

Haziran 2015

ISSN : XXXX-XXXX



Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi

Sayı : 2

Cilt : 1

Yıl: 2015



Selçuk Journal of Agriculture Sciences

Number : 2

Volume : 1

Year: 2015



Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi

Baş Editör

Nuh BOYRAZ
Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Konya, Türkiye

Editörler Kurulu

Bilal ACAR, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye
Mehmet AKBULUT, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye
Ali AYGÜN, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye
Zeki BAYRAMOĞLU, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye
Ercan CEYHAN, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye
Haydar HACISEFEROĞULLARI, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye
Ahmet Tuğrul POLAT, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye
Önder TÜRKMEN, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye
Refik UYANÖZ, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye

Advisory Board

Mehmet Musa ÖZCAN, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye
Ramazan TOPAK, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye
İskender YILDIRIM, Selçuk University, Turkey

Aims and Scope

Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences is unique journal covering mostly theoretical and applied all disciplines of agriculture, food and energy sciences such as agronomy, crop sciences, animal and feed sciences, poultry sciences, field crops, horticulture, agricultural microbiology, soil science, plant nutrition, agricultural engineering and technology, irrigation, land scape, agricultural economics, plant pathology, entomology, herbology, energy, biofuels and biomass, food chemistry, aroma, microbiology, food science and technology, biotechnology, food biotechnology, agricultural production, nutrition and related subjects.



Selçuk Journal of Agriculture Sciences

Editor-in-Chief

Nuh BOYRAZ
Selçuk University, Agriculture Faculty, Konya, Turkey

Editorial Board

Bilal ACAR, Selçuk University, Turkey
Mehmet AKBULUT, Selçuk University, Turkey
Ali AYGÜN, Selçuk University, Turkey
Zeki BAYRAMOĞLU, Selçuk University, Turkey
Ercan CEYHAN, Selçuk University, Turkey
Haydar HACISEFEROĞULLARI, Selçuk University, Turkey
Ahmet Tuğrul POLAT, Selçuk University, Turkey
Önder TÜRKMEN, Selçuk University, Turkey
Refik UYANÖZ, Selçuk University, Turkey

Advisory Board

Mehmet Musa ÖZCAN, Selçuk University, Turkey
Ramazan TOPAK, Selçuk University, Turkey
İskender YILDIRIM, Selçuk University, Turkey

Aims and Scope

Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences is unique journal covering mostly theoretical and applied all disciplines of agriculture, food and energy sciences such as agronomy, crop sciences, animal and feed sciences, poultry sciences, field crops, horticulture, agricultural microbiology, soil science, plant nutrition, agricultural engineering and technology, irrigation, land scape, agricultural economics, plant pathology, entomology, herbology, energy, biofuels and biomass, food chemistry, aroma, microbiology, food science and technology, biotechnology, food biotechnology, agricultural production, nutrition and related subjects.



Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi

Ürün Bilgisi

Yayıncı	Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Sahibi (SÜZF Adına)	Prof. Dr. Cevdet ŞEKER Dekan
Baş Editör	Prof. Dr. Nuh BOYRAZ
Yayın Evi	
Yayın Tarihi	
Dil	Türkçe
Yayınlanma Sıklığı	Yılda iki kez
Yayın Türü	Hakemli, süreli bilimsel dergi
Tarandığı indeksler	TÜBİTAK-ULAKBİM Directory of Open Access Journals (DOAJ)
Web Adresi	http://stgbd.selcuk.edu.tr/
Adres	Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 42075, Konya, Türkiye Telephone : +90 (332) 223 28 87 Fax : +90 (332) 241 01 08 E-mail: nboyraz@selcuk.edu.tr



Selçuk Journal of Agriculture Sciences

Product Information

Publisher	Selçuk University Agriculture Faculty
Owner (On Behalf of SUAF)	Prof. Dr. Cevdet ŞEKER Dean
Editor in Chief	Prof. Dr. Nuh BOYRAZ
Printing House	
Date of Publication	
Language	English
Frequency	Published two times a year
Type of Publication	Double-blind peer-reviewed, widely distributed periodical
Indexed and Abstracted in	TÜBİTAK-ULAKBİM Directory of Open Access Journals (DOAJ)
Web Address	http://stgbd.selcuk.edu.tr/
Address	Selçuk University, Agriculture Faculty, 42075, Konya, Turkey Telephone : +90 (332) 223 28 87 Fax : +90 (332) 241 01 08 E-mail: nboyraz@selcuk.edu.tr



Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi

İçindekiler

İbrahim Aytekin Ali Karabacak İsmail Keskin	Akkaraman Kuzuların Besi Performansı Kesim ve Karkas Özellikleri	1 - 9
Abdullah Özköse Mevlüt Mülayim Ramazan Acar	Konya Koşullarında Silajlık Sorgum Çeşitlerinde Farklı Ekim Sıklıklarının Bazı Verim ve Verim Özelliklerine Etkisi	10 - 18
Havva Nur Demir Ramazan Topak	Konya – Sarayönü İlçesi Göztlü Sulama Kooperatifinde Su Yönetimi	19 - 26
Ramazan Acar Behiç Çoşkun Mustafa Selçuk Alataş Abdullah Özköse	Yem Karpuzunun (<i>Citrullus lanatus</i> var. <i>citroides</i>) Farklı Büyüklükteki Meyvelerindeki Yem Değerindeki Değişimin Belirlenmesi	27 - 32
Ayşe Öksüz Ramazan Topak	Şekerpancarında Kısıntılı Sulama ile Kısıntılı Azot Uygulamalarının Şeker Verimine ve Azot Kullanma Performansına Etkisi	33 - 41
Buse Aydın Mustafa Yorgancılar	<i>In Vivo</i> Şartlarda Fe ve Mn Uygulamalarının Lüpen (<i>Lupinus albus L.</i>) Bitkisinin Fide Gelişimine Etkilerinin Araştırılması	42 - 52
Rifat Akşahan İsmail Keskin	Sığırlarda Besi Sonu Canlı Ağırlığını Etkileyen Bazı Vücut Ölçülerinin Regresyon Ağacı Yöntemi ile Belirlenmesi	53 - 59
Rabia Serpil Günhan Suzan Yalçın	Konya ve Çevresinde Tüketime Sunulan Balıklarda Cıva ve Kadmiyum Düzeyi	60 - 65
Münüre Tanur Erkoyuncu Mustafa Yorgancılar	Bitki Doku Kültürü Yöntemleri İle Sekonder Metabolitlerin Üretimi	66 - 76



Selçuk Journal of Agriculture Sciences

Contents

İbrahim AYTEKİN Ali KARABACAK İsmail KESKİN	Fattening Performance, Slaughter and Carcass Characteristics of Akkaraman Lambs	1 - 9
Abdullah ÖZKÖSE Mevlüt MÜLAYİM Ramazan ACAR	Effect of Row Spacing on Some Yield and Yield Components of Silage Sorghum Cultivars in Konya Conditions	10 - 18
Havva Nur DEMİR Ramazan TOPAK	Water Management in Konya- Sarayönü District Gözlü Irrigation Cooperative	19 - 26
Ramazan ACAR Behiç ÇOŞKUN Mustafa SELÇUK ALATAŞ Abdullah ÖZKÖSE	Determination of Forage Value of Different Sized Fruits of Forage Watermelon (<i>Citrullus lanatus var. citroides</i>)	27 - 32
Ayşe ÖKSÜZ Ramazan TOPAK	Effect of Applications Deficit Nitrogen with Deficit Irrigation on Sugarbeet Sugar Yield and Nitrogen Use Performance	33 - 41
Buse AYDIN Mustafa YORGANCILAR	<i>In Vivo</i> Şartlarda Fe ve Mn Uygulamalarının Lüpen (<i>Lupinus albus L.</i>) Bitkisinin Fide Gelişimine Etkilerinin Araştırılması	42 - 52
Rifat AKŞAHAN İsmail KESKİN	Determination of the Some Body Measurements Effecting Fattening Final Live Weight of Cattle by the Regression Tree Analysis	53 - 59
Rabia SERPİL GÜNHAN Suzan YALÇIN	Mercury and Cadmium Levels of Fish Consumed in Konya and Its Around	60 - 65
Münüre TANUR ERKOYUNCU Mustafa YORGANCILAR	Plant Tissue Culture for the Production of Secondary Metabolites	66 - 76



Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi

Akkaraman Kuzuların Besi Performansı Kesim ve Karkas Özellikleri

İbrahim Aytekin^{1*}, Ali Karabacak¹, İsmail Keskin¹

¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Kampüs/Konya

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Geliş tarihi 01 Ocak 2015

Kabul tarihi 28 Nisan 2015

Anahtar Kelimeler:

Akkaraman

Kesim ve karkas özellikleri

Et rengi

pH

Sertlik

ÖZET

Bu araştırma, Akkaraman kuzuların kapalı ağıl şartlarında besi performansları, kesim ve karkas özelliklerinin ortaya konması amacıyla yapılmıştır. Araştırmada Akkaraman ırkına ait toplam 14 baş kuzu kullanılmıştır. Kuzular ortalama 20 kg canlı ağırlıkta (yaklaşık 2.5 aylık yaşta) besiye alınmış ve kuzulara besi süresince (88 gün) ad libitum kesif yeme ek olarak günde 150 g kuru yonca otu verilmiştir. Akkaraman kuzuların günlük canlı ağırlık artışı, toplam yem tüketimi ve yem değerlendirme katsayısı sırasıyla 291 g, 261.91 kg ve 5.13 olarak bulunmuştur. Kesim ağırlığı, soğuk karkas ağırlığı, soğuk karkas randımanı ve soğutma kaybı sırasıyla 46.07 kg, 23.69 kg, % 51.40 ve % 1.5 olarak bulunmuştur. Pirzola bölgesinde yapılan analizlerde kas, kemik, kabuk yağı, kaslar arası yağ ve atılan (değersiz parçalar) oranları sırasıyla % 43.42, 26.91, 17.47, 8.02 ve 4.12 olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte kuzuların diğer kesim ve karkas özellikleri, göz kası bölgesinin pH, sertlik ve renk değerleri ile deri altı yağının (dış ve iç yüzeyleri) renk değerleri belirlenmiştir.

Fattening Performance, Slaughter and Carcass Characteristics of Akkaraman Lambs

ARTICLE INFO

Article history:

Received 01 January 2015

Accepted 28 April 2015

Keywords:

Akkaraman lambs

Slaughter and carcass traits

Meat colour

pH

Hardness

ABSTRACT

This research was carried out to determine fattening performance, slaughter and carcass characteristics of Akkaraman lambs at the closed sheepfold. Fourteen Akkaraman male lambs were used in the study. Lambs were averagely fattened at 20 kg of live weights (2.5 months of age) and 150 g alfalfa was daily given to the lambs in addition ad-libitum concentrate feed for fattening period (88 days). Daily live weight gain, total feed intake and feed conservation ratio of the Akkaraman lamb were found as 291 g, 261.91 kg and 5.13, respectively. Slaughter weight, cold carcass weight, cold dressing percentage and cooling loss were found as 46.07 kg, 23.69 kg, 51.40 % and 1.5 %, respectively. By the cutlet region analyses, lean meat, bone, subcutaneous fat, intermuscular fat and worthless parts ratios were determined as 43.42, 26.91, 17.47, 8.02 and 4.12 %, respectively. In addition to these, other slaughter and carcass traits, pH, hardness and colour values of Longissimus dorsi, and also colour values of subcutaneous fat (exterior and interior surface parts) were identified.

1. Giriş

Tarımsal faaliyet içerisinde koyun yetiştiriciliği önemli gelir kaynaklarından birisidir. Türkiye koyuncululuğu dikkate alındığında değişik iklim ve çevre şartlarına adapte olmuş ırk ve tip bakımından oldukça fazla varyasyon bulunmaktadır. Sahip olunan koyun ırkları bölgelere göre yetiştirme yönü ve şekli bakımından farklılık göstermektedir. Zaman zaman farklı verim yönleri

üzerine yönelimler olsa da genel olarak kombine verimli ve ekstansif yetiştiricilik yaygın olarak yapılmaktadır.

