHS (1993) Copper-controllable gene expression system for whole plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 90: 4567-4571.
- Moore I, Samalova M, Kurup S (2006) Transactivated and chemically inducible gene expression in plants. *Plant Journal* 45: 651-83.
- Padidam M (2003) Chemically regulated gene expression in plants. *Current Opinion in Plant Biology* 6: 169-77.
- Padidam M, Gore M, Lily LD, Smirnova O (2003) Chemical-inducible, ecdysone receptor-based gene expression system for plants. *Transgenic Research* 12: 101-109.
- Picard D, Schena M, Yamamoto KR (1990) An inducible expression vector for both fission and budding yeast. *Gene* 86: 257-261.
- Salter MG, Paine JA, Riddell KV, Jepson I, Greenland AJ, Caddick MX, Tomsett AB (1998) Characterization of the ethanol-inducible alc gene expression system for transgenic plants. *Plant Journal* 16: 127-132.
- Schaarschmidt ST, Qu N, Strack D, Sonnewald U, Hause B (2004) Local induction of the alc gene switch in transgenic tobacco plants by acetaldehyde. *Plant Cell physiology* 45: 1566-77.
- Schena M, Lloyd AM, Davis RW (1991) A steroid-inducible gene expression system for plant cells. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 88: 10421-10425.
- Tang W, Newton RJ (2004) Glucocorticoid-inducible transgene expression in loblolly pine (*Pinus taeda* L.) cell suspension cultures. *Plant Science* 166: 1351-1358.
- Tang W, Luo XY, Samuels V (2004) Regulated gene expression with promoters responding to inducers. *Plant Science* 166: 827-34.
- Tavva VS, Dinkins RD, Palli SR, Collins GB (2006) Development of a methoxyfenozide responsive gene switch for applications in plants. *Plant Journal* 45: 457469.
- Tavva VS, Palli SR, Dinkins RD, Collins GB (2008) Improvement of a monopartite ecdysone receptor gene switch and demonstration of its utility in regulation of transgene expression in plants. *Federation of European Biochemical Societies journal* 275: 2161-2176.
- Vadim LM, Lochhead LP, Reynolds PHS (1993) Copper-controllable gene expression system for whole plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 90: 4567-4571.
- Wang RH, Zhou XF, Wang XZ (2003) Chemically regulated expression systems and their applications in transgenic plants. *Transgenic Research* 12: 529-540.
- Weinmann P, Gossen M, Hillen W, Bujard H, Gatz C (1994) A chimeric transactivator allows tetracycline-responsive gene expression in whole plants. *Plant Journal* 5: 559-569.
- Wilde RJ, Shuffelbottom D, Cooke S, Jasinsca I, Merryweather A, Beri R, Brammar WJ, Bevan M, Schuch W (1992) Control of gene expression in tobacco cells using a bacterial operator-repressor system. *European Molecular Biology Organization Journal* 11: 1251-1259.
- You YS, Marella H, Zentella R, Zhou Y, Ulmasov T, Ho THD, Quatrano R (2006) Use of bacterial quorum-sensing components to regulate gene expression in plants. *Plant Physiology* 140: 1205-212.

Sensitivity analysis of a three-dimensional subsurface irrigation hydrology model

Üç boyutlu bir toprakaltı sulama hidrolojisi modelinin duyarlılık analizi

Dursun BUYUKTAS¹, Wesley W. WALLENDER²

¹Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation 07070 Antalya, Turkey.

²Department of Land, Air and Water Resources, Hydrologic Science, University of California, Davis, CA 95616 USA

Corresponding author (Sorumlu yazar): D. Buyuktas, e-mail (e-posta): dbuyuktas@akdeniz.edu.tr

ARTICLE INFO

Received 1 September 2010
Received in revised form 24 November 2010
Accepted 29 November 2010

Keywords:

Sensitivity analysis
Numerical modeling
Subsurface hydrology

ABSTRACT

In this study, a sensitivity analysis was performed and presented for a three-dimensional subsurface irrigation hydrology model. Input parameters such as number of nodes, van Genuchten's soil hydraulic parameters (K_s , α , and n), the longitudinal and transverse dispersivity (α_L , α_T), the sorption distribution coefficient (K_d), initial solute concentration distribution, water table depth from soil surface and root water uptake parameters were changed by fixed amounts around a base value and the resulting changes in the outputs were analyzed. Results showed that output was sensitive to van Genuchten's soil hydraulic parameters (K_s , α , and n), initial solute concentration distribution, water table depth and root water uptake parameters. The cumulative solute load was insensitive to the changes in the α_L and K_d , while the solute concentration distribution was quite sensitive to these parameters. The simulated outputs were not sensitive to the changes in the number of nodes and transverse dispersivity coefficient. Results could be used by modelers not only for this model but also for similar models.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 1 Eylül 2010
Düzeltilme tarihi 24 Kasım 2010
Kabul tarihi 29 Kasım 2010

Anahtar kelimeler:

Duyarlılık analizi
Sayısal modelleme
Toprakaltı hidrolojisi

ÖZ

Bu çalışmada, üç boyutlu bir toprakaltı sulama modelinin duyarlılık analizi yapılarak sonuçları sunulmuştur. Düğüm sayısı, van Genuchten toprak hidrolik parametreleri (K_s , α , ve n), boyuna ve enine dispersivite (α_L , α_T), soğurma dağılım katsayısı (K_d), başlangıç çözünmüş madde konsantrasyonu, su tablası derinliği ve kök su alım parametreleri gibi modelin giriş parametreleri bir baz değere göre belirli oranlarda değiştirilmiş ve bu değişikliğe bağlı olarak elde edilen sonuçlar analiz edilmiştir. Model sonuçlarının van Genuchten toprak hidrolik parametreleri, başlangıç çözünmüş madde konsantrasyonu, su tablası derinliği ve kök su alım parametrelerine karşı duyarlı olduğu belirlenmiştir. Kümülatif çözünmüş madde yükünün α_L ve K_d 'deki değişikliklere duyarlı olmadığı gözlenirken, toprak profilindeki çözünmüş madde konsantrasyonu dağılımının söz konusu parametrelere karşı duyarlı olduğu gözlenmiştir. Simülasyon sonuçlarının düğüm sayısı ve enine dispersiviteye karşı duyarlı olmadığı belirlenmiştir. Sonuçlar, sadece bu model için değil buna benzer model çalışmalarında da kullanıcılar için yararlı olacaktır.

1. Introduction

The use of mathematical models to predict water flow and solute transport in field soils is rapidly spreading. The basic reasons of using a model for soil systems are: (1) models enable easy evaluation of many different potential environmental scenarios with little cost and time, (2) simulations are repeatable and nondestructive, and (3) results are often easier to interpret (Corwin et al. 1999).

A generic procedure for deterministic model development consists of (1) formulation of a simplified conceptual model characterized by integrated processes, (2) representation of each individual processes by an algorithm, (3) verification of the

algorithm to ascertain that the conceptual model is truly represented, (4) sensitivity analysis to determine the relative importance of the variables and parameters, (5) model calibration, (6) model validation, and (7) application of the model (Corwin 1996).

Corwin et al. (1999) reviewed the deterministic and stochastic models published in mainstream journals over the past decade. He reported that only five of 44 models included a sensitivity analysis. As pointed out by Anderson and Woessner (1992), a sensitivity analysis is an essential step in all modeling applications.

Table 1. Values of selected model input parameters for sensitivity analysis.

Parameter (1)	Values		
	Lower value (2)	Base (3)	Upper value (4)
Number of nodes	3094	4186	5382 (Base)
7774			
Van Genuchten (1980) soil hydraulic parameters			
K_s , m day ⁻¹	0.025	0.25	2.5
α (α), m ⁻¹	0.5	1.0	2.0
n	1.5	2.0	3.0
Longitudinal dispersivity, (α_L), m	0.1	1.0	10.0
Transverse dispersivity, (α_T), m	0.01	0.1	1.0
Sorption distribution coefficient, (K_d), m ³ kg ⁻¹	0.0001	0.0005	0.001
Initial solute concentration distribution, kg m ⁻³	Case I in Fig. 1	Case II in Fig. 1	Case III in Fig. 1
Water table depth from soil surface, m	0.9	1.2	1.5
Root water uptake	Fig. 2b	Fig. 2c	Fig. 2d

Even though models are useful tools, they have limitations. The sensitivity of model output to input parameters or measurement inaccuracies in model-input parameters is among these limitations.

Sensitivity analysis is used to measure the impact of changing one input factor on another output factor. In other words, it is a methodical study of the model response to variations in input parameters. Such an analysis can provide valuable information to users, guiding their parameterization effort, e.g. resource allocation for data collection (Ferreira et al. 1995). Sensitivity analysis is also useful for trial-and-error calibration because it displays the importance of different parameters in calculating dependent variables (Zheng and Bennett 1995). It also provides a means of identifying those parameters with the greatest influence on the simulations, thereby indicating which parameter should be more accurately measured (Corwin 1995).

For model calibration and validation, it is necessary to know the degree to which the simulated water and solute distribution is affected by inherent model limitations and by errors estimating or measuring input parameters. This information can aid in determining which input parameters must be accurately known and which parameters can be estimated.

The model developed by Buyuktas and Wallender (2002) is selected for sensitivity analysis. Briefly, the model is a three-dimensional, deterministic model simulating unsaturated-saturated water flow and solute transport, subject to root water uptake, drainage, and various fluxes at the soil-atmosphere interface due to different irrigation practices. The water movement and solute transport are modeled by numerical solution of Richards' equation and the convection-diffusion equation, respectively, using the Galerkin finite element method, subject to the appropriate initial and boundary conditions. The model can simulate the processes that couple irrigation practices, land use, evaporation, transpiration and soil water extraction by roots, with vadose zone and groundwater flow and transport. The model can also predict changes in water table elevations and water quality due to agricultural management strategies. The details of the model can be found elsewhere (Buyuktas and Wallender 2002).

The purpose of this paper is to perform and present a sensitivity analysis to the variations in the following parameters: number of nodes, van Genuchten's parameters of the water retention curve (K_s , α and n), longitudinal and transverse dispersivity, sorption distribution coefficient, water table depth, initial solute concentration distribution and root water uptake parameters.

2. Method

A traditional form of sensitivity analysis is Independent Parameter Perturbation (IPP) in which parameters are varied individually, usually by a fixed percentage or value, around a base value, while fixing all other parameters at their base value (Ferreira et al. 1995). Sensitivity can be also evaluated by observing the magnitude of change in the results due to a parameter change ranging from plus-or-minus one standard deviation. However, it can be problematic to compare model sensitivities determined with standard deviations because such sensitivities reflect both the model effects and the measurement uncertainties. Consequently, to evaluate model effects, the use of a fixed percentage or value change is more reasonable (Corwin 1995). In this study the method used by Ferreira et al. (1995) has been adopted.

The values for the parameters investigated in the sensitivity analysis are presented in Table 1. It should be noted that Table 1 is not a complete list of all the input data required by the model, but is rather the selection of critical parameters.

A 60 m x 60 m x 7 m domain with a homogeneous and isotropic soil was used in the simulations. A subsurface tile drain was at a depth of 1.8 m from soil surface. The initial distribution of the pressure head within the domain was assumed to be at hydrostatic equilibrium. At the soil surface, a time-dependent flux boundary condition was applied while a no-flow boundary was used at the bottom and on all other sides. The tile drains in the domain were treated as boundary nodes surrounded by four regular square elements with adjusted hydraulic conductivities using the electric analog approach of Vimoke et al. (1963) and Fipps et al. (1986). For solute transport modeling, salt concentration of the irrigation water (Table 2) was input as a Cauchy boundary condition across the top boundary while Neumann boundary conditions were used

Table 2. Irrigation schedule.

Time of irrigation (Day of year)	Irrigation duration (days)	Irrigation depth (m)	Contaminant concentration (kg m ⁻³)
140	1	0.130	1.0
162	1	0.156	1.0
190	1	0.128	1.0
215	1	0.116	1.0

for the bottom and side boundaries. Finer discretizations were used near the soil surface and around the subsurface tile drain to accommodate abrupt changes in local fluxes and hence pressure gradients. Simulations were performed over a 200-day period, starting on day of year 100 and ending on day 300. The simulated crop was planted on day 112 and harvested on day 294 and irrigated with the schedule given in Table 2, with a constant reference evapotranspiration rate of 5 mm day^{-1} .

3. Results and Discussion

The results for the parameters given in Table 1 are presented in terms of changes in cumulative drain outflow, evolution of the water table elevation, and solute mass distribution in the beginning and at the end of the simulation period. Solute mass distributions are plotted on the vertical axis at the midpoint between the drains. The depth of the domain used in the simulations is 7 m. Before discussing the sensitivity analysis, recall that the results are only valid in the context of the chosen parameters.

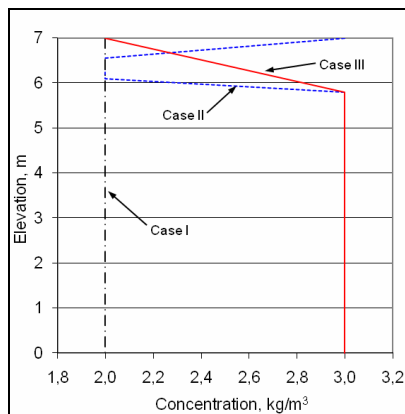


Figure 1. Concentration profiles used in the sensitivity analysis.

3.1. Number of nodes

The number of nodes was varied by changing grid size in one dimension and holding the other two dimensions constant. The grid Peclet number, which characterizes the space dimension of the grids, was used as a criterion to select four appropriate grid sizes. The Peclet number is the ratio of the magnitude of convective term to dispersive term in the convection-diffusion equation and it increases when the convection dominates. Numerical accuracy is maintained by using relatively fine grid spacing resulting in a low Peclet number. According to Simunek et al. (1995), numerical oscillation can be virtually eliminated when the local Peclet numbers do not exceed 5. However, Huyakorn and Pinder (1983) suggest that the oscillation may be acceptably small with Peclet number as high as 10. The maximum grid Peclet number obtained with 3094 and 4186 nodes was in the neighborhood of 15 and it was about 7 with 5382 and 7774 nodes.

Cumulative drain flow, evolution of the water table, and solute mass distribution are apparently insensitive to the different number of nodes (Figure 3). This is a useful result since there are many cases where the computational costs resulting from using very refined grids become excessive. Thus, coarser grids can be used as long as the grid Peclet number is maintained around 10. Because of the above-mentioned criteria, 5382 nodes were selected for further simulations.

3.2. Saturated hydraulic conductivity, K_s

Both water and solute transport results are extremely sensitive to the changes in the saturated hydraulic conductivity. Figures 4a and 4b show that as the value of the saturated hydraulic conductivity is increased, the soil tends to drain at a faster rate, and hence, the water table falls more rapidly. Wise et al. (1994) also observed that the simulated water table falls more rapidly for high saturated hydraulic conductivity. As K_s is increased, the soil drains quickly resulting in lower solute mass in the soil (Figure 4c). In other words, more salt is leached from root zone. For the smallest value of K_s , salt builds up in the root zone, compared to the initial condition. Here, it should be noted that the sensitivity analysis is based upon the assumption that the saturated hydraulic conductivity, K_s , is independent of the pore sizes parameterized by α and n in the van Genuchten (1980)'s water retention curve (i.e. α and n were held constant at their base values).

3.3. van Genuchten parameter α

The results are sensitive to the parameter α , as seen in Figure 5 and reflect the combined effect of root water uptake and parameter α because changing α causes changes in the shape of the water retention curve. Recall that root water uptake is also a function of the water retention curve (Figure 2).

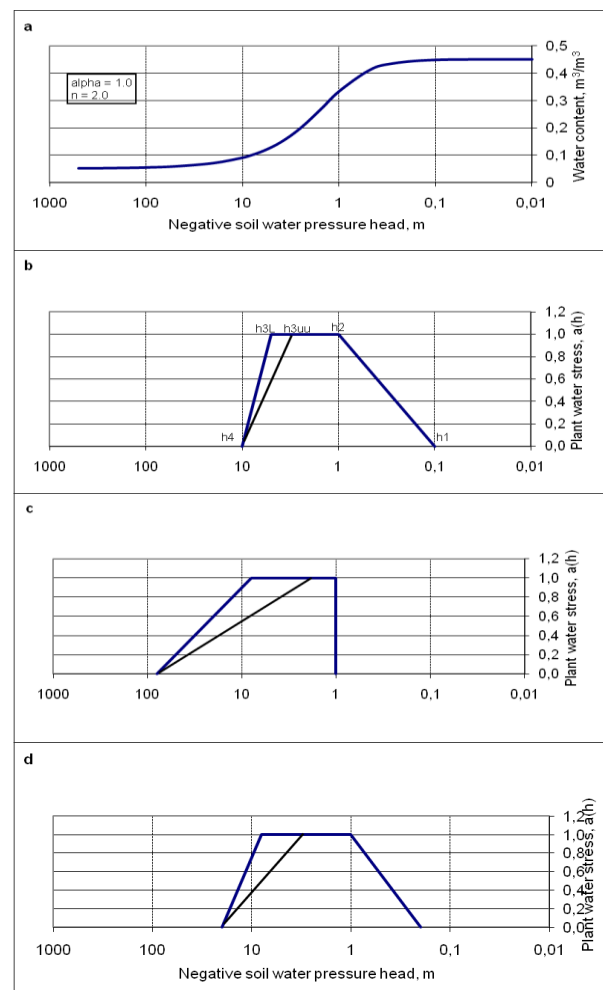


Figure 2. a) Soil-water retention curve for base values of van Genuchten parameters and b, c and d) different plant water response functions used in the sensitivity analysis.

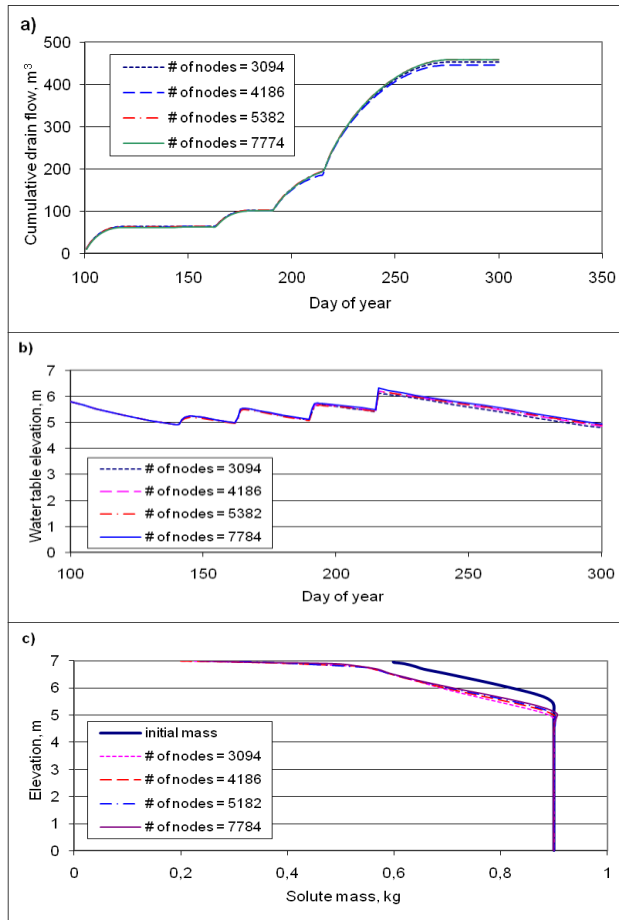


Figure 3. Sensitivity of a) cumulative drain flow, b) water table evolution at the midpoint of the drains, and c) initial and final solute mass profiles at the midpoint of the drains to the number of nodes.

The van Genuchten parameter α is a measure of pore size; a porous medium with a large value of α has large pores. The unsaturated hydraulic conductivity of the zone above the water table is greater for soils having large values of α than for soils with smaller pores. However, recall that the saturated hydraulic conductivity is held constant below the water table. In order to conduct water to the drain a larger hydraulic gradient is required through a thinner transmission zone for the soil with large α . The results presented in Figures 5a and 5b are consistent with this interpretation. Because the larger values of α correspond to larger, highly conductive pores just above the water table, one observes higher drain flow (Figure 5a) and higher water table depths (larger difference in water table depth between the midpoint between the drain (Figure 5b) and the drain) as α increases. In addition, as α increases, cumulative drainage (Figure 5a) increases and less water is removed from soil storage and consequently the decline in water table is less as α increases (Figure 5b). Final solute mass distribution followed the distribution of water content because concentration was similar. Higher water tables (Figure 5b) caused higher water content and higher salt mass for large α (Figure 5d).

The initial and final solute mass distribution at the midpoint between drains is also sensitive to the changes in α (Figure 5c and d). In the model, hydrostatic pressure head distribution is given initially. Depending on α values, for the same negative soil water pressure head, different water content is

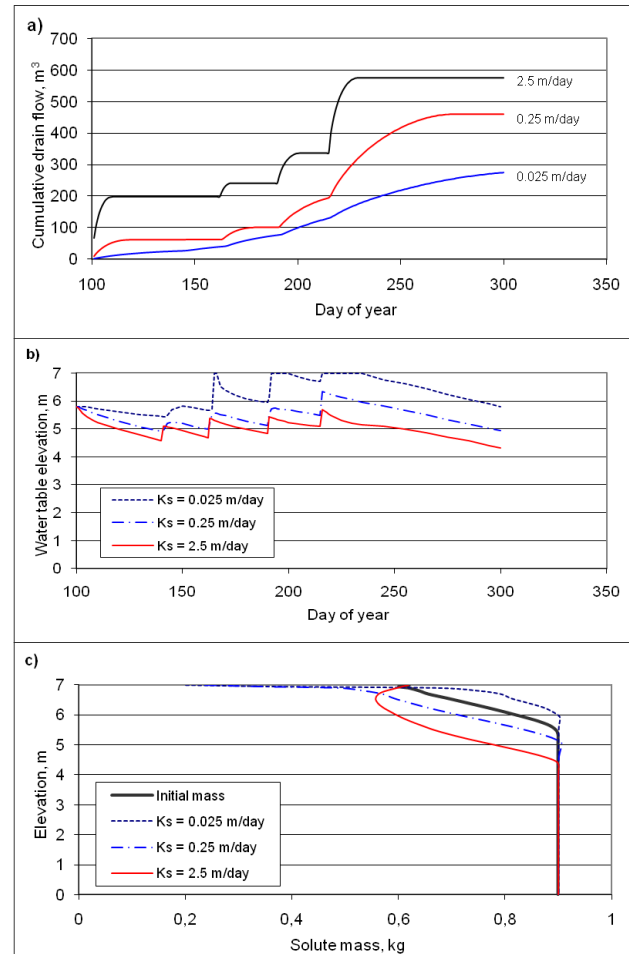


Figure 4. Sensitivity of a) cumulative drain flow, b) water table evolution at the midpoint of the drains, and c) initial and final solute mass profiles at the midpoint of the drains to the saturated hydraulic conductivity, K_s .

obtained and that results in different initial solute mass distributions.

3.4. van Genuchten parameter n

The results of the sensitivity analysis to the parameter n are presented in Figure 6. The results are sensitive to the parameter n . As explained in the previous section, both parameter α and n have effect on the water retention curve and the results shown in Figure 6 represent combined effects of the van Genuchten parameter n and root water uptake.

The van Genuchten parameter n is an inverse measure of the breadth of the pore size density function. As n decreases, the width of the pore size density function increases. When n is reduced, the relative abundance of the smaller pores compared to the mean pore size increases (Wise et al. 1994). The larger pores tend to drain first, constraining water flow to the smaller pores. Thus, as the value of n decreases, the unsaturated hydraulic conductivity decreases more rapidly with decreasing water content, which decreases the drain outflow (Figure 6a). The initial and final solute mass distribution at the midpoint between drains is sensitive to the changes in n (Figure 6c and d). As mentioned in the previous section, depending on n values, for the same negative soil water pressure head, different water content is obtained and that results in different initial

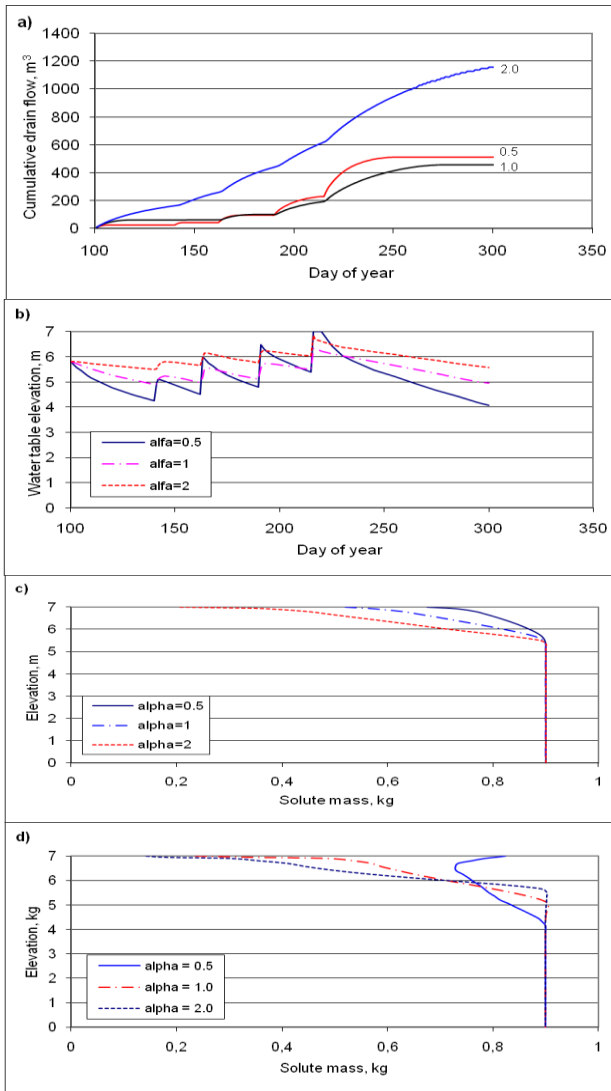


Figure 5. Sensitivity of a) cumulative drain flow, b) water table evolution at the midpoint of the drains, c) initial solute mass, and d) final solute mass profiles at the midpoint of the drains to the van Genuchten parameter α .

solute mass distributions.

Similar to α , as n increases unsaturated hydraulic conductivity increases and the thickness of the transmission zone above the water table decreases, cumulative drainage increases and the water table elevation difference between the midpoint and the drain increases.

3.5. Longitudinal dispersivity, α_L

The cumulative solute load is not sensitive to the changes in the longitudinal dispersivity (Figure 7a). However, the solute mass distributions at the midpoint of the drains are sensitive to different values of α_L , as shown in Figure 7b. As the value of the longitudinal dispersivity is increased, more solute is leached from unsaturated zone to the saturated zone (Figure 7b). However, this does not cause large changes in the solute concentration in the vicinity of the drain. Therefore, the cumulative solute load is not sensitive to the changes in the longitudinal dispersivity. The result found in this study is in qualitative agreement with Forrer et al. (1999). They also

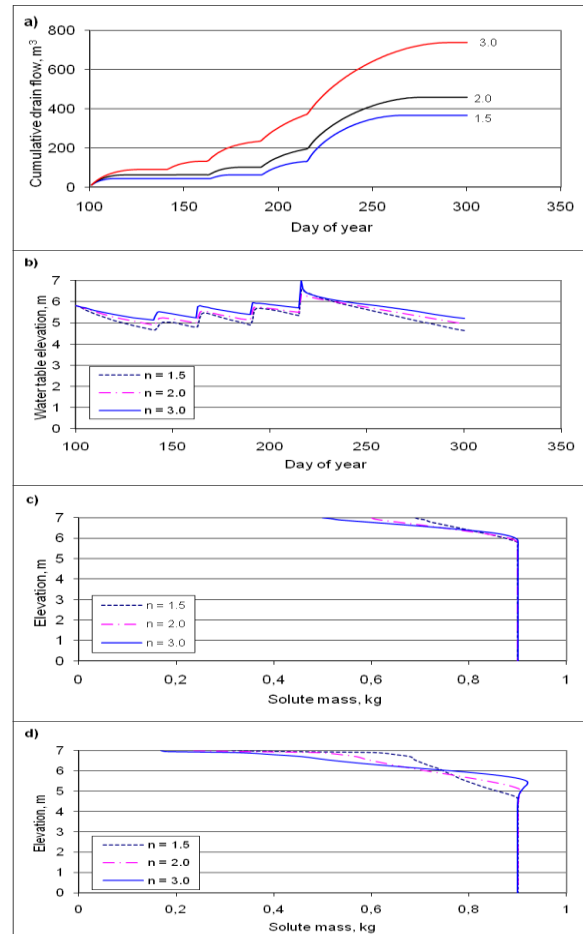


Figure 6. Sensitivity of a) cumulative drain flow, b) water table evolution at the midpoint of the drains, c) initial solute mass, and d) final solute mass profiles at the midpoint of the drains to the van Genuchten parameter n .

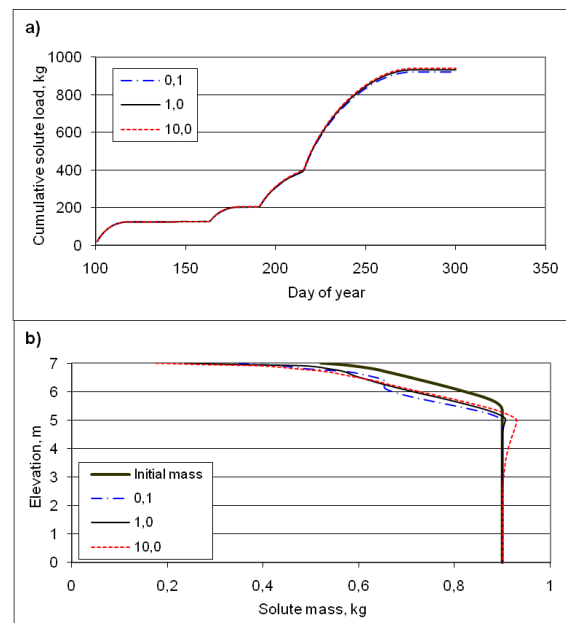


Figure 7. Sensitivity of a) cumulative solute load and b) initial and final solute mass profiles at the midpoint of the drains to the longitudinal dispersivity coefficient.

showed in their experimental study in an unsaturated field soil that concentration distribution along vertical axes is sensitive to the changes in the longitudinal dispersivity. This is a useful result, because the α_L can be used to calibrate the model without affecting the cumulative solute load.

3.6. Transverse dispersivity, α_T .

Neither the cumulative solute load (Figure 8a) nor the solute mass distributions on the vertical axis at the midpoint of the drains (Figure 8b) are sensitive to the changes in the transverse dispersivity. Apparently, the velocity component in the transverse direction is too small. Forrer et al. (1999) also report in their experimental study in an unsaturated field soil that concentration distributions were not sensitive to the changes in the transverse dispersivity.

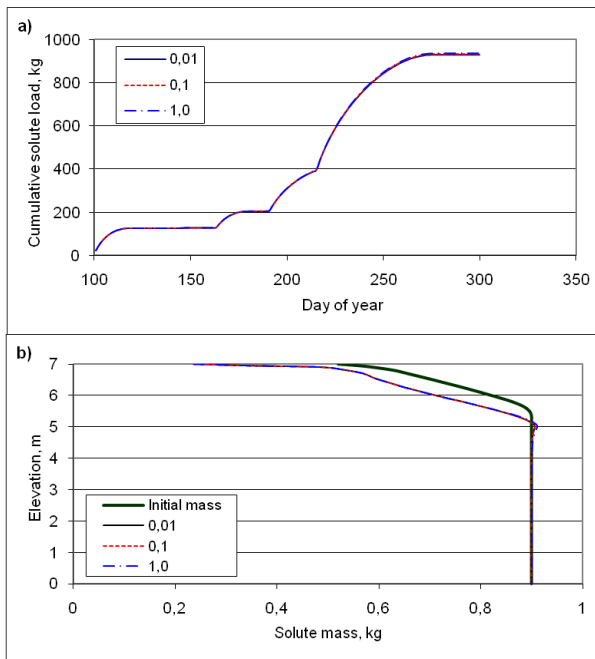


Figure 8. Sensitivity of a) cumulative solute load and b) initial and final solute mass profiles at the midpoint of the drains to the transverse dispersivity coefficient.

3.7. Sorption distribution coefficient, K_d .

The cumulative solute load is not sensitive to the changes in the sorption distribution coefficient (Figure 9a). However, the solute mass distributions on the vertical axis at the midpoint of the drains in the unsaturated zone are sensitive to different values of the sorption coefficient (Figure 9b). Compared to the initial solute mass distribution, the amount of solute mass in the profile decreased for K_d values of 0.001 and 0.0005 $\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$ whereas some solute accumulates in at the upper portion of the profile for K_d value of 0.0001 $\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$. The amount of solute adsorbed on the soil matrix of the soil increases with K_d . In the saturated zone the effect of the adsorption coefficient is not noticeable. The adsorption coefficient is linearly proportional to the retardation factor, which is inversely proportional to the water content (Fetter 1999). In the saturated zone, the retardation factor is smaller than in the unsaturated zone because the volumetric water content is lower. Similar results are reported by Kamra et al. (1994).

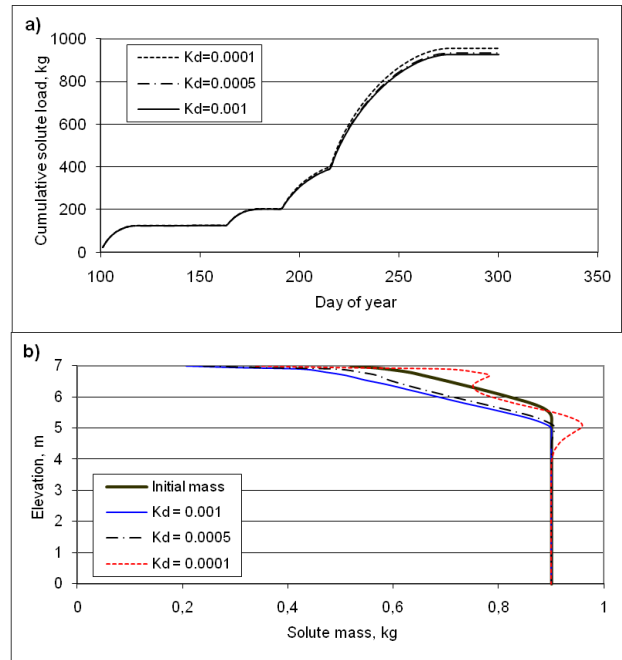


Figure 9. Sensitivity of a) cumulative solute load and b) initial and final solute mass profiles at the midpoint of the drains to the sorption distribution coefficient.

3.8. Initial solute concentration distribution

The results of the sensitivity analysis to the initial solute concentration distributions given in Figure 1 are shown in Figure 10. The cumulative solute load and the final solute mass distributions are sensitive to different initial concentration distributions (Figure 10a and 10c). Cumulative solute load is more sensitive to the concentration in the vicinity of the drain, as seen in Figure 10a. Even though the initial concentration distributions between case II and case III (Figure 1) above the water table are completely different, the difference between those two cases in the cumulative solute load and final concentration distributions are insignificant. This clearly shows that solute load is affected only by the concentration in the neighborhood of the drain and that salt in the unsaturated zone is transported to the saturated zone.

3.9. Water table depth

The results of the sensitivity analysis to initial water table depth are shown in Figure 11. The initial saturated profile was hydrostatic, while the unsaturated profile was linear from a negative soil water head on the surface to zero at the water table. Cumulative drain flow is very sensitive to the changes in water table depth (Figure 11a) whereas evolution of water table elevation is less sensitive to the changes in the water table depth (Figure 11b) than to parameters mentioned above. Although initial solute mass distribution is sensitive to initial water table depth, solute mass distributions at the end of the simulation were not sensitive to the water table elevation (Figure 11c). Again the saturated zone salts are transported to the groundwater system. As seen from Figures 11a and 11b, drain flow is proportional to the midpoint water table elevation. These results observed here are in agreement with those of Fipps et al. (1991). During model calibration drain flow, solute load in the drain flow or water table elevations can be adjusted without inducing changes in the final solute mass distributions.

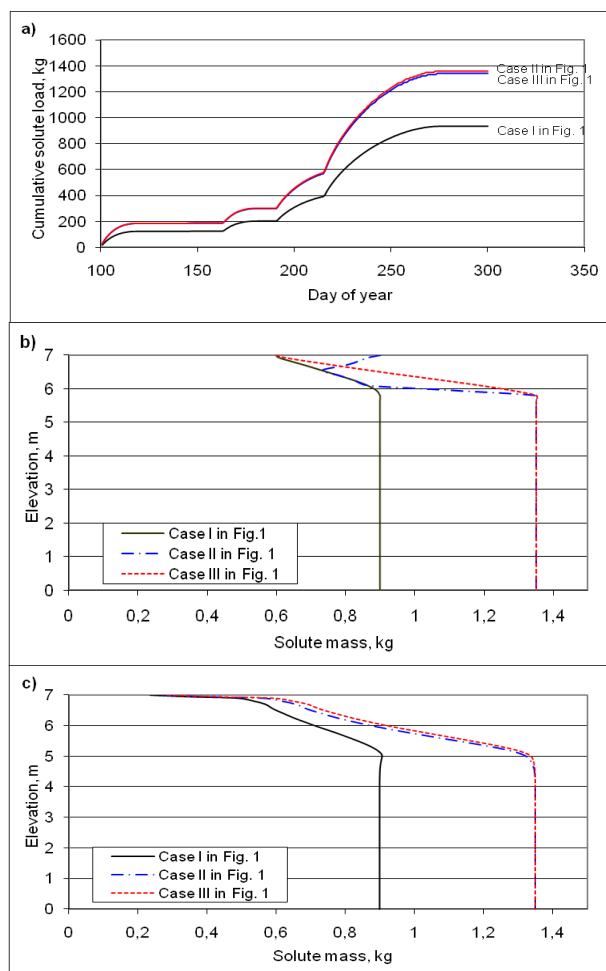


Figure 10. Sensitivity of a) cumulative solute load, b) initial solute mass and c) final solute mass profiles at the midpoint of the drains to the different initial concentration distribution shown in Figure 1.

3.10. Root water uptake

The results of the sensitivity analysis to the root water uptake parameters are illustrated in Figure 12. The results correspond to the plant water response functions given in Figure 2. Root water uptake is computed in the model using the approach given by Feddes et al. (1978). In this approach, root water uptake is a function of potential water uptake rate and a prescribed, dimensionless water stress function of the soil water pressure head (Figure 2b, c, d). Water uptake is assumed to be zero near saturation ($h > h1$) and wilting point pressure head ($h < h4$). Water uptake is considered optimal between $h2$ and $h3L$ whereas for pressure head $h3L$ and $h4$ or $h1$ and $h2$, water uptake changes linearly with soil water pressure head, h . In Figure 2b, water uptake is restricted to relatively wet conditions, while in Figure 2c, relatively dry conditions have been chosen.

Model outputs are sensitive to the root water uptake parameters, as seen from Figures 12 and 13. The dry condition case (Figure 2c) resulted in highest cumulative drain flow (Figure 12a), and the highest water table (Figure 12b) and lowest root water uptake (Figure 13). By contrast, the wet condition cases (Figures 2b and c) give lower cumulative drain flow, the lower water table and higher root water uptake (Figure 13). The elevated water table for the dry case also raised the salt profile (Figure 12c).

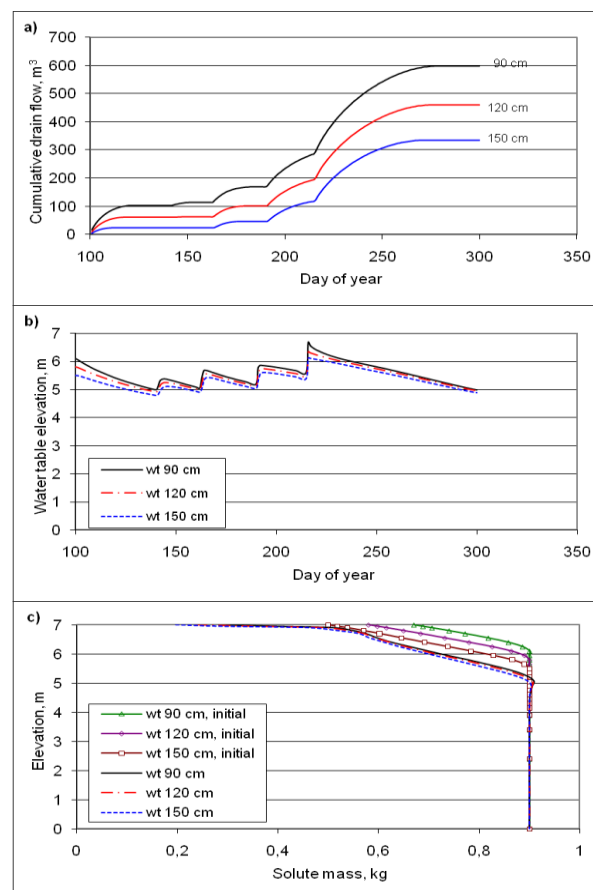


Figure 11. Sensitivity of a) cumulative drain flow, b) water table evolution and c) initial and final solute mass profiles at the midpoint of the drains to the different water table depths.

4. Summary and Conclusions

Numerical models are useful tools for assessing different management and/or research scenarios. Their use is increasing for study of variably saturated flow and solute transport processes in the soil. Effective use of these models depends to a large extent on the accuracy of the available input data. Even though models are useful tools, they have some limitations. The sensitivity of the model to input parameters or measurement inaccuracies is among these limitations. Sensitivity is defined as the degree to which the model results are affected by changes in a selected input parameter.

The sensitivity of the model developed by Buyuktas and Wallender (2002) to the variations in number of nodes, van Genuchten's parameters of the soil water retention curve (K_s , α and n), longitudinal and transverse dispersivity (α_L , α_T), sorption distribution coefficient, (K_d), water table depth, initial solute concentration distribution and root water uptake parameters were performed. Results were presented in terms of the cumulative drain flow, evolution of water table elevation and solute mass distribution at the midpoint between drains.

Model results were found to be insensitive to the number of nodes and the transverse dispersivity coefficient. This means that a coarser grid can be used in numerical simulations as long as the Peclet number does not exceed a certain threshold value. The cumulative drain flow and water table elevation were sensitive to the changes in the van Genuchten soil water retention parameters (K_s , α and n), water table depth and root

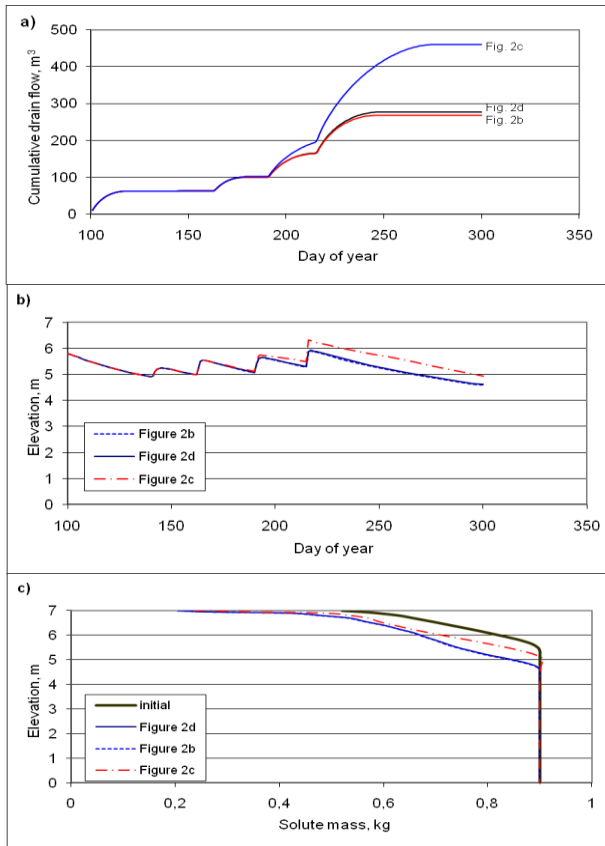


Figure 12. Sensitivity of a) cumulative drain flow, b) water table evolution, and c) initial and final solute mass profiles at the midpoint of the drains to different plant water response functions shown in Figure 2.

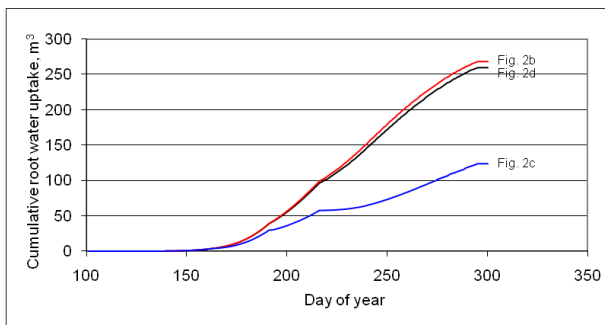


Figure 13. Sensitivity of cumulative root water uptake to different plant water response functions shown in Figure 2.

water uptake parameters. It should be noted that sensitivity to the soil water retention parameters represents an integrated effect of root water uptake and van Genuchten parameters. This implies that for model calibration these parameters need to be measured accurately. The cumulative solute load was found to be insensitive to the changes in the longitudinal dispersivity coefficient and sorption distribution coefficient, K_d , while the solute mass distribution was quite sensitive to these parameters. Cumulative solute load, initial and final solute mass distributions were sensitive to the initial concentration distributions.

References

- Anderson MP, Woessner, WW (1992) Applied Groundwater Modeling. Academic Press, San Diego.
- Buyuktas D, Wallender WW (2002) Enhanced subsurface irrigation hydrology model. Journal of Irrigation and Drainage Engineering - ASCE 128: 168-174.
- Corwin DL, Letey J Jr., Carillo, MLK (1999) Modeling non-point source pollutants in the vadose zone: Back to basics. In: Corwin DL, Loague K, Elsworth TR (Eds), Assessment of Non-Point Source Pollution in the Vadose Zone, Geophysical Monograph 108, American Geophysical Union, Washington, pp.323-342.
- Corwin DL (1996) GIS application of deterministic solute transport models for regional scale assessment of non-point source pollutants in the vadose zone. In: Corwin DL, Loague K (Eds), Applications of GIS to the Modeling of Non-Point Source Pollutants in the Vadose Zone. SSSA Special Publication Number 48, pp. 69-87.
- Corwin DL (1995) Sensitivity analysis of a simple layer-equilibrium model for the one-dimensional leaching of solute. Journal of Environmental Science and Health Part A 30: 201-238.
- Feddes RA, Kowalik PJ, Zaradny H (1978) Simulation of Field Water Use and Crop Yield. Simulation Monographs. Pudoc, Wageningen.
- Ferreira VA, Weesies GA, Yoder DC, Foster GR, Renard KG (1995) The site and condition specific nature of sensitivity analysis. Journal of Soil and Water Conservation 50: 493-497.
- Fetter CW (1999) Contaminant Hydrogeology. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Fipps G, Skaggs RW, Nieber JL (1986) Drain as a boundary condition in finite elements. Water Resources Research 22: 1613-1621.
- Fipps G, Skaggs RW (1991) Simple methods for predicting flow to drains. Journal of Irrigation and Drainage Engineering ASCE 117: 881-896.
- Forrer I, Kasteel R, Flury M, Fluhler H (1999) Longitudinal and lateral dispersion in an unsaturated field soil. Water Resources Research 35: 3049-3060.
- Huyakorn PS, Pinder GF (1983) Computational Methods for Subsurface Flow. Academic press, London.
- Kamra SK, Singh SR, Rao KVGK (1994) Effect of depth of impervious layer and adsorption on solute transport in tile-drained irrigated soil. Journal of Hydrology 155: 251-264.
- Simunek J, Huang K, van Genuchten MTh. (1995) The SWMS_3D code for simulating water flow and solute transport in three-dimensional variable-saturated media. USSS/ARS, Report No 139.
- van Genuchten MTh (1980) A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Science Society of America Journal 44: 892-898.
- Vimoke BS, Tyra TD, Thiel TJ, Taylor GS (1963) Improvements in construction and use of resistance networks for studying drainage problems. Soil Science Society of America Journal 26: 203-207.
- Wise WR, Clement TP, Molz FJ (1994) Variably saturated modeling of transient drainage: Sensitivity to soil properties. Journal of Hydrology 161: 91-108.
- Zheng C, Bennett GD (1995) Applied Contaminant Transport, Theory and Practice. Van Nostrand Reinhold, New York.

Humik asit uygulama zamanı ve dozlarının ayçiçeğinde (*Helianthus annuus*) verim, verim öğeleri ve yağ oranına etkisi

Effect of different application dates and doses of humic acid on yield, yield components and oil ratio of sunflower (*Helianthus annuus*)

Sibel DAY¹, Özer KOLSARICI¹, Mehmet Demir KAYA²

¹Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Ankara Türkiye

²Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

Sorumlu yazar (Corresponding author): S. Day, e-posta (e-mail): day@ankara.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 8 Haziran 2010
Düzeltilme tarihi 11 Kasım 2010
Kabul tarihi 15 Kasım 2010

Anahtar Kelimeler:

Ayçiçeği
Humik asit
Doz
Uygulama zamanı
Verim

ÖZ

Bu araştırma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme tarlasında 2003 yılında yürütülmüştür. Çalışmada materyal olarak Sanbro ayçiçeği çeşidi tohumları ve etkili maddesi 150 g L⁻¹ humik asit + 30 g L⁻¹ potasyum oksit olan Delta Plus 15 ticari isimli sıvı formda humik asit kullanılmıştır. Araştırmada, farklı humik asit uygulama zamanı (Z₁ = ekimden önce toprağa, Z₂ = çıkıştan sonra 4-5 yapraklı devrede ve Z₃ = minyatür tabla oluşum (R1) döneminde ve dozlarının (kontrol, 6, 12 ve 18 g da⁻¹) ayçiçeğinde verim ve verim öğeleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; en yüksek bitki boyu 133,7 cm ile minyatür tabla oluşum (R1) döneminde yapılan 6 g da⁻¹ humik asit uygulamasında, en yüksek yağ oranı %53,6 ile R1 döneminde uygulanan 18 g da⁻¹lık humik asit dozunda belirlenmiştir. Gelişme dönemleri ilerledikçe humik asit uygulamasının yağ oranını artırdığı belirlenmiştir. En yüksek dekarara tane verimi ise 410 kg da⁻¹ ile ekimden önce toprağa uygulanan 18 g da⁻¹ humik asit dozundan elde edilmiştir. Sonuç olarak, ekimle toprağa yapılacak uygulama için 18 g da⁻¹ dozunun, erken gelişme döneminde bitkiye yapılacak uygulamalarda 12 g da⁻¹, geç dönemde yapılacak uygulamalar için ise 6 g da⁻¹ humik asit dozunun daha iyi sonuçlar verdiği söylenebilir.

ARTICLE INFO

Received 8 June 2010
Received in revised form 11 Novem. 2010
Accepted 15 November 2010

Keywords:

Sunflower
Humic acid
Dose
Application times
Yield

ABSTRACT

This research was conducted at the experimental field of Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, University of Ankara in 2003. Seeds of Sanbro and liquid humic acid named Delta Plus 15 (150 g L⁻¹ humic acid + 30 g L⁻¹ potassium oxide) were used in the study. The aim of the study was to determine the effects of different application times (application to soil before sowing (Z₁), at 4-5 leaf stage (Z₂) and at R1 of reproductive stages (Z₃)) and doses (6, 12 and 18 g da⁻¹) of humic acid on yield and yield components of sunflower. According to the results, the highest plant height were observed at the dose of 6 g da⁻¹ applied at R1 stage when the plants were 133.7 cm and the highest oil ratio was detected at the dose of 18 g da⁻¹ humic acid applied before jointing stage. Humic acid application was found to increase oil ratio as the growth stage progressed. With regard to seed, the highest value of 410 kg da⁻¹ was obtained from 18 g da⁻¹ humic acid applied to soil before sowing. Results indicated that application of humic acid to soil at the dose of 18 g da⁻¹ and to plants at early stage of growth at the dose of 12 g da⁻¹ resulted in higher seed yields. Applications of humic acid at the dose of 6 g da⁻¹ yielded better results at late stage of growth.

1. Giriş

Ülkemizde ayçiçeği, bitkisel ham yağ arzımızın yaklaşık % 48'ini karşılamaktadır (Kaya ve Day 2008). Tanelerinde yüksek oranda kaliteli yağ içeren ayçiçeği, ülkemizin hemen her bölgesinde kuru veya sulu koşullarda yetiştirilebilmekte ve yağlı tohumlu bitkiler arasında ekim alanı ve yağ üretimi bakımından ilk sırada yer aldığı ortaya konmuştur (Gürbüz ve ark. 2003). Ayçiçeği ekim alanlarının % 68'i Marmara

Bölgesi'nde yer almaktadır. Marmara Bölgesi'ni İç Anadolu Bölgesi takip etmektedir. Bu bölgede verimin 142 kg da⁻¹ ile Türkiye ortalamasının altında olduğu belirlenmiştir (Kaya ve Day 2008). Bu bölgede verimin düşük olmasının en önemli sebebi, ayçiçeğinin kurak koşullarda iklim faktörlerine bağlı olarak yetiştirilmesidir. Özellikle ekim zamanında (Nisan-Mayıs) yağış yetersizliği nedeniyle çıkışın geciktiği veya

düzensiz olduğu ortaya konmuştur (Kolsarıcı ve ark. 2005). Çıkişın gecikmesi çiçeklenmenin gecikmesine ve bitkinin en fazla suya ihtiyaç duyduğu çiçeklenme döneminin (Kadayıfçı ve Yıldırım 2000; Gürbüz ve ark. 2003) sıcak ve kurak periyoda rastlamasına neden olduğu ortaya konmuştur.

Bitkilerin su ihtiyacını karşılayan kökün ve bitkinin su tüketiminin yapıldığı toprak üstü organlarının gelişme durumunun, bitkilerin abiyotik streslere dayanıklılıkları bakımından büyük önem taşıdığı ortaya konmuştur (Geçit ve ark. 2002). İlk gelişme devresinde kökleri daha iyi ve hızlı büyüyen çeşitler, olumsuz koşullara karşı daha dayanıklı olmakta ve bu özelliğin çeşidin birim alandan üreteceği tane verimini olumlu yönde etkilediği ortaya konmuştur (Geçit ve ark. 1987).

Olumsuz çevre şartlarından daha az etkilenecek veya bu şartlara toleranslı çeşitler geliştirmenin yanında, bitkilerin ilk gelişme devrelerini hızlandıracak, kök ve toprak üstü organlarının daha iyi gelişimini sağlayacak uygulamalar son yıllarda büyük önem kazanmaktadır. Özellikle organik madde fraksiyonlarından olan humik asidin bitki biyokütlesini artırdığı ve bu olumlu etkinin kök gelişiminde daha fazla olduğu ortaya konmuştur (Sözüdoğru ve ark. 1996; Erdal ve ark. 2000). Humik maddelerin yararlı etkileri, bitki gelişimini dolaylı olarak etkilemesiyle (gübre etkinliğini artırmasıyla ya da toprak sıkıştırmasını azaltmasıyla) ya da doğrudan etkileriyle (bitki biyokütlesini artırmasıyla) ilişkilendirilebilir (Vaughan ve Malcom 1985).

Ticari olarak humik asitler toz veya sıvı formda satılmaktadır. Bitkiye uygulanabildiği gibi toprağa ve tohuma da uygulanabilmektedir. Önceki çalışmalarda düşük organik madde içeren topraklara uygulanan humik asidin mısır bitkisinde kuru madde miktarını artırdığı (Lee ve Bartlett 1976), humik asit çözeltisinde yetiştirilen buğdayda, humik asidin kök büyümesini olumlu yönde etkilediği ancak kök büyümesi üzerine etkisinin olmadığı (Grabikowski ve ark. 1977), mısır bitkisinde ise humik asidin bitki kuru ağırlığını, bitki P içeriğini ve toprakta yarayışlı P içeriğini artırdığı (Erdal ve ark. 2000) bildirmektedir.

Bu çalışmada ise tarla koşullarında yetiştirilen ayçiçeğinde humik asit uygulama zamanı ve dozlarının verim, verim öğeleri ve yağ oranına etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde 2003 yılında tarla denemesi şeklinde yürütülen

araştırmada, materyal olarak Sanbro ayçiçeği çeşidi ve humik asit olarak etkili maddesi 150 g L⁻¹ humik asit + 30 g L⁻¹ potasyum olan Delta Plus 15 ticari isimli sıvı formda humik asit kullanılmıştır.

Araştırmanın yürütüldüğü yıl ve uzun yıllara ait bazı iklim verileri Çizelge 1'de özetlenmiştir. Uzun yıllar yıllık sıcaklık ortalaması 11,3°C iken, 2003 yılında 12,5°C'ye yükselmiştir. 2003 yılında yağış 308,3 mm ile 389,1 mm olan uzun yıllar ortalama yağış değerinin altında bir değer göstermiştir. Bağlı nem yönünden de uzun yıllar ortalaması % 60,5 iken, 2003 yılında % 61 olarak belirlenmiştir. Deneme alanı toprağının tuzsuz, hafif alkali reaksiyonda, kireç seviyesi düşük ve organik maddece fakir olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Deneme üç tekerrürlü olarak tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre kurulmuştur. Denemede uygulama zamanları (Z₁ = Ekimden önce toprağa, Z₂ = Çıkiştan sonra 4-5 yapraklı devrede bitkiye, Z₃ = Minyatür tabla oluşum (R1) döneminde bitkiye) ana parsellere, uygulama dozları ise (0, 6, 12 ve 18 g da⁻¹) alt parsellere gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Humik asit dozları ticari humik asidin üzerinde önerilen 12 g da⁻¹lık dozun alt ve üst değerleri baz alınarak uygulanmıştır. Ekim 3,6 m x 2,8 m boyutlarındaki parsellere 70 x 30 cm bitki sıklığı ile 4 sıra halinde yapılmıştır.

Denemede ekimden önce (Z₁), uygulanan humik asit sabah 8 ve 9 arasında dekara 40, 80 ve 120 ml (sırasıyla 6, 12 ve 18 g da⁻¹) olacak şekilde sulandırılarak el pülverizatörü ile açılan ocaklara püskürtülmüştür. Ekim, toprağa humik asit püskürtme işlemi bittikten sonra yapılmıştır. Çıkiştan sonra 4-5 yapraklı dönemde (Z₂), ve minyatür tabla oluşum (R1) döneminde (Z₃) humik asit sıra üzerindeki bitkilerin tamamına sabah saat 8 ve 9 arasında, dekara 40, 80 ve 120 ml olacak şekilde el pülverizatörü ile püskürtülmüştür.

Ekim kuş zararı sebebiyle 30 Mayıs 2003'de ocak usulü yapılmıştır. Her ocağa 3-4 adet tohum elle atılmıştır ve üzerleri kapatılmıştır. Toprak analiz sonuçlarına göre, ekim sırasında tüm parsellerde 6 kg da⁻¹ P₂O₅ ve 4 kg da⁻¹ N olacak şekilde gübreleme yapılmıştır. Bütün parsellerde ekimden 7 gün sonra 6 Haziranda ilk sulama, 23 Haziranda ilk çapa yapılmıştır. Sıra üzerindeki bitkilerde 26 Haziranda tekleme yapılmıştır. İkinci sulama 3 Temmuzda yapılmış olup bunu 4 Temmuzda yapılan 6 kg (2 kg da⁻¹ N) amonyum nitrat gübrelemesi izlemiştir. İkinci çapa 9 Temmuzda hem yabancı ot mücadelesi hem de sulamadan sonra oluşan kaymak tabakasını kırmak amacıyla yapılmıştır. Üçüncü ve son sulama 26 Temmuzda yapılmıştır. Sulamada salma sulama yöntemi uygulanmıştır. Hasat işlemi 30

Çizelge 1. Deneme alanının iklim verileri*.

Aylar	Uzun yıllar			2003 yılı		
	Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	B.Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	B.Nem (%)
Ocak	0,0	39,0	76,0	5,4	42,0	73,3
Şubat	1,5	35,5	73,0	-0,3	54,6	71,8
Mart	5,6	36,8	65,0	3,2	8,6	62,5
Nisan	11,1	43,9	59,0	10,3	70,3	62,4
Mayıs	15,8	52,0	58,0	19,0	18,0	52,9
Haziran	19,8	34,2	52,0	22,6	0,0	46,6
Temmuz	23,2	15,1	45,0	23,5	3,0	49,5
Ağustos	23,0	11,3	44,0	24,3	0,2	48,1
Eylül	18,5	17,3	48,0	18,0	15,1	58,9
Ekim	12,8	26,0	58,0	14,4	29,8	61,5
Kasım	7,0	32,1	70,0	8,0	5,2	68,9
Aralık	2,4	45,9	78,0	1,9	61,5	75,9
Ort./Top.	11,3	389,1	60,5	12,5	308,3	61,0

*T.C. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara 2003.

Çizelge 2. Deneme yerinin toprak analizi sonuçları.

Derinlik (cm)	Su ile doymuşluk (%)	Tuz (%)	pH	Kireç CaCO ₃ (%)	Fosfor P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)	Potasyum K ₂ O (kg da ⁻¹)	Organik madde (%)
0-20	73	0,110	7,24	5,0	5,4	241	1,57
20-40	71	0,110	7,22	5,0	2,4	185	1,02

eylülde gerçekleştirilmiştir.

Araştırma sonunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi MSTAT-C paket programı kullanılarak yapılmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıkların önem düzeylerini belirleyebilmek amacıyla Duncan Testi kullanılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987).

3. Bulgular ve Tartışma

Dört farklı humik asit dozunun (0, 6, 12 ve 18 g da⁻¹) farklı dönemlerde uygulandığı Sanbro ayçiçeği çeşidinde çiçeklenme süresi, bitki boyu, tabla çapı, bin tane ağırlığı, yağ oranı, bitkide tane verimi ve dekara tane verimi özellikleri incelenmiştir. Bu özelliklere ilişkin verilerin varyans analiz sonuçları Çizelge 3'de, ortalamalar ve Duncan grupları ise Çizelge 4'de gösterilmiştir. Çizelge 3'de görüldüğü gibi, çiçeklenme zamanında hiçbir uygulama istatistikî olarak önemli bulunmamıştır. Bitki boyu ve bitkide tane verimi üzerine uygulama zamanı x HA dozları % 1 düzeyinde, tabla çapı üzerinde uygulama ve HA dozları % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bin tane ağırlığı üzerinde HA dozları % 5 düzeyinde önemliyken uygulama zamanı x HA dozları % 1 düzeyinde farklılık oluşturmuştur. Yağ oranı üzerinde HA dozları ve uygulama zamanları x HA dozları % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Dekara tane verimi açısından uygulama zamanları, HA dozları ve uygulama zamanları x HA dozları % 1 düzeyinde önemli etki göstermiştir.

Çizelge 4 incelendiğinde, uygulama zamanı yönünden çiçeklenme süresine ilişkin ortalamalar 58,9 ile 59,4 gün arasında değişmiştir. Humik asit dozları yönünden bakıldığında ise ortalamalar, 58,9 ile 59,5 gün arasında değişim göstermiştir. En yüksek bitki boyu 133,7 cm ile sapa kalkmadan uygulama yapılan parsellerde ve 6 g da⁻¹ HA uygulamasında belirlenirken, en kısa bitki boyu ise 123,2 cm ile Z₃ de ve kontrol uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4). Z₂ de uygulanan HA dozları kontrole göre bitki boyunu artırıcı yönde etki yapmıştır. Tabla çapı incelendiğinde en yüksek tabla çapı değeri 14,9 cm ile Z₁ de kontrol uygulamasında elde edilirken, en düşük tabla çapı değeri 12,7 cm ile Z₃ de 12 g da⁻¹ HA uygulamasında elde edilmiştir. Humik maddelerin genellikle besin elementi alınımı artırıcı etki yaptığı değişik araştırmacılar tarafından ortaya

konulmuştur (Kononova ve ark. 1966; Dormaar 1975). Bu olumlu etkiye bağlı olarak bitki büyüme ve gelişimini teşvik ederek bitki boyunu ve tabla çapını artırdığı söylenebilir.

Bin tane ağırlığı ortalamaları değerlendirildiğinde en yüksek ortalama değerler Z₁'de yapılan uygulamalarda gözlenmiştir. En yüksek değer Z₁'de kontrol uygulamasında 77,7 g ile saptanmış olup, en düşük değer ise 61,9 g ile Z₁'de 6 g da⁻¹ HA uygulamasında elde edilmiştir. Benzer sonuçlar yerfıstığında toprağa yapılan uygulamanın yüz tane ağırlığının artışı üzerine etkili olduğunu bildiren Thenmozhi ve ark. (2004) tarafından da belirlenmiştir.

Yağ oranı incelendiğinde, Z₁ döneminde yapılan uygulamalarda en yüksek değer % 52,1 ile kontrolde, Z₂ döneminde yapılan uygulamalarda en yüksek değer % 48,8 ile yine kontrolde elde edilirken, Z₃ döneminde yapılan uygulamalarda en yüksek değer % 53,6 ile 18 g da⁻¹ HA uygulamasında elde edilmiştir. Gelişme dönemi ilerledikçe yapılan HA uygulamalarında yağ oranının arttığı belirlenmiş ve erken gelişme dönemlerinde yapılan humik asit uygulamalarında, kontrole göre daha düşük değerler elde edilmiştir. Bitkide tane verimi bakımından en yüksek değer 119,6 g bitki⁻¹ ile Z₃'de ve 6 g da⁻¹ HA uygulamasında elde edilmiştir. En düşük değer ise 77,9 g bitki⁻¹ ile Z₁'de ve 6 g da⁻¹ HA uygulamasında belirlenmiştir.

Dekara tane veriminde en yüksek değer Z₁'de ve 18 g da⁻¹ HA uygulamasında 410 kg da⁻¹ olarak belirlenirken, en düşük değer 186 kg da⁻¹ ile Z₃'de ve kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Her üç uygulama zamanında dekara tane verimi humik asitten olumlu yönde etkilenmiştir. Ancak Z₁ ve Z₂ de görülen etki Z₃ dönemine göre daha az olmuştur. Humik asidin verim üzerindeki etkisini araştırmacılar farklı nedenlere bağlamışlardır. Mustin (1987) humik asidin birim kuru madde yapımı için gerekli transpirasyonu azaltarak bitki su tüketimini azaltıp, kök hücre geçirgenliğini değiştirerek minerallerin ve suyun absorpsiyonunu artırdığını, aynı zamanda fotosentez ve karbonhidrat metabolizması üzerindeki etkisinden dolayı mineral madde tüketimini azalttığını bildirirken, Kononova ve ark. (1966) humik maddelerin geçiş metal katyonları ile bileşik oluşturabildikleri için besin maddeleri alınımı artırıcı etki gösterdiklerini belirtmişlerdir.

Çizelge 3. Farklı zamanlarda uygulanan humik asit dozlarının ayçiçeğinde bazı verim özelliklerine ilişkin varyans analiz sonuçları.

V.K.	S.D.	Çiçeklenme zamanı		Bitki boyu	Tabla çapı	Bin tane ağırlığı	Yağ oranı	Bitki tane verimi	Dekara tane verimi
		K. O.	K. O.						
Genel	35	-	-	-	-	-	-	-	-
Bloklar	2	0,11	49,8	5,14	1,99	0,57	641	6005	
Uygulama zamanı (A)	2	0,53	1,5	1,05*	76,30	0,59	119	30170**	
Hata ₁	4	0,19	148,0	0,14	26,19	1,25	244	480	
Humik asit dozları (B)	3	0,52	10,9	0,04	39,16*	26,85**	89	11468**	
A x B	6	0,60	62,8**	2,36*	90,96**	8,32**	760**	5879**	
Hata ₂	18	0,35	5,1	0,67	8,23	1,37	144	1133	

*: % 5 ve **: % 1 düzeyinde önemli

Çizelge 4. Farklı humik asit uygulama zaman ve dozlarının ayçiçeğinin bazı özelliklerine etkisi.

Uygulama Zamanı	Humik Asit Dozları				Ortalama
	Kontrol	6 g da ⁻¹	12 g da ⁻¹	18 g da ⁻¹	
	Çiçeklenme Zamanı (gün)				
Z ₁	59,3	59,0	58,3	59,0	58,9
Z ₂	59,3	58,7	59,7	59,7	59,4
Z ₃	58,7	59,0	59,0	59,7	59,1
Ortalama	59,1	58,9	59,0	59,5	59,2
	Bitki Boyu (cm)				
Z ₁	130,1 a-d*	126,3 def	130,3 a-d	127,1 c-f	128,5
Z ₂	131,9 ab	123,5 ef	133,6 a	127,7 b-e	130,0
Z ₃	123,2 f	133,7 a	127,3 c-f	131,1 abc	128,9
Ortalama	128,4	127,9	130,4	128,7	128,8
	Tabla Çapı (cm)				
Z ₁	14,9 a	12,9 bc	13,6 abc	14,4 ab	13,9
Z ₂	13,1 bc	13,7 abc	14,5 ab	13,6 abc	13,7
Z ₃	13,1 bc	14,4 ab	12,7 c	13,3 bc	13,4
Ortalama	13,7	13,7	13,6	13,8	13,7
	Bin Tane Ağırlığı (g)				
Z ₁	77,7 a	61,9 d	70,1 bc	77,2 a	71,8
Z ₂	69,6 bc	69,7 bc	70,7 b	69,6 bc	69,9
Z ₃	68,1 bc	71,7 b	62,1 d	65,0 cd	66,8
Ortalama	71,8	67,8	67,6	70,6	69,4
	Yağ Oranı (%)				
Z ₁	52,1 a	41,5 c	46,4 b	49,5 ab	47,4
Z ₂	48,8 ab	47,4 b	42,7 c	47,6 b	46,6
Z ₃	48,7 ab	41,4 c	48,2 ab	53,6 ab	48,0
Ortalama	49,9	43,4	45,8	50,2	47,3
	Bitkide Tane Verimi (g bitki ⁻¹)				
Z ₁	110,5 ab	77,9 c	97,3 abc	97,9 abc	95,9
Z ₂	100,1 abc	98,5 abc	116,0 a	91,8 bc	101,6
Z ₃	84,4 c	119,6 a	90,2 bc	91,2 bc	96,4
Ortalama	98,4	98,7	101,2	98,6	97,9
	Dekara Tane Verimi (kg da ⁻¹)				
Z ₁	330 bc	349 ab	399 a	410 a	372
Z ₂	350 ab	334 b	410 a	371 ab	366
Z ₃	186 d	350 ab	271 c	322 bc	282
Ortalama	289	344	360	368	340

*: Harfler sütunlarda her özellik içinde Duncan testine göre % 5 önem düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

4. Sonuç

Ayçiçeğinde humik asit uygulamasının verim, verim öğeleri ve yağ oranını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Ancak bitkilerin gelişme dönemlerine göre uygulanacak humik asit dozlarının farklı olduğu belirlenmiş olup; ekim öncesi toprağa yapılacak uygulamalarda 18 g da⁻¹, 4-5 yapraklı dönemde 12 g da⁻¹ ve minyatür tabla oluşum (R1) döneminde ise 6 g da⁻¹ humik asit uygulamasının ayçiçeğinin verimini artırdığı söylenebilir. Ancak yüksek tane verimi yönünden ekim öncesi toprağa 18 g da⁻¹ veya 4-5 yapraklı dönemde 12 g da⁻¹ humik asit uygulamalarının daha uygun olacağı, humik asidin daha geç uygulanmasının etkinliğini azaltabileceği de ifade edilebilir.