İnsan beslenmesinde hayvansal proteinlerin önemli bir yeri vardır. İnsanların dengeli beslenebilmesi için, günlük protein ihtiyacının hiç olmazsa % 40-50'sini hayvansal kökenli proteinlerden karşılaması gerekmektedir (Akman ve ark. 2006). Yüksek kalitede protein ihtiva eden et, hayvansal proteinin sağlanmasında en

* Sorumlu yazar email: aytekin@selcuk.edu.tr

önemli kaynaklardan biridir. Türkiye’de kişi başına kırmızı et tüketimi yaklaşık olarak 13 kg civarındadır. Bu tüketim seviyesi gelişmiş ülkeler ile kıyaslandığında oldukça düşüktür. Türkiye’de kişi başına koyun eti tüketimi ise 1.3 kg’dır.

Koyun yetiştiriciliğinde elde edilen gelirler dikkate alındığında et üretimi diğer verimlere kıyasla önemli bir yere sahiptir. Et üretimi için kuzu besisinde amaç en kısa sürede en az masrafla en yüksek verim ve kaliteyi elde etmektir. Bunun için sütten kesimden sonra kuzular 2-3 ay süre ile entansif besiyeye alınmaktadır. Zaman zaman farklı sebeplerden dolayı yetiştiriciler erken kuzu kesimlerine başvurmak zorunda kalabilmektedir. Bu durum özellikle üretim kayıplarına yol açtığı gibi, damızlık olarak kullanılabilir üstün genotipli hayvanlarında erken yaşta elden çıkarılmasına neden olmaktadır (Karabulut ve Çangir, 1983; Tufan ve Akmaz, 2001; Yetişir ve Dağ, 2010; Karabacak ve ark. 2010a). Bazen de besi süresinin gereğinden fazla uzatılması karkasta yağlanmaya, ve yağlı kuyruklu koyunların yağ dokudan oluşan kuyruklarının büyümesine neden olmaktadır. Bu tüketici talepleri ve biyolojik etkenlik bakımından arzulanan bir durum olmamaktadır (Şahin ve Akmaz 2002; Tekel ve ark. 2007; Karabacak ve ark. 2015; Anonymous 2015). Bununla birlikte besi süresinin gereğinden fazla uzatılması ekonomik kayıplara da sebep olmaktadır.

Besi performansının yüksekliği, elde edilen ürünün arzu edilen fiyatla satışı ve tüketici talebini karşılama entansif besinin başarısını göstermektedir (Şahin ve Akmaz 2002). Besi performansını hayvanla ilgili faktörler (ırk, genotip, cinsiyet, yaş, doğum tipi, besi başı canlı ağırlığı, konstitüsyon, kondisyon ve elde edildiği bölge) ve çevreden kaynaklanan (bakım, besleme, barınak, mevsim, hastalıklar ve pazarlama) faktörler etkilemektedir (Tekin 2009).

Akçapınar (1981), yaklaşık 3 aylık yaşta ve 20 kg canlı ağırlıkta besiyeye aldığı Akkaraman kuzularının 45 ve 50 kg kesim ağırlığına ulaşmaya kadarki canlı ağırlık artışı, günlük canlı ağırlık artışı ve besi süresini sırasıyla 25 kg, 279 g ve 91.1 gün ile 30 kg, 286 g ve 105.9 gün olarak tespit etmiştir. Besi süresi sonuna kadarki yem değerlendirme katsayısını ise 5.37 (3.662 kg kesif yem + 1.704 kg kuru yonca otu) olarak tespit etmiştir.

Pembeci ve Boztepe (1991), yaklaşık 2.5 aylık yaşta sütten kesilen 16.8 kg canlı ağırlıkta besiyeye aldıkları 28 baş Akkaraman erkek kuzularının 55 gün besi süresince kesim ağırlığını 33.5 kg, günlük canlı ağırlık artışı ise 300 g olarak tespit etmişlerdir.

Tekin ve ark. (1993), yaklaşık 23 kg canlı ağırlıkta besiyeye aldıkları ve 90 gün besi süresi sonunda 44.05 kg kesim ağırlığında olan Akkaraman erkek kuzularında canlı ağırlık artışı, günlük canlı ağırlık artışı ve yem değerlendirme katsayısını sırasıyla 20.68 kg, 229.79 g ve 6.73 olarak, kesim özelliklerinden post, ayak, baş, ciğer takım, dalak ve testis ağırlıklarını sırasıyla 5.17 kg, 900 g, 1.98 kg, 1.61 kg, 70 g ve 330 g olarak, karkas özelliklerinden sıcak karkas ağırlığını, soğuk karkas ağırlığını, soğuk karkas randımanını, soğutma kaybını,

kuyruk ağırlığı ve oranını sırasıyla 21.74 kg, 21.03 kg, % 47.74, 3.26 kg, 3.38 kg ve % 16.07 olarak tespit etmişlerdir. Karkas ölçülerinden karkas uzunluğu, but uzunluğu, göğüs derinliği ve göğüs genişliğini sırasıyla 51.50 cm, 21.33 cm, 26.75 cm ve 16.67 cm olarak bildirmişlerdir. Araştırmacılar göz kası alanını ise 11.83 cm² olarak bildirmişlerdir.

Esen ve Yıldız (2000), yaklaşık 21 kg canlı ağırlıkta besiyeye aldıkları Akkaraman kuzularının 45 kg kesim ağırlığına ulaşmaya kadar canlı ağırlık artışı 23.82 kg, günlük canlı ağırlık artışı 245.53 g, yem değerlendirme katsayısını 6.33 (3.28 kg kesif yem + 3.05 kg kuru yonca otu) ve besi süresini 98 gün olarak tespit etmişlerdir. Kuzuların kesim özelliklerinden post, ayak + baş, böbrek, ciğer takım, testis, dalak ve iç yağ ağırlığını sırasıyla 5.53 kg, 3.10 kg, 130 g, 1.64 kg, 300 g, 100 g ve 250 g olarak bulmuşlardır. Karkas özelliklerinden sıcak karkas ağırlığı, soğuk karkas ağırlığı, soğuk karkas randımanı, soğutma kaybını, kuyruk ağırlığını, kuyruk oranını ve pelvis yağı ağırlığını sırasıyla 22.38 kg, 22.10 kg, % 48.88, % 1.25, 3.95 kg, % 17.87 kg, ve 330 g olarak bildirmişlerdir. Göz kası alanını ise 12.5 cm² olarak bildirmişlerdir.

Dağ ve ark. (2000), yaklaşık 3.5 aylık yaşta 20.4 kg canlı ağırlıkta besiyeye başladıkları Akkaraman kuzularının 56 gün besi süresi sonunda kesim ağırlığını, günlük canlı ağırlık artışı ve yem değerlendirme katsayısını sırasıyla 36.7 kg, 294.1 kg ve 3.99 olarak, kesim özelliklerinden post, ayak, baş, böbrek, ciğer+takım, testis, dalak ve iç yağ ağırlıklarını sırasıyla 4.08 kg, 760 g, 1.77 kg, 110 g, 1.51 kg, 160 g, 70 g ve 270 g olarak, pırla bölgesinde yapılan analizlerde kas, kemik, deri altı yağ, kaslar arası yağ ve atılan oranları sırasıyla % 55.3, % 24.95, % 10.98, % 5.57 ve % 2.85 olarak, karkas özelliklerinden kesim ağırlığı, sıcak karkas ağırlığı, soğuk karkas ağırlığı, soğuk karkas randımanı, soğutma kaybı, kuyruk ağırlığı ve oranını sırasıyla 35.9 kg, 17.94 kg, 17.27 kg, % 47.84, % 3.81, 2.43 kg ve % 13.47 olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar soğuk sol yarım karkasta (7.46 kg) sırt-bel ağırlığı, but ağırlığı, omuzbaşı ağırlığı, boyun ağırlığı, kol ağırlığı ve etek ağırlığı ile sırt-bel oranı, but oranı, omuzbaşı oranı, boyun oranı, kol oranı ve etek oranını sırasıyla 1.48 kg, 2.61 kg, 0.55 kg, 0.70 kg, 1.30 kg, 0.79 kg, % 19.80, % 35.12, % 17.55, % 9.38, % 17.55 ve % 10.66 olarak bildirmişlerdir. Ayrıca göz kası alanını 17.60 cm² olarak bulmuşlardır.

Tufan ve Akmaz (2001), yaklaşık 23 kg canlı ağırlıkta sütten kesilmiş Akkaraman kuzularının 40 kg canlı ağırlığa ulaşmaya kadarki canlı ağırlık artışı, günlük canlı ağırlık artışı, yem değerlendirme katsayısını ve besi süresini sırasıyla 16.61 kg, 257.85 g, 5.336 (5.186 kg kesif yem + 0.195 kg saman) ve 67.57 gün olarak tespit etmişlerdir.

Ünal ve ark. (2006), 20.02 kg besi başı canlı ağırlığındaki Akkaraman erkek kuzularının 45 kg kesim ağırlığına ulaşmaya kadarki besi performansı ve karkas özellikleri araştırdıkları çalışmalarında, canlı ağırlık artışı,

günlük canlı ağırlık artışını, yem değerlendirme katsayısını ve besi süresini sırasıyla 25.08 kg, 284 g, 4.92 ve 88.31 gün olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar sıcak karkas ağırlığı, soğuk karkas ağırlığı, soğuk karkas randımanı ve kuyruk ağırlığını sırasıyla 22.95 kg, 22.39 kg, % 49.28 ve 3.68 kg olarak, göz kası alanı ve göz kası üstü kabuk yağı kalınlığını ise sırasıyla 14.67 cm² ve 3.5 mm olarak bildirmişlerdir.

Şahin ve Akmaz (2002), farklı kesim ağırlıklarındaki Akkaraman kuzuların besi performansı, kesim ve karkas özelliklerini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada 21 kg besi başlangıç ağırlığından 40 ve 45 kg kesim ağırlığına ulaşan kuzular için sırasıyla canlı ağırlık artışını 19 - 24 kg, günlük canlı ağırlık artışını 224-225 g, yem değerlendirme katsayısını 6.2-6.5 ve besi süresini de 87-108 gün olarak bulmuşlardır. Aynı araştırmacılar kesim ağırlıkları için kesim özelliklerinden post ağırlığını 4.69-5.00 kg, ayak ağırlığını 900-940 g, baş ağırlığını 1.84-1.95 kg, böbrek ağırlığını 100-130 g, ciğer takım ağırlığını 1.68-1.69 kg, testis ağırlığını 250-270 g, dalak ağırlığını 72-66 g, iç yağ ağırlığını ise 220-240 g olarak bulmuşlardır. Kesim ağırlıklarından 40 ve 45 kg için sırasıyla sıcak karkas ağırlığını 19.20-21.90 kg (P<0.001), soğuk karkas ağırlığını 18.18-21.28 kg (P<0.001), soğuk karkas randımanını % 46.02-47.25, soğutma kaybını % 5.31-2.83, kuyruk yağı ağırlığını 2.85-3.79 kg (P<0.001), kuyruk oranını % 15.60-17.78, pelvis yağı ağırlığını 230-300 g olarak tespit etmişlerdir. Göz kası alanını ise yine sırasıyla 14.40-14.52 cm² olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar 35 kg, 40 kg, 45 kg ve 50 kg kesim ağırlıkları için en ideal kesim ağırlığının 45 kg olabileceğini bildirmişlerdir.