Kaynaklar

- Dormaar JF (1975) Effects of humic substances from chernozemic Ah horizons on nutrient uptake by *Phaseolus vulgaris* and *Festuca scabrella*. Canadian Journal of Soil Science 55:111-118.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F (1987) Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021, Ders kitabı, Ankara.
- Erdal İ, Bozkurt MA, Çimrin KM, Karaca S, Sağlam M (2000) Kireçli

bir toprakta yetiştirilen mısır bitkisi (*Z. mays* L.) gelişimi ve fosfor alımı üzerine humik asit ve fosfor uygulamasının etkisi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 24: 663-668.

- Geçit HH, Emeklier HY, Çiftçi CY, Ünver S, Şenay A (1987) Ekmeklik buğdayda ilk gelişme devresinde kök ve topraküstü organların durumu. Türkiye Tahıl Sempozyumu, Bursa, s. 91-99.
- Geçit HH, Kaydan D, Kaya MD (2002) Bakla (*Vicia faba* L.)'da ilk gelişme devresinde kök ve toprak üstü organların durumu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 8: 192-196.
- Grabikowski E, Pleniowski J, Puzyna W, Slaninski J (1977) The influence of photooxidation products of humic acids on germination and growth of wheat seeds. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej W Szczecinie, Rolnictwo 84: 117-128.
- Gürbüz B, Kaya MD, Demirtola A (2003) Ayçiçeği Tarımı. Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- Kadayıfçı A, Yıldırım O (2000) Ayçiçeği su-verim ilişkileri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 24: 137-145.
- Kaya MD, Day S (2008) Ülkemiz ayçiçeği ekim alanı ve üretiminin bölgelere göre dağılımı. Ziraat Mühendisliği Dergisi 351: 28-31.
- Kolsarıcı Ö, Gür A, Başalma D, Kaya MD, İşler N (2005) Yağlı tohumlu bitkiler üretimi. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi Cilt I, Ankara, s.

- 409-429.
- Kononova MM, Nowakowski TZ, Newman ACO (1966) Soil Organic Matter. 2nd Edition, Pergamon Press, New York.
- Lee YS, Bartlett RJ (1976) Stimulation of plant growth by humic substances. Soil Science Society of American Journal 40: 876-879.
- Mustin M (1987) Le Compost. Gestion de La Matière Organique. Editions Francois Dubus C 35. Reu. Mathurin- Régnier 75015, Paris.
- Schneider AA, Miller JF (1981) Description of sunflower growth stages. Crop Science 21: 901-903.
- Sözüdoğru S, Kütük AC, Yalçın R, Usta S (1996) Humik asidin fasulye bitkisinin gelişimi ve besin maddeleri alımı üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1452, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 800, Ankara.
- Thenmozhi S, Natarajan S, Selvakumari G (2004) Effect of humic acid on quality parameters of groundnut. Crop Research Hisar 27: 210-213.
- Vaughan D, Malcom RE (1985) Influence of humic substances on growth and physiological processes. In: Vaughan, DE (Ed), Soil Organic Matter and Biological Activity, Martinus Nijhoff/junk W, Dordrecht, pp. 37-76.

Kendilenmiş mısır hatlarının diallel melez döllerinde genel ve özel uyum yetenekleri ile heterosisin belirlenmesi

The determination of general, specific combining ability and heterosis in maize inbred lines and their diallel crosses

Arzu KÖSE¹, İlhan TURGUT²

¹Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir

²Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa

Sorumlu yazar (Corresponding author): A. Köse, e-posta (e-mail): arzukose.tr@mail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 22 Temmuz 2010
Düzeltilme tarihi 27 Aralık 2010
Kabul tarihi 31 Aralık 2010

Anahtar Kelimeler:

Zea mays
Diallel melez
Uyum yeteneği
Heterosis

ÖZ

Bu araştırma, 10 mısır saf hattı ve bunların yarım diallel melezlerinden oluşan populasyonun genetik yapısını araştırmak, ataların genel uyum yetenekleri ile kombinasyonların özel uyum yeteneği etkilerini belirlemek ve melez gücü değerlerini bulmak amacı ile yürütülmüştür. Araştırmanın melezleme ve F₁'lerin test edilme aşaması Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme alanlarında 2001 ve 2002 yıllarında yürütülmüştür. Çalışma amaçlarını gerçekleştirmede, verilerin analizi Griffing tipi diallel analiz yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca kombinasyonlara ait heterosis değerleri hesaplanmıştır. Griffing tipi diallel analiz sonuçlarına göre incelenen tüm özelliklerde genel ve özel uyum yeteneği etkileri önemli bulunmuştur. Çalışmada tane verimi dışındaki tüm karakterlerin kalıtımında eklemeli genlerin hakim olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca çiçeklenme gün sayısı ve koçan yüksekliğinde VA-22, 1000 tane ağırlığı ve tane veriminde AS-D, protein oranında A-632 Ht, bitki boyunda ve koçanda tane sayısında N-193 hatları genel uyum yeteneği etkileri bakımından ilk sırada yer alan hatlar olmuşlardır. Analiz sonucuna göre en yüksek özel uyum yeteneği etkisi tane veriminde, VA-22 x ND-405 kombinasyonunda belirlenmiştir. Bu kombinasyonun koçanda tane sayısı, 1000 tane ağırlığı bakımından da yüksek ve önemli etki değeri gösterdiği bulunmuştur. Melez kombinasyonlara ait düşük heterosis oranı % -25,6 değeri ile protein oranında bulunmuştur. VA-22 x ND-405 tane veriminde % 170,4 heterosis ile en yüksek değer alan melez olarak belirlenmiştir.

ARTICLE INFO

Received 22 July 2010
Received in revised form 27 Decem. 2010
Accepted 31 December 2010

Keywords:

Zea mays
Diallel cross
Combining ability
Heterosis

ABSTRACT

This research was conducted to investigate the genetic structure, general and specific combining ability and hybrid vigor of a population of 10 maize lines and their half diallel crosses. Crossing state and testing of F₁ plants were released by Anadolu Agricultural Research Institute in 2001 and 2002. Data was analyzed by Griffing Diallel Analysis Method. Heterosis values for hybrid combinations were also calculated. According to the results of Griffing Method, general and specific combining ability were found to be significant in all the traits studied. It was concluded that additive genes were effective in inheritance of all traits except seed yield. Besides, VA-22 was the line outstanding for general combining ability for days to tasselling and ear height, AS-D for 1000 seeds weight and seed yield, A-632 Ht for protein percentage, N. 193 for plant height and number of ear seed. The highest specific combining ability for yield was found in the VA-22 X ND-405 combination. This combination also yielded high and significant values in the number of ear seed and 1000 seeds weight. The lowest heterosis rate of hybrid combinations was found to be in the protein rate (-25.6%). The VA-22 x ND-405 combination produced the highest heterosis value (170.4%) in seed yield.

1. Giriş

Dünya'da gerek insan gerekse hayvan beslenmesinde ihtiyaç duyulan enerji ve proteinin önemli bir kısmı mısırdan karşılanmaktadır. Dünya nüfusunun hızla artması nedeniyle hayvansal ürünler aracılığıyla karşılanan protein gereksinimi

gittikçe artan oranlarda tahıllardan karşılanmak zorunda kalacaktır (Yağbasanlar 1990). Yüksek verim potansiyeli nedeni ile beslenme sorununa çözüm getirebilecek bitki ise mısırdır.

Verimi artırmada temel unsur çeşittir. Üzerinde genetik

araştırmaların ve ıslah çalışmalarının yoğun bir şekilde yapıldığı bitki olan mısırın ıslah programlarında üstün özelliklere sahip çeşitlerin geliştirilmesi en başta gelen amaçlardandır (Stangland ve ark. 1983; Turgut 2001a). Melez mısırdaki görülen verim artışı 'heterosis' denilen genotipik durumun bir sonucudur. Heterosis, iki anaç arasındaki melezlemeden elde edilen dölün, verim ve kalite karakterleri bakımından anaçlardan biri ya da her ikisinden üstün bulunma olayıdır (Kün 1997). ıslah çalışmalarında verim ve verim üzerine etkili olan faktörler ile bunların etki derecelerinin ve birbiriyle ilişkilerinin bilinmesi karakterlerin kalıtımında uyum yeteneklerinin ve genetik parametrelerin hesaplanması büyük önem taşımaktadır (Hallauer ve Miranda 1987). Bitki ıslahında diallel analiz metodu melez döl popülasyonlarının genetik yapılarını araştırmak, uygun ataları seçmek ve ebeveynlerin genel ve özel kombinasyon yeteneklerini saptamak amacı ile kullanılmaktadır (Demir ve ark. 1979).

Genel kombinasyon yeteneği bir ebeveynin diğeriyle olan melezlerinin ortalama değeri veya bu melezlerdeki üstünlüğü, özel kombinasyon yeteneği ise bir melezin değerinin diğer melezlerden olan farkıdır şeklinde tanımlanmaktadır (Matzinger ve ark. 1959; Sprague 1977). Genel ve özel kombinasyon uyuşmasının kantitatif genetik ve bitki ıslahı alanlarında önemli olduğunu ve genel kombinasyon yeteneğinin eklemeli etkiyi, özel kombinasyon yeteneğinin ise dominant etkiyi ifade ettiği bildirilmektedir (Falconer 1989).

Bu araştırmanın amaçları; 10 mısır saf hattı ve bunların yarım diallel melezlerinden oluşan popülasyonun genetik yapısını araştırmak, ataların genel uyum yetenekleri ile kombinasyonların özel uyum yeteneği etkilerini belirlemek ve melez gücü değerlerini bulmaktır. Çalışmada ayrıca incelenen verim ve kaliteye yönelik özellikler bakımından ileride yapılacak ıslah çalışmaları için uygun ata ve melez kombinasyonlarını belirlemek amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada Sakarya Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden sağlanan 10 adet (1. A-251, 2. A-681, 3. A-632 Ht, 4. A-639, 5. AS-D, 6. ADK-447, 7. ALKD-187, 8. N.193, 9. VA-22, 10. ND.405) mısır (*Zea mays indentata* Sturt.) saf hattı kullanılmıştır.

Araştırmanın tarla çalışmaları 2001-2002 yıllarında Eskişehir Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme tarlalarında yürütülmüştür. Deneme alanı toprağı, killi bünyeye sahip olup tuzluluk açısından düşük sınıfa girmektedir. Toprak pH'sı hafif alkali özellikte ve kireç (CaCO_3) içeriğı açısından zengin sınıfa girmektedir. Toprağın fosfor ve potasyum kapsamının yüksek düzeyde olduğu, organik madde kapsamının ise iyi sınıfa girdiğı belirlenmiştir (Anonim 2002a).

Denemelerin yapıldığı Eskişehir ili karasal iklim özelliğindedir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise soğuk geçmektedir. 2002 yılında, mısırın yetişme döneminde (Haziran – Eylül) aylık toplam yağış miktarı sırasıyla 14,8, 4,8, 11,9 ve 45,1 mm; aylık ortalama sıcaklık ise 18,7, 22,9, 20,7 ve 16,7 °C olmuştur (Anonim 2002b).

2.2. Yöntem

10 ata kendilenmiş hat ile 2001 yılında 10 x 10 yarım diallel (resiproksuz) melezleme yapılmıştır. Bu melezlemelerden 45

adet deneysel F_1 hibridi (tek melez) elde edilmiştir. Elde edilen 45 kombinasyona ait melez tohumlar, ikinci yılda 11.05.2002 tarihinde 10 ata ile birlikte 10,5 m²'lik parsellere 0,70 m sıra arası, 0,25 m sıra üzeri mesafesi ve 5 m uzunluğundaki parsellere dikdörtgen latis deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak ekilmiştir (Yurtsever 1982), Denemede mısır bitkisi için Eskişehir koşullarında önerilen tüm agronomik uygulamalar yerine getirilmiştir (Sefa 1977), Ekimden önce parsellere saf olarak 10 kg azot (N), 10 kg fosfor (P_2O_5) ve 10 kg potasyum (K_2O) olacak şekilde 15-15-15 gübresi uygulanmıştır. İkinci çapada (bitkiler 30-40 cm boylandığında) 8 kg saf azot (% 46 üre) verilmiştir, Denemede 4 defa sulama yapılmıştır, Denemenin hasadı 8-11/10/2002 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir,

Gelişme süresi boyunca, hasat öncesi ve sonrası dönemlerde her tekrarlama 15 F_1 bitkisinde çiçeklenme gün sayısı bitki boyu, koçanda tane sayısı, 1000 tane ağırlığı, tane verimi ve protein oranı bakımından ölçüm ve analizler yapılmıştır,

10 ata 45 melezden oluşan 55 genotipin verim öğelerine ilişkin parsel ortalama değerleri kullanılarak varyans analizi yapılmıştır (Turan 1995).

Diallel melezlerdeki genel ve özel uyuşma yetenekleri analizleri, p sayıdaki anaç ve bunların p (p-1)/2 sayıdaki melezlerini içeren Yöntem II, Model 1'e göre yapılmıştır (Griffing 1956). Genel ve özel uyum yeteneklerinin tahmini Aksel ve ark. (1982)'nin belirttiğı yönteme göre yapılmıştır. Bu etkilere ait önemliliklerin belirlenmesinde ise t testi kullanılmıştır (Yurtsever 1984). Heterosis değerleri ise, Heterosis (%) = $(F_1 - \text{Atalar Ortalaması}) / \text{Atalar Ortalaması} \times 100$ formülüne göre hesaplanmıştır. F testlerinde 0.05 ve 0.01 önemlilik seviyeleri, farklı grupların belirlenmesinde A.Ö.F. (0.05) testi kullanılmıştır.

3. Bulgular

Araştırmada incelenen özellikler bakımından varyans analizlerine ait sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde gözlenen tüm özellikler için genotipler arasında % 1 olasılık düzeyinde istatistiki farkın olduğu görülmektedir. Bu durum çalışmada ele alınan karakterler bakımından genetik analizlerin yapılabileceğı izlenimini vermiştir. Aynı çizelgeden tüm özelliklerin genel ve özel uyum yeteneği etkilerinin % 1 olasılık düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

3.1. Çiçeklenme gün sayısı

Genel olarak negatif yönde G.U.Y. (genel uyum yeteneği) etkisinin hakim olduğu bu öge bakımından 3 nolu (A-632 Ht) ata haricindeki tüm atalarda etkiler istatistiki olarak önemli değerlendirilmiştir. Çiçeklenme gün sayısı bakımından pozitif yönde önemli G.U.Y. etkisine sahip olan atalar sırasıyla 9, 6 ve 7 nolu (VA.22, ADK-447 ve ALKD-187) hatlardır. Etkileri negatif yönde önemli değere sahip atalar ise sırası ile 10, 1, 4, 5, 8, 2 şeklinde olup, ortalama değerler bakımından da aynı sıralamayı takip etmişlerdir (Çizelge 2).

Ö.U.Y. (özel uyum yeteneği) etkileri bakımından yapılan değerlendirmede 14 kombinasyon istatistiki bakımdan önemlilik göstermiştir. Atalara ait G.U.Y. etkilerinde olduğu gibi Ö.U.Y. etkileri de genel olarak melez popülasyonda negatif yani özelliğı azaltıcı etkiye sahiptir. Çiçeklenme gün sayısı bakımından en yüksek genel uyum yeteneği etkisine sahip (6 ve 9) atalara ait melez özel uyum yeteneği etkisi bakımından ilk sırada yer almıştır. Bu etki bakımından 6x9 kombinasyonunu

Çizelge 1. 10X10 yarım diallel melez mısır populasyonu ve ataların yer aldığı denemede gözlenen özelliklere ait varyans analizi sonuçları (K.O.).

Varyasyon Kaynağı	S. D.	Çiçeklenme Gün Sayısı	Bitki Boyu	Koçanda Tane Sayısı	1000 Tane Ağırlığı	Tane Verimi	Protein Oranı
Bloklar	2	6,6	991,3	831,3	1285,6	2562,4	1,8
Genotipler	54	50,1**	1378,2**	36304,3**	4596,2**	181329,9**	2,8**
Genel Uyum Yeteneği (G.U.Y.)	9	232,5**	1613,6**	62610,1**	13497,0**	95503,7**	8,6**
Özel Uyum Yeteneği (Ö.U.Y.)	45	13,6**	1331,1**	31043,1**	2816,1**	198495,1**	1,7**
Hata	108	2,0	138,0	645,5	275,0	3087,3	0,5
S ² (G.U.Y.)	-	17,09	1,21	2,02	4,79	0,48	5,2
S ² (Ö.U.Y.)	-						

İstatistiki olarak; *: % 5 ve **: % 1 anlamlılık düzeyinde önemlidir.

1x5 ve 1x3 melezleri takip etmiştir (Çizelge 3).

Çiçeklenme gün sayısı bakımından genel uyum yeteneği varyansı, özel uyum yeteneği varyansından yüksek bulunmuştur (Çizelge 1).

3.2.Bitki boyu

Diallel melezlemeye giren atalara ait bitki boyu özelliği bakımından ortalama değerler ve G.U.Y. etkileri Çizelge 2'de görülmektedir. 3, 5, 7 nolu atalar dışındaki tüm atalar bu etki bakımından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bitki boyunu artırıcı yönde yüksek ve önemli G.U.Y. etkisine sahip olan atalar sırası ile 8, 2, 9, 6 nolu (N,193 A-681, VA.22, ADK-447) atalardır. Ortalama değerler incelendiğinde bu atalardan sadece 9 nolu hattın tüm atalara ait ortalama değerinde bitki boyuna sahip olduğu belirlenmiştir. Düşük G.U.Y. etkisine sahip olan hatlar ise sırasıyla 10, 4, 1, 5 ve 3 nolu (ND.405, A-639, A-251, AS-D, A-632 Ht) atalardır .

45 melez kombinasyonu içeren populasyona ait ortalama değerler ve Ö.U.Y. etkileri Çizelge 3.'de verilmiştir. Bitki boyu bakımından 10 kombinasyonun istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Populasyonda diğer melezlere göre pozitif yönde ve yüksek Ö.U.Y. etkisine sahip kombinasyonlar 1 x 3, 6 x 9, 5 x 7, 2 x 9 ve 4 x 9'dur. Bu etki bakımından ilk sırada yer alan 1 x 3 kombinasyonunun atalarının negatif genel uyum yeteneği etkisine sahip olduğu görülmektedir. 2 x 5, 4 x 5 ve 1 x 8 melezleri istatistiki olarak önemli olmamakla beraber bitki boyu karakteri bakımından diğer melezlere göre düşük Ö.U.Y. etkisi gösteren kombinasyonlardır.

Çizelge 1. incelendiğinde bitki boyu bakımından genel uyum yeteneği varyansının özel uyum yeteneği varyansından yüksek olduğu görülmektedir.

3.3. Koçanda tane sayısı

Çizelge 2'nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi bu verim ögesi bakımından 1, 3, 6 nolu ataların dışındaki hatların G.U.Y. etkileri istatistiki olarak önemlidir. Bununla birlikte pozitif yönde yüksek etki değerine sahip olan atalar 8, 7, 2, 9'dur (N.193, ALKD-187, A-681, VA.22). Çalışmada ele alınan karakterlerde genellikle negatif etki değerine sahip 10 nolu hat bu özellik bakımından da yine negatif olarak en düşük etkiye sahip olmuştur. Bu atayı sırasıyla 4, 5, 6 ve 1 nolu hatlar takip etmiştir.

Melez populasyonda Ö.U.Y. etkisi bakımından 29 melez istatistiki olarak önemlidir. En yüksek ve istatistiki bakımdan önemli etkiye sahip değerlerin belirlendiği bu karakterde 9 x 10 ve 1 x 3 kombinasyonları diğer melezlere göre daha yüksek etkiye sahip olmuşlardır (Çizelge 3).

Bu özellik bakımından genel uyum yeteneği varyansının özel uyum yeteneği varyansından yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 1).

3.4. 1000 Tane ağırlığı

1000 tane ağırlığı bakımından 4 nolu ata dışındaki hatların G.U.Y. etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Öte yandan bu etki bakımından 5, 6, 10, ve 2 nolu (AS-D, ADK-447, ND.405, A-681) ataların da pozitif yönde önemli olduğu saptanmıştır. Bu hatlar atalara ait ortalama değerlerin üzerinde 1000 tane ağırlığına sahip olmuştur. Çalışmada, 1, 3, 7, 8 ve 9 nolu ataların 1000 tane ağırlığını azaltıcı yönde G.U.Y etkisine sahip olduğu ve ortalamanın altında 1000 tane ağırlığı değerleri verdikleri belirlenmiştir (Çizelge 2). Melez kombinasyonlara ait Ö.U.Y. etkileri incelendiğinde 23 melezin istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir. Pozitif yönde ve yüksek Ö.U.Y. etkisine sahip kombinasyonlar 6 x 10, 3 x 9, 9 x 10, 4 x 5, 4 x 7, 6 x 7 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, 2 x 6 ve 5 x 9 kombinasyonlarının negatif ve istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 1 incelendiğinde bin tane ağırlığı bakımından genel uyum yeteneği varyansının özel uyum yeteneği varyansından yüksek olduğu bulunmuştur.

3.5. Tane verimi

Bu verim ögesi bakımından atalara ait genel uyum yeteneği etkileri incelendiğinde 5 ve 6 nolu ataların pozitif; 1, 4, 7 ve 10 nolu ataların ise negatif önemli uyum yeteneği etkisine sahip olduğu bulunmuştur. Verimi artırıcı yönde etkiye sahip 5 ve 6 nolu atalar 1000 tane ağırlığı bakımından da pozitif G.U.Y göstermişlerdir. Negatif etkiye sahip atalardan 4 ve 10 nolu atalar koçanda tane sayısı özelliğinde, 7 nolu ata 1000 tane ağırlığı, 1 nolu ata ise her iki karakterde negatif etkiye sahip olmuşlardır (Çizelge 2).

Çizelge 3'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi pozitif ve istatistiki bakımdan en fazla Ö.U.Y etkisinin belirlendiği karakter olan tane verimi bakımından, diğer kombinasyonlara göre en yüksek etki değerine sahip melezlerin 9 x 10, 1 x 6, 1 x 2, 6 x 8, 4 x 9 olduğu belirlenmiştir. Bu kombinasyonlar ortalama değer ve standart çeşide göre yüksek değere sahip olmuşlardır. 9 x 10 kombinasyonu hem 1000 tane ağırlığı hem de koçanda tane sayısı bakımından özelliği artırıcı yönde pozitif ve yüksek özel uyum yeteneği etkisine sahiptir. Benzer durum 1 x 6 kombinasyonunda da görülmektedir. 1 x 2 ise koçanda tane sayısı, 6 x 8 kombinasyonu ise 1000 tane ağırlığı bakımından yüksek özel uyum yeteneği etkisine sahip melezlerdir. 9 x 10 kombinasyonu koçanda tane sayısı özelliğinde olduğu gibi tane veriminde de en yüksek Ö.U.Y. etkisine sahip melez olmuştur.

Çizelge 2. At dişi mısır hatlarında çiçeklenme gün sayısı, bitki boyu, koçanda tane sayısı, 1000 tane ağırlığı, tane verimi ve protein oranına ilişkin ortalama değerler ile genel uyum yeteneği (gi) etkileri.

Atalar	Çiçeklenme Gün Sayısı (gün)		Bitki Boyu (cm)		Koçanda Tane Sayısı (adet)		1000 Tane Ağırlığı (g)		Tane Verimi (kg da ⁻¹)		Protein Oranı (%)	
	\bar{X}	gi	\bar{X}	gi	\bar{X}	gi	\bar{X}	gi	\bar{X}	gi	\bar{X}	gi
(1) A-251	66,0 p ^(z)	-1,9** ^(y)	184,0 rs	-3,9*	327,2 z	-2,9	247,8 z-/	-11,1**	408,2 Λ	-44,4**	11,5 b-g	0,3**
(2) A-681	72,0 e-h	-0,6*	217,2 l-o	7,8**	498,7 w	24,0**	348,3 d-i	6,6*	670,3 z	15,5	10,8 d-m	-0,3**
(3) A-632 Ht	71,7 f-i	-0,2	188,2 o-r	-2,5	417,0 y	-0,2	262,9 yz	-8,1**	643,8 z[2,5	12,0 b	0,6**
(4) A-639	67,7 n-p	-1,8**	196,8 q-r	-4,5*	463,2 w-x	-37,3**	261,1 y-[0,8	579,4 [\	-60,2**	10,9 d-l	0,2*
(5) AS-D	67,0 o-p	-1,7**	194,0 q-r	-3,5	411,6 y	-34,1**	368,4 b-e	36,5**	913,1 y	99,7**	10,8 d-n	-0,2*
(6) ADK-447	84,7 a	4,0**	201,8 o-r	4,6*	461,8 q-x	-4,2	301,6 q-x	18,4**	626,7 z[\	60,5**	9,5 p-s	-0,4**
(7) ALKD-187	76,0 b	0,8**	198,1 pr	-1,3	560,9 u-v	40,9**	236,1 [-/	-17,9**	555,4 [\	-29,5**	9,8 k-p	-0,4**
(8) N,193	71,7 f-i	-0,7**	205,9 n-q	8,0**	602,9 p-t	74,1**	209,1]	-30,9**	618,5 z[\	11,4	10,0 i-p	-0,8**
(9) VA,22	86,0 a	4,8**	187,3 q-r	7,4**	430,1 xy	11,7**	229,5]	-6,6*	552,6 [\	3,0	13,2 a	0,5**
(10) ND,405	66,0 j-o	-2,8**	167,4 s	-12,1**	430,1 z	-72,0**	285,5 u-y	12,3**	465,5] Λ	-58,4**	13,6 a	0,5**
Ortalama	72,8	-	194,1	-	460,4	-	275,1	-	603,4	-	11,2	-
SH (gi)	-	0,2	-	1,9	-	4,0	-	2,6	-	8,8	-	0,1

^z: Her sütunda farklı harfler % 5 önem düzeyinde A.Ö.F. testine göre farklı olan değerleri göstermektedir ve karşılaştırmalar Çizelge 3'de sunulan melez ortalamalarını da içerecek şekilde yapılmıştır.

^y: İstatistik olarak; *: % 5 ve **: % 1 olasılık düzeyinde önemlidir.

Çizelge 3. At dışı mısır kombinasyonlarında çiçeklenme gün sayısı, bitki boyu, koçanda tane sayısı, 1000 tane ağırlığı, tane verimi ve protein oranına ilişkin ortalama değerler ile özel uyum yeteneği (sij) etkileri.

Melezler	Çiçeklenme Gün Sayısı (gün)		Bitki Boyu (cm)		Koçanda Tane Sayısı (adet)		1000 Tane Ağırlığı (g)		Tane Verimi (kg/da)		Protein Oranı (%)	
	\bar{X}	sij	\bar{X}	sij	\bar{X}	sij	\bar{X}	sij	\bar{X}	sij	\bar{X}	sij
1X2	68,3 l-o ^(z)	-0,3	246,5 b-g	10,8	721,5 d-g	81,1**	318,5 j-r	16,7	1272,2 c-h	235,1**	10,9 c-k	0,35
1X3	71,0 f-j	2,0*(y)	251,7 a-e	26,3**	731,0 c-f	114,8**	318,6 j-r	25,5**	1145,0 i-s	121,0**	11,4 b-g	-0,08
1X4	68,3 l-o	0,9	228,8 g-m	5,4	637,2 m-p	58,1**	316,4 m-t	14,4	1062,0 r-w	100,5**	10,5 g-p	-0,57
1X5	69,7 i-n	2,2**	230,3 f-m	6,0	591,9 q-u	9,8	342,3 e-m	4,5	1160,0 k-q	38,0	10,5 g-p	-0,14
1X6	71,7 f-i	-1,5*	240,7 c-j	8,2	690,8 f-j	78,9**	352,2 c-h	32,6**	1367,0 ab	285,0**	10,7 e-n	0,29
1X7	71,0 f-j	1,0	235,3 e-m	8,8	692,7 f-j	35,4*	316,8 l-t	33,5**	983,0 w-y	-9,4	10,2 h-p	-0,28
1X8	67,0 o-p	-1,5	231,0 f-m	-4,9	753,7 b-d	63,2**	277,7 x-y	7,3	1100,0 p-u	66,8*	10,2 h-p	0,07
1X9	74,3 b-d	0,3	244,2 b-h	8,9	662,5 j-n	34,6*	323,6 i-q	29,0**	1191,0 g-o	166,6**	11,8 b-d	0,44
1X10	66,0 e-h	-0,5	226,2 h-m	10,4	641,8 l-p	97,3**	311,3 o-u	-2,2	1101,0 p-u	138,0**	10,8 d-m	-0,60
2X3	70,7 g-k	0,3	241,0 c-j	3,9	694,3 f-j	51,2**	307,2 p-v	-3,6	1231,0 e-l	146,3**	11,1 b-i	0,26
2X4	70,0 h-m	1,2	240,8 c-j	5,7	581,0 s-v	-25,1	339,2 f-n	19,4*	984,2 w-y	-37,0	9,8 l-p	-0,63
2X5	68,7 k-o	-0,2	224,2 i-n	-11,9	593,9 q-u	-15,2	370,8 b-d	15,3	1206,0 e-o	24,4	10,1 h-p	0,14
2X6	73,0 c-f	-1,6*	245,7 b-g	1,5	661,3 j-n	22,2	314,8 n-t	-2,5**	1162,0 j-q	20,1	9,5 o-r	-0,25
2X7	70,3 g-l	-1,0	243,2 b-h	5,0	768,0 b-c	83,8**	295,0 r-x	-6,0	1243,0 e-k	190,3**	9,8 k-p	0,02
2X8	69,0 j-o	-0,9	259,3 a-c	11,7	787,2 ab	69,9**	291,4 t-x	3,3	1292,0 a-e	199,7**	8,4 s	-1,04**
2X9	74,0 b-e	-1,4	266,1 a	19,2**	741,8 c-e	86,7**	315,3 n-t	2,9	1042,0 t-w	-43,2	10,3 h-p	-0,48
2X10	67,7 n-p	-0,2	229,7 g-m	2,3	554,5 u-v	-16,9	342,7 e-l	11,5	1145,0 i-s	121,2**	10,5 g-p	-0,25
3X4	70,0 h-m	0,8	233,7 e-m	8,9	584,3 r-v	2,5	317,8 k-s	12,8	1003,0 v-z	-5,6	11,7 b-e	0,37
3X5	68,7 k-o	-0,6	229,2 g-m	3,4	627,1 n-q	42,0**	361,6 c-f	20,8*	1335,0 a-d	166,3**	10,6 e-o	-0,31
3X6	72,3 d-g	-2,7**	236,5 e-k	2,6	647,3 k-o	32,5*	326,5 h-q	3,9	1195,0 g-o	65,8*	10,6 e-o	-0,09
3X7	73,0 c-f	1,2	230,2 g-m	2,2	735,9 c-e	76,0**	282,3 v-y	-4,1	1149,0 i-r	109,4**	10,1 h-p	-0,57
3X8	71,7 f-i	1,4	251,7 a-e	14,4*	703,8 e-i	10,8	302,9 q-x	29,3**	1135,0 m-s	54,6	10,5 f-p	0,15
3X9	72,0 e-h	-3,8**	244,2 b-h	7,5	689,4 g-j	58,6**	343,9 e-k	46,2**	1249,0 d-j	177,4**	11,1 b-h	-0,61
3X10	68,0 m-p	-0,2	225,2 h-m	8,0	562,6 t-v	15,6	334,5 g-o	18,0*	1032,0 u-x	22,2	12,0 bc	0,30
4X5	68,0 m-p	0,3	216,3 m-p	-7,5	607,4 o-s	59,5**	389,5 ab	39,8**	1203,0 f-o	96,9**	10,9 d-k	0,4
4X6	71,0 f-j	-2,4**	233,3 e-m	1,4	607,2 o-s	29,5*	344,3 e-j	12,7	1193,0 g-o	126,7**	9,9 j-p	-0,4
4X7	70,3 g-l	0,2	233,7 e-m	7,7	622,6 n-r	-0,3	332,3 g-p	37,0**	1124,0 o-t	147,1**	11,0 b-i	0,7*
4X8	68,3 l-o	-0,4	242,5 c-j	7,2	670,1 i-m	13,9	292,0 s-x	9,7	1121,0 o-u	103,7**	10,4 g-p	0,4
4X9	73,0 c-f	-1,2	251,7 a-e	17,0**	638,1 m-p	44,3**	333,8 g-o	27,2**	1215,0 e-n	205,5**	11,6 b-f	0,4
4X10	67,3 o-p	0,7	221,3 k-n	6,2	490,8 w	-19,3	340,9 f-n	15,4	945,9 xy	-1,7	10,8 d-n	-0,5
5X6	74,0 b-e	0,5	243,2 b-j	10,3	627,4 n-q	46,4**	375,5 a-c	8,3	1292,1 a-f	65,3*	10,5 f-p	0,6
5X7	70,7 g-k	0,4	247,0 b-g	20,0**	679,8 h-l	53,6**	352,5 c-h	21,5**	1263,0 d-i	126,0**	9,6 o-r	-0,3
5X8	69,0 j-o	0,3	250,8 a-e	14,5*	672,7 h-m	13,4	332,9 g-p	14,9	1281,0 b-g	103,1**	8,6 rs	-1,0**
5X9	72,3 d-g	-2,0*	249,2 a-f	13,6*	628,3 n-q	31,5*	323,4 i-o	-19,0*	1203,0 f-q	33,9	11,1 b-h	0,3
5X10	67,3 o-p	0,6	228,2 g-m	12,0	550,9 v	37,9**	371,5 b-d	10,3	1161,0 j-q	53,6	9,9 j-p	-1,0**
6X7	73,0 c-f	-2,9**	243,0 b-i	7,9	643,2 l-p	-12,7	349,5 c-i	36,7**	1189,0 h-p	92,0**	9,7 n-r	-0,1
6X8	72,3 d-g	-2,1**	255,7 a-d	11,2	710,2 e-i	21,2	320,1 j-r	20,3*	1359,0 a-c	221,0**	10,9 c-j	1,5**
6X9	84,0 a	4,0**	267,0 a	23,3**	686,4 g-k	59,6**	353,5 c-g	29,4**	1221,0 e-m	91,4**	9,6 o-r	-1,1**
6X10	70,0 h-m	-2,4**	236,2 e-l	11,9	563,9 t-v	21,0	398,9 a	55,9**	1225,0 e-l	156,7**	10,5 g-p	-0,2
7X8	69,7 i-n	-1,5*	240,8 c-j	2,4	811,0 a	76,7**	279,4 w-y	15,9	1173,0 i-q	125,1**	8,6 q-s	-0,7
7X9	72,0 e-h	-4,7**	240,5 c-j	2,7	591,1 q-v	-80,9**	319,0 j-r	31,1**	1056,0 -w	16,7	10,8 d-n	0,1
7X10	68,7 k-o	0,8	223,5 j-n	5,2	637,4 m-p	49,2**	304,2 q-w	-2,5	1088,0 q-v	108,5**	11,4 b-g	0,8*
8X9	74,7 b-c	-0,6	261,8 ab	14,7*	741,3 c-e	36,3**	305,1 q-w	30,2**	1127,0 n-t	46,3	9,9 j-p	-0,4
8X10	69,0 j-o	1,3	240,3 c-k	12,7*	645,9 k-o	24,7	327,8 g-q	34,1**	1043,0 t-w	23,7	9,4 p-s	-0,9*
9X10	72,3 d-g	-0,9	238,3 d-k	11,4	713,3 d-h	154,4**	362,9 c-f	44,9**	1377,0 a	365,8**	10,0 i-p	-1,7*
ORTALAMA	70,7	-	240,0	-	657,7	-	329,6	-	1169,8	-	10,4	-
SH (sij)	-	0,8	-	6,3	-	13,5	-	8,8	-	29,5	-	0,4

^z: Her sütunda farklı harfler % 5 önem düzeyinde A.Ö.F. testine göre farklı olan değerleri göstermektedir ve karşılaştırmalar Çizelge 2' de sunulan ata ortalamalarını da içerecek şekilde yapılmıştır.