Karabacak ve Boztepe (2007 ve 2008) yaklaşık 2.5 aylık yaşta sütten kesilmiş Akkaraman kuzuların besi performansları ile kesim ve karkas özelliklerini 68 gün besi süresince Dağlıç, Kıvırcık, Karacabey Merinosu ve Malya koyun ırkları ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, yaklaşık 21 kg besi başı canlı ağırlığındaki Akkaraman kuzuların kesim ağırlığını yaklaşık 41 kg, canlı ağırlık artışını 20.5 kg, günlük canlı ağırlık artışını 304 g, yem değerlendirme katsayısını 4.31 olarak tespit etmişlerdir. Kesim özelliklerinden post ağırlığını 5.55 kg, ayak ağırlığını 861 g, baş ağırlığını 1.90 kg, böbrek ağırlığını 116 g, ciğer takım ağırlığını 1.64 kg, testis ağırlığını 99.7 g, dalak ağırlığını 67 g, iç yağ ağırlığını ise 177 g olarak bulmuşlardır. Doku kompozisyonu için pirzola bölgesinde (782 g) yapılan analizlerde kas, kemik, kabuk yağı, kaslar arası yağ ve atılan ağırlıkları sırasıyla 389 g, 213 g, 130 g, 17 g ve 31 g olarak, oranlarını ise sırasıyla % 49.5, 27.2, 16.2, 2.6 ve 3.9 olarak bildirmişlerdir. Araştırmacılar karkas özelliklerinden sıcak karkas ağırlığını 19.12 kg, soğuk karkas ağırlığını 18.84 kg, soğuk karkas randımanını % 45.98, soğutma kaybını % 1.53, kuyruk ağırlığını 2.99 kg, kuyruk oranını % 16.16 ve pelvis yağı ağırlığını 128 g olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar soğuk sol yarım karkasta (8.02 kg) sırt-bel, but, omuzbaşı, boyun, kol ve etek ağırlıklarını sırasıyla 1.67 kg, 2.96 kg, 0.457 kg, 0.605 kg, 1.53 kg ve 0.720 kg olarak, oranlarını ise sırasıyla % 20.6, % 37.3, % 5.8, % 7.7,

% 19.2 ve % 9.3 olarak bildirmişlerdir. Göz kası alanı ve göz kası üstü kabuk yağı kalınlığını ise sırasıyla 14.15cm² ve 5.91 mm olarak bildirmişlerdir. Karkas ölçülerinden karkas uzunluğu, omuz genişliği, but uzunluğu, but derinliği, göğüs derinliği, göğüs genişliği ve but genişliğini sırasıyla 60 cm, 15.6 cm, 19.3 cm, 5.94 cm, 22.2 cm, 17.8 cm ve 4.13 cm olarak bildirmişlerdir.

Teke ve Ünal (2009), Akkaraman kuzularında bazı kesim özelliklerine kesim ağırlığı ve cinsiyetin etkisini araştırdıkları çalışmalarında 42.9 kg kesim ağırlığındaki erkek kuzuların sıcak karkas ağırlığını, sıcak karkas randımanını ve kuyruk ağırlığını sırasıyla 22.2 kg, % 51.2 ve 3.6 kg olarak tespit etmişlerdir. Karkas ölçülerinden karkas uzunluğunu ve göğüs genişliğini ise 75 cm ve 26.8 cm olarak tespit etmişlerdir.

Karabacak ve ark. (2015), yaklaşık 20 kg canlı ağırlıkta sütten kesilmiş Akkaraman erkek kuzularının 58 gün besi süresince canlı ağırlık artışını, günlük canlı ağırlık artışını ve yem değerlendirme katsayısını sırasıyla 18.15 kg, 313 g ve 4.10 olarak bulmuşlardır. Kesim özelliklerinden post ağırlığını 4.68 kg, ayak ağırlığını 871 g, baş ağırlığını 1.77 kg, böbrek ağırlığını 125 g, ciğer takım ağırlığını 1.65 kg, testis ağırlığını 103.8 g, dalak ağırlığını 76.25 g ve iç yağ ağırlığını ise 171 g olarak bulmuşlardır. Doku kompozisyonu için pirzola bölgesinde (720.4 g) yapılan analizlerde kas, kemik, kabuk yağı, kaslar arası yağ ve atılan ağırlıkları sırasıyla 347.3 g, 187 g, 126.6 g, 31.5 g ve 28 g olarak, oranlarını ise sırasıyla % 48.29, 26.10, 17.35, 4.43 ve 3.85 olarak bildirmişlerdir. Araştırmacılar karkas özelliklerinden kesim ağırlığını 37.29 kg, sıcak karkas ağırlığını 17.79 kg, soğuk karkas ağırlığını 17.50 kg, soğuk karkas randımanını % 46.90, soğutma kaybını % 1.65, kuyruk ağırlığını 2.51 kg, kuyruk oranını % 14.27 ve pelvis yağı ağırlığını 142.5 g olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar soğuk sol yarım karkasta (7.52 kg) sırt-bel, but, omuzbaşı, boyun, kol ve etek ağırlıklarını sırasıyla 1.58 kg, 2.72 kg, 0.404 kg, 0.594 kg, 1.478 kg ve 0.750 kg olarak, oranlarını ise sırasıyla % 21, % 36.22, % 5.39, % 7.92, % 19.64 ve % 9.72 olarak bildirmişlerdir. Karkas ölçülerinden karkas uzunluğu, omuz genişliği, but uzunluğu, but derinliği, göğüs derinliği, göğüs genişliği ve but genişliğini sırasıyla 58.75 cm, 16.5 cm, 25.21 cm, 6.56 cm, 24.75 cm, 20.13 cm ve 4.69 cm olarak bildirmişlerdir. Göz kası üstü kabuk yağı kalınlığını, kaburga üstü kabuk yağı kalınlığı ve göz kası alanı ise sırasıyla 3.31 mm, 5.96 mm ve 13.68 cm² olarak bildirmişlerdir.

Akkaraman koyun ırkı Türkiye koyun ırkları içerisinde sayısal varlık bakımından önemli bir yere sahiptir. Bu bakımdan gerek saf yetiştirme gerekse melezlemelerde kullanılması düşünülen koyun ırkları arasında tercih edilme potansiyeli yüksektir. Dolayısıyla yetiştirici şartlarında veya araştırmalarda performans ile ilgili bilgilerin ortaya konması önem arz etmektedir. Bu araştırma, Akkaraman kuzuların kapalı ağıl şartlarında 88 günlük besi süresince besi performansları ile kesim ve karkas özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Prof. Dr. Orhan Düzgüneş Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde yürütülmüştür. Araştırmada hayvan materyali olarak yaklaşık 2.5 aylık yaşta süttan kesilen ortalama 20 kg canlı ağırlıkta 14 baş Akkaraman erkek kuzu kullanılmıştır.

Araştırma boyunca kullanılan besi yemi tesislerde bulunan yem ünitesinde hazırlanmıştır. Araştırmada kullanılan rasyonun yem hammaddeleri ve hesaplanmış besin maddeleri kompozisyonu Tablo 1'de verilmiştir. Yemlerin besin maddeleri analizi T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı Konya İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü'nde yapılmıştır (Anonymous 1984; Akyıldız 1992).

Tablo 1.

Rasyonun Yem Hammaddeleri ve Hesaplanmış Besin Madde Kompozisyonları (%)

Yem Hammaddesi	(%)	Hesaplanmış Besin Madde Kompozisyonu	(%)
Arpa	38.25	Ham Protein (%)	14.14
Mısır	28.50	Ham Selüloz (%)	9.81
Ayçiçeği Tohumu Küşpesi	20.00	Ham Kül (%)	6.96
Soya Fasulyesi Küşpesi	6.00	Ham Yağ (%)	4.50
Melas	4.00	Kalsiyum (%)	1.50
Soda	1.00	Fosfor (%)	0.74
Mermer Tozu	1.00	Metabolik enerji (kcal/kg)	2505
Vit-Min. Karması	0.25		
Maya	0.20		
DCP	0.50		
Tuz	0.30		

Araştırmada kullanılan kuzular kapalı barınak şartlarında her bölmede (1.5 x 2 m) 2 kuzu olacak şekilde barındırılmıştır. Kuzular 10 günlük alıştırmaya periyodu uygulanmasından sonra 88 gün süreyle besiyeye alınmıştır. Besi süresince canlı ağırlık ve yem tüketimleri 15 günde bir, vücut ölçüleri ise 30 günde bir olmak üzere kuzular akşamdan aç bırakılarak sabah saatlerinde Ertuğrul'un (1996) bildirdiği şekilde tespit edilmiştir. Besi yemi *ad libitum* verilirken, metabolik hastalıkları önlemek amacıyla günlük 150 g/baş civarında kuru yonca otu verilmiştir.

Besi süresi sonunda kuzular işletmede bulunan kesimhanede kesilmişlerdir. Sıcak karkas ağırlıkları ve kimi vücut bölgelerinin ağırlıkları (baş, post, ayak ağırlığı vb.) kesimden hemen sonra tespit edilmiştir. Soğuk karkas ağırlıkları ve kimi karkas ölçüleri karkaslar 24 saat soğuk hava deposunda (+4 °C) tutulduktan sonra tespit edilmiştir. Soğuk karkaslardan karkas ölçüleri Eliçin ve ark. (1976) ve Ertuğrul'un (1985) bildirişine uygun olarak alınmıştır.

Karkaslar, Colomer-Rocher ve ark. (1987), tarafından bildirilen standart karkas parçalama yöntemine göre elektrikli testere kullanılarak (CatPower, Almanya) omurga boyunca iki eşit parçaya ayrılmıştır. Sol yarım karkas sırt-bel, but, omuzbaşı, boyun, kol ve etek olmak üzere 6 parçaya ayrılmış ve 1 grama duyarlı terazi ile ağırlıkları belirlenmiştir. Ayrıca 12-13. kaburgalar arasından aydinger kâğıdıma çizilen göz kası alanları dijital planimetre ile ölçülmüştür. Doku kompozisyonu için 6-12 kaburgalar arası örnek alınmış (pirzola bölgesi), bu örnekten doku kompozisyonuna ait hesaplamalar ile göz kası alanında et rengi (L^* , a^* ve b^*) Minolta Chroma

Meter CR-400 (Konica Minolta, Inc., Osaka, Japonya), pH ve sertlik değerleri belirlenmiştir. Göz kası üstü kabuk yağı için de dışa bakan ve içe bakan yüzeyleri olmak üzere renk değerleri elde edilmiştir. Renk ölçümleri sonucu elde edilen değerlerden de Hue° (H°) ve Chroma (C) değerleri aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır.

$$\text{Hue}^\circ = \text{Tan}^{-1} \times (b^*/a^*) \text{ ve Chroma} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

Bu çalışmada ele alınan özelliklere ait tanıtıcı istatistikler ile göz kası üstü kabuk yağının dışa ve içe bakan yüzeyleri arasındaki farklılıkların tespitinde kullanılan t-testi Minitab 16 paket programı kullanılarak yapılmıştır (Kocabaş ve ark. 2013).

3. Araştırma Sonuçları

Akkaraman erkek kuzularının besi süresince tespit edilen besi performansları ile kesim ve karkas özelliklerine ait sonuçlar aşağıda alt başlıklar halinde verilmiştir.

3.1. Besi Performansı

Besiyeye alınan Akkaraman erkek kuzularında besi başı (dönem 1) ve sonundaki (dönem 7) canlı ağırlığa ve yem tüketimlerine ait tanıtıcı istatistikler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2'den görülebileceği gibi alıştırmaya periyodu uygulanmasından sonra besiyeye alınan Akkaraman erkek kuzularının besi başı ve sonundaki canlı ağırlık artışı, günlük canlı ağırlık artışı ve yem değerlendirme katsayısı sırasıyla 25.56 kg, 290.50 g ve 5.13 olarak belirlenmiştir. Mevcut çalışmada bulunan canlı ağırlık artış değeri Akçapınar'ın (1991) 91.1 gün için bildirdiği değer (25 kg), Esen ve Yıldız'ın (2000) 98 gün besi süresi için

bildirdiği değer (23.82), Şahin ve Akmaz'ın (2002) 108 gün besi süresi için bildirdiği değere (24 kg) ve Ünal ve ark (2006) yaklaşık 88 gün besi süresi için bildirdiği değer (25.08) ile benzerdir. Ancak, Tekin ve ark.'nın (1993) 90 gün besi süresi için (20.68) ve Şahin ve Akmaz (2002)'in 87 gün besi süresi için (19 kg) bildirdikleri canlı ağırlık artışı değerlerinden ise yüksek bulunmuştur. Günlük canlı ağırlık artışı dikkate alındığında mevcut çalışmadaki değer (290.50 g) Akçapınar'ın (1991) 91.1 gün besi süresi için (279 g), Esen ve Yıldız'ın (2000) 98 gün besi süresi için (245.53 g), Şahin ve Akmaz'ın (2002) hem 87 gün hem de 108 gün besi süreleri için (224-225 g), Tekin ve ark.'nın (1993) 90 gün besi süresi için (229.79) ve Ünal ve ark. 'nın (2006) 88 gün besi süresi için bildirdikleri değerlerden yüksek bulunmuştur. Besi süresi daha kısa olan çalışmalar (55-

68 gün) dikkate alındığında Pembeci ve Boztepe (1991) 300 g, Dağ ve ark. (2000) 294.1 g, Karabacak ve Boztepe (2007 ve 2008) 304 g ve Karabacak ve ark. (2015) 313 g olarak günlük canlı ağırlık artışlarını bildirmişlerdir. Bu bakımdan değerlendirildiğinde besi süresinin uzaması günlük canlı ağırlık artışını azaltmaktadır. Fakat Tufan ve Akmaz'ın (2001) yaklaşık 68 gün besi süresince bildirdikleri 294.1 g günlük canlı ağırlık artışı değeri mevcut çalışmadan düşük bulunmuştur. Yem değerlendirme katsayısı dikkate alındığında mevcut çalışmadaki değer (5.13) Ünal ve ark. (2006) bildirdiği değerden (4.92) yüksek, Akçapınar ve ark. (1991), Tekin ve ark. (1993), Esen ve Yıldız (2000) ve Şahin ve Akmaz'ın (2002) sırasıyla 91.1 gün, 90 gün, 98 gün ve 87 gün besi süreleri için bildirdikleri değerlerden (5.37, 6.73, 6.33 ve 6.2) düşük bulunmuştur.

Tablo 2.

Akkaraman erkek kuzuların besi performansına ait tanıttıcı istatistikler.

Dönem	Canlı Ağırlık (kg)			Dönem	Yem Tüketimi (kg)		
	$(\bar{X} \pm S_{\bar{X}})$	Min	Maks.		$(\bar{X} \pm S_{\bar{X}})$	Min	Maks.
1 ⁺	20.51 ± 0.454	18.05	23.50	1	-	-	-
2	24.43 ± 0.575	20.50	28.00	2	35.61 ± 0.253	34.45	36.00
3	29.10 ± 0.524	25.40	32.40	3	35.41 ± 0.515	33.00	36.40
4	33.58 ± 0.588	30.30	37.70	4	43.81 ± 0.650	42.00	46.50
5	41.48 ± 0.689	37.35	45.50	5	53.64 ± 1.030	47.50	55.50
6	43.18 ± 0.631	38.90	47.10	6	48.43 ± 1.310	44.00	54.00
7 ⁺⁺	46.08 ± 0.699	41.15	51.00	7	45.00 ± 0.608	42.60	46.70
Toplam CAA (kg)	25.56 ± 0.535	20.10	28.60	Dönemsel Ortalama Yem Tüketimi (kg)	43.65 ± 2.672	34.41	53.64
GCAA (g)	290.50 ± 6.08	228.41	325.00	Toplam Yem Tüketimi (kg)	261.91 ± 3.030	251.40	274.15
				Bölme Canlı Ağırlık Artışı (kg)	51.13 ± 0.882	47.05	54.20
				Yem Değerlendirme Katsayısı	5.13 ± 0.081	4.89	5.44

1⁺: Besi başı; 7⁺⁺: Besi sonu; CAA: Canlı ağırlık artışı; GCAA: Günlük canlı ağırlık artışı

3.2. Vücut Ölçüleri

Akkaraman erkek kuzularında besi süresince besi başından sonuna kadar 30 günde bir olmak üzere belirlenen bazı vücut ölçülerine ait tanıttıcı istatistikler Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 2'den de görüleceği gibi besi başından besi sonuna kadar cidago yüksekliği, sağrı yüksekliği, göğüs çevresi, göğüs derinliği, but çevresi ve vücut uzunluğu gibi bazı vücut ölçülerindeki oransal artış sırasıyla % 19.54, 19.0, 30.5, 24.1 31.6 ve 21.0 olarak bulunmuştur. Besi süresince ele alınan vücut ölçülerinin tümünde artış eğilimi olmakla birlikte en yüksek artış % 30.5 ile göğüs çevresi ve % 31.6 ile but çevresinde gerçekleşmiştir. Besi sonunda her ne kadar büyüme ve gelişme tamamlanmasa da besi boyunca veya besi dönemleri arasındaki büyüme oranları dikkate alınarak bakım ve besleme şartları amaca yönelik düzenlenebilir (Aytekin ve ark. 2009; Karabacak ve ark. 2010b). Karabacak ve ark. (2010b) 20 kg canlı ağırlıkta 68 gün süreyle besiye aldığı 10 baş Akkaraman erkek kuzuda besi süresince vücut ölçülerinden cidago yüksekliği, sağrı yüksekliği, göğüs derinliği, kürekler arası göğüs genişliği, vücut uzunluğu, göğüs çevresi ve but çevresindeki artışı sırasıyla % 17.73, 24.71, 24.24, 38.75, 28.48, 31.61 ve 40.32 olarak tespit etmiş-

lerdir. Yine Karabacak ve ark. (2015b), 20 kg canlı ağırlıkta 58 gün süreyle besiye aldığı toplamda 14 baş (8 baş kapalı ağılda ve 6 baş açık ağılda) Akkaraman erkek kuzuda besi süresince kapalı ve açık ağıl şartlarında vücut ölçülerinden en yüksek artışı sırasıyla göğüs çevresinde (% 21.56 -% 23.85) ve but çevresinde (% 20.20 -%13.85) tespit etmişlerdir. Mevcut çalışma Karabacak ve ark. (2010) ve Karabacak ve ark. (2015b) yaptığı 58 ve 68 gün süreyle yaptıkları çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

3.3. Kesim ve Karkas Özellikleri

Akkaraman erkek kuzularında kesim özellikleri, doku kompozisyonu, karkas ölçüleri ve karkas özellikleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4'den de görülebileceği gibi Akkaraman kuzularının karkas özellikleri benzer sürelerde yapılmış literatür ile kıyaslandığında kesim ağırlığı (46.07) Ünal ve ark.'nın (2006) yaklaşık 88 günde (45.1 kg) ve Tekin ve ark.'nın (1993) 90 günde (44.05 kg) buldukları değerlere benzer, fakat Şahin ve Akmaz'ın (2002) 87 günde (40.18) bildirdiği değerden yüksektir. Sıcak karkas ağırlığı, soğuk karkas ağırlığı ve soğuk karkas randımanı da aynı araştırmacıların buldukları değerlerden yüksek bulunmuştur. Ayrıca Esen ve Yıldız (2000) ile Şahin ve Akmaz'ın (2002) sırasıyla 88 ve 108 gün besi

süresince Akkaraman erkek kuzularda buldukları değerden de yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte gerek sıcak karkas ağırlığı, soğuk karkas ağırlığı, soğuk karkas randımanı gerekse kuyruk ağırlığı ve oranı besi süreleri sırasıyla 56, 68 ve 58 gün olan Dağ ve ark. (2000), Karabacak ve Boztepe (2007 ve 2008) ve Karabacak ve ark.'nın (2015) yaptıkları çalışmalar ile kıyaslandığında daha yüksek olduğu görülebilir. Özellikle mevcut çalışmanın besi süresinin 88 gün olmasından dolayı söz konusu özelliklerde artışa neden olmuştur. Özellikle kuyruk ağırlığı bakımından bu durum besi süresinin 90 gün

olduğu Tekin ve ark. (1993), 98 gün olduğu Esen ve Yıldız (2000), 87-108 gün olduğu Şahin ve Akmaz (2002) ve yaklaşık 88 gün olduğu Ünal ve ark.'nın (2006) yaptığı çalışmalar ile uyum içerisinde. Mevcut çalışmada bulunan pelvis yağı ağırlığı (179.2 g) Karabacak ve Boztepe (2008) ile Karabacak ve ark.'nın (2015) sırasıyla 68 gün (128 g) ve 58 gün (142.5 g) besi süresince yaptıkları çalışmalardan daha yüksek bulunmuş, kuyruk yağı ağırlığında olduğu gibi pelvis yağı ağırlığının da besi süresinin uzamasına bağlı olarak artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Benzer şekilde karkas ölçülerinde de aynı eğilim görülebilir.

Tablo 3

Akkaraman erkek kuzuların besi süresince bazı vücut ölçülerine ait tanıttıcı istatistikler (cm)

Cidago yüksekliği				Sağrı yüksekliği			
Dönem	($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	Min.	Maks.	Dönem	($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	Min.	Maks.
1+	57.93 ± 0.49	54.00	61.00	1+	58.7 ± 0.57	54.00	62.00
2	63.00 ± 0.46	61.00	66.00	2	63.7 ± 0.46	60.00	66.00
3	66.36 ± 0.48	63.00	69.00	3	67.1 ± 0.34	65.00	69.00
4++	69.21 ± 0.46	66.00	72.00	4++	69.8 ± 0.35	68.00	72.00
Artış	11.29 ± 0.38	10.00	14.00	Artış	11.1 ± 0.53	9.00	15.00
%	19.54 ± 0.78	16.95	25.93	%	19.0 ± 1.09	15.00	27.78
Göğüs çevresi				Göğüs derinliği			
Dönem	($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	Min.	Maks.	Dönem	($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	Min.	Maks.
1+	66.6 ± 0.617	63	71	1+	21.5 ± 0.27	20	23
2	73.1 ± 0.715	70	78	2	22.9 ± 0.28	22	25
3	82.1 ± 0.610	79	87	3	24.7 ± 0.29	23	26
4++	86.9 ± 0.776	80	90	4++	26.6 ± 0.20	25	28
Artış	20.2 ± 0.933	13	24	Artış	5.1 ± 0.23	4	7
%	30.5 ± 1.56	19.4	37.5	%	24.1 ± 1.33	17.4	35
But çevresi				Vücut uzunluğu			
Dönem	($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	Min.	Maks.	Dönem	($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	Min.	Maks.
1+	58.1 ± 0.766	50	62	1+	47.5 ± 0.50	44	51
2	63.0 ± 0.679	58	68	2	52.7 ± 0.34	51	55
3	71.6 ± 0.716	66	74	3	55.7 ± 0.24	54	57
4++	76.2 ± 0.697	73	82	4++	57.5 ± 0.20	56	59
Artış	18.1 ± 1.07	14	26	Artış	9.9 ± 0.40	7	12
%	31.6 ± 2.29	22.58	50	%	21.0 ± 1.04	13.7	27.3

1+: Besi başı; 4++: Besi sonu

Tekin ve ark.'nın (1993) 90 gün besi süresi ile Şahin ve Akmaz (2002) 87 gün besi süresince yaptıkları çalışmalarda bildirdikleri kesim özellikleri (post, ayak, baş, böbrek, ciğer takım, testis, dalak ve iç yağ ağırlıkları) mevcut çalışmadan daha düşük bulunmuştur. Bununla birlikte Esen ve Yıldız (2000) 98 gün besi süresinde ayak ve baş ağırlığını 3.10 kg ve testis ağırlığını 300 g olarak, Şahin ve Akmaz (2002) 108 gün besi süresinde testis ağırlığını 270 g olarak mevcut çalışmadakinden daha yüksek bildirmişlerdir.