^y: İstatistik olarak; *: % 5 ve **: % 1 olasılık düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4. Mısır kombinasyonlarında incelenen özelliklere ilişkin heterosis değerleri ve ortalamalar.

Kombinasyonlar	Çiçeklenme Gün Sayısı	Bitki Boyu	Koçanda Tane Sayısı	1000 Tane Ağırlığı	Tane Verimi	Protein Oranı
1x2	-0,97	22,9*	74,7**	6,87	135,9**	-2,3**
1x3	3,15**	35,2**	96,5**	24,78	117,7**	-3,1**
1x4	2,24*	20,2*	61,2**	24,36	115,1**	-6,0**
1x5	4,76**	21,7*	60,3**	11,09	75,5**	-5,5**
1x6	-4,87**	24,5*	75,1**	28,20*	164,3**	2,3**
1x7	0	23,2*	56,0**	30,94*	104,0**	-4,5**
1x8	-2,66*	18,5	62,1**	21,54	114,3**	-4,9**
1x9	-2,19	31,5**	74,9**	35,61**	148,0**	-3,7**
1x10	0	28,7**	106,9**	16,76	152,0**	-13,8**
2x3	-1,62	18,9	51,6**	0,51	87,3**	-3,1**
2x4	0,24	16,3	20,8	11,31	57,5**	-9,9**
2x5	-1,20	8,9	30,5	3,47	52,3**	-6,1**
2x6	-6,81**	17,3	37,7	-3,13	79,2**	-5,9**
2x7	-4,95**	17,1	44,9*	0,96	102,7**	-4,9**
2x8	-3,94**	22,6*	42,9*	4,54	100,6**	-18,9**
2x9	-6,33**	31,6**	59,7**	9,14	70,3**	-14,3**
2x10	-1,93	19,4*	40,0	8,14	101,5**	-14,1**
3x4	0,48	21,4*	32,8	21,30	63,9**	2,3**
3x5	-0,96	19,7*	51,4*	14,55	71,5**	-6,9**
3x6	-7,46**	21,3*	47,3*	15,68	88,1**	-1,1*
3x7	-1,13	19,2*	50,5*	13,12	91,6**	-7,2**
3x8	0	27,7**	38,0	28,34*	79,8**	-4,1**
3x9	-8,67**	30,1**	62,8**	39,66**	108,8**	-12,1**
3x10	-1,21	26,6**	58,4**	21,98	86,1**	-6,6**
4x5	0,99	10,6	38,9	23,73	61,2**	0,5
4x6	-6,78**	17,1	31,3	22,35	97,9**	-2,4**
4x7	-2,09	18,3	21,6	33,64*	98,0**	6,8**
4x8	-1,91	20,4*	25,7	24,18	87,2**	0,1
4x9	-4,99**	31,0**	42,9*	36,06**	114,6**	-3,0**
4x10	0,75	21,5*	29,7	24,72	81,0**	-12,0**
5x6	-2,42*	22,7*	43,7*	12,08	67,8**	4,1**
5x7	-1,17	25,8**	39,8	16,61	71,9**	-6,7**
5x8	-0,48	25,3**	32,6	15,29	67,2**	-17,0**
5x9	-5,45**	30,5**	49,3*	8,16	64,1**	-7,1**
5x10	1,25	26,1**	56,3**	13,62	68,4**	-18,9**
6x7	-9,13**	21,5*	25,8	29,98*	101,2**	0,4
6x8	-7,46**	25,4**	33,4	25,34	118,3**	12,3**
6x9	-1,56	37,2**	53,9*	33,12*	107,1**	-15,0**
6x10	-7,08**	27,9**	49,3*	35,88**	124,3**	-8,9**
7x8	-5,64**	19,2*	39,4	25,51	99,9**	-12,5**
7x9	-11,11**	24,8*	19,3	37,02**	90,7**	-6,3**
7x10	-3,29**	22,3*	49,2*	16,64	113,1**	-2,5**
8x9	-5,29**	33,2**	43,5*	39,11**	92,5**	-14,2**
8x10	0,24	28,7**	44,1*	32,57**	92,4**	-19,9**
9x10	-4,82**	34,4**	97,2**	40,95**	170,4**	-25,6**
Ortalama (%)	-2,7	23,8	49,0	20,8	96,8	6,7

İstatistik olarak; *: % 5 ve **: % 1 olasılık düzeyinde önemlidir.

Tane verimi özelliği bakımından özel uyum yeteneği varyansının genel uyum yeteneği varyansından yüksek olduğu bulunmuştur (Çizelge 1).

3.6. Protein oranı

Bu özelliğe ait genel uyum yeteneği etkileri incelendiğinde 1, 3, 4, 9 ve 10 nolu ataların G.U.Y. etkilerinin pozitif ve istatistik olarak önemli olduğu görülmekte olup, 4 nolu hat hariç atalara ait ortalama protein oranının üzerinde değer almışlardır. Diğer taraftan 2, 6, 7 ve 8 nolu atalar bu özellik bakımından düşük değer almış olup, G.U.Y. etkileri negatif yönde önemlidir (Çizelge 2).

Protein oranı bakımından Ö.U.Y. etkileri incelendiğinde sadece 16 kombinasyonun istatistik olarak öneme sahip olduğu görülmektedir. Bu özellik bakımından kombinasyonlarda Ö.U.Y. etki değerleri genel olarak negatif değer almışlardır (Çizelge 3). En düşük Ö.U.Y etkisine sahip melezlerden 9 x 10

melezi, tane verimi bakımından en yüksek Ö.U.Y etkisine sahip kombinasyondur. 6 x 8 melezi protein oranı bakımından en yüksek Ö.U.Y etkisine sahip melezlerden biri olup, tane verimi bakımından da önemli etkiye sahip melezdir.

Bu özellik bakımından genel uyum yeteneği varyansının özel uyum yeteneği varyansından yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 1).

3.7. Heterosis ile ilgili bulgular

Yürütülen çalışmada, atalara ve melez kombinasyonlara ait ortalama çiçeklenme gün sayısı değeri sırası ile 72,8 ve 70,7 gün, bitki boyu 194,1 cm ve 240 cm, koçanda tane sayısı 460,4 adet ve 657,7 adet, 1000 tane ağırlığı 275,1 g ve 329,6 g, tane verimi 603,4 kg/da ve 1169,8 kg/da, protein oranı % 11,2 ve %10,4 olarak bulunmuştur (Çizelge 2, Çizelge 3).

Araştırmada incelenen özellikler için heterosis oranları Çizelge 4'de verilmiştir. Heterosis oranları çiçeklenme gün

sayısında % -11,11 ile % 4,76, bitki boyunda % 8,9 ile % 37,2, koçanda tane sayısında % 19,3 ile % 106,9, 1000 tane ağırlığında % -3,13 ile % 40,95, tane veriminde % 52,3 ile % 170,4 ve protein oranında ise % -25,6 ile % 12,3 arasında değişim göstermiştir. Bu özelliklerin ortalama heterosis değerleri sırasıyla % -2,7, % 23,8, % 49, % 20,8, % 96,8 ve % -6,7'dir.

4. Tartışma ve Sonuç

Melez mısır ıslah çalışmalarında genel uyum yeteneği etkilerinin eklemeli, özel uyum yeteneği etkilerinin ise dominant gen etkilerine dayanmaktadır (Falconer 1989; Nevado ve Cross 1990). Buna göre çalışmada tane verimi dışındaki tüm karakterlerde eklemeli gen etkisinin hakim olduğu söylenebilir.

Araştırmada incelenen çiçeklenme gün sayısı ve bitki boyu karakterleri bakımından elde edilen bulgular Vasal ve ark. (1993), Altınbaş (1995), Kara (2001) ve Dede ve ark. (2001)'in yürüttükleri araştırmalar sonuçları ile uyum içerisinde olup, bitki boyu bakımından (Nevado ve Cross 1990; Konak ve ark. 1999), çiçeklenme gün sayısı bakımından ise özel uyum yeteneği etkisini genel uyum yeteneği etkisinden büyük bulan Burham Larrish ve Brewbaker (1999) ile Turgut (2001b, 2003)'un çalışmaları ile zıtlık halindedir.

Araştırmamızda koçanda tane sayısı ve 1000 tane ağırlığı bakımından genel uyum yeteneği varyansının, özel uyum yeteneği varyansından yüksek olması Ünay ve ark. (1999), Turgut (2001b), Dede ve ark. (2001) ve Kara (2001)'nin yürüttükleri araştırma sonuçları ile paraleldir. Bununla birlikte, Vidal Martinez ve ark. (2001)'nin mısır kuşağı ve egzotik melezler ile oluşturdukları iki farklı popülasyonda koçanda tane sayısı bakımından hem eklemeli hem de dominant etkinin hakim olduğunu, ancak mısır kuşağı melezlerinin yer aldığı popülasyonda dominant gen etkilerinin büyüklüğünün daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Tane verimi bakımından genel uyum yeteneği varyansının, özel uyum yeteneği varyansından düşük olması bu özellik bakımından popülasyonda dominant gen etkisinin hakim olduğunu göstermektedir (Çizelge 1). Bulgularımız, Nevado ve Cross (1990), Konak ve ark. (1999), Ünay ve ark. (1999), Sürmeli (2000), Dede ve ark. (2001), Kara (2001) ve Turgut (2003)'un l'den küçük olarak belirledikleri GUY/ÖUY oranına ait sonuçlar ile uyumludur. Tane verimi için eklemeli gen etkilerinin önemli olduğunu belirleyen Zambezi ve ark. (1986), Vasal ve ark. (1992, 1993), Fan ve ark. (2001)'in çalışma sonuçları ile zıtlık göstermektedir. Eyherabide ve Hallauer (1991), 2 sentetik mısır popülasyonundan birinde tane verimi üzerine eklemeli, diğer popülasyonda ise dominant genlerin hakim olduğunu bulmuştur. 45 kombinasyon ile 3 farklı ekolojide çalışmalarını yürüten Kim ve Ajala (1996) bu özellik bakımından tüm lokasyonlarda genel uyum yeteneği etkilerini önemli bulurken, özel uyum yeteneği etkisi sadece 1 lokasyonda önemli bulunmuştur. Bu araştırma sonuçları, elde ettiğimiz bulgular ile kısmen paralellik içerisinde olup bir karakteri idare eden genlerin hakimiyeti üzerinde çalışan genetik materyal farklılığı ve genotiplerin yetiştiği çevre koşullarına verdiği reaksiyona göre değiştiğini ortaya koymaktadır.

Pixley ve Bjarnason (1993), protein oranı bakımından üstün 3 popülasyon ile yürüttükleri çalışmada G.U.Y etkilerini önemli bulmuşlardır.

Araştırmada heterosis ile ilgili sonuçlar değerlendirildiğinde incelenen özelliklerde çiçeklenme gün sayısı ve protein oranı

bakımından genel olarak negatif melez gücü değerinin hakim olduğu görülmüştür. Ülger ve Becker (1999) yürüttükleri çalışmada her iki karakter içinde benzer etkileri belirlemiştir. Çalışmada bu iki özellik dışındaki karakterlerde genel olarak pozitif heterosis değeri hakim olmuştur. Tane verimi bakımından en yüksek heterosis değerinin saptandığı çalışmada, 9 x 10 melezine ait heterosis değeri % 170,4 olarak belirlenmiştir. Bu kombinasyonu oluşturan ataların verimleri 10 ata içerisinde verim bakımından düşük değer alan atalar olup bu sonuç Lamkey ve Hallauer (1986)'nın yürüttüğü çalışma sonuçları ile zıtlık halindedir. Moll ve ark. (1962) heterosisin ortaya çıkış nedenlerini araştırdıkları çalışmalarında melez kombinasyonu oluşturan atalar arasında genetik farklılık arttıkça heterosis değerinin arttığını ortaya koymuşlardır. Araştırmada, toplam 45 kombinasyonun tamamı heterosis değeri bakımından pozitif ve % 1 düzeyinde önemli melez gücü göstermişlerdir. Bu özellik bakımından heterosis dağılımı % 52,3 ile % 170,4, ortalama heterosis ise % 96,8 olarak belirlenmiştir. En yüksek heterosis değerini üzerinde çalıştığı karakterler içerisinde tane veriminde bulan Konak ve ark. (1999) % 235,2, Smith ve ark. (2000) % 89,5, Turgut (2003) ise % 120,1 olarak belirlemişlerdir. Dede ve ark. (2001)'nin yürüttükleri çalışmada heterosis ve heterobeltiosis oranları % 175,3 ve % 153,9 olarak bulunmuştur. Benzer çalışmalarda en yüksek heterosis oranı Ünay ve ark. (1999) tarafından % 294,5, Kara (2001) tarafından ise % 194,3 olarak bulunmuştur.

Araştırma sonucuna göre, en yüksek özel uyum yeteneği etkisi tane veriminde, VA-22 x ND-405 kombinasyonunda belirlenmiştir. Bu kombinasyonun koçanda tane sayısı, 1000 tane ağırlığı bakımından da yüksek ve önemli etki değeri gösterdiği bulunmuştur. Melez kombinasyonlara ait en düşük heterosis oranı % -25,6 değeri ile protein oranında bulunmuştur. VA-22 x ND-405 tane veriminde % 170,4 heterosis ile en yüksek değer alan melez olarak belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Aksel R, Kırçalıoğlu A, Korkut Z (1982) Kantitatif genetiğe giriş ve diallel analizler. Ege Bölgesi Ziraat Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın No: 20, İzmir.
- Altınbaş M (1995) Melez mısırdan dane veriminin ve kimi bitki özellikleri bakımından heterosis ve kombinasyon yeteneği. Anadolu 5: 35-51.
- Anonim (2002a) Eskişehir İli İklim Verileri. Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. (Yayınlanmamış Kayıtlar), Eskişehir.
- Anonim (2002b) Toprak Analizleri Sonuçları. Köy Hizmetleri Eskişehir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Laboratuvarı (Yayınlanmamış Kayıtlar), Eskişehir.
- Burham Larish, LL, Brewbaker JL (1999) Diallel analysis of temperate and tropical popcorns. Maydica 44: 279-284.
- Dede Ö, Kara Ş M, Dede Ş (2001) Bir diallel melez mısır popülasyonunda verim ve verim unsurlarına ilişkin heterosis ve uyum yetenekleri analizi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 7: 41-46.
- Demir İ, Aydem N, Korkut KZ (1979) Kombinasyon ıslahında ebeveyn seçimi. Bitki Islahı Simpozyumu, İzmir, s. 20-30.
- Eyherabide GH, Hallauer AR (1991) Reciprocal full-sib recurrent selection maize II contributions of additive dominance and genetic drift effect. Crop Science 31: 1442-1447.
- Fan XM, Tan J, Huang BH (2001) Analyses of combining ability and heterotic groups of yellow grain quality protein maize inbreds. Hereditas 23: 547-552.

- Falconer DS (1989) Introduction Quantitative Genetics. Third Edition Longman, London.
- Griffing B (1956) Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Australian Journal of Biological Science 9: 463-493.
- Hallauer AR, Miranda JB (1987) Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Kara MŞ (2001) Mısır kendilenmiş hatlarında verim ve verim öğelerinin değerlendirilmesi. I. heterosis ve uyum yeteneklerinin line x tester analizi. Turkish Journal of Agriculture Forestry 25: 383-391.
- Kim S K, Ajala S O (1996) Combining ability of tropical maize germplasm in West Africa. II. Tropical temperate x tropical origins. Maydica 41: 135-141.
- Konak C, Ünay A, Serter E, Başal H (1999) Estimation of combining ability effects heterosis and heterobeltiosis by line tester method in maize. The Turkish Journal of Field Crops 15: 1-9.
- Kün E (1997) Tahıllar II. Sıcak İklim Tahılları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1452, Ankara.
- Lamkey KR, Hallauer AR (1986) Performance of high x high, high x low and low x low crosses of lines from the bss maize synthetic. Crop Science 26: 1114-1118.
- Matzinger DF, Sprague G F, Cockerham CC (1959) Diallel crosses of maize in experiments repeated over locations and years. Agronomy Journal 51: 346-349.
- Moll R, Salhuana KS, Robinson HF (1962) A heterosis and genetic diversity in variety crosses of maize. Crop Science 2: 197-198.
- Nevado ME, Cross HZ (1990) Diallel analysis of relative growth in maize synthetics. Crop Science 30: 549-552.
- Pixley KV, Bjamason MS (1993) Combining ability for yield and protein quality among modified-endosperm opaque-2 tropical maize inbreds. Crop Science 33: 1229-1234.
- Sefa S (1977) Sulunur koşullarda Eskişehir yöresinde yetiştirilen mısırın ticari gübre istediğinin tespiti konusunda bir araştırma. Eskişehir Bölge Toprak Su Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 156, Eskişehir.
- Smith OS, Sullivan H, Hobart B, Wall SJ (2000) Evaluation of a divergent set of ssr markers to predict F₁ grain yield performance and yield heterosis in maize. Maydica 45: 235-241.
- Sprague GF (1977) Corn and Corn Improvement. Madison, Wisconsin.
- Stangland GR, Russell WA, Smith OS (1983) Evaluation of performance and combining ability of selected lines derived from improved maize populations. Crop Science 23: 647-651.
- Sürmeli A (2000) Karadeniz bölgesinde ana ürün melez mısır yapımına uygun, kendilenmiş hatların bazı bitkisel özelliklerine ait kombinasyon yeteneklerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Turan ZM (1995) Araştırma Deneme Metotları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Basımevi, Yayın No: 62, Bursa.
- Turgut İ (2001 a) Tahıllar II. Sıcak İklim Tahılları. Uludağ Üniversitesi Basımevi, Yayın No: 87, Bursa.
- Turgut İ (2001 b) Atdışi mısırdaki (*Zea mays indentata* Sturt.) üstün melez kombinasyonların belirlenmesi üzerine çalışmalar. Anadolu 11: 23-35.
- Turgut İ (2003) Mısırdaki (*Zea mays indentata* Sturt.) line x tester analiz yöntemiyle uyum yeteneği etkilerinin ve heterosisin belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 17: 33-46.
- Ülger A C, Becker H C (1989) Influence of year and nitrogen treatment on the degree of heterosis in maize. Maydica 34: 163-170.
- Ünay A, Konak C, Serter E, Basal H, Zeybek A (1999) Mısırdaki bazı özelliklerin çoklu dizi analizi ile belirlenmesi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi Cilt 1, Adana, s. 444-449.
- Vasal SK, Srinivasan G, Crossa J, Beck DL (1992) Heterosis and combining ability of Cimmyt's subtropic and temperate early-maturity maize germplasm. Crop Science 32: 884-890.
- Vasal SK, Srinivasan G, Pandey S, Gonzalez F, Crossa J, Beck D (1993) Heterosis and combining ability of Cimmyt's quality protein maize germplasm. Crop Science 33: 46-51.
- Vidal-Martinez VA, Clegg MD, Johnson BE (2001) Genetic studies on maize pollen and grain and yield and their yield components. Maydica 46: 35-40.
- Yağbasanlar T (1990) Melez buğdayın önemi ve verim potansiyeli. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 8, Adana.
- Yurtsever N (1982) Tarla Deneme Tekniği. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 91, Ankara.
- Yurtsever N (1984) Deneysel İstatistik Metotları. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Genel Müdürlüğü Yayınları. Yayın No: 121, Ankara.
- Zambezi BT, Horner ES, Martin FG (1986) Inbred lines as testers for general combining ability in maize. Crop Science 26: 908-910.

Mısır (*Zea mays*) ve sorgumun (*Sorghum bicolor*) farklı bitkilerle birlikte yapılan silajlarının karşılaştırılmaları

Comparison of corn (*Zea mays*) and sorghum (*Sorghum bicolor*) silages mixed with different plants

Mehmet ARSLAN¹, Sadık ÇAKMAKÇI²

¹Akdeniz Üniversitesi Gazipaşa M.R.B. Meslek Yüksekokulu, Gazipaşa Antalya, Türkiye

²Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 07058, Antalya, Türkiye

Sorumlu yazar (*Corresponding author*): Mehmet Arslan, e-posta (*e-mail*): mehmetarslan@akdeniz.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 10 Aralık 2010
Düzeltilme tarihi 25 Şubat 2011
Kabul tarihi 28 Şubat 2011

Anahtar Kelimeler:

Silaj
Mısır
Sorghum
Ham protein
Organik asitler

ÖZ

Bu çalışma mısır (*Zea mays* L.) ve sorgum (*Sorghum bicolor* L.)'un protein içeriği yüksek bazı bitkilerle karıştırılarak silaj kalitelerinin artırılması amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla ülkemizde doğal florada bulunup farklı amaçlarla kullanılan, ancak silaj yönünden ele alınmayan bazı bitkiler mısır ve sorgum ile birlikte silolanarak, besin maddesi içerikleri incelenmiştir. Çalışmada kullanılan mısır, sorgum ve soya (*Glycine max* L. Merr.) 2006 yılı yetiştirme döneminde Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme tarlasında yetiştirilmiş; kapari (*Capparis* L. spp.) Antalya'da doğal olarak yetiştiği koşullardan, yem ağacı (*Leucaena leucocephala* [(Lam.) De Wit] bitkisi ise A.Ü. Ziraat Fakültesi uygulama alanından sağlanmıştır. Çalışmada mısır ve sorgum ana silaj bitkisi olarak belirlenmiş ve yem ağacı, kapari ve soya ağırlık esasına göre % 10 oranında karıştırılarak silaj materyali oluşturulmuştur. Kombinasyonlar 50 gün süreyle 2 paralel olacak şekilde, 2 kg'lık cam kavanozlar içerisinde silolanmıştır. Çalışma sonunda silajlarda kuru madde, ham protein, ham yağ, ham selüloz, ham kül, nitrojeniz öz maddeler, fosfor, kalsiyum, laktik asit ve asetik asit içeriklerinin sırasıyla; % 18,62 ile % 26,47, % 7,12 ile % 9,73, % 1,11 ile % 2,26, % 30,04 ile % 35,54, % 5,44 ile % 6,70, % 48,92 ile % 52,53, % 0,13 ile % 0,20, % 0,25 ile % 0,76, % 3,42 ile % 2,06, % 0,83 ile % 0,43 arasında, pH değerlerinin 3,87 ile 4,11 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bütirik asit ise sadece mısır + *L. leucocephala* (% 0,008) silajında tespit edilmiştir. Sonuç olarak, karışım halinde yapılan bütün silajlarda besin maddesi içerikleri yönünden saf mısır ve saf sorgum silajına oranla daha olumlu silajlar elde edildiği görülmüştür.

ARTICLE INFO

Received 10 December 2010
Received in revised form 25 February 2011
Accepted 28 February 2011

Keywords:

Silage
Corn
Sorghum
Crude protein
Organic acids

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the silage quality of corn (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L.) silages mixed with different plants containing high protein. The nutrient content of the certain plants silaged with corn and sorghum and used for different purposes in natural flora of Turkey were investigated. Corn, sorghum and soybean (*Glycine max* L. Merr.) were grown during 2006 growing season at research farm of Faculty of Agriculture at Akdeniz University, *Leucaena leucocephala* [(Lam.) De Wit] was obtained from the research farm of Faculty of Agriculture and *Cappari* (L.) spp. were collected from the natural flora of Akdeniz University campus. In the study, corn and sorghum were determined as the basic silage plants and *L. leucocephala*, *Cappari* and soybean were mixed in a ratio of 10 % at fresh weight basis. The silage trial combinations ensiled for 50 days in 2 kg jars were carried out in randomized parcels with two replications. At the end of the experiment, dry matter, crude protein, crude oil, crude fibre, crude ash, nitrogen-free extracts, phosphor, calcium, lactic acid and acetic acid contents and pH values of silages were found between; 18.62-26.47%, 7.12-11.20%, 1.11-2.26%, 30.04-35.54%, 5.44-7.71%, 46.57-52.74%, 0.13-0.20%, 0.25-0.87%, 3.42-2.06%, 0.83-0.43% and 3.87-4.11%, respectively. Butyric acid was only determined in Corn + *L. leucocephala* mixture (0.008 %). As a result, the nutrient contents of mixed silages were higher than pure sorghum and maize silages.

1. Giriş

Türkiye hayvancılığı, süt sığırcılığı ve tavukçuluk ile yem sanayinde sağlanan önemli gelişmelere rağmen, yine de ciddi sorunlar içerisinde. Hayvancılığın sorunlarının bir kısmı tarımın genel sorunlarından kaynaklanmakla birlikte, önemli bir kısmı da besleme ve yemlemeyle yakından ilişkilidir. Çayır-mera alanlarının miktar ve kalite yönünden yetersizliği, yem bitkileri tarımının yaygınlaşmaması, kurutma ve depolamadaki yanlışlıklar, mevcut kaba yem açığının ana nedenleri olarak gösterilebilir (Özen ve ark. 2005).

Hayvanların yeşil yem ihtiyaçlarını doğadan taze olarak karşılamaları, her bölgenin kendine özgü ekolojik şartlarına bağlı olarak, yılın ancak belli günlerinde mümkün olabilmektedir. Bu süre, bölgelere göre değişmekle birlikte, yaklaşık olarak 150 gün dolaylarındadır. Kalan günler için hayvanların suca zengin kaba yem ihtiyaçlarını belli yoldan karşılamak zorunluluğu ortaya çıkmaktadır (Filya ve ark. 1997). Bu yetersizlik son yıllarda silaj üretimi ile giderilmeye başlamıştır. Silo yemi, hayvancılığı gelişmiş ülkelerde, et ve süt sığırları başta olmak üzere, tüm geviş getiren hayvanların beslenmelerinde önemli bir yer tutmaktadır. Değişik bölgelerde faaliyet gösteren birçok süt sığırcılığı işletmesinde en fazla mısır silajının yapıldığı ve çiftçi koşullarında yapılan silo yemlerinin gerek ham besin maddeleri, gerekse silaj kalite değerleri bakımından yeterli olmadığı ve bu konulardaki yeniliklerin pratik uygulamalara aktarılamadığı bilinmektedir (Konca ve ark. 2005).

Bitki besin maddelerinde çok az kayıp olması, hava şartlarından fazla etkilenmemesi, mekanizasyona uygun olması, tarla ve taşıma kayıplarının azlığı, iyi yapılmış silajların uzun süre korunabilmesi, hayvanlar tarafından iştahla tüketilmesi ve yeşilken otlatılması riskli yem bitkilerinin yem olarak değerlendirilmesine olanak tanınması gibi avantajları nedeniyle silaj kullanımı dünya genelinde giderek artmaktadır (Kılıç 1986; Açıköz 2001; Basmacıoğlu ve Ergül 2002; Johnson ve Harrison 2010).

Mısır kuru madde, suda çözünebilir karbonhidrat içeriği ve tampon (buffer) kapasitesi ile arzu edilen düzeyde fermantasyonun gerçekleşmesine olanak veren ideal bir yem bitkisidir. Ham protein içeriğinin yetersizliği bu bitkinin silaj yapımında temel dezavantajıdır. Silolama sırasında üre ilavesi ve protein içeriği yüksek bitkisel materyalle karışım halinde silolanması bu anlamda başvurulacak uygulamalar arasındadır (Koç ve ark. 1999; Açıköz ve ark. 2002). Mısırın soya fasulyesi otu ile birlikte silolanması, sadece ham protein içeriğinin yükseltilmesi bakımından değil, aynı zamanda enerji içeriği ve lezzetlilik gibi özelliklerin iyileştirilmesi bakımından da çift yönlü olumlu etkilere sahip olabilecek bir uygulama tarzı olarak bilinmektedir (Kılıç 1986). Mısır silo yemi hayvanların yaşama payı gereksinimi karşılar. Yem masraflarının azaltılması açısından farklı bitkilerle karışımları önemli rol oynarlar (Atay 1973).

Mısır hamur olum döneminde biçilerek uygun koşullarda silolandığında, karbonhidratça zengin bir yem olur ve melas ilavesine gerek kalmayabilir. Mısır silo yemi hayvanların yaşama payı ihtiyacını karşılamada kullanılır. Yem masraflarının azaltılması açısından farklı bitkilerle karışımları önemli rol oynarlar (Atay 1973).

Yem bitkileri yetiştiriciliği ve dolaylı olarak silaj üretimi için, elverişli toprakları ve uygun iklimi ile Antalya ciddi bir üretim potansiyeline sahiptir. Bu çalışmayla, protein oranı düşük olmasına karşın, hayvanlar tarafından sevilerek yenilen

mısır ve sorgum silajlarının bu eksikliğinin proteince zengin bazı bitkisel kaynaklarla birlikte silolayarak giderilmesi ve böylece daha kaliteli silajların elde edilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Denemede kullanılmak üzere silaj materyali elde edilmesine yönelik tohum ekimleri 2006 yılı Nisan-Mayıs aylarında iklim şartlarının elverişliliğine bağlı olarak yapılmıştır. Ekim alanı olarak Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme tarlası kullanılmıştır. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden sağlanan *Sorghum bicolor* (L.) türüne ait Rox sorgum çeşidi, *Zea mays* (L.) türüne ait Karaçay mısır çeşidi ve *Glycine max* (L. Merr.) türüne ait Michtell soya çeşidi deneme için gerekli olan bitki grubunun bir kısmını oluşturmuştur. Her bitki türü, silaj öncesi ot karışımını oluşturmak amacıyla uygun biçim dönemi kombinasyonunun yakalanabilmesine yönelik olarak 8 Nisan 2006 tarihinden başlamak üzere, yaklaşık 10'ar gün arayla 4'er kez ekilmiştir. Ekimler 30 (6*5 m) m²'lik parsellere, her çeşidin kendine özgü yetiştirme tekniğine uygun olarak yapılmıştır. Antalya Tarım İl Müdürlüğü'nden sağlanan Amerika orijinli ve Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde yetiştirilmiş olan *Leucaena leucocephala* [Lam.] De Wit] ve Antalya florasında ve Akdeniz Üniversitesi Yerleşkesinde doğal olarak yetişmekte olan kapari (*Capparis* L. spp.) de silaj materyali olarak kullanılmıştır.

Silaj yapmak amacıyla sorgum ve mısır süt olum (İptaş ve Avcıoğlu 1997; Çakmakçı ve ark. 1999; Filya ve Sucu 2005) dönemi, soya yeşil ot için en uygun dönem olan alttan birkaç baklanın belirginleşmeye başladığı dönem hasat zamanı olarak kabul edilmiştir (Açıköz 2001). Sorgum ve mısır biçildiği zaman kapari ve yem ağacı bitkilerinin üzerindeki taze dal ve yapraklar kesilerek yeşil materyal elde edilmiş; elde edilen materyal yaklaşık olarak 2 cm boyunda parçalanıp küçültülerek, ağırlık esasına göre 2 kg'lık kavanozlara sıkıştırılarak doldurulmuş ve kapakları sıkıca kapatılıp üzeri koli bandı ile sarılarak, her silaj grubundan 2 paralel bulunacak şekilde, en az 50 gün süreyle fermantasyona bırakılmıştır. Hazırlanmış olan silaj adları ve içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Fermantasyon süreleri beklendikten sonra silajlar açılmış ve üst kısımdan bir miktar atılarak kavanozların ortalarından örnekler alınıp; Kuru Madde Oranı (KMO), Ham Protein Oranı (HPO), Ham Yağ (HY), Ham Selüloz (HS), Ham Kül (HK), Nitrojensiz Öz Maddeler (NÖM), Fosfor (P), Kalsiyum (Ca), pH, Laktik Asit, Asetik Asit ve Bütirik Asit özellikleri incelenmiştir. Bu analizler "TS-EN-ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Sistemleri-Şartlar Standardına ve TS EN ISO/IEC 17025 Deney ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yeterliliği İçin Genel Şartlara" sahip olan Bursa Gıda Kontrolü ve Merkez Araştırma Enstitüsü Laboratuvarında yapılmıştır.

Çizelge 1. Hazırlanan silajlar, grupları ve içerikleri.

Silaj içerikleri	Silaj adı
Sorgum (% 100)	S
Sorgum (% 90)+L. leucocephala (% 10)	S+L
Sorgum (% 90) + Kapari (% 10)	S+K
Sorgum (% 90) + Soya (% 10)	S+So
Mısır (% 100)	M
Mısır (% 90) + L. leucocephala (% 10)	M+L
Mısır (% 90) + Kapari (% 10)	M+K
Mısır (% 90) + Soya (% 10)	M+S

Çalışma sonunda elde edilen değerler SPSS bilgisayar programı ile tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak, istatistikî değerlendirilmeye tabi tutulmuştur. Her silaj grubuna ait örneklerin ortalama besin madde içerikleri ve silaj kaliteleri arasındaki farklılıklar varyans analizi yapılarak, farklılığı yaratan gruplar ve ortalamalar ise Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir (Duncan 1955).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. KMO, HPO ve HY değerleri

Çalışmada incelenen KMO, HPO ve HY içeriklerine ait varyans analizinde silajlar arasındaki fark istatistikî açıdan önemli bulunmuş ($P<0,05$) ve bu özelliklere ait Duncan grupları Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Silajlarda kuru madde oranı (KMO), ham protein oranı (HPO) ve ham yağ oranı (HY) ortalamaları ile oluşan Duncan grupları.

Silajlar	KMO (%)	HPO ^z (%)	HY ^z (%)
S	20,10 bc ^y	7,38 cd	1,95 abc
S+L	19,49 bc	9,69 a	2,26 a
S+K	22,92 b	9,73 a	2,02 ab
S+So	18,62 c	7,83 cd	2,20 ab
M	23,03 b	7,12 c	1,90 abc
M+L	24,03 ab	9,49 a	1,73 bc
M+K	26,47 a	7,73 bc	1,11 d
M+S	24,41 ab	8,34 b	1,48 cd

^z: Kurumaddede % olarak hesaplanmıştır.

^y: Sütunlarda Duncan testine göre % 5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

Çizelge 2 incelendiğinde, KMO değerlerinin % 26,47 (M+K) ile 18,62 (S+So) arasında, HPO değerlerinin % 9,73 (S+K) ile 7,12 (M) arasında, HY değerlerinin ise % 2,26 (S+L) ile 1,11 (M+K) arasında değiştiği görülmektedir. KMO oranları dikkatlice incelendiği zaman, mısır silajlarının sorgum silajlarına oranla daha yüksek değerlere sahip oldukları ve ilave olarak karıştırılan bitkilerin olumlu katkıları olduğu saptanmıştır. Zira, Filya ve Sucu (2005) da süt olum döneminde hasat ettikleri mısırın KMO değerini yaklaşık % 21 olarak belirlemişlerdir.

Konuyla ilgili daha önceki çalışmalara bakıldığında; Konca ve ark. (2005), İzmir ve çevresindeki süt sığırcılığı işletmelerinden aldıkları 37 farklı örneği incelemişler ve kuru madde oranlarının % 16,21 (enginar silajı) ile % 40,15 (mısır silajı) arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Polat ve ark. (2005) taze mısır otunun kuru madde oranını % 23,74, mısır silajının kuru madde oranını ise % 19,87 olarak belirlemişlerdir. Çalışmada elde edilen değerler bu bildirilen değerlerle büyük oranda uyum göstermektedir. Elde edilen veriler özellikle mısır ile yem ağacı, kapari ve soya karışımlarının kuru madde açısından iyi bir silajdaki düzeyden yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum ele alınan özellik bakımından bu 3 bitkiyi öne çıkarmaktadır.

Çalışmada elde edilen ham protein sonuçlarından açıkça görülmektedir ki; farklı otların karışımlarıyla oluşturulan silajların tamamı saf mısır ve saf sorgum silajından daha fazla ham protein içermektedir. Bu sonuçlar ilave edilen bitkilerin HPO değeri açısından olumlu katkılar verdiğini göstermektedir.

Mısır silajına dayalı sığır besisinde rasyonlarda tavsiye edilen ham protein düzeylerini canlı ağırlık artışıyla ters orantılı olarak azalmakla birlikte % 16, % 14 ve % 12 olarak

bildirilmektedir (Yayla ve Alçiçek 2003). Açıköz (2001) ise iyi bir silajda sindirilebilir protein oranının % 10,4 düzeyinde olması gerektiğini belirtmektedir.

Ancak S+K, S+L ve M+L silajlarının değerleri de yakın değerlerdir. Elde edilen değerler bu bakımdan son derece tatmin edicidir. Filya (2001), mısırı hamur olum döneminde biçerek ve içerisine değişik inokulantlar ekleyerek silajlar yapmış ve silajların ham protein içeriklerini % 5,8 ile % 6,6 arasında belirlemiştir. Polat ve ark. (2005) mısır silajına değişik inokulantları ekleyerek oluşturdukları silajların ham protein içeriklerini % 5,01 ile % 5,62 arasında belirlemişlerdir. Çalışmada elde edilen HPO bildirilen bu değerlerden daha yüksek olarak saptanmıştır.

Sığır rasyonlarının içermesi gereken yağ oranları genellikle % 2-5 arasında değişmektedir. Daha yüksek oranda yağ içeren yemlerde kuru madde tüketimi azalmakta ve bazı minerallerin sindirimi zorlaşabilmektedir (Okuyun ve ark. 1986). Yağların yemlerdeki ilk yararı yemin enerji değerini yükseltmesidir. Örneğin soyanın sindirilebilir enerji değeri yaklaşık 9000 cal kg⁻¹’dir. Bunun yanında bazı bitkilerdeki yağların bünyesinde bulunan erusik asitin hayvanlarda zararlı etkilere yol açtığı bilinmektedir (Ergül 1984). Çiftçi ve ark. (2005) farklı karışımlarla oluşturdukları silajlarda ham yağ içeriklerini; taze yoncada % 2,38, % 1 şeker katılan silajda % 2,85, % 10 arpa kırmısı katılan silajda % 2,64, % 10 elma posası katılan silajda ise % 3,05 olarak belirlemişlerdir. Aydınoglu (2005) farklı biçim dönemlerinde hasat ettiği sorgum bitkisinde ham yağ oranlarını % 1,23 ile % 1,41 arasında tespit etmiştir. Erdoğan ve ark. (2008) süt olum döneminde hasat ettikleri Sudan otuna farklı katkılar yaparak oluşturdukları silajlarda ham yağ içeriklerini % 1,35 ile 2,16 arasında tespit etmişlerdir. Sığır rasyonlarında % 2’lik yağ içeriğinin değerlerini sorgum karışımlarının tamamında sağlandığı saptanmıştır. Kuru madde, protein ve yağ içerikleri bakımından sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde karışıma giren bitkilerin silaja olumlu katkı yaptıkları görülmektedir.

3.2. HS, HK ve NÖM değerleri

Çalışmada incelenen HS ($P<0,05$), HK ($P<0,01$) ve NÖM (öd) içeriklerine varyans analizi uygulanmış ve silajlar arasındaki fark istatistikî olarak değerlendirilmiştir. Bu özelliklere ait Duncan grupları da Çizelge 3’de verilmiştir. Ham selüloz ortalamaları % 35,54 ile % 30,04 arasında değişmiş, M+K karışımı en yüksek ham selüloz içeriğine (% 35,54) sahip silajı oluşturmuştur. S+K (% 30,04) ve M+L (% 30,98) silajları en düşük ham değerleri vermiştir. Ham kül içerikleri % 6,70 ile % 5,44 arasında değişmiş; M+K (% 6,70) ve M+S3 (% 6,70) en yüksek içeriklere sahipken, S % 5,44 ile M % 6,28 ham kül içeriği ortalaması ile en düşük değerlere sahip olmuştur. NÖM ortalamaları % 52,74- % 48,92 arasında değişmiş ve sadece mısır otundan oluşan M silajında % 52,74 ve sadece sorgumdan oluşan S silajında % 52,53 ortalama ile en yüksek, M+K silajında ise en düşük değerleri vermiştir.

Bir yem materyalinin içerdiği selüloz miktarı hayvan besleme açısından oldukça önemlidir. Ruminantların açlık hissini gidermek ve mikroorganizmaların ihtiyaçlarını karşılamak için hazırlanan rasyonların belirli miktarlarda selüloz içermesi gerekmektedir. Ancak, genellikle selüloz içeriği yüksek yemlerin hayvanlar tarafından tüketimi ve sindirilebilirliği, selüloz içeriği düşük yemlerden daha az olmaktadır. Bu nedenle, dengeli bir rasyon hazırlanabilmesi için, yemlerin selüloz içeriğinin eldeki hayvanın tür ve ırkına

bağlı olarak belirli sınırlar içerisinde olması gerekmektedir. Genellikle süt sığırlarında % 14-18 ham selüloz oranı ideal kabul edilmekle beraber bu oranın % 20'nin üzerine çıkması istenmemektedir (Yüksel ve ark. 2000; Aydınoglu 2005).

Aydınoglu ve ark. (2007) sorgum silajıyla yaptıkları çalışmalarında ham selüloz oranlarını % 23,96 ile % 31,38 arasında değişen miktarlarda tespit etmişlerdir. Konca ve ark. (2005) bazı silo yemlerinde (37 farklı silo yemi) ham selüloz içeriğini % 14,75 (bezelye silajı) ile % 32,68 (mısır silajı) arasında değişen oranlarda belirlemişlerdir. Miron ve ark. (2005) dört sorgum çeşidiyle yaptıkları silaj çalışmasında selüloz içeriklerini % 23,5 ile % 26,4 arasında bulduklarını bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen değerler bu bildirimler ile karşılaştırıldığında genelde benzerlik olmakla beraber, bazı silajlarda (M+K, M ve M+L) değerler oldukça yüksek bulunmuştur.

Bir yem bitkisinin ham kül içeriği, bitkinin toplam mineral madde içeriği konusunda fikir vermesi bakımından önemli bir özelliktir. Yem materyalinin içerdiği bir çok mineral maddenin tek tek analiz edilmesi zor, pahalı ve zaman alıcı olduğu için, sıklıkla ham kül analizi ile yetinilmektedir (Yüksel ve ark. 2000; Aydınoglu 2005). Aydınoglu ve ark. (2007) 3 farklı sorgum çeşidiyle 5 farklı biçim zamanında biçim yaparak oluşturdukları silajlarda ham kül içeriklerini % 6,04 ile % 8,72 arasında tespit etmişlerdir. Konca ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada ham kül içeriklerini % 4,2 (mısır silajı) ile % 12,56 (fiğ + yulaf silajı) arasında değişen oranlarda belirlemişlerdir. Bu araştırmaların sonuçlarıyla birlikte çalışmada elde edilen ham kül içerikleri değerlendirildiği zaman, sonuçlar büyük bir benzerlik içerisinde.

NÖM kendi bünyesinde nişasta, inulin, hemiselüloz, pektin, glikojen olmak üzere 5 farklı alt grup bulundurur. Yemlerde bulunan NÖM miktarına bu açıdan bakıldığı zaman çok fazla bilgi verilememektedir (Karabulut ve Canbolat 2005). Polat ve ark. (2005) mısır silajı ile yaptıkları çalışmada NÖM miktarlarını % 57,50, % 57,51 ve % 58,60 olarak belirlemişlerdir. Konca ve ark. (2005) bazı silaj örneklerinde NÖM değerlerini % 44,13 (fiğ + yulaf silajı) ile % 65,68 (mısır silajı) arasında tespit etmişlerdir. Şahin ve ark. (1999) yaptıkları çalışmada, silajların NÖM oranlarını % 52,54 ile % 54,32 arasında belirlemiştir. Çiftçi ve ark. (2005) yonca silajı ile yaptığı çalışmada NÖM oranlarını % 45,05, % 43,13, % 42,77 ve % 41,17 olarak tespit etmiştir. NÖM değerleri bu bildirilen değerlerle karşılaştırıldığı zaman büyük bir benzerlik içerisinde oldukları görülmektedir.

Çizelge 3. Silajlarda ham selüloz (HS), ham kül (HK) ve nitrojenöz öz maddeler (NÖM) ortalamaları ile oluşan Duncan grupları.

Silajlar	HS (%)	HK (%)	NÖM ^z (%)
S	32,71 b ^y	5,44 d	52,5 a
S+L	32,89 b	6,02 c	49,2 bc
S+K	30,04 c	6,45 b	51,8 ab
S+So	33,00 b	6,29 b	50,7 abc
M	31,97 bc	6,28 b	52,7 a
M+L	30,98 bc	6,52 ab	51,3 abc
M+K	35,54 a	6,70 a	48,9 c
M+S	31,74 bc	6,70 a	51,7 ab

^z: Kurumaddede % olarak hesaplanmıştır.

^y: Sütunlarda Duncan testine göre % 5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

3.3. P, Ca ve pH değerleri

Çalışmada incelenen P, Ca ve pH içeriklerine ait varyans

analizinde; P için silajlar arasındaki fark istatistiki açıdan önemsiz, Ca ve pH (P<0,05) için önemli bulunmuş ve bu özelliklere ait Duncan grupları Çizelge 4'de verilmiştir.

Fosfor içerikleri bakımından % 0,20 ile % 0,13 arasında değerler elde edilirken, M (% 0,20) birinci sırada, M+K, S, M+L ise sırasıyla % 0,19, % 0,18, % 0,17 ortalamalar ile ilk sıralarda yer almıştır. S+K ve M+S ise bu karakter bakımından en son sırada yer almışlardır. Silajların kalsiyum içerikleri % 0,76 ile % 0,25 arasında değişmiştir. M (% 0,76) ve S+So (% 0,62) ilk sıralarda, S ise % 0,25 kalsiyum içeriği ile son sırada yer almıştır. pH ortalamaları 4,11 ile 3,87 arasında değişmiş, M+K ve M+L 4,11 ve 4,06 ortalamasıyla en yüksek değerleri, M silajı ise 3,87 ile en düşük değerleri vermiştir.

Hayvanlar için hazırlanan rasyonların fosfor içerikleri, kuru maddede % 0,35 ile % 0,50 olması en ideal düzeylerdir. Fosfor yetersizliğinde hayvanlarda görülen bazı refleksler, kemikler yeterince sertleşemez ve kolay kırılabilir hale gelirler, iştah azalır, üreme yeteneği geriler, süt verimi azalır, yemden yararlanma oranı düşer. Doğuma 2 ay kalan inekler, ana karnındaki yavrunun gelişimi ile doğum sonrası laktasyon dönemi için gerekli enerji, kalsiyum ve fosfor depolar. Gebe hayvanların beslenmesinde kalsiyum, fosfor ve diğer mineral madde ihtiyaçları yanında vitamin A ve D ihtiyacı da eksiksiz karşılanmalıdır (Tümer 1998). Kalsiyum ve fosfor gereksinimleri karşılanırken, özellikle baklagil ağırlıklı rasyonlarda, yüksek kalsiyum içerikleri nedeniyle, fosfor noksanlığının diğer rasyonlara göre daha sık görüldüğü bildirilmektedir (Özen 1999). Çalışma sonunda elde fosfor değerleri araştırmacıların bildirdikleri ve hayvanlar için gerekli olan fosfor miktarlarından daha az olarak tespit edilmiştir.

Kalsiyum yetersizliği hayvanlarda büyümeyi getirmekle kalmaz, iskelet gelişimini zayıflatır, raşitizme neden olur ve kemikleri kolay kırılabilir hale getirir. Aynı zamanda, süt veriminin düşmesinde ve çeşitli hastalıkların ortaya çıkmasında da etkilidir. Yemlerde kuru madde üzerinden % 0,5 düzeyi yeterli olmaktadır. Bu miktar % 1'in üzerine çıktığında, yemin lezzeti ve tüketimi olumsuz yönde etkilenir. Mısır silajına dayalı rasyonlarda, kalsiyum noksanlığı ile sıkça karşılaşılmakta, baklagil ağırlıklı olanlarda bu sorun ortaya çıkmamaktadır (Özen 1999). Bu çalışmadan elde edilen değerler, genellikle daha önce yapılan araştırmalarda bildirilen sınırlar içinde kalmasına karşın bazı silaj gruplarında istenen düzeylerin altında bulunmuştur.

Bitki materyali yeterli miktarda şeker içerdiği ortamda laktik asit bakterileri dominant mikroflora durumunda olur, pH çok hızlı bir şekilde düşer ve sonuçta silaj içerisinde istenmeyen mikroorganizmaların gelişmesi mümkün olmaz. Çünkü *Clostridia* mikroorganizmaları diye adlandırılan bu zararlıların

Çizelge 4. Silajlarda fosfor (P), kalsiyum (Ca) ve pH ortalamaları ile oluşan Duncan grupları.

Silajlar	P ^z (%)	Ca ^z (%)	pH
S	0,18 a	0,25 d ^y	3,90 c
S+L	0,16 a	0,36 cd	3,88 c
S+K	0,13 a	0,33 cd	3,96 bc
S+So	0,15 a	0,62 ab	3,88 c
M	0,20 a	0,76 a	3,87 c
M+L	0,17 a	0,58 ab	4,06 ab
M+K	0,19 a	0,44 bc	4,11 a
M+S	0,13 a	0,54 b	3,93 bc

^z: Kurumaddede % olarak hesaplanmıştır.

^y: Sütunlarda Duncan testine göre % 5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

optimum gelişme gösterdikleri pH değeri 7,0 ile 7,4 olup kesinlikle asidik koşullara karşı toleranslı değildirlir (Basmacıoğlu ve Ergül 2002).

Sucu ve Filya (2006) düşük kuru maddeli mısır otuna farklı miktarlarda laktik asit bakteri inokulantlarını ekleyerek hazırladıkları çalışmalarında pH değerlerini taze materyalde 6,9, silajlarda ise 3,8 ile 5,0 arasında belirlemişlerdir. Filya (2002) laktik asit bakteri inokulantlarının sorgum ve mısır silajlarında fermentasyon özelliklerine etkilerini incelediği çalışmasında pH değerlerini, 50 gün sonra açılan silolarda, mısır için 3,5 ve 3,6, sorgum silajı için 3,7 ve 3,9 olarak bildirmiştir. Bal (2006) mısır silajı üzerine yaptığı çalışmasında pH'yı 8. haftanın sonunda 3,97, 16. haftanın sonunda 3,93 olarak tespit etmiştir. Pursiainen ve Tuori (2007) buğday ile bakla, bezelye ve adi fiğ otlarının farklı oranlarda karışımlarıyla oluşturduğu silajlarda pH değerlerini 4,03 ile 4,44 arasında değişen oranlarda belirlemiştir. Bütün bu bilgiler ışığında silajların pH değerleri incelendiğinde, mısır silajlarının sorgum silajlarından daha yüksek pH değerine sahip olması Filya (2002)'nin sonuçları ile ters düşmekte; elde edilen diğer veriler ise yukarıdaki araştırmacıların bildirdiği sonuçlarla büyük oranda benzerlik göstermektedir.

3.4. Laktik asit, asetik asit ve bütirik asit içerikleri

Silajların laktik asit ve asetik asit içeriklerine ait varyans analizi tablosunda elde edilen sonuçlar, silajlar arasında istatistik açıdan önemli farklılıkların olmadığını göstermektedir. Bu değerlere oluşacak olan grupları görebilmek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 5'de verilmiştir. Çizelge 5'de görülen sonuçlara göre laktik asit ortalamaları % 3,42 ile % 2,06 arasında değişmiştir. M+S silajı % 3,42 laktik asit içeriği ile ilk sıralarda yer almış; S+L silajı ise % 2,06 ile son sırada yer almıştır. Asetik asit içeriklerinin ise % 0,83 ile % 0,43 arasında değiştiği, M+K (% 0,83) silajının ilk sıralarda yer aldığı; S+So silajının ise % 0,43 asetik asit içeriği ile son sırada olduğu görülmektedir.

M+S silajlarının en yüksek laktik asit içeriklerine sahip olduğunu gösteren bu sonuçlar, soyanın mısır silajına laktik asit yönünden çok olumlu katkılarda bulunduğunu ortaya koymaktadır. M ve S silajlarının % 2,76 ve % 2,74 oranında laktik asit içermesi, bu bitkilerle oluşturulan silajların normal koşullarda da iyi fermente olabildiğini göstermektedir. Laktik asit içeriği yönünden sorgum silajlarının son gruplarda yer bulmaları bu çalışmanın başka bir önemli sonucudur. Sorgum ile yem ağacı karışım silajı, sorgum silajları içinde en yüksek laktik asit oluşumunu sağlamıştır. Mısır bitkisinin kapari ve soya ile karışımlarında ise laktik asit miktarı açısından önemli artışlar olmuştur.

Laktik asit bakterileri silo içerisindeki en önemli mikroflora durumundadır. Çünkü silolanan materyal laktik asit tarafından korunur. Bir materyaldeki suda çözünabilir karbonhidrat miktarı ne kadar çok ise, laktik asit bakterileri de o kadar çok çalışıp, o kadar çok laktik asit üretirler. Bu da ortamın pH'sını düşürerek zararlı mikroorganizmaların gelişmesini engeller (Açıkgöz ve ark. 2002).

Reeves ve ark. (1989) yapmış oldukları çalışmada mısır silajının kuru madde de laktik asit miktarını % 1,58 ile % 8,57, yonca silajının ise % 0,38 ile % 10,58 arasında değiştiğini bildirmektedir. Hart (1990) sorgum silajı için laktik asit miktarının olgunluk derecesine bağlı olarak % 2,6 ile % 3,1 arasında değiştiğini bildirmektedir. Demirel ve ark. (2001) mısır ve macar fiğinden oluşan karışım silajlarında laktik asit

miktarlarını % 1,94 ile % 2,32 arasında tespit etmişlerdir. Sucu ve Filya (2006) düşük kuru maddeli mısır silajlarının fermentasyon özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, laktik asit içeriklerini % 0,7 ile % 5,2 arasında belirlemişlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlar bu sonuçlarla benzerlik içerisinde.

Çizelge 5 dikkatli bir şekilde incelendiği zaman mısır silajlarının sorgum silajlarına göre daha fazla asetik asit içerdiği ve mısır silajları içerisinde de soya ve kapari içeren silajların bu özellik bakımından öne çıktığı, bunlarında yaklaşık olarak % 0,8 dolaylarında asetik asit içerdiği görülmektedir. Saf sorgum silajına göre, karışım silajlar (kapari hariç) genelde daha az asetik asit içermelerine karşın mısırdaki tam tersi sonuçlar alınmıştır.

Asetik asitler aerobik bozulmanın üzerinde etkili bir mikroorganizma grubuna bağlıdır ve aslında bozulmanın da bir göstergesidir. Bu bakterilerin maya gelişimi üzerinde engelleyici özellikleri bulunduğu ve silajlara aşılandıkları zaman maya gelişiminin gözlenmediği bildirilmektedir. Bu mikroorganizmaların etkileri daha çok aerobik bozulmanın başlangıcında görülür (Basmacıoğlu ve Ergül 2002). Aslında asetik asit bakterileri alkol içeren sıvıları havada bulunan oksijen ile asetik aside dönüştürürler. Diğer bir ifadeyle asetik asit oluşumu için mutlaka havaya ihtiyaç vardır. Bu nedenle silo yeminin niteliğinin saptanmasında güvenli bir ölçüdür (Kılıç 1986).

Demirel ve ark. (2001) mısır ve Macar fiğinden oluşan karışım silajlarında asetik asit miktarlarının % 0,74 ile % 0,88 arasında olduğunu, Macar fiği karışımının önemli bir farklılık yaratmadığını tespit etmişlerdir. Hart (1990) yapmış olduğu çalışmada, sorgum silajının kuru madde düzeyine bağlı olarak kuru maddede asetik asit miktarının % 0,6 ile % 1,31; Reeves ve ark. (1989) yaptıkları çalışmada ise mısır silajlarında bu değerlerin % 0,39 ile % 3,71 ve yonca silajında ise % 0,32 ile % 5,59 arasında değiştiğini bildirmektedir. Sucu ve Filya (2006) düşük kuru maddeli mısır silajlarının fermentasyon özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, asetik asit içeriklerini % 0,2 ile % 1,3 arasında tespit etmişlerdir. Sonuçlar bu literatür bilgileri ile paralellik içerisinde.

Çizelge 5. Silajların laktik asit ve asetik asit içerik ortalamaları ve oluşan Duncan grupları.

Silajlar	Laktik asit ^z (%)	Asetik asit ^z (%)
S	2,74 ab ^y	0,66 ab
S+L	2,06 b	0,54 ab
S+K	2,89 ab	0,73 ab
S+So	2,24 b	0,43 b
M	2,76 ab	0,52 b
M+L	2,52 b	0,60 ab
M+K	2,90 ab	0,83 a
M+S	3,42 a	0,69 ab

^z: Kurumaddede % olarak hesaplanmıştır.

^y: Sütunlarda Duncan testine göre % 5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

Silajların içerdikleri bütirik asit miktarlarını belirlemek üzere yapılan analizler sonunda sadece M+L silajının bir tekerrüründe (% 0,008) bütirik asit tespit edilmiştir. Silajların plastik kavanozlarda depolanmak zorunda kalınması nedeniyle muhtemel hava girişinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Silajda istenmeyen bu asit grubunun bulunması *Clostridium* spp. üremesinin ve bozulmanın bir göstergesidir (Basmacıoğlu ve Ergül 2002). Çalışmada bütirik asit içeren silajların laktik

asit içeriklerinin düşük olarak tespit edilmiş olması da beklenen bir durumdur.

Koç ve ark. (1999) mısır + soya karışımı silajlarda bütirik asit tespitine yönelik olarak, yapılan analizler sonucunda, uygun yöntemle hesaplamalar yapmışlar ve negatif sonuçlara ulaşmışlardır. Sucu ve Filya (2006) düşük kuru maddeli mısır silajlarının fermentasyon özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, bütirik asit içeriklerini bakmışlar, fakat hiçbir silaj grubunda bütirik asit tespit etmemişlerdir. Demirel ve ark. (2001) mısır ve macar fiği otlarını karıştırarak yaptıkları silajlarda bütirik asit içeriklerini kuru maddede % 0,75 (% 75 mısır + % 25 macar fiği silajı) ile % 2,75 (saf macar fiği silajı) arasında saptamışlardır. Hart (1990) sorgum silajı için % 0,006 ile % 0,037 arasında değiştiğini bildirmiştir. Reeves ve ark. (1989) mısır silajlarında % 0,06 ile % 0,43, yonca silajında ise % 0 ile % 2,70 olarak belirlemiştir. Bu bilgiler ışığında bulgularımız değerlendirildiği zaman, sonuçlar bildirilmiş olan çalışma sonuçlarıyla büyük oranda benzerlik göstermektedir.

4. Sonuç

Çalışma sonunda incelenen özellikler için elde edilen bütün veriler birlikte değerlendirildiği zaman, mısır ve sorgumun silaj için uygun olduğu, fakat bununla birlikte soya, kapari ve yem ağacı ile yapılan karışımların özellikle protein içeriği yönünden ciddi artışlar sağladığı görülmektedir. Bunun yanında ham kül oranlarının karışımlarda artış göstermesi mineral madde açısından da olumlu katkıları olduğunu kanıtlamaktadır. Ayrıca kalsiyum yönünden karışıma giren bitkilerden özellikle soyanın arttırıcı yönde katkı sağladığı görülmektedir. Soya, tohumunun kolay temin edilebilmesi, yetiştiriciliğinin çok kolay olması, kısa vejetasyon süresinde bol yeşil ot verimine sahip olması gibi avantajları ile de silaj üretiminde karışımlarda kullanılabileceğini göstermektedir. Bu da hem kaliteyi arttırıcı hem de maliyeti azaltıcı bir faktör olarak değerlendirilebilir. Yem ağacı (*L. leucocephala*) ülkemizde yeni yetiştirilen bir bitki olmasına rağmen, iklim isteklerinin uyumundan dolayı birçok alanda yayılma şansı olduğu bilinmektedir. Meralarda çit kurmak amacıyla veya peyzaj amaçlı olarak tesis edilmiş olsa bile bu bitkiyi aynı zamanda silaj amaçlı kullanmak büyük bir ekonomik değer kazandıracaktır. Kapari ülkemiz koşullarında doğal olarak yetiştiği için, silaj yapmak amacıyla bu bitkiyi kullanmak üreticiler açısından büyük ekonomik faydalar sağlayacaktır. Bu bitkinin aynı zamanda erozyonla mücadelede çok başarılı bir şekilde kullanılıyor olması, meyvesinden de ilaç sanayinde ve turşu yapımında faydalanılması, silaj için hiçbir maliyeti olmadan kullanılabileceğini göstermektedir.

Yem ağacı (*L. leucocephala*) ve kaparinin pratik ve ekonomik olarak silo içerisine ilave edilmesi üreticiler açısından zor olabilir. Ancak, bu bitkiler farklı amaçlarla yetiştirilmekte veya doğada kendiliğinden yetişmektedir. Kapari bitkisinin yetiştiriciliğini yapan ve doğal alandaki bitkilerden tomurcuk sağlayan üreticiler her yıl dalların gözlerinin sürmesinden yaklaşık 30-40 gün sonra 6-7 cm bırakacak şekilde budama yapmaktadırlar (Coşge ve ark. 2005). Aslında, taze yaprak ve sürgün gibi kısımları zaman zaman atıl durumda kalmaktadır. Kaba yem açığının fazla olduğu Ülkemizde farklı yem kaynakları ve sistemleri üzerinde çalışmalar yaparak alternatifler sunabilmek adına bu materyaller değerlendirilerek ekonomiye kazandırılabilir. Bu tip çalışmalar yurt dışında da yapılmaktadır. Örneğin, Selaman (2004) yapmış olduğu çalışmada iki farklı çim (*Pennisetum purpureum* x *P.typhoides* ve *Pennisetum purpureum*) çeşidine silolamada ilave olarak yem ağacı (*L. leucocephala*), üre ve melas katmış ve silaj

kalitesine etkilerini incelemiştir. Sonuçta yem ağacının kuru maddeyi % 15,7'den % 20,7'ye, ham protein oranını % 6,2'den % 9,0'a yükselterek silaj kalitesini arttırdığını saptamıştır.

Çalışmada elde edilen KM oranları son yıllarda yapılan bazı araştırma sonuçlarına göre düşük kalmıştır. Birçok araştırmacı yüksek kuru madde içeriğine sahip mısır (% 30-38) ve sorgum (% 25-33) silajlarının daha iyi fermente olduğunu ve hatta bu sayede fermentasyonun garanti altına alındığını bildirmektedir (İptaş ve Avcıoğlu 1997; Filya 2004; Bal 2006; Özduven ve ark. 2009). Ancak, KM içeriğinin artmasıyla birlikte ham selüloz içeriğinin de arttığı bunun yanında özellikle protein içeriğinin ve sindirilebilir karbonhidrat miktarının oransal olarak düştüğü bildirilmektedir (Açıkgöz 2001; Geren 2001; Jensen ve ark. 2005).

Teşekkür

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından 2006.03.0121.012 numara ile desteklenen "Doktora Tez Projesinin" bir kısmıdır.

Kaynaklar

- Açıkgöz E (2001) Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182, Bursa.
- Açıkgöz E, Turgut İ, Filya İ (2002) Silaj Bitkileri Yetiştirme ve Silaj Yapımı. Hasat Yayıncılık, Bursa.
- Atay D (1973) Pratik Silolama Tekniği ve Silo Yemlerinin Hayvanlara Yedirilmesi. Tarım Bak. Ziraat İşl. Gen. Müd.Yayınları, D:157, Ankara.
- Aydınoğlu B (2005) Farklı biçim dönemlerinin silajlık sorgumun hasıl verimi ve kimyasal kompozisyon üzerine etkileri. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Aydınoğlu B, Çakmakçı S, Çürek M. ve Özen N (2007) Antalya ekolojik koşullarında farklı biçim dönemlerinin bazı sorgum (*Sorghum bicolor* L.) ve Sudanotu (*Sorghum sudanense* L.) çeşitlerinin verim ve ham besin maddeleri üzerine etkileri. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, Erzurum, s. 161-164
- Bal MA (2006) Effects of hybrid type, stage of maturity, and fermentation length on whole plant corn silage quality. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 30: 1-6.
- Basmacıoğlu H, Ergül M (2002) Silaj mikrobiyolojisi. Hayvansal Üretim 43: 12-24.
- Coşge B, Gürbüz B, Söyler D, Şekeroğlu N (2005) Kebere (*Capparis* spp.) yetiştiriciliği ve önemi. Bilimsel Araştırma Dergisi 2: 29-35.
- Çakmakçı S, Gündüz İ, Tüsüz MA, Çeçen S, Aydınoğlu B (1999) Sorgum (*Sorghum bicolor* L.)'un silajlık kullanımında farklı biçim devrelerinin verim ve kalite üzerine etkileri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 23: 603-613.
- Çiftçi M, Çerçi İH, Dalkılıç B, Güler T, Ertaş ON (2005) Elmanın karbonhidrat kaynağı olarak yonca silajına katılma olanağının araştırılması. Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 16: 93-98.
- Demirel M, Cengiz F, Çelik S. ve Erdoğan S (2001) Van ekolojik koşullarında yetiştirilen mısır ve Macar fiği karışımlarının silaj kaliteleri ve besin maddelerinin rumende parçalanabilirlikleri üzerine bir araştırma. Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 11: 69-78.
- Duncan DB (1955) Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11: 1-42.
- Erdoğan S, Demirel M, Çelik S, Karlı MA, Güney M (2008) Süt olum döneminde biçilen Sudan otuna üre ve melas katılmasının silaj fermentasyon kalitesi, *in vitro* organik madde sindirilebilirliği ve metabolik enerji içerikleri üzerine etkisi. http://4uzbk.sdu.edu.tr/4UZBK/HBB/4UZBK_065.pdf, Erişim tarihi: 25 Kasım 2010

- Ergül M (1984) Karma Yemler ve Karma Yem Teknolojisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 384, İzmir.
- Filya İ, Karabulut A, Işık Y (1997) Bursa bölgesinde silo yemi üretimi ve kullanımı üzerine bir araştırma. Türkiye Birinci Silaj Kongresi Bildirileri, Bursa, s. 24-31.
- Filya İ (2001) Silaj Teknolojisi. Hakan Ofset, İzmir.
- Filya İ (2002) Laktik asit bakteri inokulantlarının mısır ve sorgun silajlarının fermantasyon, aerobik stabilite ve *in situ* Rumen parçalanabilirlik özellikleri üzerine etkileri. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 26: 815-823.
- Filya İ (2004) Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage harvested at four stages of maturity. Animal Feed Science and Technology 116: 141-150.
- Filya İ, Sucu E (2005) Silaj fermantasyonunda organik asit kullanımı üzerinde araştırmalar: 1. Formik asit temelinde dayalı bir koruyucunun laboratuvar koşullarında yapılan mısır silajlarının fermantasyon, mikrobiyal flora, aerobik stabilite ve *in situ* rumen parçalanabilirlik özellikleri üzerine etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi 11: 51-56.
- Geren H (2001) Bornova koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen farklı mısır çeşitlerinde ekim zamanlarının silaj özelliklerine etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 38: 47-54.
- Hart SP (1990) Effects of altering the grain content of sorghum silage on its nutritive value. Journal of Animal Science 68:3832-3842.
- İptaş S, Avcıoğlu R (1997) Mısır, sorgum, sudanotu ve sorgum-sudanotu melezi bitkilerinde farklı hasat devrelerinin silo yemi niteliğine etkileri. Türkiye Birinci Silaj Kongresi Bildirileri, Bursa, s. 42-51.
- Jensen C, Weisbjerg MR, Norgaard P, Hvelplund T (2005) Effect of maize silage maturity on site of starch and NDF digestion in lactating dairy cows. Animal Feed Science and Technology 118: 279-294.
- Johnson LM, Harrison JH (2010) Scientific aspects of silage making. http://ucanr.org/alf_symp/2001/01-151.pdf. Erişim tarihi: 18 Ağustos 2010
- Karabulut A, Canbolat Ö (2005) Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri. Uludağ Üniversitesi Yayınları, No: 2.05.048.0424, Bursa.
- Kılıç A (1986) Silo Yemi (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri. Bilgehan Basımevi, İzmir.
- Koç F, Özdüven ML, Yurtman İY (1999) Tuz ve mikrobiyal katkı maddesi ilavesinin mısır-soya karışımı silajlarda kalite ve aerobik dayanıklılık üzerindeki etkileri. Hayvansal Üretim 39: 64-71.
- Konca Y, Alçiçek A, Yaylak E (2005) Süt sığırcılığı işletmelerinde yapılan silo yemlerinde silaj kalitesinin saptanması. Hayvansal Üretim 46: 6-13.
- Miron J, Zuckerman E, Sadeh D, Adin G, Nikbachat M, Yosef E, Ben-Ghedalia D, Carmi A, Kipnis T, Solomon R (2005) Yield, composition and *in vitro* digestibility of new forage sorghum varieties and their ensilage characteristics. Animal Feed Science and Technology 120: 17-32.
- Okuyan MR, Tuncel E, Bayındır Ş, Yıldırım Z (1986) Evcil hayvanların besin maddeleri gereksinimleri. sayı:4. Et sığırlarının besin maddeleri gereksinimleri. Uludağ Üniversitesi Zootekni Bölümü, s. 54.
- Özdüven ML, Koç F, Polat C, Coşkuntuna L, Başkavak S, Şamlı HE (2009) Bazı mısır çeşitlerinde vejetasyon döneminin silolamada fermantasyon özellikleri ve yem değeri üzerine etkileri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 6: 121-129.
- Özen N (1999) Süt Sığırlarının Beslenmesi, Yardımcı Ders Notu. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:3, Antalya.
- Özen N, Kırkpınar F, Özdoğan M, Ertürk MM, Yurtman İY (2005) Hayvan Besleme. <http://www.zmo.org.tr/etkinlikler/6tk05/037nihatzen.pdf>. Erişim tarihi: 15 Ekim 2010.
- Polat C, Koç F, Özdüven ML (2005) Mısır silajında laktik asit bakterisi ve laktik asit bakterisi+enzim karışımı inokulantların fermantasyon ve tokluklarda ham besin maddelerinin sindirilme dereceleri üzerine etkileri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 2: 13-22.
- Pursiainen P, Tuori M (2007) Effect of ensiling field bean, field pea and common vetch in different proportions with whole-crop wheat using formic acid or an inoculant on fermentation characteristics. Grass and Forage Science 63: 60-78.
- Reeves JB, Blosser TH, and Colenbrander VF (1989) Near infrared reflectance spectroscopy for analyzing undried silage. Journal of Dairy Science 72: 79-88.
- Selaman MB (2004) Effects of legume, molasses and urea inclusion on the quality of dwarf napier and king grass silages. MSc Thesis, University of Putra, Malaysia.
- Sucu E, Filya İ (2006) Effects of homofermentative lactic acid bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability characteristics of low dry matter corn silages. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 30: 83-88.
- Şahin K, Çerçi İH, Güler T, Şahin N, Kalender H, Çelik S (1999) Farklı silaj katkı maddelerinin yaş şeker pancarı posası silajı kalitesine etkileri. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 23: 285-292.
- Tümer S (1998) Buzağuların bakım ve beslenmesi. Çiftçi Broşürü, No:87, ETAE Matbaası, İzmir.
- Yayla E, Alçiçek A (2003) Sığır besiciliğinde ucuz bir kaba yem kaynağı: mısır silajı. Hayvansal Üretim 44: 29-36.
- Yüksel AN, Kocaman İ, Soysal Mİ, Soysal Sİ (2000) Süt Sığırcılığı Temel Kitabı. Hasat Yayıncılık, İstanbul.