Doku kompozisyonu bakımından pirzola bölgesinde yapılan analizde, özellikle oransal değerler Karabacak ve Boztepe (2008) ile Karabacak ve ark.'nın (2015) sırasıyla 68 gün ve 58 gün besi sürelerinde yaptıkları çalışmalar ile kıyaslandığında, kemik ve kabuk yağ oranlarının mevcut çalışma ile benzerlik göstermesine karşın kas oranının bu çalışmadan daha yüksek, kas arası yağ

ve atılan oranlarının daha düşük olduğu görülebilir. Soğuk sol yarım karkasa ait but, boyun ve kol oranları benzerlik gösterirken, omuzbaşı ve etek oranları ise yüksek bulunmuştur. Dağ ve ark.'nın (2000) yaptığı çalışmada ise but ve kol oranı mevcut çalışmaya benzer, sırt-bel, omuzbaşı ve boyun oranları yüksek, etek oranı ise düşük bulunmuştur.

Karkas özelliklerinden göz kası alanı (16.68 cm²), benzer sürelerde çalışma yapan Tekin ve ark. (1993), Şahin ve Akmaz (2002) ve Ünal ve ark.'nın (2006) sırasıyla bildirdiği 11.83 cm², 14.40 cm² ve 14.67 cm² değerlerden yüksek bulunmuştur.

Mevcut çalışmadaki kaburga üstü kabuk yağı kalınlığı (6.82 mm) Karabacak ve ark.'nın (2015) 58 gün besi süresinde Akkaraman kuzularda yaptığı çalışmadan (5.96) yüksek bulunmuştur. Göz kası üstü kabuk yağı kalınlığı ise Karabacak ve Boztepe'nin (2008) yaptığı 68

gün süren besiden (5.91 mm) düşük, Karabacak ve ark.'nın (2015) yaptığı 58 gün süren besiden (3.31 mm) ise yüksek bulunmuştur.

3.4. Renk, pH ve Sertlik Değerleri

Akkaraman erkek kuzuların göz kası bölgesinin renk, pH ve sertlik değerleri ile göz kası üstü kabuk yağının dışa ve içe bakan yüzeylerinin renk değerleri Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 4.

Akkaraman erkek kuzuların kesim ve karkas özelliklerine ait tanıtıcı istatistikler

Özellik	($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	Min.	Maks.	Özellik	($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	Min.	Maks.
Kesim özellikleri				Karkas özellikleri			
Post ağırlığı (kg)	6.03±0.20	4.50	7.40	Kesim ağırlığı (kg)	46.07±0.70	41.15	51.00
Ayak ağırlığı (g)	975.0±20.10	850.0	1100.0	Sıcak karkas ağırlığı (kg)	24.05±0.43	21.90	28.15
Baş ağırlığı (kg)	2.01±0.03	1.85	2.25	Soğuk karkas ağırlığı (kg)	23.69±0.44	21.45	27.85
Böbrek ağırlığı (g)	146±10.6	106.0	274.0	Soğuk karkas randımanı (%)	51.40±0.39	49.08	54.61
Ciğer takım ağırlığı (kg)	1.71±0.05	1.38	1.93	Soğutma kaybı (%)	1.50±0.09	1.03	2.06
Testis ağırlığı (g)	192.6±19.40	94.0	386.0	Kuyruk ağırlığı (kg)	3.87±0.18	2.82	5.15
Dalak ağırlığı (g)	97.5±29.30	63.00	153.0	Kuyruk oranı (%)	16.28±0.57	12.52	19.21
İç yağ ağırlığı (g)	371.8±40.90	154	628	Pelvis yağı ağırlığı (g)	179.2±14.80	76.0	279.0
Doku kompozisyonu				Ağırlık (kg)			
Örnek ağırlığı (g)	810.8±26.4	621.0	928.0	Sırt-bel ağırlığı (kg)	1.08±0.03	0.90	1.26
Kas ağırlığı (g)	352.8±15.0	257.0	463.0	But ağırlığı (kg)	3.40±0.07	3.09	4.07
Kemik ağırlığı (g)	216.21±6.24	179.0	259.00	Omuzbaşı ağırlığı (kg)	1.36±0.04	1.04	1.66
Kabuk ağırlığı (g)	142.1±10.1	77.00	218.0	Boyun ağırlığı (kg)	0.86±0.02	0.67	1.01
Kas arası yağ ağırlığı (g)	65.93±8.26	31.00	144.00	Kol ağırlığı (kg)	1.72±0.04	1.53	12.06
Atılan ağırlığı (g)	33.79±2.21	21.00	52.00	Etek ağırlığı (kg)	1.33±0.04	1.11	1.53
Kas oranı (%)	43.42±0.90	38.30	51.79	Sırt-bel oranı (%)	11.14±0.28	8.94	13.45
Kemik oranı (%)	26.91±0.86	20.54	33.33	But oranı (%)	34.86±0.29	33.14	36.39
Kabuk yağ oranı (%)	17.47± 1.08	12.40	23.87	Omuzbaşı oranı (%)	13.94±0.36	11.62	17.35
Kaslar arası yağ oranı (%)	8.02±0.85	4.027	15.52	Boyun oranı (%)	8.82± 0.22	7.74	10.79
Atılan oranı (%)	4.18±0.24	2.60	5.78	Kol oranı (%)	17.65±0.18	16.32	18.77
Karkas ölçüleri				Etek oranı (%)			
Karkas uzunluğu (cm)	65.6±0.66	61.50	70.00	Göz kası üstü kabuk yağı kalınlığı (mm)	4.46±0.40	2.19	8.59
Omuz genişliği (cm)	18.4±0.34	17.00	20.50	Kaburga üstü kabuk yağı kalınlığı (mm)	6.82±0.51	4.23	10.50
But uzunluğu (cm)	23.9±0.18	23.00	25.00	Göz kası alanı (cm ²)	16.68±0.61	13.16	20.80
But derinliği (cm)	7.3±0.10	6.500	8.00				
Göğüs derinliği (cm)	26.7±0.28	25.00	28.50				
Göğüs genişliği (cm)	22.6±0.38	20.00	24.50				
But genişliği (cm)	6.1±0.08	5.50	6.50				

Tablo 5.

Akkaraman erkek kuzuların göz kası bölgesinin renk, pH ve sertlik değerleri

CIE	Göz kası alanı			Göz kası üstü kabuk yağının dışa bakan yüzeyi			Göz kası üstü kabuk yağının içe bakan yüzeyi		
	($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	Min.	Maks.	($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	Min.	Maks.	($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	Min.	Maks.
L*	36.75±0.54	33.880	40.090	63.54±0.71 ^B	59.903	67.123	71.00±0.75 ^A	66.873	75.793
a*	15.95±0.28	12.927	17.387	8.37±0.43 ^A	5.503	11.277	4.12±0.27 ^B	2.463	6.293
b*	2.87±0.31	0.913	4.757	11.03±0.24 ^A	8.773	12.307	6.15±0.28 ^B	4.160	7.720
H°	10.10±1.05	4.04	16.20	53.11±1.25	46.22	64.77	56.30±1.55	50.31	70.70
C	16.24±0.29	12.959	17.622	13.89±0.39 ^A	10.367	16.692	7.44±0.34 ^B	5.007	9.960
pH	5.46±0.01	5.3600	5.5933	-	-	-	-	-	-
Sertlik (1/10 mm)	443.12±5.75	414.00	470.67	-	-	-	-	-	-

A,B: P<0.01, Aynı satırda farklı harf taşıyan gruplar arası fark önemlidir.

Gerek karkas gerekse karkas parçalarının kalite ve tazeliği hakkında bilgi veren renk, pH ve sertlik değerleri aynı zamanda tüketici taleplerini etkilemektedir. Tür, ırk, besleme, yetiştirme sistemi, kesim öncesi ve kesim sonrası uygulamalar (nakliye, kesim bölmelerindeki hayvan sayısı, kesime bekleme süresi, sıcaklık, kesim şekli, karkasa uygulanan işlemler ve muhafaza koşulları vb.) karkasa kalite kriterlerini etkileyen faktörlerdendir (Boles ve Pegg 1999; Diaz ve ark. 2002; Önenç

ve Kaya 2003; Karabacak ve ark. 2012). Etilerde renk özellikle bir kas pigmenti olan myoglobinden kaynaklanmaktadır. Myoglobin dokularda oksijen taşıyıcı olarak görev yapmaktadır (Boles ve Pegg 1999; Kim ve ark. 2010). Büyüme, gelişme ve kasların aktivite durumuna bağlı olarak kaslardaki myoglobin miktarı değişiklik göstermektedir. Kesim sonrası oksidasyona ve kaslardaki glikojen miktarına bağlı olarak et rengi değişiklik göstermektedir (Boles ve Pegg 1999; Önenç ve Kaya

2003). Benzer şekilde etin pH değeri de kesimle birlikte oksijenlenme hızına, enzim aktivitesine ve kas glikojen miktarına bağlı olarak değişmektedir. Kesim sonrası taze ette pH 7.0-7.5 dolaylarında olup, 24 saat soğuk havada bekletilen (+4 C°) ette bu değer 5.4-5.8 aralığına düşmektedir. Kesim sırasında kas glikojen miktarı düşük olduğunda normal asitleşme gerçekleşmediğinden etin pH'ı yüksek kalmakta bu durum da koyu renkli olmasına, raf ömrününün kısalmasına ve dolayısıyla tüketici taleplerini etkilemektedir (Boles ve Pegg 1999; Önenç ve Kaya 2003; Yaralı ve ark. 2014). Mevcut çalışmada Akkaraman erkek kuzuların göz kası bölgesi için renk parametrelerinden L*(parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerleri sırasıyla 36.75, 15.95 ve 2.87 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler kullanılarak hesaplanan H° (kızarıklık-sarılık) ve C (canlılık-donukluk) değerleri ise sırasıyla 10.16 ve 16.24 olarak hesaplanmıştır. Göz kası alanının pH ve sertlik değerleri de sırasıyla 5.46 ve 443.12 olarak tespit edilmiştir. Karabacak ve ark. (2012), yaklaşık 2.5-3 aylık yaşta 58 gün süreyle açık ağıl şartlarında besiyeye aldıkları ve 38 kg canlı ağırlıkta kesime gönderdikleri Malya ırkı erkek kuzularda (% 35-40 Alman Yapağı-Et Merinosu x % 60-65 Akkaraman) M. *Longissimus dorsi* için L*, a*, b*, H° ve C renk değerleri ile pH ve sertlik değerlerini sırasıyla 39.53, 15.46, 2.22, 7.99 ve 15.65 ile 5.61 ve 415.54 olarak tespit etmişlerdir. Göz kası üstü kabuk yağının dışa ve içe bakan yüzeyleri için renk değerlerini ise sırasıyla 64.83, 7.45, 9.48, 51.78, 12.08 ve 70.41, 3.93, 5.22, 53.69, 6.57 olarak tespit etmişlerdir. Aynı araştırmacılar 3 aylık yaşta Anadolu merinosu (% 75-80 Alman Et Merinosu x % 20-25 Akkaraman) erkek kuzularını açık ve kapalı ağıl şartlarında 58 gün süreyle besiyeye aldıkları çalışmalarında (Karabacak ve ark. 2015a) açık ağıl şartlarında M. *Longissimus dorsi* için L*, a*, b*, H° ve C renk değerleri ile pH ve sertlik değerlerini sırasıyla 41.78, 15.33, 4.83, 17.57 ve 16.11 ile 5.56 ve 437.2 olarak, kapalı ağıl şartlarında ise sırasıyla 43.86, 13.81, 5.72, 22.34 ve 14.97 ile 5.53 ve 441.3 olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar farklı yetiştirme sistemlerinde besiyeye alınan kuzuların M. *Longissimus dorsi* için a* ve H° değerleri arasında farklılığı istatistik olarak önemli bulduklarını (P<0.05) ve bunun da myglobinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Göz kası üstü kabuk yağının dışa ve içe bakan yüzeyleri için renk değerlerini ise sırasıyla açık ağıl şartlarında 64.45, 6.26, 9.83, 58.52, 11.74 ve 70.05, 3.47, 6.67, 62.53, 7.53 olarak, kapalı ağıl şartlarında 66.56, 6.67, 9.42, 55.39, 11.60 ve 72.02, 3.47, 6.12, 60.34, 7.06 olarak tespit etmişlerdir (P>0.05). Yine Karabacak ve ark. (2015b), açık ve kapalı ağıl şartlarında 20 kg canlı ağırlıkta 58 gün süreyle besiyeye aldığı Akkaraman erkek kuzuların M. *Longissimus dorsi* için açık ağıl şartlarında L*, a*, b*, H° ve C renk değerleri ile pH ve sertlik değerlerini sırasıyla 42.78, 13.29, 4.69, 19.52, 14.12 ile 5.53 ve 453.8 olarak, kapalı ağıl şartlarında ise sırasıyla 43.93, 13.85, 4.77, 18.94, 14.66 ile 5.56 ve 446.9 olarak tespit etmişlerdir (P>0.05). Göz kası üstü kabuk yağının dışa ve içe bakan