Kentsel katı atık kompost uygulamalarının toprak özellikleri ve düğün çiçeği (*Ranunculus asiaticus* ‘Orange’)’nin verim ve kalitesi üzerine etkileri

The effects of municipal solid waste compost applications on soil properties, yield and quality of *Ranunculus asiaticus* ‘Orange’

Köksal AYDİNSAKİR, Abdullah ÜNLÜ, Suat YILMAZ, Nuri ARI

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, 07100, Antalya, Türkiye

Sorumlu yazar (Corresponding author): K. Aydınşakir, e-posta (e-mail): koksalaydinsakir@yahoo.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 9 Aralık 2010
Düzeltilme tarihi 2 Mayıs 2011
Kabul tarihi 5 Mayıs 2011

Anahtar Kelimeler:

Kompost
Düğün çiçeği
Kentsel katı atık
Verim
Çiçek kalitesi

ÖZ

Bu araştırma, kentsel katı atıklardan elde edilen kompostun, Akdeniz koşullarında plastik seralarda yetiştirilen düğün çiçeği (*Ranunculus asiaticus* L. ‘Orange’)’nde verim ve bazı kalite özellikleri ile toprak özellikleri üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 4 farklı kompost düzeyi (0 “kontrol”, 2, 4 ve 8 ton da⁻¹) sera toprağına karıştırılmıştır. Deneme sonunda, kompost uygulamasının sap uzunluğu, sap kalınlığı ve verim gibi özellikler üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Verim ve kalite özellikleri bakımından en iyi sonuçlar 8 ton da⁻¹ uygulamasından elde edilirken bu uygulamayı 4 ton da⁻¹, 2 ton da⁻¹ ve kontrol uygulamaları takip etmiştir. Kullanılan kompostun toprak bünyesi, P, Ca ve Mg değerleri üzerine herhangi bir etkisi görülmemiştir. Artan uygulamalarla toprağın tuz, Mn, Zn ve Fe değerlerinde artışlar olduğu belirlenmiştir.

ARTICLE INFO

Received 9 December 2010
Received in revised form 2 May 2011
Accepted 5 May 2011

Keywords:

Compost
Ranunculus
Municipal solid waste
Yield
Flower quality

ABSTRACT

The study was conducted to investigate the effects of different municipal solid waste compost applications on soil and the yield and quality characteristics of cut flower *Ranunculus asiaticus* L. ‘Orange’ grown in plastic greenhouse under Mediterranean conditions. The compost with three different application levels (2, 4, and 8 tons da⁻¹) were tested by mixing with the greenhouse soil and a control without compost. The effects of compost applications on vegetative growth parameters such as stem length and stem diameter and yield were found statistically significant. The best results in terms of total yield and flower quality were obtained from the treatment where 8 tons da⁻¹ compost was applied, which was followed by 4 tons da⁻¹, 2 tons da⁻¹ applications and control plot, respectively. Compost application did not have any effect on the soil texture, and its P, Ca, and Mg values. Salt, Mn, Zn, and Fe values increased when the applications levels increased.

1. Giriş

Tarımda üretimin sürdürülebilirliği ve bitkiden yüksek verimliliğin elde edilmesinde toprak verimliliğinin korunması ve geliştirilmesi en önemli parametreler arasındadır. Örtü altı yetiştiricilikte toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin verim ve kalite üzerinde önemli etkisi bulunmaktadır. Örtü altı yetiştiricilikte yoğun sulama, toprak işleme, kimyasal gübreleme, ilaç vb. uygulamaları ile toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri çoğu kez olumsuz etkilenmektedir. Yoğun tarım sistemlerinde toprak verimliliğinin korunması ve geliştirilmesinde toprağa yeterince organik madde ilavesinin gereği kaçınılmazdır.

Ekolojik tarımda gübrelemenin esası, toprağın organik madde içeriğinin artırılmasıdır. Sera topraklarında organik madde içeriğinin % 10 olması idealdir. Seracılık bölgelerinde

kaliteli organik gübre bulmak zor olmakla birlikte sera toprağında organik madde oranının % 5’in altına düşmemesine dikkat edilmelidir (Sevgican 1989). Uzun yıllardan beri bilinçsizce yapılan tarım uygulamaları toprakların organik madde bakımından sömürülmesine yol açmıştır. Antalya Bölgesinde örtüaltı yetiştiricilik yapılan seraların toprak verimliliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda, sera topraklarının yaklaşık % 85’inin organik maddece düşük seviyede olduğu belirlenmiştir (Ari ve ark. 2002).

Örtüaltı kesme çiçek yetiştiriciliğinde aynı serada münavebe yapılmaksızın arka arkaya uzun yıllar aynı bitkinin yetiştirilmesi ve kullanılan kimyasal gübreler nedeniyle toprakların kimyasal, fiziksel ve biyolojik özellikleri bozulmakta ve özellikle de toprak yorgunluğu sonucunda

organik madde seviyesi yıldan yıla düşüşler göstermektedir (Yüksel ve ark. 1992). Sera topraklarındaki organik madde eksikliğinin çiftlik gübresi, torf ve kompost gibi materyaller kullanılarak giderilebileceği belirtilmektedir (Tüzel ve ark. 1992; Tüzel 1996). Fakat organik gübre olarak kullanılan hemen hemen tek materyal çiftlik gübresidir. Çiftlik gübresi, uygun zamanda, yeterli olgunlukta ve miktarda uygulanmadığı gibi oldukça pahalı olması nedeniyle de yetiştiricileri başka arayışlara yöneltmektedir.

Diğer taraftan yaşam standartlarının yükselmesiyle, dünyada üretilen katı atık miktarı artmakta ve bunun sonucu çevre kirliliği ortaya çıkmaktadır. Özellikle büyük kentlerde bu atıkların bertaraf edilmesi ciddi bir problem haline gelmiştir. Katı atıklar düzenli çöp depolama alanlarında depolama, yakma veya kompostlaştırma gibi yöntemlerle bertaraf edilmeye çalışılmaktadır. Alternatif bertaraf yöntemlerinden olan depolama ve yakmanın pahalı, çevreye zararlı olması ve potansiyel faydalarından yararlanılmaması nedeniyle bu atıkların kompostlaştırılarak tarımda değerlendirilmesi son yıllarda önem kazanmakta, pek çok bilimsel araştırmaya konu olmaktadır (Macar 1992; Entry ve ark. 1997; Sönmez ve ark. 2002).

Kentsel katı atıklar, organik madde yönünden zengin, besin maddesi yönünden orta derecede bir kaynak olup gelişmekte olan ülkelerin atıklarının yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Kompost yapımında kullanılan katı atıklar, iyi bir bitki besin maddesi kaynağı olmasının yanı sıra içerdiği yüksek organik madde ile toprağa fiziksel, kimyasal ve biyolojik anlamda önemli katkılar sağlamaktadır (Topçuoğlu ve ark. 2001). Toprak organik maddesi bitki gelişimi için gerekli olan azot, fosfor ve kükürtün büyük bir kısmını sağlamaktadır. Bunun yanında birçok mikro besin elementinin yayınlı olduğu önemli oranda etkili olmaktadır. Özellikle düşük moleküllü bileşikler demir, bakır ve çinko gibi birçok yüksek değerlikli katyonlarla stabil kompleksler oluşturarak, bu iyonları çeşitli reaksiyonlardan korumakta ve bitkilerin bunlardan kolaylıkla faydalanmalarına katkıda bulunmaktadır. Tarımda başarılı olmanın en önemli koşulu toprakların organik madde içeriklerini korumak ve artırmaktır. Bu nedenle bitkisel ve hayvansal kökenli materyallerin usulüne uygun şekilde olgunlaştırılıp organik gübreye dönüştürülmesi ve tarımda kullanılması sağlanmalıdır (Chen ve ark. 1988).

Yapılan çeşitli araştırmalarda organik atıkların, bitkilerin verim ve kalite özellikleri üzerine olumlu etkilerinin bulunmasının yanında topraktaki bitki besin maddelerinin yayınlılıklarını da artırdıkları ve ayrıca toprağa ilave edilen organik atıkların toprağın birçok özellikleri üzerine olumlu etki yaptıkları belirlenmiştir (Hakerler 1980; Kacar 1984; Kütük ve ark. 1995; Sanchez ve ark. 1997; Uyanöz ve ark. 2000).

Duggan ve Wiles (1976), beş yıl süreyle kentsel katı atık kompostunun toprak özellikleri ve Cd, Cr, Ni, Pb, Zn, Cu gibi ağır metallerin alımı üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında artan dozlarda kompost uygulamalarının verim ve toprağın fiziksel özellikleri üzerine iyileştirici etkiye neden olduğunu; kullanılan kompostun ağır metaller bakımından herhangi bir olumsuz duruma neden olmadığını saptamışlardır.

Hanay (1990), toprağa 4, 8 ve 12 t da⁻¹ kentsel katı atık kompostu uygulanması durumunda, artan kompost düzeylerinin toprağın hacim ağırlığı ve dane birim ağırlığı değerlerini azalttığını, toplam porozite, su tutma kapasitesi, infiltrasyon hızı, hidrolik iletkenlik ve organik madde değerlerini ise artırdığını; Doğan (2000), artan kompost (2, 4, 6 ve 8 t da⁻¹)

düzeylerinin toprağın hacim ağırlığı ve pH değerlerini düşürdüğünü, toplam tuz içeriğini ise artırdığını belirlemiştir.

Lopez ve ark. (1998), sardunya bitkisinde farklı yetiştirme ortamlarının verim ve kalite üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, yetiştirme ortamı olarak kentsel katı atık kompostunun kullanılması durumunda bitki yapraklarındaki potasyum ve kalsiyum içeriğinin istenilen düzeyde seyrettiğini belirtmişlerdir. Diğer taraftan Eghball ve Power (1999), kompost uygulamasının topraktaki alınabilir P miktarını yükselttiğini buna karşılık N miktarını azalttığını saptamışlardır.

Garcia-Gil ve ark. (2000), toprağa 20 ve 80 t ha⁻¹ düzeylerinde kentsel katı atık kompostu, 20 t ha⁻¹ hayvan gübresi ve 400 kg ha⁻¹ NPK uygulanması durumunda dehydrogenase ve catalase gibi enzimlerin kompost uygulanan topraklarda daha yüksek olmasına rağmen, üre aktivitesinin 20 t ha⁻¹ uygulamasında % 21 ve 80 t ha⁻¹ uygulamasında ise % 28 daha düşük olduğunu belirlerken; Bhattacharyya ve ark. (2003), artan kentsel katı atık dozlarında ağır metallerin toprak mikrobiyal-C (MBC), üreaz (UR) ve asit fosfataz (AP) faaliyetleri üzerinde herhangi bir zararlı etkisine rastlanmadığını; Bouzaiane ve ark. (2007), toprağa 40 t ha⁻¹ düzeyinde kentsel katı atık kompostu uygulanması durumunda mikrobiyal biyokütlenin arttığını, buna karşılık uygulamanın 80 t ha⁻¹ yükseltilmesiyle mikrobiyal biyokütle C ve N değerlerinin azaldığını saptamışlardır.

Örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde kompost kullanımının verim ve kalite kriterleri üzerine etkileri hakkında birçok araştırma bulunmasına rağmen, örtüaltı kesme çiçek yetiştiriciliğinde kompost kullanımı ile ilgili çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Stringheta ve ark. (1996), serada gerçekleştirdikleri çalışmada, iki farklı krizantem çeşidinin gelişimi üzerine kentsel katı atığın etkilerini incelemişler; yüksek katı atık dozunun çiçeklenmeyi geciktirdiğini, bitki boyu, yaş ve kuru ağırlık, çiçek oluşumu, çiçek sayısı ve çiçek çapı gibi bitkisel parametreleri olumsuz etkilediğini saptamışlardır.

Soumare ve ark. (2003), İngiliz çiminde 25, 50 ve 100 t ha⁻¹ kompost uygulamalarının artan dozlarda iyi bir çim dokusu oluşturduğunu, kuru madde verimini artırdığını ve toprakta herhangi bir ağır metal birikiminin olmadığını; Çiçek (2004), taze ve bekletilmiş atık mantar kompostu içeren ortamlarda yetiştirilen krizantem bitkisinin % 50 olgun atık kompostu içeren ortamlarda tomurcuk sayısı, çiçek ağırlığı, bitki taç gelişliği ve bitki boyu gibi kalite değerlerini yükselttiğini saptamıştır.

Verlinden ve McDonald (2007), değişik kompost miktarları altında (0; 6,2; 12,4; 24,7; 49,4 ve 98,8 t ha⁻¹) deniz lavantası ve horoz ibiği bitkilerinin verim ve kalite özelliklerini belirledikleri araştırmalarında en yüksek verim ve taze ağırlık değerlerinin 98,8 t ha⁻¹ kompost uygulamasından elde edildiğini belirlemişlerdir.

Aydişakir ve ark. (2009), kentsel katı atık kompostunun (20, 40 ve 80 t ha⁻¹) anemon yetiştiriciliğinde etkilerini inceledikleri çalışmalarında verim, sap uzunluğu ve sap kalınlığı değerlerinin kompost dozu yükseldikçe arttığını, en iyi sonuçların 80 t ha⁻¹ uygulamasından elde edildiğini saptamışlardır.

Bu çalışmada, kentsel kökenli çöplerden elde edilen, bileşiminde yaklaşık % 42 oranında organik madde bulunan ve bitki besin elementlerince oldukça zengin katı atık kompostunun organik gübre olarak örtüaltı düğün çiçeği (*Ranunculus asiaticus* L. 'Orange') yetiştiriciliğinde

kullanımının bazı toprak özellikleri, çiçek kalitesi ve verim üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, 01 Ekim 2006–01 Nisan 2007 tarihleri arasında, Flash Tarım Ltd. Şti.'ne ait 2000 m²'lik yandan havalandırılmalı, yay çatılı plastik serada yürütülmüştür.

Çalışmada Antalya koşullarında yetiştiriciliği yapılan düğün çiçeği yumruları bitkisel materyal, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Katı Atık Tesisleri'nden alınan katı atık kompostu ise organik materyal kaynağı olarak kullanılmıştır. Denemede kullanılan katı atık kompostu, yumru dikiminden bir ay önce 0, 2, 4 ve 8 ton da⁻¹ olacak şekilde toprağa uygulanmış ve karıştırılmıştır.

Ranunculaceae familyasına bağlı olan düğün çiçeği (*R. asiaticus*) süs bitkisi olarak yetiştiriciliği yapılan tek *Ranunculus* türüdür. 60 cm'ye kadar boy yapabilen yumru köklü, otsu bir bitki olan düğün çiçeğinin yaprakları derinde üç loplu veya üç yaprakçıklı, dişli ve tüysüdür. Çiçekler uzun bir sap üzerinde terminal ve katmerli bir yapı göstermektedir (Meynet 1993). Yurt dışından temin edilen yumrular, dikim tarihinden 20 gün öncesine kadar 3-4°C, daha sonra 8-10°C'lik soğuk hava deposunda, içi vermikulit ile dolu kasalarda muhafaza edilmiştir. Dikimden önce yumrular, fungal hastalıklara karşı Captan (% 0,4) + Benomyl (% 0,2) bileşimli ilaç çözeltisinde 30 dakika bekletilerek ilaçlanmıştır. Yumrular, 01 Ekim 2006 tarihinde, 80 cm genişlikteki sırtlara 20x15 cm aralıklarla 4'er sıra oluşturacak biçimde 5 cm derinliğe m²'ye 33 yumru gelecek şekilde dikilmiştir. Tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulan denemede parseller arasında kültürel işlemler için 50 cm yol bırakılmıştır. Denemenin başlangıcında ve sonunda toprak örnekleri alınarak, BATEM (Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü) Bitki Besleme Laboratuvarında fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Araştırmanın yapıldığı sera toprağının ve denemede kullanılan organik materyalin fiziksel ve kimyasal bazı özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi, sera toprağının, kumlu tın bünyeli, tuzsuz, alkali, çok yüksek kireçli, organik madde ve K yönünden fakir, P ve Ca yönünden yeterli ve Mg yönünden ise oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Cd, Ni ve Pb gibi ağır metal içerikleri sera toprağında sırasıyla 0,05; 0,30 ve 0,10 ppm iken kullanılan kentsel katı atık kompostunun Cd, Ni ve Pb değerleri sırasıyla 0,09; 0,49 ve 0,73 ppm olarak belirlenmiştir.

Farklı dozlarda toprağa uygulanan kentsel katı atık kompostunun düğün çiçeği üzerine etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen araştırma süresi boyunca hasat edilen bitkilerde çiçek sapı uzunluğu (cm), çiçek sapı kalınlığı (mm), daldaki çiçek sayısı (adet dal⁻¹) ve verim (adet yumru⁻¹) ile ilgili ölçümler yapılmıştır. Elde edilen sayısal veriler MSTAT-C istatistik programı kullanılarak değerlendirilmiş, ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan Testi kullanılmıştır (Gomez ve Gomez 1984).

Çizelge 2. Kentsel katı atık kompostu dozlarının verim ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisi.

Varyasyon Kaynağı	d.f.	Özellikler			
		Çiçek Sapı Uzunluğu (cm)	Çiçek Sapı Kalınlığı (mm)	Daldaki Çiçek Sayısı (adet dal ⁻¹)	Verim (adet yumru ⁻¹)
Tekerrür	2	-	-	-	-
Dozlar (D)	3	**	*	*	**
Hata (D)	6	-	-	-	-
Genel	11	-	-	-	-

* ve **, sırasıyla P<0,05, P<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 1. Organik materyal ve sera toprağının fiziksel ve kimyasal bazı özellikleri.

Özellikler	Organik Materyal	Sera toprağı
Tekstür	-	Kumlu tın
pH	7,90 (1:5)	8,5 (1:2,5)
EC micromhos	5680	355
CaCO ₃ , %	8,00	53,40
Org. Madde, %	42,00	1,50
N, %	1,70	-
P, %	0,33	0,009
K, %	0,88	0,0154
Ca, %	5,20	0,1714
Mg, %	0,67	0,0475
Fe, ppm	5940	-
Zn, ppm	449	-
Mn, ppm	510	-
Cd, ppm	0,09	0,05
Ni, ppm	0,49	0,30
Pb, ppm	0,73	0,10

3. Bulgular ve Tartışma

Toprağa değişik miktarlarda uygulanan kentsel katı atık kompostunun düğün çiçeğinde verim ve bazı kalite kriterleri üzerine etkisine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmektedir. Çizelgeden de görüldüğü gibi kompost uygulamasının incelenen tüm özellikler üzerinde istatistiksel anlamda etkili olduğu görülmektedir.

Denemeden elde edilen sonuçlara göre bitki başına çiçek verimi üzerine kompost uygulamasının istatistiksel olarak önemli farklılıklar (P<0,01) gösterdiği belirlenmiştir. Artan kompost düzeylerinin yumru başına çiçek verimini artırdığı saptanmıştır. Yumru başına en yüksek çiçek verimi 10,7 adet yumru⁻¹ ile 8 ton da⁻¹ uygulamasından elde edilirken yumru başına en düşük çiçek verimi 8,8 adet yumru⁻¹ ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 1a). Verlinden ve McDonald (2007), toprağa 10 ton da⁻¹ kompost uygulamasının deniz lavantası ve horoz ibiği yetiştiriciliğinde verim ve taze çiçek ağırlığını; Aydınşakir ve ark. (2009), toprağa 8 ton da⁻¹ kompost uygulamasının anemon yetiştiriciliğinde yumru başına verimi artırdığını bildirmişlerdir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar literatür ile paralellik göstermektedir.

Örtüaltı kesme çiçek yetiştiriciliğinde çiçek sapı uzunluğu en önemli kalite kriterlerinden biridir. Kesme çiçekler sahip oldukları sap uzunluğuna göre sınıflandırılarak ihraç edilmektedir. Denemeden elde edilen sap uzunluğu değerleri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, farklı düzeylerde uygulanan parsellerin sap uzunluğu değerleri, kontrole göre bir

artış göstermiştir ($P<0,05$). Sap uzunluğu değerleri, 8 ton da^{-1} uygulamasında en yüksek iken, kompostun azalan dozlarında sap uzunluğu azalmaya başlamış ve kontrol uygulamasında en düşük değere ulaşmıştır. En uzun saplı çiçekler 35,0 cm ile 8 ton da^{-1} uygulamasından elde edilirken bu uygulamayı 29,7; 28,9 ve 27,5 cm ile sırasıyla 4, 2 ve kontrol uygulamaları izlemiştir (Şekil 1b).

Düğün çiçeği yetiştiriciliğinde önemli kalite parametrelerinden biri de çiçek sapı kalınlığıdır. Çiçek sapı kalınlığı, çiçek sapının dayanıklılığı ve sağlamlığına etki etmektedir. Bu nedenle, çiçek sapının yere yatay olarak tutulduğu zaman çiçek sapı ucunun eğilmemesi istenmektedir. Araştırmada, uygulanan kompost düzeylerinin çiçek sapı kalınlığına istatistiksel anlamda etki ettiği ($P<0,05$) belirlenmiştir. Uygulama dozları arttıkça çiçek sapı kalınlığının arttığı görülmektedir. En yüksek çiçek sapı kalınlığı 6,3 mm ile 8 ton da^{-1} uygulamasından ölçülmüş ve bu uygulamayı 4 ton da^{-1} , 2 ton da^{-1} ve kontrol uygulamaları izlemiştir (Şekil 1c).

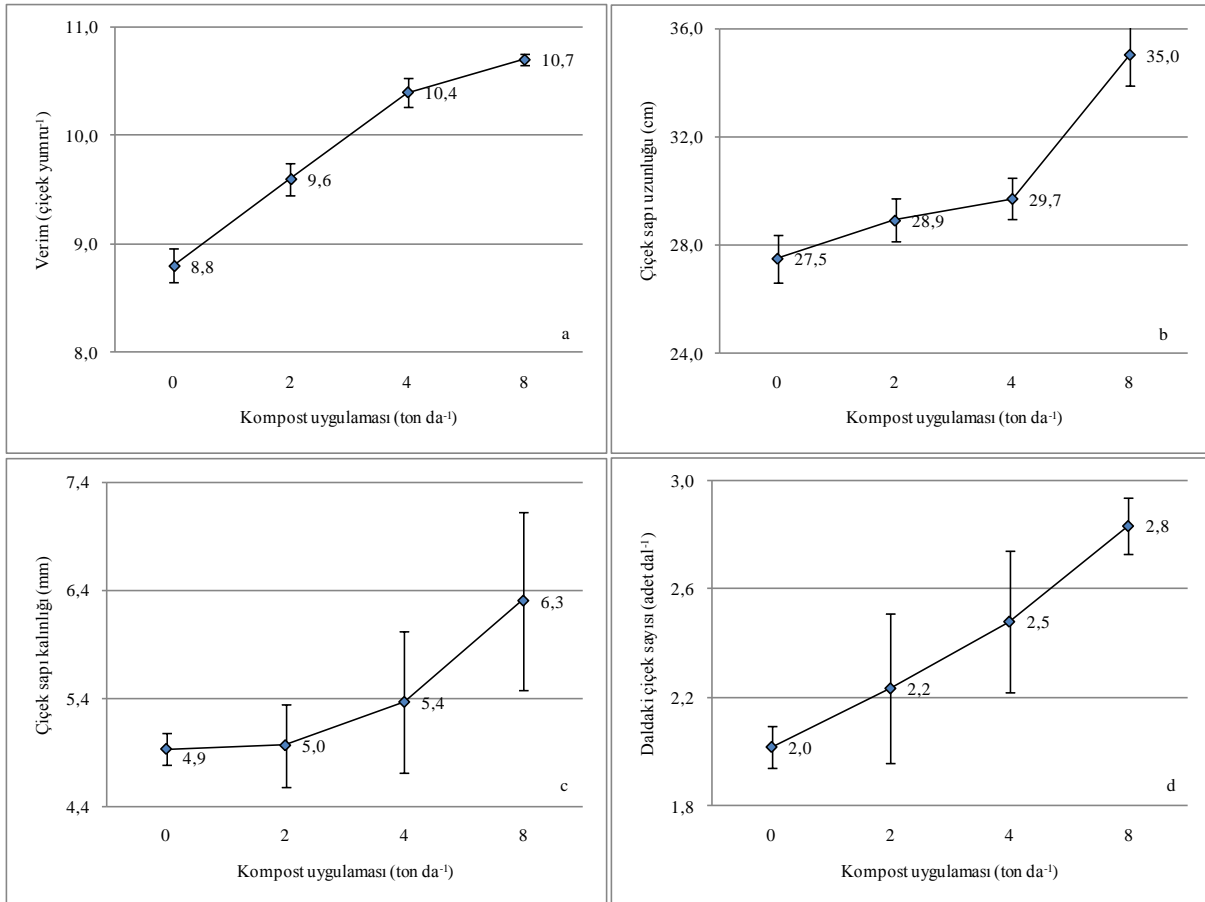
Uygulanan kompost düzeylerinin daldaki çiçek sayısına etkisi ise istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Bir daldaki çiçek sayısı en fazla 2,8 adet dal^{-1} ile 8 ton da^{-1} uygulamasından elde edilirken bu uygulamayı 2,5, 2,2 ve 2,0 adet dal^{-1} ile sırasıyla 4 ton da^{-1} , 2 ton da^{-1} ve kontrol uygulamaları izlemiştir (Şekil 1d).

Bugüne kadar yapılan çalışmalar, toprakların organik madde eksikliğini gidermek için çiftlik gübresinin, her türlü bitkisel artıkların ve çöp kompostunun kullanılabilceğini göstermiştir.

Bu materyaller toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirerek, topraklara besin elementleri sağlamakta, dolayısıyla bitkisel üretimde verim ve kaliteyi olumlu etkilemektedirler (Eghball ve Power 1999; Eighball 2000; Sönmez ve ark. 2002). Çeşitli araştırmacılar tarafından ifade edildiği gibi, yapılan bu çalışma sonucunda da artan dozlarda uygulanan kompostun verim ve kaliteyi önemli düzeyde artırdığı belirlenmiştir (Stringheta ve ark. 1996; Birben 1998; Bhattacharyya ve ark. 2003; Çiçek 2004, Verlinden ve McDonald 2007; Aydişakir ve ark. 2009).

Diğer taraftan kullanılan katı atık kompostun sera toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine olan etkisi ise deneme sonrası parsellerden alınan toprak örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 3). Uygulama öncesi sera toprağının organik maddesi % 1,5 iken 4 ton da^{-1} uygulamasında 1,8'e; 8 ton da^{-1} uygulamasında ise % 1,9'a yükselmiştir. Uygulama öncesi sera toprağının pH'sı 8,5 iken uygulamalar sonrası toprak pH'sı 8,0'e düşmüştür. Benzer şekilde Doğan (2000) artan kompost seviyelerinde toprağın pH değerlerinin azaldığını belirlemiştir.

Denemenin başlangıcında 355 micromhos olan sera toprağı tuz değeri uygulama dozları arttıkça yükselmiştir (421, 478 ve 560 micromhos). Denemede kullanılan katı atık kompostunun tuz içeriğinin yüksek oluşu (5680 micromhos) yetiştiricilik açısından istenmeyen sınırlardadır. Fakat söz konusu materyal doğrudan yetiştirme ortamı değil de toprak ile karıştırılarak, organik madde kaynağı olarak kullanıldığından yetiştiricilik



Şekil 1. Farklı dozlardaki kentsel katı atık kompostunun düğün çiçeği yetiştiriciliğinde verim (a), çiçek sapı uzunluğu (b), çiçek sapı kalınlığı (c) ve daldaki çiçek sayısı (d)'na etkisi.

Çizelge 3. Deneme sonunda katı atık kompostun bazı toprak özelliklerine etkisi.

Özellik	Kompost Uygulamaları			
	Kontrol	2 ton da ⁻¹	4 ton da ⁻¹	8 ton da ⁻¹
pH (1:2,5)	8,0	8,0	7,9	8,0
CaCO ₃ (%)	46,5	47,5	46,9	48,1
ECmicromhos	284	421	478	560
Kum %	72	74	71	73
Kil %	13	13	13	14
Mil %	15	13	16	13
Org. Madde, (%)	1,4	1,5	1,8	1,9
P, ppm (Olsen)	150	82	110	167
K, ppm	243	266	245	338
Ca, ppm	2544	2360	2479	2499
Mg, ppm	243	218	249	233
Mn, ppm	0,44	0,62	0,58	0,80
Zn, ppm	1,14	1,36	1,76	1,67
Fe, ppm	0,24	0,34	0,63	0,71
Cd, ppm	0,06	0,07	0,07	0,08
Ni, ppm	0,32	0,40	0,50	0,58
Pb, ppm	0,10	0,30	0,30	0,40

açısından herhangi bir probleme neden olmamıştır.

Kullanılan kompostun toprak bünyesi, P, Ca ve Mg değerleri üzerine herhangi bir etkisi görülmezken, artan uygulamalarla toprağın Mn, Zn ve Fe değerlerinde artışlar olduğu belirlenmiştir. Denemede kullanılan toprağın kimyasal özellikleri dikkate alındığında, uygulanan kompostun toprağın organik madde ve pH'sını etkileyerek, bitkinin topraktaki besin maddelerini alımını kolaylaştırmaktadır. Görüldüğü gibi çalışmada kullanılan kentsel katı atık kompostunu, hem yetiştirilen bitki için iyi bir besin maddesi kaynağı olarak, hem de yüksek organik madde içeriği nedeniyle yoğun yetiştiricilik yapılan sera topraklarının organik madde düzeyini artırmak amacıyla rahatlıkla kullanılabilirliği söylenebilir (Hanay 1990; He ve ark. 1992; Shiralipour ve ark. 1992; Stringheta ve ark. 1996; Volterrani ve ark. 1996; Garcia-Gil ve ark. 2000; Uyanöz ve ark. 2000; Sönmez ve ark. 2002; Soumare ve ark. 2003; Böcek 2005).

Artan düzeylerdeki kompost uygulamalarının toprağın Cd, Ni ve Pb gibi ağır metal içerikleri üzerine etkileri incelendiğinde (Çizelge 3), deneme sonunda en yüksek uygulama seviyesinden elde edilen Cd, Ni ve Pb değerlerinin (sırasıyla 0,08; 0,58 ve 0,40) Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde izin verilen sınır değerlerinin (Cd< 3,0 ppm, Ni<50 ppm ve Pb<300 ppm) oldukça altında olduğu belirlenmiştir.

4. Sonuç

Araştırma sonuçlarına göre, söz konusu kompostun farklı dozlarının verim ve kalite özellikleri üzerinde kontrole göre artış gösterdiği ve 8 ton da⁻¹ uygulama dozunun toprağa zarar vermeden örtüaltı düğün çiçeği yetiştiriciliğinde başarıyla kullanılabilirliği saptanmıştır. Artan kompost seviyeleri, kontrol ile karşılaştırıldığında verim değerleri % 9, % 18 ve % 22; çiçek sapı uzunluğu değerleri % 5, % 8 ve % 27; çiçek sapı kalınlığı değerleri % 2, % 10 ve % 29 ve daldaki çiçek sayısı değerleri % 1, % 25 ve % 40 oranlarında artış göstermiştir.

Araştırmadan elde edilen bilgiler ışığında, toprağa uygulanan kentsel katı atık kompostu iyi bir bitki besin maddesi kaynağı olması ve toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini düzeltilmesi açısından tarımda değerlendirilmesi gereken önemli bir organik madde kaynağı olarak karşımıza

çıkılmaktadır. Kentsel katı atık kompostunun organik materyal kaynağı olarak toprağa uygulanması, tarımsal üretimi artırmanın yanında, aynı zamanda sürdürülebilir tarım ve çevre kirliliğinin önlenmesi bakımından büyük bir öneme sahiptir.

Sonuç olarak, yüksek düzeyde organik madde içeren kentsel katı atık kompostunun zengin mineral bileşimi nedeniyle toprağın fiziksel kimyasal özelliklerini olumlu yönde etkilediği ve artan dozları oranında verimi ve kaliteyi artırdığı saptanmıştır. Bununla birlikte aynı kompostun yüksek tuz düzeyi içermesi nedeniyle tarımda artan dozlarda kullanımı öncesi mutlaka analiz edilmesi gerekmektedir. Tuzluluk düzeyinin tolere edilebilecek düzeye getirilmesi ve gerekli mineral dengelemesi ile bu materyalin tarımda güvenli geri kazanımının başarıyla yapılabileceği ve önemli düzeyde ekonomik girdi sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu çalışmayla, giderek artan dünya nüfusunun ortaya çıkardığı en büyük sorunlardan biri olan ve çevre kirliliğine yol açan kentsel atıkların kullanılmasıyla, hem organik madde bakımından oldukça düşük olan örtüaltı topraklarımızın iyileştirilmesine hem de çevre kirliliğinin önlenmesine önemli ölçüde katkı sağlanacağı belirlenmiştir.