yüzeyleri için renk değerlerini ise sırasıyla açık ağıl şartlarında 62.99, 6.86, 10.18, 56.11, 12.33 ve 66.98, 4.23, 6.88, 58.98, 8.11 olarak, kapalı ağıl şartlarında 63.11, 7.17, 9.25, 52.27, 11.74 ve 68.22, 4.45, 6.73, 57.12, 8.11 olarak tespit etmişlerdir (P>0.05). M. *Longissimus dorsi* için renk değerleri dikkate alındığında kapalı ağıl şartlarında besiyeye alınan gerek Anadolu Merinosu (Karabacak ve ark. 2015a) gerekse Akkaramanlarda (Karabacak ve ark. 2015b) L*, b* ve H° değerleri mevcut çalışmadakinden daha yüksek, a* ve C değerleri ise daha düşük tespit edilmiştir. a* ve C değerlerinin mevcut çalışmada daha yüksek çıkması özellikle besi süresinin uzamasına bağlı olarak et renginin daha koyu olması ile açıklanabilir. Göz kası üstü kabuk yağının dışa ve içe bakan yüzeyleri için renk değerleri Karabacak ve ark.'nın (2015b) kapalı ağıl şartlarında 58 gün süreyle Akkaraman erkek kuzularını besiyeye aldıkları çalışmaları ile kıyaslandığında göz kası üstü kabuk yağının dışa bakan yüzey için özellikle b* değerinin (9.25) mevcut çalışmadakinden (11.03) daha düşük olduğu ve dolayısıyla C değerinin de daha düşük olması ile sonuçlandığı görülebilir. Renk değerlerinden b* sarılık ile ilişkili olduğundan besi süresinin yaklaşık bir ay uzaması karkasın daha sarı bir görünümde olmasını sağlayacağı ifade edilebilir. Bu durum da tüketici taleplerini etkileyen faktörlerden birisidir.

4. Kaynaklar

- Akçapınar H (1981). Dağlıç, Akkaraman ve Kıvrıkcık Kuzularının Entansif Beside Büyüme ve Yemden Yararlanma Kabiliyeti Üzerinde Karşılaştırmalı Araştırmalar. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 28 (1-4): 112-129.
- Akman N, Aksoy F, Şahin O, Kaya ÇY, Erdoğan G (2006). Türkiye'nin Hayvansal Üretimi. Türkiye Dairicilik Sığırcı Yetiştiricileri Merkez Birliği Yay. No: 4, Ankara.
- Akyıldız R (1992). Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi. A. Ü. Ziraat Fak. Yayın No:1280. Ankara.
- Anonymous (1984). Official Methods of Analysis (15th Ed.) Association of Official Analytical Chemist, Arlington, V. A.
- Anonymous (2015). Greiner, S. P. Lamb Carcass Evaluation. http://www.apsc.vt.edu/extension/sheep/programs/shepherds-symposium/2005/09_lamb_carcass_evaluation.pdf. Erişim Tarihi: [28.04.2015]
- Aytekin İ, Karabacak A, Zülkadir U, Keskin İ, Boztepe S (2009). Açık ve Kapalı Ağıllarda Besiyeye Alınan Akkaraman ve Anadolu Merinosu Kuzuların Besi Periyodu Büyüme Eğrilerinin Tanımlanmasında Bazı Modellerin Kullanımı. *Selçuk Gıda ve Tarım Bilimleri Dergisi* 23 (49): 30-35.
- Boles JA, Pegg R (1999). Meat color. University of Saskatchewan Dept. Appl. Microbiol. Food Sci. Tech. Bull. Saskatoon. SK.

- Colomer-Rocher F, Morand-Fehr F, Kirton AH (1987). Standart Methods and Procedures for Goat Carcass Evaluation, Jointing and Tissue Separation, Live-stock Production Science. 17: 149-159.
- Dağ B, Boztepe S, Parlat SS, Yıldız AÖ (2000). Kimi Yağlı Kuyruklu Yerli Koyun Irklarının Besi Performansı ve Karkas Özellikleri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 14 (21): 39-48.
- Diaz MT, Velasco S, Caneque V, Lauzurica S, Ruiz de Huidobro F, Caneque C, Gonzales J, Manzanares C (2002). Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. *Small Ruminant Research* 43: 257-268.
- Eliçin A, Okuyan MR, Cangir S, Karabulut A (1976). Akkaraman, İvesi x Akkaraman (F1) ve Malya x Akkaraman (F1) Kuzuların Besi Gücü ve Karkas Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Çayır Mer'a ve Zootekni Arş. Enst. Yayın No: 53. A. Ü. Zir. Fak. Yıllığı. 24 (1-2) : 266-278, Ankara.
- Ertuğrul M (1985). Karayaka Koyunlarının Tanımlayıcı İrk Özellikleri, Gelişmeye ait Fenotipik ve Genetik Parametreler. Doktora Tezi (Basılmamış).
- Esen F, Yıldız N (2000). Akkaraman, Sakız x Akkaraman Melez (F₁) Kuzularda Verim Özellikleri II. Besi Performansı, Kesim ve Karkas Özellikleri. *Türk Journal Animal Science* 24: 215-222.
- Karabulut A, Cangir S (1983). Türkiye'de Uygulanan Kuzu besisi Teknikleri. Çayır-Mer'a ve Zootekni Araştırma Enstitüsü YayınNo:83. Ankara.
- Karabacak A, Boztepe S (2007). Yağlı Kuyruklu ve Yağsız İnce Kuyruklu Koyun Irklarının Besi Performanslarının Karşılaştırılması. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 21(42): 89-95.
- Karabacak A, Boztepe S (2008). Yağlı ve Yağsız İnce Kuyruklu Bazı Yerli Koyunların Kesim ve Karkas Özellikleri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 22(45): 74-81.
- Karabacak A, Aytekin İ, Boztepe S, Keskin İ (2010a). Erken Kesilen Akkaraman Kuzularına Ait Bazı Fenotipik Parametreler. *Hasad Hayvancılık* 307: 44-47.
- Karabacak A, Boztepe S, Dağ B, Şahin Ö (2010b). Bazı Türkiye Yerli İrk Koyunlarında Entansif Besi Süresince Vücut Ölçülerinin Değişimi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 7(1):31-38.
- Karabacak A, Aytekin İ, Boztepe S (2012). Determination of fattening performance with some body measurements and carcass traits of Malya lambs at the open sheepfold. *Archiva Zootechnica* 15 (3): 13-22.
- Karabacak A, Aytekin İ, Boztepe S (2015a). Fattening performance and carcass traits of Anatolian Merino lambs in indoor and outdoor sheepfolds. *Indian Journal Animal Research* 49 (1): 103-108.
- Karabacak A, Aytekin İ, Boztepe S (2015b). Fattening performance and carcass characteristics of Akkaraman lambs indifferent housing systems. *Indian Journal Animal Research* DOI: 10.5958/0976-0555.2015.00055.2
- Kim GD, Sun JY, Hur SJ, Yang HS, Jeon JT, Joo ST (2010). The Relationship between Meat Color (CIE L* and a*), Myoglobin Content, and Their Influence on Muscle Fiber Characteristics and Pork Quality. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* 30(4):626-633.
- Kocabaş Z, Özkan MM, Başpınar E (2013). Temel Biyometri. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No:1606. Ders Kitabı: 558. Ankara.
- Öneç A, Kaya A (2003). Sığırlarda koyu renkli karkas sorunu. Ege Üniversitesi Tarımdal Uygulama ve Araştırma Merkezi. Teknik Bülten:43.
- Pembeci M, Boztepe S (1991). Akkaraman ve Akkaraman x İvesi Kuzularında Kan Potasyum Seviyeleri ile Beside Canlı Ağırlık Artışı Arasındaki İlişkiler. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 1(2): 128-132.
- Şahin EH, Akmaz A (2002). Farklı kesim ağırlıklarında Akkaraman kuzuların besi performansı, kesim ve karkas özellikleri. *Veteriner Bilimleri Dergisi* 18(3):29-36.
- Teke B, Ünal N (2009). Akkaraman, Morkaraman ve Türk Merinosu kuzularda kesim ağırlığı ve cinsiyetin bazı kesim özelliklerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 56: 289-296.
- Tekel N, Şireli HD, Vural ME (2007). Besi süresinin İvesi Erkek Kuzuların Besi Performansı ve Karkas Özelliklerine Etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi* 13 (4): 372-378.
- Tekin ME, Akmaz A, Kadak R, Nazlı M (1993). Akkaraman, İvesi ve Merinos Erkek Kuzuların Besi ve Karkas Özellikleri. *Hayvancılık Araştırma Dergisi* 3 (2): 98-102.
- Tufan M, Akmaz A (2001). Güney Karaman (Karakoyun), Kangal-Akkaraman ve Akkaraman kuzularının farklı kesim ağırlıklarında besi performansları. *Türk Journal Animal Science* 25: 125-130.
- Ünal N, Akçapınar H, Ayaç M, Atasoy F (2006). Fattening performance and carcass traits in crossbred ram lambs. *Medycyna Wet* 62 (4): 401-404.
- Yaralı E, Yılmaz O, Cemal İ, Karaca O, Taşkın T (2014). Meat quality characteristics in Kıvrıkcık lambs. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 38: 452-458.
- Yetişir, R. ve Dağ, B. 2010. Konya'da Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliği Sorunları ve Çözüm Önerileri. http://prof-dr-ryetisir.gen.tr/TB_TPGT_Konyada_Küçükbaş_Hay_Yetiştiriciliğinin_sorunları.pdf. Erişim Tarihi: 01.04.2015.



Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi

Konya Koşullarında Silajlık Sorgum Çeşitlerinde Farklı Ekim Sıklıklarının Bazı Verim ve Verim Özelliklerine Etkisi

Abdullah Özköse^{1*}, Mevlüt Mülayim¹, Ramazan Acar¹

¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Konya

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Geliş tarihi 16 Aralık 2014

Kabul tarihi 20 Şubat 2015

Anahtar Kelimeler:

Bitki sıklığı

Çeşit

Sorgum

Verim

ÖZET

Bu araştırma bazı silajlık sorgum çeşitleri üzerine ekim sıklığının etkisini belirlemek amacı ile 2005 ve 2006 yıllarında Konya'da yapılmıştır. Deneme tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlı olarak kurulmuştur. Ana parsellere sıra arası mesafeler (20, 25, 30, 35, 40, 45 cm), alt parsellere ise çeşitler (Bovital, Rona, Jumbo ve Bianca) yerleştirilmiştir. Silajlık sorgum çeşitlerinin farklı sıra aralıklarında denenmesinin iki yıllık ortalama sonuçlarına göre bitki boyu 83.2 – 155.5 cm, sap çapı 5.97 – 9.95 mm, yaprak sayısı 6.28 – 7.87 adet bitki⁻¹, bitki ağırlığı 32.99 – 68.82 g bitki⁻¹, yaprak ağırlığı 8.48 – 17.38 g bitki⁻¹, sap ağırlığı 22.90 – 55.43 g bitki⁻¹, yaprak oranı % 19.35 – 38.08, sap oranı % 61.92 – 80.65, yeşil ot verimi 5356.5 – 13446.4 kg da⁻¹, kuru madde oranı % 23.72 – 33.48 ve kuru madde verimi 1433.7 – 3422.3 kg da⁻¹ arasında değişmiştir.

Effect of Row Spacing on Some Yield and Yield Components of Silage Sorghum Cultivars in Konya Conditions

ARTICLE INFO

Article history:

Received 16 December 2014

Accepted 28 February 2015

Keywords:

Cultivar

Intra row spacing

Sorghum

Yield

ABSTRACT

This research was carried out to determine the effect of sowing densities on some yield and yield components in silage sorghum cultivars under Konya ecological conditions in 2005 and 2006 years. The research was designed according to a split plots in randomized block design with three replications. Row spacings (20, 25, 30, 35, 40, 45 cm) were placed into main plots, and cultivars (Bovital, Rona, Jumbo and Bianca) were placed into subplots. Silage sorghum cultivars were tested in different row spacing and according to the results of two years of the research, it was determined that plant height between 83.2-155.5 cm, stem diameter between 5.97-9.95 mm, number of leaf between 6.28-7.87 pieces plant⁻¹, plant weight between 32.99-68.82 g plant⁻¹, leaf weight between 8.48-17.38 g plant⁻¹, stem weight between 22.90-55.43 g plant⁻¹, leaf ratio between 19.35-38.08 %, stem ratio between 61.92-80.65 %, green forage yield between 5356.5-13446.4 kg da⁻¹, dry matter content between % 23.72-33.48 % and dry matter yields between 1433.7-3422.3 kg da⁻¹.

1. Giriş

Kocadarı (*Sorghum bicolor* (L.) Moench = *S. vulgare* Pers) yetiştirme amaçlarına göre tane sorgumlar, şeker sorgumları, yem sorgumları ve süpürge sorgumları olmak üzere dört ana grup altında toplanmaktadır (Açık-göz 2001). İnce saplı, uzun boylu, bol kardeşlenen ve fazla yapraklı, ot verimi fazla sorgum çeşitleri yem üretimi amacıyla yetiştirilmektedir (Balabanlı ve Türk

2005; Parlak ve Özaslan Parlak 2006). Sorgum türleri gerek yeterli yağış alan kurak alanların değerlendirilmesinde gerekse sulu tarım alanlarında suyun sınırlayıcı olduğu sezonlarda mısır ve diğer kültürü yapılan bitkilere alternatif olması bakımından büyük bir potansiyele sahip bulunmaktadır (Tiryaki 2005). Sorgum-sudan otu melezinin tarımsal açıdan Orta Anadolu'da ikinci ürün olarak ekilebilmesi, ekilişinden 40-50 gün sonra istenirse ilk biçimin yapılabilmesi, fazla kardeşlenmesi, yaz

* Sorumlu yazar email: aozkose@selcuk.edu.tr

boyunca birden fazla biçim imkânının olması, biçimden sonra hızlı büyümesi, ot veriminin yüksek olması, toprak bakımından az seçici olması, makineli tarıma elverişli olması ve önemli bir yem kaynağı olarak et süt verimini artırması ile çiftçiye ekonomik yem sağlaması gibi birçok avantajı vardır (Acar ve ark. 2001; İptaş ve ark. 2001; Özasan Parlak ve Sevimay 2007).

Fromme ve ark. (2012) yaptıkları çalışma sonunda sıra arası dar ekimlerin sıra arası geniş ekimlerden daha yüksek verim verdiğini, optimum bitki sıklığının belirlenmesinde daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu bildirmektedir. Güler ve ark. (2003) Ankara sulu koşullarında birim alanda yüksek yeşil ve kuru ot verimlerine sahip olan çeşitlerin belirlenip, bunların dar sıra arası mesafelerde (30-40 cm) yetiştirilmeleri, yüksek silaj verimi açısından kaçınılmaz olduğunu belirtmişlerdir. Gül ve ark. (2003) Diyarbakır’da yaptıkları çalışma sonucunda birim alan yeşil ot verimiyle bağlantılı olarak silaj sorgum yetiştiriciliğinde birim alan kuru ot veriminin artırılabilmesi için sıra arası açıklıkların daraltılması sonucuna varmışlardır.

Geniş bir tarımsal arazi varlığına sahip Konya ve civarında silajlık sorgum ekimi oldukça sınırlıdır. Silaj sorgum tarımının yaygınlaşmasını sınırlayan faktörlerden biriside yetiştirme tekniklerinin bölgeye göre tam olarak belirlenmemesidir. Bölgeye uygun çeşitlere tarımsal üretim tekniklerinin iyi bir şekilde uygulanması ile verim ve üretim istenilen seviyelere gelebilir. Bu araştırmanın konusu; farklı silajlık sorgum çeşitlerinde bazı verim ve verim özelliklerine ekim sıklıklarının etkisini belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, Konya da 2005 ve 2006 yıllarının yetiştirme sezonunda yürütülmüştür. Deneme alanının deniz seviyesinden yüksekliği 1016 m’dir. Araştırmanın

yapıldığı deneme arazisinden 0-30 cm derinlikten alınan toprak numunesinde yapılan analiz sonuçlarına göre deneme alanı toprakları killi – tınlı bünyeye ve alkalın özelliğe sahip olup (pH = 7.8), organik madde miktarı% 1.20, EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$) = 189, P_2O_5 = 10.74 ppm, K_2O = 219.96 ppm, Zn = 2.16 ppm, Fe = 1.28 ppm, Cu = 0.82 ppm, Mn = 4.95 ppm, Ca = 5863.00 ppm ve Na = 66.09 ppm olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü aylara ilişkin Konya’nın uzun yıllar ve 2005 ve 2006 yılı iklim verileri Çizelge 1’de verilmiştir. Buna göre 2005 ve 2006 yıllarında vejetasyon süresince (Nisan – Ekim) ölçülen sıcaklık ve nispi nem uzun yıllar ortalamasından yüksek olmuştur. 2006 yılının toplam yağış miktarı (114.2 mm) uzun yıllar ortalamasına (120.0 mm) yakınken, 2005 yılı toplam yağış miktarı (83.9 mm) uzun yıllar ortalamasından (120.0 mm) düşük gerçekleşmiştir.

Deneme tesadüf bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırmada özel firmalardan temin edilen Bovital, Rona, Jumbo ve Bianca sorgum çeşitleri kullanılmıştır. Bu çeşitler 20, 25, 30, 35, 40 ve 45 cm olmak üzere 6 farklı sıra aralığında ekilmiştir. Sıra aralığı ana parsellere, çeşitler ise alt parsellere yerleştirilmiştir. Her parsel 5 metre boyundaki 5 sıradan oluşmuştur. Ekimde sıra arası değişirken sıra üzeri 5 cm olarak sabit tutulmuştur. Sıra arasının değişmesine bağlı olarak metrekaredeki bitki sayısı 20 cm de 100 adet, 25 cm de 80 adet, 30 cm de 67 adet, 35 cm de 57 adet, 40 cm de 50 adet ve 45 cm de 44 adet olarak hesaplanmıştır. Gübre uygulaması olarak dekara 12 kg N ve 6 kg P_2O_5 verilmiş olup, P_2O_5 ‘in tamamı ile N’in yarısı ekimle ve N’in diğer yarısı ise bitkiler 50-60 cm boylanınca verilmiştir. Bakım işlemleri olarak ayrıca yabancı ot mücadelesi, zararlılara karşı ilaçlama ve sulama işlemleri yapılmıştır. Ekim, 2005’de 17 Mayıs’ta, 2006 yılında 16 Mayıs’ta yapılırken, 1. ve 2. biçim işlemleri ise 2005’de Ağustos ve 5 Ekimde, 2006 yılında ise 25 Ağustos ve 17 Ekimde yapılmıştır.

Çizelge 1.

Konya ilinde 2005, 2006 ve uzun yıllar ortalamasına ait yağış sıcaklık ve nispi nem değerleri*

Yıllar	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Ortalama
Aylık ortalama sıcaklık (°C)							
2005	16.0	20.2	25.3	24.7	17.8	10.6	19.1
2006	16.2	22.0	23.2	26.8	18.2	13.4	20.0
Uzun Yıllar	15.7	19.9	23.2	22.8	18.0	12.3	18.7
Aylık ortalama nispi nem (%)							
2005	51.9	48.6	49.1	47.6	60.6	71.5	54.9
2006	59.2	43.4	45.1	39.9	55.0	68.8	51.9
Uzun Yıllar	56.0	48.0	42.0	42.0	47.0	60.0	49.2
Aylık toplam yağış (mm)							
2005	12.5	3.5	12.2	0.1	20.9	34.7	83.9
2006	17.9	9.9	0.3	0.0	20.0	66.1	114.2
Uzun Yıllar	43.3	23.8	6.5	5.5	11.2	29.7	120.0

*:Konya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü kayıtlarından düzenlenmiştir.

Çalışma kapsamında 2005 ve 2006 yıllarında gözlem ve ölçümler yapılmıştır. Her parselden kenarlardan birer

sıra ve her iki baştan 0.5’er metre kenar tesirleri atıldıktan sonra kalan alanlarda önce gözlem ve ölçümler alınmış sonrada hasat edilerek verimleri belirlenmiştir.

Araştırmada bitki boyu(cm), sap çapı (mm), gevreklik (1=çok gevrek – 9= gevrek değil), yaprak sayısı (adet bitki⁻¹), bitki ağırlığı (g bitki⁻¹), yaprak ağırlığı (g bitki⁻¹), sap ağırlığı (g bitki⁻¹), yaprak oranı (%), sap oranı (%), yeşil ot verimi (kg da⁻¹), kuru ot oranı (%) ve kuru ot verimi (kg da⁻¹) belirlenmiştir (TTSM 2004). Çalışmada bitkiler iki kez biçilmiş ve her iki biçimde de incelenen özelliklere ait veriler alınmıştır. Bu verilerden yeşil ve kuru ot verimi için iki biçimin toplamı, diğer incelenen özelliklerde ise iki biçimin ortalaması alınmıştır. Daha sonra incelenen özelliklere ait verilerin iki yıllık ortalamalarına göre varyans ve LSD analizleri yapılmıştır. Sonuç ve tartışma kısmında incelenen özellikler ayrı ayrı ele alınmıştır.

Araştırmada elde edilen verilerin varyans analizleri tesadüf bloklarına bölünmüş parseller deneme desenine göre MSTAT-C istatistik paket programında yapılmış ve özelliklerin önemlilik derecesine göre LSD testi uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987).

Çizelge 2.