Teşekkür

Bu araştırmanın gerçekleşmesine bitkisel materyal ve sera alanı temini çerçevesinde destek sağlayan Flash Tarım Ltd. Şti.'ne teşekkürü borç biliriz.

Kaynaklar

- Arı N, Ateş T, Özkan CF, Arpacıoğlu AE (2002) Antalya bölgesinde domates yetiştiriciliği yapılan seraların toprak verimlilik durumlarının incelenmesi. IV. Sebze Tarımı Sempozyumu Bildiri Kitabı, Bursa, s. 171-181.
- Aydişakir K, Ünlü A, Yılmaz S, Arı N (2009) The effects of compost applications on yield and quality characteristics of *Anemone coronaria* L. cv. 'Red Meron'. Acta Horticulturae 807:359-364.
- Bhattacharyya P, Chakrabarti K, Chakraborty A (2003) Residual effects of municipal solid waste compost on microbial biomass and activities in mustard growing soil. Archives of Agronomy and Soil Science 49: 585-592.
- Birben H (1998) Atık mantar kompostunun begonia (*Begonia semperflorens*) bitkisinin gelişimi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bouzaiane O, Cherif H, Saidi N, Jedidi N, Hassen A (2007) Effects of municipal solid waste compost application on the microbial biomass of cultivated and non-cultivated soil in a semi-arid zone. Waste Management and Research 25: 334-342.
- Böcek N (2005) Eysel nitelikli katı atık kompostunun verimsiz topraklarda yetiştirilen nohut bitkisine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Chen Y, Inbar Y, Hadar Y (1988) Composted agricultural wastes as potting media for ornamental plants. Soil Science 145: 298-303.
- Çiçek N (2004) Atık mantar kompostu ile hazırlanan değişik yetiştirme ortamlarının krizantem (*Chrysanthemum morifolium*)'in gelişim parametreleri ve besin maddesi içeriğine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Doğan K (2000) Antakya şehir çöplerinden elde edilen kompostun toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile domateste verime etkisi. Doktora Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Duggan JC, Wiles CC (1976) Effects of municipal composts and nitrogen fertilizer on selected soils and plants. Compost Science 17: 24-31.

- Eghball B (2000) Nitrogen mineralization from field-applied beef cattle feedlot manure or compost. *Soil Science Society American Journal* 64: 2024-2030.
- Eghball B, Power JF (1999) Phosphorus and nitrogen based manure and compost applications: corn production and soil phosphorus. *Soil Science Society American Journal* 63: 895-901.
- Entry JA, Wood BH, Edwards JH, Wood CW (1997) Influence of organic by-products and nitrogen source on chemical and microbiological status of an agricultural soil. *Biology and Fertility of Soils* 24: 196-204.
- Garcia-Gil JC, Plaza C, Soler-Rovira P, Polo A (2000) Long term effects of municipal solid waste compost application on soil enzyme activities and microbial biomass. *Soil and Biology and Biochemistry* 32: 1907-1913.
- Gomez KA, Gomez AA (1984) *Statistical Procedures for Agricultural Research*. John Wiley and Sons, New York.
- Hakerler H (1980) Kentsel atıkların gübre olarak değerlendirilmeleri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 17: 113-131.
- Hanay A (1990) Çöp kompostunun toprakların bazı yapısal özellikleri ve toprak-su ilişkilerine olan etkilerinin ahır gübresiyle karşılaştırılması üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- He XT, Traina SJ, Logan TJ (1992) Chemical properties of municipal solid waste composts. *Journal of Environmental Quality* 21: 318-329.
- Kacar B (1984) *Bitki Besleme*. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fak. Yayınları No: 899, Ankara.
- Kütük CA, Çaycı G, Baran A (1995) Çay atıklarının bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirlik olanakları. *Tarım Bilimleri Dergisi* 1: 35-40.
- López R, Durán C, Murillo JM, Cabrera F (1998) Geranium's response to compost based substrates. *Acta Horticulturae* 469: 255-262.
- Macar M (1992) Mersin ili çöplerinin işlenmesi ile elde edilen kompostun buğday ve soya verimlerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Meynet J (1993) *Ranunculus*. In: De Hertog AA, Le Nard M (Eds), *The Physiology of Flower Bulbs*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Sánchez L, Díez JA, Polo A, Román R (1997) Effect of timing of application of municipal solid waste compost on N availability for crops in central Spain. *Biology and Fertility of Soils* 25: 136-141.
- Sevgican A (1989) Örtüaltı Sebzeçiliği. Tav Yayınları No:19, Yalova.
- Shiralipour A, McConnell DB, Smith WH (1992) Uses and benefits of municipal solid waste compost: A review and assessment. *Biomass and Bioenergy* 3: 267-279.
- Soumare M, Tack FMG, Verloo MG (2003) Effects of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. *Bioresource Technology* 86: 15-20.
- Sönmez İ, Sönmez S, Kaplan M (2002) Çöp kompostunun bitki besim maddesi içerikleri ve bazı organik gübrelerle karşılaştırılması. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 16: 31-38.
- Stringheta ACO, Fontes LEF, Lopes LC, Cordoso AA (1996) Growth of chrysanthemum in substrate containing compost of urban solid waste and carbonized rice husk. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 31: 795-802.
- Topçuoğlu B, Önal MK, Arı N (2001) Toprağa kentsel katı atık kompostu ve kentsel atıksu arıtma çamuru uygulamalarının sera domatesinde kuru madde miktarı ve bazı bitki besin içerikleri üzerine etkisi. GAP II. Tarım Kongresi Cilt 1, Şanlıurfa, s. 99-106.
- Tüzel Y (1996) Ekolojik Tarım. Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği (ETO), İzmir.
- Tüzel Y, Bozok K, Eltez RZ (1992) Atık kompostun kullanım alanları. Türkiye IV. Yemeklik Mantar Kongresi Cilt 2, Yalova, s. 1-10.
- Uyanöz R, Zengin M, Şeker C, Çetin Ü (2000) Toprağın üreaz, katalaz ve biyolojik aktivitesine bazı organik materyallerin etkisi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 14: 85-92.
- Verlinden S, McDonald L (2007) Productivity and quality of statice (*Limonium sinuatum* cv. Soiree Mix) and cockscomb (*Celosia argentea* cv. Chief Mix) under organic and inorganic fertilization regiments. *Scientia Horticulturae* 114: 199-206.
- Volterrani M, Pardini G, Gaetani M, Grassi N, Miele S, Bertoldi M, Sequi P, Lemmes B, Papi T (1996) Effects of application of municipal solid waste compost on horticultural species yield. *The Science of Composting Part 2*: 1385-1388.
- Yüksel AN, Korkut AB, Kaygısız H (1992) *Sera Üreticisinin El Kitabı*. Hasad Yayıncılık, İstanbul.

Kurutulan Kestel Gölü'nden kazanılan toprakların bazı fiziksel özellikleri ile üretim potansiyelleri arasındaki ilişkiler

Relationships between physical properties and production potentials of soils acquired from draining of Kestel Lake

Sevda ALTUNBAŞ¹, Mustafa SARI²

¹Akdeniz Üniversitesi Uzaktan Algılama Araştırma ve Uygulama Merkezi, Antalya-Türkiye

²Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Antalya-Türkiye

Sorumlu yazar (*Corresponding author*): Sevda Altunbaş, e-posta (*e-mail*): saltunbasl@akdeniz.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 17 Mayıs 2009
Düzeltilme tarihi 13 Mayıs 2011
Kabul tarihi 16 Mayıs 2011

Anahtar Kelimeler:

Sulak alan toprakları
Sulak alan degradasyonu
Tarımsal üretkenlik

ÖZ

Dünya'daki ekosistemlerin en önemlilerinden birisini oluşturan sulak alanların kurutulması, yıllar boyunca toplumların sağlık ve refahını arttıran bir çaba olarak görülmüştür. Bununla birlikte dünyanın her tarafında özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerinde büyük bir hızla gerçekleştirilen kurutmalar ekolojik, ekonomik, sosyal ve kültürel bozulmaları da beraberinde getirmiştir. Kurutulan alanların tarım arazilerine çevrilmesi de genellikle iyi sonuçlar doğurmamıştır. Öncelikle topraktan ve iklimden kaynaklanan bazı sorunlar, bitkisel üretimdeki verim ve kalitenin azalmasına neden olmuştur. Bu çalışmada 1970'li yıllarda kurutulmuş tarıma açılan Kestel gölü topraklarında bazı morfolojik ve fiziksel özellikler araştırılarak, toprakların üretkenlik potansiyelleri yorumlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, çalışma alanındaki toprakların yüksek kil içeriği, gelişmemiş olan strüktürleri ve uygun olmayan kıvam özelliklerinin, bu toprakların üretkenlik potansiyelleri üzerine olumsuz etkilerinin bulunduğu tespit edilmiştir.

ARTICLE INFO

Received 17 May 2009
Received in revised form 13 May 2011
Accepted 16 May 2011

Keywords:

Wetland soils
Degradation of wetlands
Agricultural productivity

ABSTRACT

Wetlands are among the most important eco-systems on Earth. For many decades, it has been thought that draining water from these areas and acquiring more lands for agricultural use would contribute to the welfare of the people and communities living nearby. This perspective has led to rapid draining and drying of wetland systems all over the world, especially in arid or semi-arid areas and this in return caused ecological, economical, social and cultural degenerations. Transformation of these areas into agricultural land has not produced the desired results. Instead, this transformation has led to problems related to soil and climate, and resulted in decreases in the yields and quality of agricultural production. In this study, the productive potential of Kestel lake fields which was drained and converted into agricultural land in 1970 has been evaluated based on some physical and morphological properties of the soil. According to the results, soils of this area had high clay content, unimproved structure and unsuitable viscosity. These properties negatively affect productive potential in this area.

1. Giriş

Sulak alanlar, doğanın ve doğal olayların bir parçası olarak zaman içerisinde çeşitli değişimleri yaşamak zorundadırlar. Söz konusu bu değişimler, doğal olaylarla ortaya çıkabileceği gibi, yapay müdahalelerle de oluşabilmektedir. Yapay müdahalelerle bu ekosistemlerde meydana getirilen değişimler, 20. yy'ın son çeyreğinde oldukça artmış, gerek Türkiye'de ve gerekse diğer pek çok ülkede özellikle yeni tarımsal üretim alanları kazanmak amacıyla sulak alanlar kurutulmuştur (Finlayson ve Davidson 1996; Özesmi ve Özesmi 1997). Nitekim ABD sulak alanlarının % 54'ünü, Fransa bataklık alanlarının % 80'ini ve Yeni Zelanda ise % 90'ını kaybettiklerini bildirmişlerdir

(Dugan 1995). Gelişmekte olan ülkelerin sulak alan degradasyonu ile ilgili bilgilerinin yeterli olmaması nedeniyle, özellikle arid bölgelerdeki ülkelerin iklimsel, coğrafik ve ekonomik durumları da göz önüne alındığında, sulak alan kayıplarının çok daha yüksek olduğu tahmin edilmektedir (Dugan 1995). Türkiye'de ise özellikle 1960-1970 yılları arasında halk sağlığı ile ilgili sorunları çözmek ve sıtma hastalığı ile mücadele etmek amacıyla bir çok sulak alan kurutulmuştur. Nitekim, yapay müdahalelerle gerçekleştirilen drenajlarla ülke sulak alanlarının % 50'sinden fazlasının kaybedildiği ifade edilmektedir (Özesmi ve Özesmi 1997).

Sulak alan olma niteliği değiştirilen alanların, ağırlıklı olarak tarımsal üretimde kullanıldıkları bilinmektedir. Bununla birlikte, göllerin kurutulması sonucunda tarıma açılan arazilerin, tarımsal üretim anlamında sorunlarının bulunup bulunmadığı ve/veya özellikle sürdürülebilir arazi kullanımı açısından gelecekteki sorunlarının neler olacağı hakkında ise yeterli bilgiler bulunmamaktadır (Baktır ve Sarı 2002). Sulak alanların kurutulması sonucunda ortaya çıkan olumsuz çevre koşullarının yanı sıra yukarıda sözü edilen bu bilgi eksikliği, bu alanlardan sosyo-ekonomik fayda temin eden toplumların, tarımsal üretim faaliyetlerinden bekledikleri sonucu alamamalarına ve kısa sürelerde bu alanları terk etmelerine neden olmaktadır. Sulak alan toprakları üzerinde yeni bir sosyo-ekonomik yaşamı hedeflemelerine rağmen, bu alanlardan ayrılmak durumunda kalan kitleler, bu defa kentlere göç etme eğilimine girerek yeni bir sosyo-ekonomik ve kültürel bilinmeze doğru hareket etmektedirler (Baktır ve Sarı 2002). Araştırmaya konu olan ve 1972 yılında kurutma işlemi tamamlanmış olan Kestel Gölü alanı ve çevresinde, son yıllarda bazı iklimsel değişimlerin yaşandığı, yer altı ve yerüstü su kaynaklarının azaldığı, doğal bitki örtüsünün kısmen değiştiği ve alandaki tarımsal üretimin kalite ve kantitesinde de ciddi azalmaların ve bozulmaların ortaya çıktığı yöre halkı tarafından da ifade edilmektedir.

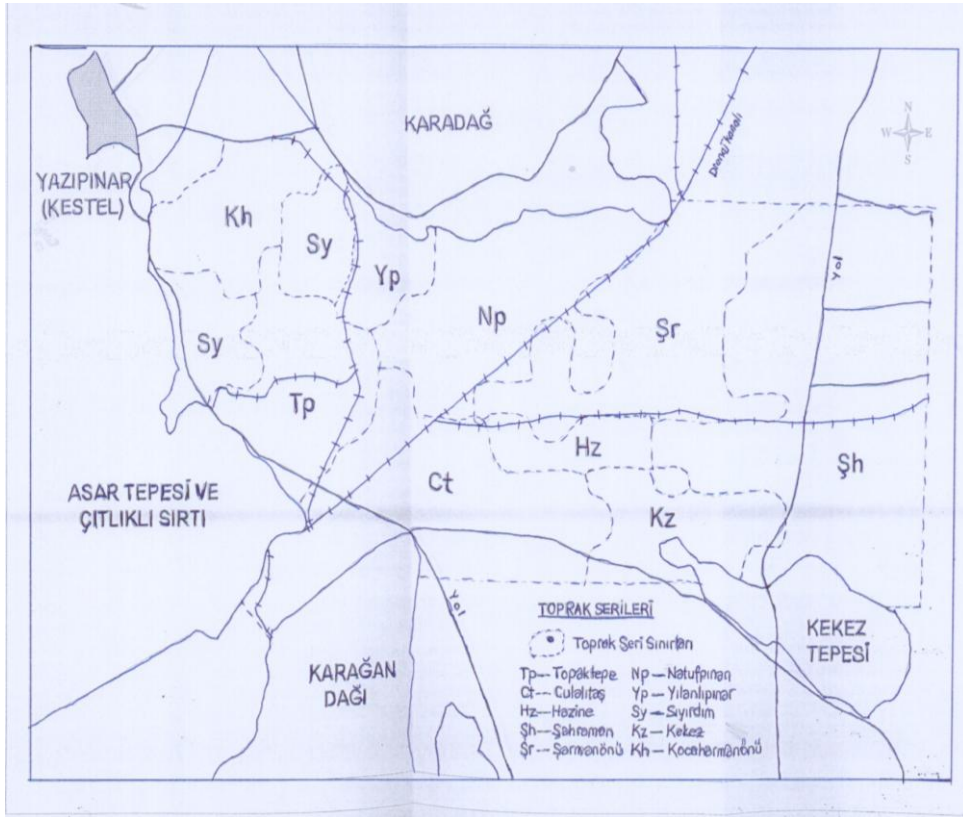
Bu çalışmada, Kestel gölünün kurutulması ile ortaya çıkan farklı toprak çeşitlerinin bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi ve bu özelliklerin, tarımsal üretimde yaratacağı olası avantaj ve dezavantajlarının değerlendirilmesine yönelik ön bilgilerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçların, özellikle ekolojik benzerlikleri olan ve Kestel Gölü gibi kurutularak tarıma açılan diğer eski göl alanı arazilerinin, sürdürülebilir kullanımlarında da fayda sağlayacağı

öngörülmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma Alanı, Türkiye’de göller yöresinin bir ili olan Burdur ilinin Bucak ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Araştırma alanı, Bucak ilinin yaklaşık 20 km güneybatısında bulunmakta ve Kestel ovası olarak isimlendirilmektedir. Kestel ovası, tektonik-karstik oluşumlu kapalı bir havza niteliğindedir. Bu makaleye esas olan araştırma ise, oldukça geniş olan bu ovanın en son dönemdeki göl aynası üzerinde, diğer bir deyişle, kurutma işleminin en son tamamlandığı alanda Sarı ve ark. (2000), tarafından yapılmıştır. Yaklaşık genişliği 2300 ha olan alanın büyük çoğunluğu yöredeki çiftçiler tarafından tarımsal üretim amacıyla kullanılmaktadır. Alan, kuzey, batı ve güneybatı kısımlarında doğrudan yüksek dağlık arazilerle son bulmaktadır. Doğu ve güneydoğu kısımları ise çok eskiden doğal süreçler kapsamında kurumuş olan eski göl tabanı arazileri ile komşuluk ilişkisi içerisinde. Buna göre araştırma alanı kuzeyde Üzümlübel ve Kuşbaba köylerinin yüksek dağlık arazileri ile, güneyde Karağan dağı, Karaaliler köyü ve Kekez tepesi, doğuda Antalya-Ankara karayolu ile batıda ise Kestel (Yazıpınarı) ve Keçili köyleri tarafından sınırlanmaktadır.

Araştırmada, Sarı ve ark. (2000), tarafından saptanmış olan her bir farklı toprak çeşidine ait profiller, çalışmanın amacı doğrultusunda Soil Survey Division Staff (2003) ve FAO (1977)’ye göre incelenmiş ve bu toprakların morfolojik ve fiziksel özelliklerinden bazıları olan tekstür, strüktür, kıvım ve kompaksiyon durumları tanımlanmış ve analiz edilmiştir. Seriler arasındaki ilişkiler ve toprakların dağılımına ilişkin toprak haritası ise aşağıda verilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma alanının temel toprak haritası (Sarı ve ark. 2000).

3. Bulgular

Ekolojik bileşenler içerisinde önemli bir yeri olan toprakların üretkenlik potansiyelleri, onların jeogenetiksel ve pedogenetiksel oluşum süreçleri içerisinde kazandıkları morfolojik, fiziksel, kimyasal, biyolojik ve mineralojik özelliklerinin, kalite ve kantiteleri ile yakından ilişkilidir (Klingebiel and Montgomery 1961; FAO 1983; Sarı ve ark. 2003; Soil Survey Division Staff 2003). Bu çalışmada, Kestel gölünün kurutulması sonucu üzerinde tarımsal üretim yapılan toprakların, bazı morfolojik ve fiziksel özellikleri araştırılarak, söz konusu özelliklerin bu toprakların üretkenlik potansiyellerine olan etkisi değerlendirilmiştir.

Araştırma alanında özellikle jeogenetik değişim ve dönüşümlerindeki farklılıklara bağlı olarak daha önceki çalışma ile saptanmış olan 9 farklı toprak serisine ait bazı morfolojik ve fiziksel özellikler gerek arazi koşullarında ve gerekse laboratuvar ortamında yapılan analizlerle belirlenmiştir ve elde edilen sonuçlar Çizelge 1’de verilmiştir.

Araştırma alanında yer alan toprakların morfolojik yapıları incelendiğinde, çok kısa süre önce karasal ortama kavuşan genç topraklar olmaları nedeniyle, B horizonlarının gelişmediği, AC horizonlu topraklar oldukları gözlenmektedir. Bir diğer morfolojik özellik olan renklerinin ise genel olarak 2.5Y 4/2 ve 5Y4/3 değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir. Toprakların fiziksel özellikleri değerlendirildiğinde ise profillerin neredeyse tamamında ‘kil’ tekstürün hakim olduğu görülmektedir. Araştırma alanındaki toprak serilerinin her birinde kıvam özellikleri, kuru iken çok sert, nemli iken çok sıkı ve yaş iken çok yapışkan ve çok plastik olarak belirlenmiştir. Strüktürel yapıların ise toprak işleme derinliğinde, kuvvetli orta köşeli blok, kuvvetli kaba köşeli blok, kuvvetli orta granüler, kuvvetli kaba granüler iken, işleme derinliğinin altında, tüm profiller için hiçbir strüktürel yapı oluşturamamış olması nedeni ile masif olarak tespit edilmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Sulak alan ekosistemleri içinde önemli bir yeri olan toprakların üretkenlik potansiyelleri, onların genetiksel oluşum süreçleri içerisinde, toprak gelişim proseslerine bağlı olarak kazandıkları morfolojik, fiziksel, kimyasal, biyolojik ve mineralojik özelliklerinin tamamının bitkisel üretimi gerçekleştirilebilmedeki başarı oranları ile ilişkili olduğu bilinmektedir (Klingebiel ve Montgomery 1961; FAO 1977; FAO 1983). Sarı ve ark. (2000) da çok yakın geçmişte kurutulmuş sulak alan özellikleri kaybettirilmiş ve akabinde tarımsal üretime tahsis edilmiş olan eski Kestel göl alanı toprakları ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Bu makalede ise sözü edilen çalışmadan elde edilmiş olan kapsamlı arazi ve toprak bilgilerinden bazıları kullanılarak, bu alandaki topraklarının üretkenlik potansiyelleri hakkında bazı ön bilgiler elde edilmeye çalışılmıştır. Kullanılmış olan bilgiler arasında ise toprakların tekstür, strüktür, kıvam, gözeneklilik ve kompaksiyon gibi özelliklerine yer verilmiştir.

Kestel gölü, çevresindeki yüksek dağlık ve tepelik alanlardan akıp gelen çeşitli yan derelerin taşıdığı, farklı büyüklükteki kum ve silt gibi materyallerin özellikle kireçli killer ile birlikte, göl tabanında depolanması sonucunda oluşmuştur. Binlerce yıllık doğal süreçler kapsamında ortaya çıkan bu göl alanı yaklaşık 40 yıl kadar öncesinde yapay kurutma işlemleri ile tamamen tahliye edilmiş ve böylelikle göl tabanında binlerce yıllık bir süreçte birikmiş ve su altındaki indirgenme koşulları kapsamında karakter kazanmış olan

materyaller, karasal ortama çıkmıştır. Bu aşamadan sonra ise ortaya çıkan yeni ekolojik/yapay faktörlerin ve unsurların etkisi ile ıslak ortamdaki (oksijensiz ortamdaki indirgenme ortamından) kurak (oksijeni daha fazla olan yükseltgenme) ortama kavuşan göl tabanı materyallerinde toprak oluşumu ve profil gelişimi işlemleri başlamıştır. Özellikle karasal ortamdaki oksidatif koşullar altında, değişim ve dönüşüm yaşamaya başlayan materyallerdeki, değişim-dönüşüm sürecinin yaklaşık 40 yıl olduğu dikkate alınır, araştırma alanı topraklarının üretkenlikleri üzerinde kimyasal özelliklerinden daha çok, fiziksel özelliklerin baskın olduğunu söylemek gerekmektedir.

Çok yakın geçmişte özellikle göl ortamından kurtulmuş olan toprakların üretkenlik potansiyellerini etkileyen en önemli fiziksel toprak özellikleri tekstür, strüktür, kıvam, gözeneklilik, geçirgenlik ve kompaksiyon’dur. Toprak tekstürü, toprakların strüktür oluşumu dahil yukarıda sayılan bütün fiziksel özelliklerinin nitelik ve niceliklerinin ortaya çıkmasında en etkin bir toprak özelliğidir. Tüm bu fiziksel özellikler aynı zamanda, toprağın kıvamını, su ve diğer iyonları tutma kapasitelerini, su ve hava geçirgenliklerini, tohumların çimlenme oranlarını, köklerin gelişme derecelerini, toprak işleme alet ve makinelerine karşı davranışlarını da belirlemektedir. Diğer taraftan bu özellikler, toprakların kimyasal yapılarının anlaşılabilmesinde de yardımcı birer parametre olarak toprakların üretkenlikleri ile doğrudan ve/veya dolaylı olarak ilişkili olan, daha bir çok olayı etkilemekte ve yönlendirmektedir (FAO 1977; Landon 1991).

Araştırma alanında yer alan toprakların tamamında tekstür, kil olarak belirlenmiştir. Alandaki 9 farklı seriye ait toprakların kil miktarları ise ortalama % 65-70 arasında değişmektedir. Bu değerler uluslararası standartlara göre [FAO (1977)’ya göre sınır değer % 60’dır.] ağır killi topraklar olarak sınıflandırılmaktadırlar. Bu özelliğe sahip toprakların, oldukça iri/kaba strüktürel üniteler oluşturacağı, çok yüksek plastiklik özelliğine bağlı olarak toprak işlemede sıkışma (kompaksiyon) yaratacağı, tohum çimlenmesinde ve toprak işleminde zorluklar oluşturacağı bilinmektedir. Ayrıca çok yüksek su tutma kapasitesine bağlı olarak düşük havalanma olacağı, bu durumun su ve hava iletiminde problem yaratacağı ve bazı kimyasal özelliklerle birlikte yüksek oranda besin elementi tutulabileceği ancak bu elementlerin bitkiler tarafından alınmasında zorluklar yaşanacağı da bilinmektedir. Tüm bu olumsuz koşullar arazi çalışmalarında gözlenerek tespit edilmiştir. Araştırma alanında yer alan 9 toprak serisinin hepsinde, toprak işleme derinliklerinin hemen altından itibaren 1.5-2 m’lik profil boyunca kompaksiyon sorunlarının olduğu tespit edilmiştir. Görüldüğü üzere araştırma alanı toprakları, tekstürel özellikleri açısından ideal bir tarımsal üretim yapılmasına engel teşkil etmektedir.

Toprakların potansiyel üretkenlikleri üzerinde etkin bir rolü bulunan toprak strüktürü, toprağı oluşturan organik madde (humus) ve inorganik teksel parçacıkların (kum, silt, kil) toprak oluşum proseslerinin etkisi altında bir araya gelerek oluşturduğu kümeli yapılar şeklinde tanımlanmaktadır. Bitkisel üretim için ideal sayılan toprak strüktür tipleri, işleme derinliğinde furda ve granüler, işleme derinliğinin altında ise orta irilikte ve kuvvetli gelişmiş prizmatik ve blok strüktür tipleridir (FAO 1977; Landon 1991).

Araştırma alanı toprakları yaklaşık olarak 40 yıl kadar önce karasal ortama kavuşmuş olduğundan toprak oluşum prosesleri çok az çalışmıştır. Nitekim araştırma alanında yer alan toprak serilerinin toprak işleme derinliğinde geliştirebildikleri strüktürel üniteler kuvvetli orta köşeli blok, kuvvetli kaba köşeli

Çizelge 1. Toprak serilerinin bazı morfolojik ve fiziksel özellikleri.

Horizon	Derinlik (cm)	Renk (yaş)	Tekstür (%)			Strüktür
			Kum	Silt	Kil	
TOPAKTEPE SERİSİ						
Ap	0-27	2.5Y 4/2	9.5	23.9	66.6	C Granüler
A2	27-52	2.5Y 4/2	9.5	19.9	70.6	C Masif
AC	52-104	2.5Y 4/3	7.5	20.0	72.5	C Masif
C1	104-120	2.5Y 4/3	8.1	15.6	76.3	C Masif
C2	120-170	2.5Y 5/3	8.1	15.6	76.3	C Masif
CULALITAŞ SERİSİ						
Ap	0-23	2.5Y 5/3	5.5	30.0	64.5	C Granüler
A2	23-52	5Y 4/3	9.5	26.0	64.5	C Masif
AC	52-80	2.5Y 5/3	7.5	26.0	66.5	C Masif
C	80-180	2.5Y 4/3	7.5	22.0	70.5	C Masif
HAZİNE SERİSİ						
Ap	0-30	5Y 4/2	9.5	24.0	66.5	C Köşeli blok
A2	30-58	2.5Y 3/1	7.5	20.0	72.5	C Masif
AC	58-75	2.5Y 3/1	7.5	20.0	72.5	C Masif
C1	75-120	5Y 4/2	6.1	17.6	76.3	C Masif
C2	120-170	5Y 4/3	8.1	13.6	78.3	C Masif
KEKEZ SERİSİ						
Ap	0-34	5Y 5/3	12.1	35.6	52.3	C Granüler
C	34-52	2.5Y 5/3	10.1	65.6	24.3	SiL Masif
2C	52-80	5Y 6/3	8.4	24.0	67.6	C Masif
3A	80-90	5Y 5/2	8.1	21.6	70.3	C Masif
3AC	90-109	5Y 5/2	8.1	19.6	72.3	C Masif
3C	109-140	2.5Y 5/3	8.4	20.0	71.6	C Masif
ŞAHRAMAN SERİSİ						
Ap	0-22	2.5Y 4/2	12.4	32.0	55.6	C Köşeli blok
A2	22-60	2.5Y 4/2	10.4	30.0	59.6	C Masif
AC	60-97	2.5Y 4/3	10.4	24.0	65.6	C Masif
C	97-140	2.5Y 5/3	8.4	22.0	69.6	C Masif
ŞARMANÖNÜ SERİSİ						
Ap	0-22	5Y 3/1	16.4	28.0	55.6	C Granüler
A2	22-37	7.5Y 2/1	16.4	24.0	59.6	C Masif
AC	37-47	2.5Y 4/3	11.7	20.0	68.3	C Masif
C1	47-82	5Y 4/3	9.8	16.0	74.2	C Masif
C2	82-135	5Y 5/3	7.8	18.0	74.2	C Masif
NATUFPINARI SERİSİ						
Ap	0-30	5Y 3/1	9.8	26.0	64.2	C Granüler
C1	30-50	5Y 4/3	11.8	18.0	70.2	C Masif
C2	50-63	5Y 4/3	9.8	16.0	74.2	C Masif
C3	63-153	5Y 4/3	9.8	16.0	74.2	C Masif
YILANLIPINAR SERİSİ						
Ap	0-24	2.5Y 4/2	17.7	40.0	42.3	SiC Köşeli blok
A2	24-38	2.5Y 4/2	19.7	38.0	42.3	C Masif
AC	38-50	2.5Y 4/3	27.7	30.0	42.3	C Masif
C	50-140	2.5Y 5/3	11.8	34.3	53.9	C Masif
2A	140-157	2.5 Y 5/2	11.8	28.0	60.2	C Masif
SIYIRDİM SERİSİ						
Ap	0-22	2.5Y 4/2	11.8	28.3	59.9	C Köşeli blok
A2	22-46	2.5Y 4/2	9.8	26.3	63.9	C Masif
A3	46-88	2.5Y 4/2	12.2	24.0	63.8	C Masif
AC	88-104	2.5Y 4/2	12.2	28.0	59.8	C Masif
C1	104-128	5Y 5/2	12.2	36.0	51.8	C Masif
2C1	128-148	5Y 5/2	4.2	60.0	35.8	SiCL Masif
2C2	148-164	2.5Y 5/2	60.2	22.0	17.8	SL Masif

blok, kuvvetli orta granüler, kuvvetli kaba granüler ve bir kısmı da henüz hiçbir strüktürel yapı oluşturamamış olması nedeni ile masif olarak tespit edilmiştir. Özellikle masif strüktür, ortamda toprak oluşum faktörlerinin neredeyse hiç etkili olmadığına işaret eder. Diğer taraftan topraklarda belirlenmiş olan orta ve kaba blok strüktürlerin varlığı ise, bu topraklardaki masif strüktürel yapıların belli oranlarda pedolojik proseslerin etkisinde kalarak değişime uğradıklarını göstermektedir. Yüzey toprakları için ideal sayılabilecek granüler strüktür ise, muhtemelen araştırma alanındaki aşırı toprak işleme neticesinde yapay olarak gelişmiştir. Ancak bu üniteler ıslanma-kuruma periyodunda yeniden birleşerek ya orta-kaba-blok yapılara veya masif bir

yapıya dönüşecektir. Nitekim arazi çalışmalarının yapıldığı dönemde, yakın zamanda toprak işleme yapılmış olan tarlalarda toprak strüktürü genellikle granüler olarak tespit edilirken, ürünleri hasat aşamasına yaklaşmış veya yapılmış alanlarda ise çoğunlukla masif ve kaba blok yapıların daha baskın olduğu belirlenmiştir. Araştırma alanındaki toprakların tamamında yüzey altı katmanlarının strüktürel yapısı ise masif olarak belirlenmiştir. Bu bulgu alandaki toprakların son derece genç, toprak oluşum işlemlerinden neredeyse hiç etkilenmemiş olduğunun önemli bir göstergesidir. Masif strüktürel yapı, kök gelişimine, su ve hava iletkenliğine ve bitki yetiştiriciliğinde etkisi olan birçok olayı da olumsuz etkilemektedir. Bu durumda

strüktürel özellikleri ile de bu toprakların ideal bir tarımsal üretime engel teşkil ettiği görülmektedir.

Toprakların potansiyel üretkenliği için önemli olan bir diğer özellik ise kıvam'dır. Topraklarda kıvam özelliği kuru, nemli ve yaş olarak üç şekilde belirlenir ve yorumlanır. Kuru kıvamları sert ve çok sert, nemli kıvamları sıkı ve çok sıkı, yaş kıvamları ise çok yapışkan ve çok plastik olan topraklar, bitkisel üretimde olumsuz koşulların ortaya çıkmasına neden olurlar (FAO 1977; Landon 1991).

Araştırma alanında yer alan 9 farklı toprak serisinin her birinde kıvam özellikleri, kuru iken çok sert, nemli iken çok sıkı ve yaş iken çok yapışkan ve çok plastik olarak belirlenmiştir. Bu nedenle alandaki toprakların tamamı bitkisel üretimde sorunlu topraklar olarak sınıflandırılmaktadır.

Sonuç olarak, Kestel gölü arazisi topraklarının fiziksel özellikleri değerlendirildiğinde, söz konusu toprakların çok ciddi sorunlarının olduğu ve bu sorunların ıslah yöntemleri ile kısa sürede çözülemeyeceği sonucuna varılmaktadır. Alana ait fiziksel sorunların tamamı, bu toprakların genetiksel toprak oluşumu ve profil gelişimi işlemlerinden etkilenecek kadar zaman geçirmemiş olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca bölgede uygulanan hatalı tarım teknikleri de bu süreci engelleyici bir durum sergilemektedir.

Sulak alanların fiziksel kimyasal ve biyolojik özelliklerinin birbirlerinden farklılık göstermesine bağlı olarak, sulak alan toprakları da farklı özelliklere sahip olabilmektedir. Gerek dünyada ve gerekse ülkemizde yapılan kurutmalar sonucu karasal ortama kavuşan söz konusu toprakların üretim potansiyellerinin çok iyi olmadığı veya kısa sürede verimliliklerini yitirdikleri bilinmektedir. Bu nedenle başta arazi kazanmak maksadı ile sulak alanlar kurutulmamalı, kurutulan alanlarda ise çok iyi bir yönetim planı uygulanmalıdır.

Kaynaklar

- Baktır İ, Sarı M (2002) Lake Avlan and its influences on ecological balance and socio-economic status of Elmalı county. In: EPMR-2002, International Conference, Session 11: Economic Impact of Environmental Changes. Nicosia, Northern Cyprus.
- Dugan PJ (1995) Wetland Conservation: A Review of Current Issues and Required Action, IUCN-The World Conservation Union.

- FAO (1977) Guidelines for Soil Profile Description. M-51, FAO, Rome.
- FAO (1983) Guidelines: Land Evaluation for Rainfed Agriculture. Soils Bulletin 52, FAO, Rome.
- Finlayson CM, Davidson NC (1996) Global Review of Wetland Resources and Priorities for Wetland Inventory: Project Description and Methodology. Environmental Research Institute of the Supervising Scientists, Jabiru, Australia. International Co-ordination Unit, Wetland International, Wageningen.
- Klingebl AA, Montgomery PH (1961) Land Capability Classification Agric Handbook No: 210. USDA Soil Conservation Service, VS Gov. Print Office, Washington.
- Landon JR (1991) Booker Tropical Soil, A Handbook for Soil Survey and Agricultural Land Evaluation in the Tropics and Subtropics. Longman Group, London.
- Özemi U, Özemi S (1997) Amerika Birleşik Devletlerinde sulak alan tanımı ve korunması: Türkiye İçin Getirdikleri. III. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, Kırşehir, s. 40-42.
- Sarı M, Altunbaş S, Sönmez NK, Emrahoğlu I (2003) Farklı fizyografik üniteler üzerinde yer alan eski Manay göl alanı topraklarının özellikleri ve potansiyel üretkenlikleri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 16: 7-17.
- Sarı M, Altunbaş S, Yıldırım M (2000). Göller yöresinde kurutulan kestel göl alanından kazanılan arazilerin özelliklerinin belirlenmesi. Çevre Bakanlığı, Çevre Koruma Genel Müdürlüğü Araştırma Raporu, Ankara.
- Soil Survey Division Staff (2003) Keys to Soil Taxonomy. Ninth Edition, U.S. Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service, New York.

YAZIM KURALLARI

Kapsam

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ, tarım ve yaşam bilimleri ile ilgili bilim alanlarının çok disiplinli bir platformudur. Dergiye bahçe bitkileri, bitki koruma, biyoenerji, biyometri ve genetik, doğal kaynaklar, gıda bilimi ve teknolojisi, hayvancılık, peyzaj ve doğa koruma, tarım ekonomisi, tarım makineleri, tarımsal biyoteknoloji, tarımsal yapılar ve sulama, tarla bitkileri ile toprak bilimi ve bitki besleme alanlarındaki özgün araştırma makaleleri ile sınırlı sayıda derleme kabul edilmektedir.

Genel Kurallar

Dergi, kapsamındaki bilim alanlarında Türkçe veya İngilizce dillerinden biri ile yazılmış makaleleri yayımlar. Dergide her sayıda basılan toplam makale sayısının %20'si kadar derleme niteliğindeki makaleye yer verilmektedir. Sunulan makalelerin daha önce yayınlanmamış, yayınlanmak üzere bir yere sunulmamış ve yayın haklarının devredilmemiş olması gerekir. Dergide basılan eserlerin sorumluluğu yazar(lar)'ına aittir. Ayrıca yazar(lar) uluslararası ve ulusal bilim ve bilimsel yayın etik kurallarına uymak zorundadırlar ve dergi bu konulardan sorumlu değildir.

Makale Değerlendirme Süreçleri

Dergiye sunulan makale, Dergi Editörler Kurulunca ön değerlendirmeye tabii tutulur. Kurul, yazım kuralları ve içerik açısından dergide basılabilecek nitelikte bulmadığı makaleyi hakemlere göndermeden iade etme hakkına sahiptir. Dergide basılabilecek nitelikteki makaleler ise incelenmek üzere ait olduğu bilim alanında uzman üç hakeme gönderilir.

Hakemlerin oybirliği veya çoğunlukla basılmaya uygun bulmadığı makale hakkında yazar bilgilendirilir ve esere ait dokümanlar iade edilmez.

Makale, hakemler tarafından sunulduğu haliyle basıma uygun bulunmuş ise yazara eserin basıma kabul edildiği bilgisi iletilir.

Hakemler tarafından basıma kabul edilebilir bulunmasına karşın düzeltme önerisi yapılan makale, düzeltmelerin yapılması için hakem önerileriyle birlikte yazara gönderilir. Yazar altmış gün içinde düzeltmeleri yaparak eserin son şeklini bir asıl kopya, CD ve düzeltmeler listesi ile birlikte Editöre iletme zorundadır. Yazar(lar)'ın kabul etmedikleri önerilerin gerekçelerini bilimsel kanıt ve kaynaklarla düzeltmeler listesinde açıklaması zorunludur. Editörler Kurulu, hakem raporları ve düzeltmelerle istenilenlere uyulma durumunu dikkate alarak makale hakkında nihai kararını verir ve sonuç yazara iletilir.

Basıma kabul edilen makaleler için yazardan talep edilen basım ücreti makale başına KDV dahil 50 TL'dir. Bu ücretin dekontun açıklamalar kısmına "Ziraat Fakültesi" ibaresi ile makale numarası yazılarak Akdeniz Üniversitesi Döner Sermaye İşletme Müdürlüğü'nün Ziraat Bankası Lara (Antalya) Şubesi nezdindeki hesabına (IBAN: TR030001001926367161795207) yatırılıp dekontun bir kopyasının dergi editörlüğüne ulaştırılmasından sonra makalenin basım sırası ve sayısı kesinleştirilir.

Eser Sunumu

Eserler, sorumlu yazar (makalenin sunum aşamasından basımına kadar olan süreçlerde her türlü yazışmaları gerçekleştiren) tarafından bir **asıl kopya** ve **CD** ile birlikte tüm yazarlar tarafından imzalanmış "**Telif Hakkı Devri Sözleşmesi**" ve gerekli ise Etik Kurul Raporu eklenerek teslim garantili olarak aşağıdaki adrese gönderilmelidir.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ EDITÖRLÜĞÜ, 07070 ANTALYA

CD, makalenin Microsoft® Word.doc ve PDF formatına dönüştürülmüş halini içermeli, ayrıca her aşamada aynı dokümanlar E-posta yoluyla ziraatdergi@akdeniz.edu.tr adresine iletilmelidir. Değerlendirme süreci makale asıl kopyasının editörlüğe ulaşmasından sonra başlatılmaktadır.

Makale Hazırlama İlkeleri

Makaleler, A4 boyutundaki kağıda 12 punto Times New Roman yazı karakteri ile çift satır aralıklı yazılmalıdır. Sayfanın sağında ve solunda 2 cm, altında ve üstünde 3 cm boşluk bırakılmalıdır. Makalenin sayfaları ve her sayfada satırlar numaralandırılmalıdır. Yazar ad(lar)'ı açık olarak yazılmalı ve unvan belirtilmemelidir. Makalenin yazıldığı dilin yazım kurallarına uyuma azami özen gösterilmelidir. Editörler kurulu, dili yeterli olmayan makaleleri yazara iade etme hakkına sahiptir. Türkçe bilmeyen yazarlar için Türkçe makale başlığı ve "Öz" Dergi Editörlüğüne hazırlanır.

Dergiye sunulan eser, kapak sayfası ve makale olmak üzere iki ana bölümden oluşmalıdır.

1. Kapak Sayfası: Makalenin Türkçe ve İngilizce başlıkları ile yazar ad ve açık adresleri, makale türü (araştırma veya derleme) ve dergi kapsamındaki hangi alana girdiğine ilişkin bilgileri içermelidir. Ayrıca sorumlu yazar ve tüm iletişim bilgileri kapak sayfasında verilmelidir (www.ziraatdergi.akdeniz.edu.tr).

2. Makale: Türkçe Başlık, İngilizce Başlık, Türkçe "Öz" ve "Anahtar kelimeler", İngilizce "Abstract" ve "Keywords", Giriş, Materyal ve Yöntem, Bulgular, Tartışma ve Sonuç, Teşekkür (varsa), Kaynaklar, Şekil ve Çizelge bölümlerinden oluşmalıdır. Derleme makalelerinde yazar(lar), Materyal ve Yöntem, Bulgular, Tartışma ve Sonuç bölümleri yerine konuya uygun başlık düzenlemeleri yapabilirler. Makale, "Kaynaklar" bölümü dahil (şekil ve çizelgeler hariç) **18** sayfadan uzun olmamalıdır. Makale sunum örneğine yukarıda verilen web sayfasından ulaşabilmektedir.

Makale Başlığı: Kısa ve kapsayıcı olmalı, on beş kelimeyi geçmemeli ve ilk kelimenin baş harfi büyük olmak üzere küçük harfle ve **koyu** yazılmalıdır. İngilizce başlık aynı biçimde ve bir satır boşluk bırakılarak yazılmalıdır.

Öz ve Anahtar Sözcükler: Türkçe "Öz" ve İngilizce "Abstract" 250 kelimeyi geçmemelidir. Öz, çalışmanın amacını, yöntemini ve sonuçlarını özetlemelidir. Özün bir satır altına mümkünse başlıkta bulunmayan, çalışmanın içeriği ile doğrudan ilişkili ve dizinlenmeyi kolaylaştıracak en fazla 5 anahtar sözcük yazılmalıdır.

Makale Metninde Başlıklar: "Kaynaklar" hariç tüm ana ve alt başlıklar numaralandırılmalıdır. Ana başlıklarda kelimelerin ilk harfleri, alt başlıklarda ise ilk kelimenin baş harfi büyük yazılmalıdır. Ana başlıklar koyu, alt başlıklar ise italik yazılmalıdır.

Giriş: Bu bölümde; çalışmanın konusu özetlenmeli, konu hakkındaki mevcut bilgi doğrudan ilişkili önceki çalışmalarla değerlendirilmeli ve bilgi üretimine ihtiyaç duyulan hususlar vurgulanıp çalışma ile ilişkilendirilmelidir. Son olarak çalışmanın amacı net ve açık bir şekilde ifade edilmelidir.

Materyal ve Yöntem: Bu bölümde; çalışmada kullanılan canlı ve cansız materyaller, uygulanan yöntemler, değerlendirilen ölçütler, uygulanan deneme desenleri veya örnekleme yöntemleri ile istatistiksel analizler ve güven sınırları gerektiğinde kaynaklarla da desteklenerek açık ve net biçimde anlatılmalıdır. Bu amaçla gerektiğinde alt başlık kullanılmalıdır.

Bulgular: Bu bölümde çalışmada elde edilen bulgular şekil ve çizelgeler yardımıyla ve istatistiksel analizlere dayalı olarak açık ve net bir biçimde verilmelidir. Şekil ve çizelgelerdeki tüm verilerin metin içinde tekrarından kaçınılmalı, vurgulayıcı noktalar anlatılmalıdır. Aynı veriler hem grafik hem de çizelge ile verilmemeli, konuya en uygun araç seçilmeli, anlatımda tekrarlayan cümle ve ifadelerden kaçınılmalıdır.

Tartışma ve Sonuç: Bu bölümde elde edilen bulgular, uyum ve zıtlık açısından önceki çalışmalarla karşılaştırılmalı, doldurduğu bilgi açığı vurgulanmalı, önceki bölümlerdeki ifadelerin olduğu gibi tekrarından kaçınılmalıdır. Son olarak ulaşılan nihai sonuç ve varsa öneriler verilmelidir.

Makale düzeninde bölümlerin "**Bulgular ve Tartışma**" ve/veya "**Sonuç**" şeklinde düzenlenmesi mümkün ve yazar(lar)'a bağlıdır.

Teşekkür: Gerekli ise bu bölümde çalışmaya veya makaleye katkı veren kişiler, destekleyen kurumlar (varsa proje numaralarıyla) belirtilmelidir.

Kaynaklar: Metin içinde kaynaklara atıf "yazar soyadı ve yıl" yöntemine göre yapılmalı ve yazımda aşağıdaki örnekler dikkate alınmalıdır: Türkçe yazılan makalelerde; tek yazarlı eserlere "... bildirilmektedir (Burton 1947).", iki yazarlı eserlere "... olduğu belirlenmiştir (Sayan ve Karagüzel 2010).", üç veya daha fazla yazarlı eserlere ise "... ortaya konmuştur (Keeve ve ark. 2000)." örneklerinde olduğu gibi atıf yapılmalıdır. Aynı noktada birden fazla esere atıf yapılacaksa kaynaklar tarih sırasıyla ve aynı tarihli olanlar alfabetik sıralama ile "... bildirilmektedir (Burton 1947; Keeve ve ark. 2000; Gülsen ve ark. 2010; Sayan ve Karagüzel 2010)." örneğinde olduğu gibi yazılmalıdır. Yazara yapılan atıflar ise "Borton (1947)'a göre ...", "Sayan ve Karagüzel (2010), ... bildirmektedirler." ve "Keeve ve ark. (2000), ... belirlemişlerdir." örneklerinde olduğu gibi verilmelidir. Aynı yazarın aynı tarihli birden fazla yayınına atıf varsa "... (Yılmaz ve ark. 2004a, 2004b)" örneğindeki gibi yıldan sonra küçük harflerle tanımlanmalıdır.

Kaynaklar bölümünde, makalede atıf yapılan tüm basılmış veya basıma kabul edilmiş eserler alfabetik olarak (yazarların soyadlarına göre) ve orijinal dilinde verilmeli ve kaynak isimlerinde kısaltma yapılmamalıdır. Kaynak belirtiminde "Anonim" veya "Anonymous" kelimeleri yerine kurum kısaltmaları yoksa tam adı verilmelidir. Makaledeki yanlış atıf ve kaynak gösterimlerine ait sorumluluk yazar(lar)a aittir.

Dergi:

Karagüzel O (2003) Farklı tuz kaynak ve konsantrasyonlarının Güney Anadolu doğal *Lupinus varius*'larının çimlenme özelliklerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 16: 211-220.

Keeve R, Loupser HL, Kruger GHJ (2000) Effect of temperature and photoperiod on days to flowering, yield and yield components of *Lupinus albus* (L.) under field conditions. Journal of Agronomy and Crop Science 184: 187-196.

Kitap:

Kaçar B, Katkat V (2006) Bitki Besleme. 2. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

Taiz L, Zeiger E (2002) Plant Physiology. 3rd Edition, Sinauer Associates, Massachusetts.

Kitap bölümü:

Fıratlı Ç (1993) Arı Yetiştirme. (Ed: Ertuğrul M), Hayvan Yetiştirme. Baran Ofset, Ankara, s. 30-34.

Van Harten AM (2002) Mutation breeding of vegetatively propagated ornamentals. In: Vainstein A (Ed), Breeding for Ornamentals: Classical and Molecular Approaches. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 105-127.

Yazarı belirtilmeyen kurum yayınları:

TÜİK (2005) Tarımsal Yapı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Yayın No: 1579, Ankara.

DOI ve internette alınan bilgi:

Gulsen O, Kaymak S, Ozogun S, Uzun A (2010) Genetic analysis of Turkish apple germplasm using peroxidase gene-based markers. doi:10.1016/j.scienta.2010.04.023.

FAO (2010) Statistical database. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Accessed 27 July 2010.

AİB (2010). Türkiye Süs Bitkileri Sektör Raporu. <http://www.aib.gov.tr/raporlar/kc/kcsusbitkileri2010.pdf>. Erişim 27 Temmuz 2010.

Tezler:

Girmen B (2004) Gazipaşa yöresinde doğal yayılış gösteren hayıtların (*Vitex agnus-castus* L.) seleksiyonu ve çoğaltılabilme olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

Sever Mutlu S (2009) Warm-season turfgrass species: Adaptation, drought resistance and response to trinexapac-ethyl application. PhD Thesis, The University of Nebraska, Nebraska.

Tam metin kongre/sempozyum kitabı:

Hawkes JG (1998) Current status of genetic diversity in the world. In: Zencirci N, Kaya Z, Anikster Y, Adams WT (Eds), The Proceedings of International Symposium on *In Situ* Conservation of Plant Genetic Diversity. CRIFC, Ankara, Turkey, pp. 1-4.

Kesik T (2000) Weed infestation and yield of onion and carrot under no-tillage cultivation using four crops. In: 11th International Conference on Weed Biology. Dijon, France, pp. 437-444.

Karagüzel O, Altan S (1995) Gypsophilada (*Gypsophila paniculata* L. 'Perfecta') dikim zamanları ve uzun gün uygulama sürelerinin bitki gelişimi ve çiçeklenmeye etkileri. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Cilt 2, Adana, s. 615-619.

Şekiller ve Çizelgeler: Makalelerde fotoğraf, grafik, şekil, şema ve benzerleri "Şekil", sayısal değerler ise "Çizelge" olarak adlandırılmalıdır. Tüm şekil ve çizelgeler kendi içlerinde numaralandırılmalı ve makalenin sonuna yerleştirilmelidir. Şekil ve çizelge iç yazılarında 8 puntodan büyük punto kullanılmamalıdır. Şekil ve çizelgelerin enleri 8 cm veya 17 cm ve zorunlu ise boyutları en fazla 17x23 cm olmalıdır. Makalelerde fotoğraflar gri tonlamalı, 600 dpi çözünürlükte ve JPG formatında olmalı ve mutlaka sonuçların açıklanmasında bilgilendirici nitelik taşımalarıdır. Yazarlar makalede kullandıkları şekillerin baskı kalitelerini kontrol etmeli ve yüksek kalitede basıma uygun şekiller kullanmalıdırlar. Çizelgelerde dikey çizgi kesinlikle bulunmamalı, istatistiksel önemliliklerin belirtilmesinde mümkün olduğunca *P* değerleri verilmeli veya "*" gibi sembollerin açıklaması mutlaka yapılmalıdır. İstatistiksel karşılaştırmalar için küçük harf kullanılmalı ve açıklamalarda hangi karşılaştırma yönteminin kullanıldığı ve önem düzeyi belirtilmelidir. Çizelge ve şekil başlıkları ve açıklamaları kısa, öz ve tanımlayıcı olmalıdır. Şekil ve çizelgelerde kısaltma kullanılmış ise hemen altında kısaltmalar açıklanmalıdır. Parçalardan oluşan şekiller gruplandırılmalı veya yüksek kalitede TIF formatına dönüştürülmelidirler.

Birimler: Makalelerde SI (Système International d'Units) birim sistemi kullanılmalıdır. Birimlerde "/" kullanılmamalı ve birimler arasında bir boşluk bırakılmamalıdır (örneğin: 5,6 kg/ha değil, 5,6 kg ha⁻¹; 18,9 g/cm³ değil, 18,9 g cm⁻³; 1,8 µmol/s/m² değil, 1,8 µmol s⁻¹ m²).

Kısaltmalar ve Semboller: Makale başlığı ve başlıklarda kısaltma kullanılmamalıdır. Gerekli olan kısaltmalar kavramların ilk geçtiği yerde parantez içinde verilmelidir. Kısaltmalarda ve sembollerin kullanımında ilgili alanın evrensel kurallarına uyulması zorunludur.

Latince İsimler ve Kimyasallar: Makale başlığında yer alan Latince isimlerde otör adı kullanılmamalıdır. Öz ve makale metninde ise Latince isim ilk geçtiği yerde otör adıyla verilmeli, daha sonra geçtiği yerlerde uluslararası kabul görmüş kısaltmalar kullanılmalıdır. Örnek: "*Lupinus varius* (L.)...dır.", "*L. varius* ... olarak da yetiştirilir.". Tüm Latince isimler *italik* olarak yazılmalı, ancak yazımda ve gösterimde ilgili alanın evrensel yazım kurallarına uyulmalıdır. Çalışmalarda kullanılan kimyasallar, çalışma konusu gerektirmedikçe ve zorunlu olunmadıkça ticari adlarıyla verilmemelidir.

Formüller: Makalelerde formüller "Eşitlik" olarak adlandırılmalı, gerektiğinde numaralandırılmalı, numara formülün yanında sağa dayalı olarak parantez içinde gösterilmeli ve eşitlikler mümkün olduğunca tek satıra (çift sütunda 8 cm) sığdırılmalıdır.

Yazar(lar)a, web sayfasından (www.ziraakdergi.akdeniz.edu.tr) derginin son sayılarını incelemeleri önerilir.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Scope

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ (*Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*) is a multidisciplinary platform for the related scientific areas in agriculture and life sciences. Therefore, the journal primarily publishes original research articles and accepts limited number of reviews in agricultural biotechnology, agricultural economics, agricultural machinery, animal husbandry, bioenergy, biostatistics and genetics, farm structure and irrigation, field crops, food science and technology, horticulture, landscape and nature conservation, natural resources, plant protection, and soil science and plant nutrition.

General rules

The manuscripts meet to the scope of AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ (*Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*) can be submitted. The manuscripts must be previously unpublished, not concomitantly submitted for publication elsewhere and copyrights not transferred somewhere else. Responsibility of the works published in this journal belongs to the author (s). Moreover, the author (s) must comply with ethical rules of science and scientific publications, and the journal is not responsible for these issues. For authors of non-Turkish origin, the Turkish titles and abstracts of the manuscripts will be translated from English by the editorial team of the journal.

Manuscript submission

The manuscripts can be submitted to the journal by the corresponding author as the original copy of manuscript and a CD including manuscript in DOC and PDF formats with a "Copyright Transfer Agreement" signed by all authors contributed the manuscript via registered mail to the address below. The manuscripts that require Ethics Committee Report should accompany such report by the Ethics Committee of the research area.

Mailing Address:

Editor of Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture
Akdeniz University, Faculty of Agriculture, 07070 Antalya, TURKEY

The manuscripts should also be mailed to ziraatdergi@akdeniz.edu.tr via e-mail. The evaluation process is initiated upon receipt of the original copy of the manuscripts by the journal editor.

Review process, proof and publishing

The manuscript submitted to the journal is subject to preliminary assessment by the Editorial Board. The Board has the right to decline the manuscript without initiating the peer review process in the case the manuscript does not meet the journal's criteria.

The manuscripts that meet the basic requirements of the journal are sent to three referees for review by the expert in the field of science.

If unanimity or majority of the reviewers does not find the manuscript suitable for publication, the author is informed and documents is not returned.

Should the manuscript is found suitable by reviewers for publication as it is presented; the author is informed for the final decision.

Should the manuscript is found publishable but requires revision suggested by the review team; corrections are sent to the author with the referee's suggestions. The author is expected to return the corrected manuscript, and a rebuttal letter within sixty days, including a hard copy, and copy in the CD sent to the editor. Should the author(s) do not accept the reasons for the revision, they are required to present scientific evidence and description of resources in the rebuttal letter. Editorial Board gives the final decision by taking the referee reports into account, and compliance with the requirements for correction, the authors are notified of the final decision for publication.

Before publishing, proof of the accepted manuscript is evaluated and sends to the corresponding author for the last check-in. Corresponding author is expected to return the corrected proof within 10 days. After publishing the hard copy of related issue, one hard copy mails to the corresponding author and all authors can access their article on the web page of the journal (www.ziraakdergi.akdeniz.edu.tr).

Manuscript preparation guidelines

The manuscript submitted to the journal should consist of two main parts: the cover page and the manuscript.

1. Cover page: Should contain title, author names and addresses and manuscript type (original study or review), in which the area falls within the scope of the journal. Also cover page should contain the corresponding author name and full contact details.

2. Manuscript: Manuscripts should be prepared into A4-size paper with 12 point, Times New Roman font, double line spaced, leaving 3 cm blank spaces on the all sides of the pages. Each page of manuscript and each line in pages should be numbered.

The manuscript should not be longer than double line spaced 18 pages including "References" section (except for figures and tables), and must have the following sections:

Manuscript title: Must be short and inclusive, not to exceed fifteen words, and the first letter of the first word to be written in uppercase and rest in lowercase letters, and bold.

Abstract and keywords: Abstract should not exceed 250 words, and should summarize the objective of study, the methods and the results. A maximum of five keywords, which are directly related to the subject matter and not used in the title, should be written just below the abstract.

Titles within manuscript: except "References" all the main and sub-titles should be numbered. The first letters of the first words in the titles should be written in capital. Main titles should be written in bold and sub-titles in italics.

Introduction: In this section, the subject of study should be summarized, the previous studies directly related with the study evaluated with the current knowledge on the subject, and the issues associated with production of information needed are highlighted. Finally, the objective of the study should be expressed clearly and explicitly.

Material and methods: In this section, all materials used in the study, methods used, criteria evaluated, sampling methods applied, experimental design with the statistical analysis and confidence limits should be explained clearly.

Results: In this section the findings of the study should be presented clearly and explicitly with the help of figures and tables, and statistical analysis. Duplication of data presented in Figure and Tables should be avoided and the most appropriate tool should be chosen.

Discussion and conclusion: The findings of the study should be discussed with the results of previous studies, in terms of similarity and contrast, and information gap being filled should be emphasized. Finally, conclusions and recommendations should be given. Manuscript layout sections can

be formed as "Results and discussion" and / or "Conclusions" sections depending on author(s).

For the reviews, the author(s) can make appropriate title arrangements.

Acknowledgement: People who contribute to the manuscript and/or the study and funding agency (project numbers, if any) must be specified.

References: In the text, "the author's surname and the year" method should be used for identification of references. A reference identified by means of an author's surname should be followed by the date of the reference in parentheses. For identification of references written two authors, "and" should be used between surname of authors. When there are more than two authors, only the first author's surname should be mentioned, followed by 'et al.'. In the event that an author cited has had two or more works published in the same year, the reference, both in the text and in the reference list, should be identified by a lower case letter like 'a' and 'b' after the date to distinguish the works. When more than one reference given at the end of a sentence, references should be chronologically identified, while those in same date are in alphabetical order.

Examples:

Burton (1947), Sayan and Karaguzel (2010), Keeve et al. (2000), (van Harten 2002), (Karaguzel and Altan1995), (Burton 1947; Keeve et al. 2000; Yilmaz 2004a,b; Karaguzel 2005, 2006; Gulsen et al. 2010; Sayan ve Karaguzel 2010).

References should be listed at the end of the manuscript in alphabetical order in References section. Original language of references should be used and journal names should not be abbreviated. Authors are fully responsible for the accuracy of the references.

Examples:

Journal:

Karagüzel O (2003) Farklı tuz kaynak ve konsantrasyonlarının Güney Anadolu doğal *Lupinus varius*'larının çimlenme özelliklerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 16: 211-220.

Keeve R, Loupser HL, Kruger GHJ (2000) Effect of temperature and photoperiod on days to flowering, yield and yield components of *Lupinus albus* (L.) under field conditions. Journal of Agronomy and Crop Science 184: 187-196.

Book:

Taiz L, Zeiger E (2002) Plant Physiology. 3rd Edition, Sinauer Associates, Massachusetts.

Book chapter:

Van Harten AM (2002) Mutation breeding of vegetatively propagated ornamentals. In: Vainstein A (Ed), Breeding for ornamentals: Classical and Molecular Approaches. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 105-127.

Institution publications with unknown author name(s):

TSI (2005) Agricultural Structure. T.C. Prime Ministry State Institute of Statistics, Publication No. 1579, Ankara.

DOI and received information from the internet:

Gulsen O, Kaymak S, Ozogun S, Uzun A (2010) Genetic analysis of Turkish apple germplasm using peroxidase gene-based markers. doi:10.1016/j.scienta.2010.04.023.

FAO (2010) Statistical database. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Accessed 27 July, 2010.

Theses:

Sever Mutlu S (2009) Warm-season turfgrass species: Adaptation, drought resistance and response to trinexapac-ethyl application. PhD Thesis, The University of Nebraska, Nebraska.

Girmen B (2004) Gazipaşa yöresinde doğal yayılış gösteren hayıtların (*Vitex agnus-castus* L.) seleksiyonu ve çoğaltılabilme olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

Full-text congress/symposium book:

Hawkes JG (1998) Current status of genetic diversity in the world. In: Zencirci N, Kaya Z, Anikster Y, Adams WT (Eds), The Proceedings of International Symposium on *In Situ* Conservation of Plant Genetic Diversity. CRIFC, Ankara, Turkey, pp. 1-4.

Kesik T (2000) Weed infestation and yield of onion and carrot under no-tillage cultivation using four crops. In: 11th International Conference on Weed Biology. Dijon, France, pp. 437-444.

Figures and tables: In manuscripts photographs, graphics, figures, diagrams and the like must be named as "Figure", and the numerical values as "Table". All figures and tables should be numbered and placed at the end of the manuscript. Font of the letters within Figures and Tables used should be no larger than 8 points. Figure and table widths should be 8 cm or 17 cm and, if necessary, dimensions up to 17x23 cm. The images should be in grayscale with 600 dpi resolution in JPG format and should be informative in explaining the results. The authors must check the printing quality of figures and should use high quality figures suitable for printing. Use of vertical lines in the charts is unacceptable, statistical significance should be stated using *P* values as much as possible, or using "*" symbols for which the description should be given. Small case lettering should be used statistical groupings, and statistical comparison method and significance level specified. Table and figure captions and descriptions should be short, concise, and descriptive. Abbreviations should be explained immediately if used within the Figures and tables. The images composed of pieces should be grouped and converted into high-quality TIF format.

Units: For manuscripts SI (Système International d'Units) unit system is used. In units, "/" should not be used and should be a space between the units (for example: 5.6 kg ha⁻¹, instead of 5.6 kg/ha; 18.9 g cm⁻³, instead of 18.9 g/cm³; 1.8 µmol s⁻¹ m⁻², instead of 1.8 µmol/s/m²).

Abbreviations and symbols: Abbreviations should not be used in manuscript title and in subtitles. The necessary abbreviations at first mention should be given in parentheses. Universal rules must be followed in the use of abbreviations and symbols.

Latin names and chemicals: The authority should not be used in the manuscript title when Latin names used. The authority should be given when Latin names first used in abstract and the text. For example: "*Lupinus varius* (L.) is", "*L. varius* ... grown in the..". All Latin names should be written in italics, but universal spelling rules should be followed in text and in Figures. The trade mark of chemicals used in the studies should not be given unless absolutely necessary to do so.

Formulas: In manuscripts, formulas be called "Equation", numbered as necessary, numbers next to the formulas leaning right shown in brackets and equations should be fitted in a single line (double-column, 8 cm), if possible.

Author (s) is encouraged to visit the web site (www.ziraakdergi.akdeniz.edu.tr) to see the last issue of the journal.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

ISSN 1301-2215

Dergi Web Sayfası: www.ziraatdergi.akdeniz.edu.tr

Adres:

Akdeniz Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
07070 Antalya, TÜRKİYE

Tel.: 0 242 310 2443

Faks: 0 242 2274564

E-posta: ziraatdergi@akdeniz.edu.tr

TELİF HAKKI DEVRİ SÖZLEŞMESİ

Yazar(lar)	
Makale Başlığı	

Eserden sorumlu yazarın bilgileri:

Adı ve Soyadı		Adresi	
E-posta			
Telefon		Faks	

Sunulmuş olan makalenin yazar(lar)ı olarak ben/bizler aşağıdaki konuları kabul ve taahhüt ederiz:

- Makale AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ Baş Editörlüğüne ulaşıncaya kadar Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesinin hiçbir sorumluluk taşımadığını kabul ederiz.
- Ben/Biz bu makalenin, etik kurallara uygun ve gerektiren hallerde etik izin belgelerinin alınmış olduğunu ve belirtilen materyal ve yöntemler kullanıldığında herhangi bir zarara ve yaralanmaya neden olmayacağını taahhüt ederiz.
- Bütün yazarlar makalenin tüm sorumluluğunu üstleniriz.
- Bu makale başka bir yerde yayınlanmamış ve yayınlanmak üzere herhangi bir yere sunulmamıştır.
- Bütün yazarlar gönderilen makaleyi görmüş ve onaylamıştır.
- Makalenin telif hakkından feragat ederek bu hakkı Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne devrettiğimizi ve Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesini makalenin yayımlanabilmesi konusunda yetkili kıldığımızı kabul ederiz.

Yukarıdaki konular dışında yazar(lar)ın aşağıdaki hakları saklıdır:

- Telif hakkı dışındaki patent hakları yazar(lar)a aittir.
- Yazar(lar) makalenin tümünü kitaplarında ve derslerinde, sözlü sunumlarında ve konferanslarında kullanabilir(ler).
- Yazar(lar)ın satış amaçlı olmayan kendi faaliyetleri için makalelerini çoğaltma hakları vardır.

Basıma kabul edilsin veya edilmesin dergiye sunulan makaleler iade edilmez ve esere ait tüm materyaller (fotoğraflar, orijinal şekiller ve diğerleri), dergi editörlüğüne iki yıl süreyle saklanır ve süre bitiminde imha edilirler.

Bu belge, tüm yazarlar tarafından imzalanmalıdır. Yazarların farklı kuruluşlarda bulunması durumunda imzalar farklı formlarda sunulabilir. Ancak bütün imzaların ıslak imza olması zorunludur.

*Yazar(lar)ın Adı ve Soyadı	Adresi	Tarih	İmza

*: Satır sayısı yazar sayısı kadar olmalı, yetersizse artırılmalıdır.

Sunulan eserin basıma kabul edilmemesi halinde bu belge geçersizdir.

İMZALAYINIZ VE POSTAYLA "Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 07070 Antalya, TÜRKİYE" ADRESİNE GÖNDERİNİZ.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ (*Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*)

ISSN 1301-2215

Journal web page: www.ziraatdergi.akdeniz.edu.tr

Address:

Faculty of Agriculture
Akdeniz University
07070 Antalya, TURKEY

Phone: +90 242 310 2443

Fax: +90 242 2274564

E-mail: ziraatdergi@akdeniz.edu.tr

COPYRIGHT TRANSFER AGREEMENT

Please note that publication of this article **can not** proceed until this signed form is submitted.

Author(s)	
Article title	

Corresponding Author's Contact Information

Name		Address	
E-mail			
Phone		Fax	

As the author (s) of the article submitted, we hereby accept and agree to the following terms and conditions.

- g) I/We acknowledge that Faculty of Agriculture at Akdeniz University does not take any responsibility until the article arrives at Bureau of Editor in Chief of AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ (*Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*).
- h) I/We confirm that this article is in compliance with ethical rules, carry the ethical permission documents for the conditions required and will not cause any damage or injury when the materials and methods described here are used.
- i) The author(s) here take the full responsibility of the article.
- j) The article has not been previously published and submitted for publication elsewhere.
- k) All the authors have seen, read and approved the article.
- l) We accept that by disclaiming the copyright of the article, we transfer this right to the Faculty of Agriculture at Akdeniz University and authorize the Faculty of Agriculture at Akdeniz University with respect to publication of the article.

Except the above issues, the author (s) reserve (s) the following rights

- d) The author(s) retain (s) all proprietary rights, other than copyright, such as patent rights.
- e) The author(s) can use the whole article in their books, teachings and oral presentations and conferences.
- f) The author (s) has/have the right to reprint/reproduce the article for noncommercial personal use and other activities.

Whether accepted for publication or not, the articles submitted to the journal are not returned back to the owner and all the materials (photographs, original figures and tables, and others) is withhold for two years and destroyed at the end of this period.

This document must be signed by all the authors. In case the authors are from different institutions, the signatures can be submitted on separate forms. Nevertheless, all the signatures must be wet signature.

*Author(s) Name(s)	Address	Date	Signature

*: The number of colon must be equal to the number of authors. If insufficient, it must be increased.

If the submitted article is not accepted for publication, this document is null and void.

PLEASE SIGN THE FORM AND SEND BY MAIL TO: Faculty of Agriculture Akdeniz University, 07070 Antalya, TURKEY