Bitki boyuna ait ortalama değerler ve LSD testi sonuçları (cm)

Çeşit	Sıra arası						Ortalama
	20	25	30	35	40	45	
Bovital	136.0 cd	135.0 cd	147.7 ab	142.5 bc	155.5 a	155.5 a	145.4 A
Rona	121.4 ef	130.1 de	133.5 cd	126.7 def	130.3 de	131.2 de	128.9 B
Jumbo	118.6 f	104.9 g	118.3 f	121.3 ef	118.3 f	103.8 g	114.2 C
Bianca	83.2 ı	97.8 gh	92.6 hı	89.8 hı	86.6 ı	97.2 gh	91.2 D
Ortalama	114.8 C	117.0 BC	123.0 A	120.1 ABC	122.7 AB	121.9 AB	119.9
F-testi ve LSD	LSD _{Çeşit} = 4.285** ; LSD _{Sıra arası} = 5.799** ; LSD _{Çeşit x Sıra arası} = 10.50**						

** : P<0.01 aynı harfler hata sınırları içinde birbirinden farklıdır

Araştırmacılar Yılmaz ve ark. (2003), Güler ve ark. (2003) ve Gül ve ark. (2003) farklı bölgelerde 30-40-50 cm sıra arası mesafesinde silaj sorgum ile yaptıkları çalışmada bitki boyuna sıra arası mesafelerin etkili olmadığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmada sıra arası mesafenin bitki boyuna etkisi önemli bulunmuş ve bahsedilen araştırmacıların sonuçları ile de farklılık göstermiştir. Bazı araştırmacılar (Emeklier ve Köksoy 1997; Karadağ ve Özkurt 2014) ekim sıklığının bitki boyuna etkisini önemli bulmaları araştırma sonuçlarımızla uyumlu iken İptaş ve Yılmaz (1995) ile Turgut ve ark. (2005) sıra arası farklılıkların bitki boyuna etkisini önemsiz bulmuşlardır. Yapılan çalışmada çeşit ortalamalarının bitki boyuna etkisi önemli çıkmıştır. Farklı sorgum çeşitleri kullanan araştırmacılar bazıları da çeşitlerin bitki boyuna etkisini önemli bulmuştur (İptaş ve Yılmaz 1995; Yılmaz ve ark. 2003; Güler ve ark. 2003; Gül ve Başbağ 2005; Keskin ve ark. 2005; Karadağ ve Özkurt 2014).

Yürütülen bu çalışmada iki kez biçim yapılmış, her iki biçimde de bitki boyu ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır. İkinci biçimde vejetasyon süresinin kısalığı nedeni ile bitkiler tam gelişmemiş ve bitki boyları kısa olmuştur. Bu durum ise bitki boyu ortalamasını düşürmüştür.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Bitki boyu (cm)

Bitki boyuna ilişkin verilerle yapılan varyans analizi sonucunda; çeşit ortalamaları, sıra arası ortalamaları ve çeşit x sıra arası interaksyonu önemli çıkmıştır (Çizelge 2). Çeşit ortalamaları arasında en yüksek bitki boyu 145.4 cm ile Bovital'den elde edilirken, en düşük Bianca (91.2 cm) çeşidinde belirlenmiştir. Sıra arası mesafelerde ise en yüksek bitki boyu 123.0 cm ile 30 cm sıra arası mesafenin elde edilmiş ve bunu sırası ile 40 cm, 45 cm, 35 cm, 25 cm ve 20 cm'lik sıra arası mesafelere yapılan ekim ortalamaları izlemiştir. Çeşit x sıra arası interaksyonunda ise bitki boyu 155.5 cm (Bovital x 40 cm ve Bovital x 45 cm) ile 83.2 cm (Bianca x 20 cm) arasında değişmiştir.

3.2. Sap çapı (mm)

Silajlık sorgum çeşitlerinde sap çapına ilişkin verilerle yapılan varyans analizi sonucunda; çeşit ortalamaları, sıra arası ortalamaları ve çeşit x sıra arası interaksyonu önemli çıkmıştır (Çizelge 3). Çeşit ortalamaları arasında en yüksek sap çapı değeri 8.75 mm ile Bianca'dan ve en düşük Bovital (6.67 mm)'den elde edilmiştir. Ancak Rona ve Bovital istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Sıra arası ortalamalarında ise en yüksek sap çapı 8.18 mm ile 45 cm'ye yapılan ekimlerden elde edilirken 20 cm sıra arası ile aynı grupta olup, en düşük değer ise 20 cm (7.03 mm) sıra arasında belirlenmiştir. 20 cm ve 25 cm sıra arasına yapılan ekimlerde belirlenen sap çapı ortalamaları da istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Çeşit x sıra arası interaksyonunda ise sap çapı 9.95 mm (Bianca x 45 cm) ile 5.97 mm (Bovital x 20 cm) arasında değişmiştir.

Benzer çalışma yapan İptaş ve Yılmaz (1995), Turgut ve ark. (2005) farklı sıra aralıklarının sap çapına etkisini önemli bulmuşlar ve sıra arası mesafenin artmasına bağlı olarak sap çapının arttığını tespit etmişlerdir. Elde edilen sap çapı değerleri bakımından bazı araştırmacılar ile (Akbudak ve ark. 2004; Parlak ve Öztaşlan Parlak 2005) benzer sonuçlar bulunurken, bazıları ile de (İptaş ve Yılmaz 1995; Acar ve ark. 2002; Güneş ve

Acar 2005; Mülayim ve ark. 2009) yakın sonuçlar bulunmuştur.

3.3. Yaprak sayısı (adet/bitki)

Çeşitlerinin yaprak sayıları arasındaki farklılık önemli iken, sıra arası ortalamaları arasındaki farklılıklar ve çeşit x sıra arası etkileşimindeki farklılıklar

önemsiz çıkmıştır (Çizelge 4). Yapılan LSD testi sonucu çeşit ortalamalarında iki grup oluşmuştur. Yaprak sayısı yönünden en yüksek grupta Jumbo ve Bianca (7.47 adet bitki⁻¹) yer alırken, en düşük grupta Bovital (6.97 adet bitki⁻¹) ve Rona (6.82 adet bitki⁻¹) yer almıştır.

Çizelge 3.

Sap çapına ait ortalama değerler ve LSD testi sonuçları (mm)

Çeşit	Sıra arası						Ortalama
	20	25	30	35	40	45	
Bovital	5.97 m	6.12 lm	6.64 jkl	6.62 jklm	6.94 ijk	7.77 fg	6.67 C
Rona	6.29 klm	6.34 klm	6.88 ijk	6.59 jklm	7.68 fgh	7.03 hij	6.80 C
Jumbo	8.00 def	7.33 ghi	8.16 def	7.87 efg	8.43 cde	7.97 defg	7.96 B
Bianca	7.86 efg	8.60 cd	8.83 bc	7.92 efg	9.34 ab	9.95 a	8.75 A
Ortalama	7.03 C	7.10 C	7.63 B	7.25 BC	8.10 A	8.18 A	7.55
F-testi ve LSD	LSD _{Çeşit} = 0.2658** ; LSD _{Sıra arası} = 0.4369** ; LSD _{Çeşit x Sıra arası} = 0.6514**						

** : P<0.01 aynı harfler hata sınırları içinde birbirinden farklıdır

Çizelge 4.

Yaprak sayısına ait ortalama değerler ve LSD testi sonuçları (adet bitki⁻¹)

Çeşit	Sıra arası						Ortalama
	20	25	30	35	40	45	
Bovital	6.73	7.00	7.22	7.18	7.17	6.50	6.97 B
Rona	7.37	7.18	6.54	7.08	6.28	6.48	6.82 B
Jumbo	7.42	7.23	7.65	7.22	7.87	7.45	7.47 A
Bianca	7.70	7.57	7.70	7.20	7.60	7.05	7.47 A
Ortalama	7.30	7.25	7.28	7.17	7.23	6.87	7.18
F-testi ve LSD	LSD _{Çeşit} = 0.4882** ; LSD _{Sıra arası} = öd ; LSD _{Çeşit x Sıra arası} = öd						

öd: önemli değil; ** : P<0.01 aynı harfler hata sınırları içinde birbirinden farklıdır

Yaprak sayısı çeşitlere göre farklılık göstermiş ancak sıra aralığına göre değişmemiştir. Turgut ve ark. (2005)'da yaptıkları çalışmada uyguladığı azot dozlarının, farklı sıra aralıklarının ve azot dozu x sıra aralığı etkileşiminin bitki yaprak sayısına etkisinin olmadığı tespit etmiştir. Sevimay ve ark. (2001) denedikleri silaj sorgum çeşitleri ve farklı azot dozları arasında yaprak sayısı yönünden önemli farklılıkların bulunmadığını belirtmişlerdir. Güneş ve Acar (2005) silajlık sorgumda yaprak sayısı yönünden çeşit ortalamaları arasındaki farklılıkları önemli bulmuşlardır. Bahsedilen çalışmalar ile yapılan çalışmanın sonuçları benzerlik göstermektedir. Silajlık sorgumda yaprak sayısına uygulamalardan ziyade genotipin daha etkili olduğu söylenebilir.

3.4. Bitki ağırlığı (gram/bitki)

Bitki ağırlığına ilişkin verilerle yapılan varyans analizi sonucunda; çeşit ortalamaları ve çeşit x sıra arası etkileşimi istatistiksel olarak önemli çıkmış iken sıra arası ortalamaları arasındaki farklılıklar ise önemli bulunmamıştır (Çizelge 5). Çeşit ortalamaları arasında en yüksek bitki ağırlığı Bovital'de (46.20 g), en düşük ise Rona'da (37.03 g) belirlenmiştir. Silajlık sorgum çeşitlerinin bitki ağırlığı ekilen sıra aralıklarına göre farklı olmuş ve 68.82 g (Bovital x 45 cm) ile 32.99 g (Rona x

20 cm) arasında değişmiştir. Yapılan çalışmada da sıra arası mesafe arttıkça bitki ağırlığı artmış, ancak ortalamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Güler ve ark. (2003) silajlık sorgumda çeşitlerin bitki ağırlığının sıra arası mesafelere göre değiştiğini belirtmişlerdir. Çeşitler arasında tek bitki ağırlığının farklı çıkmasında genotipik yapı etkili olmaktadır (İptaş ve Yılmaz 1995). Araştırmadan elde edilen sonuçlar bu yönleri ile diğer araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Yapılan bu çalışmada elde edilen tek bitki ağırlıkları, sorgumda çalışan diğer bazı araştırmacıların (Acar ve ark. 2002; Güneş ve Acar 2005) sonuçlarından düşük bulunmuştur. Bunun nedenleri arasında, çevre koşullarının, kullanılan çeşitlerin, uygulamaların ve biçim sayılarının farklı olması gösterilebilir.

3.5. Yaprak ve sap ağırlığı (gram/bitki)

Yaprak ağırlığı yönünden çeşit ortalamaları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli iken sıra arası ortalamaları ve çeşit x sıra arası etkileşimi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 6). Bitki başına yaprak ağırlığı yönünden çeşit ortalamaları iki grup oluşturmuştur. En yüksek yaprak ağırlığı grubunda Bianca (14.70 g bitki⁻¹) ve Jumbo (14.26 g bitki⁻¹) çeşidi yer alırken en düşük

yaprak ağırlığı grubunda Rona (9.72 g bitki⁻¹) ve Bovital (10.59 g bitki⁻¹) yer almıştır.

Sap ağırlığına çeşit ortalamaları ve çeşit x sıra arası etkisi istatistiksel olarak önemli, farklı sıra aralığına etkisi ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge

7). En yüksek sap ağırlığı 35.62 g bitki⁻¹ ile Bovital çeşidinden elde edilmiştir. En düşük sap ağırlığı ise 27.32 g bitki⁻¹ ile Rona çeşidinden elde edilmiş Bianca ve Jumbo ile aynı grupta yer almıştır. Çeşit x sıra arası etkisinde ise sap ağırlığı 55.43 g bitki⁻¹ (Bovital x 45cm) ile 22.90 g bitki⁻¹ (Jumbo x 25 cm) arasında değişmiştir.

Çizelge 5.

Bitki ağırlığına ait ortalama değerler ve LSD testi sonuçları (g bitki⁻¹)

Çeşit	Sıra arası						Ortalama
	20	25	30	35	40	45	
Bovital	35.79 ef	37.74 cdef	46.43 bcde	43.22 cdef	45.20 bcdef	68.82 a	46.20 A
Rona	32.99 f	33.95 ef	35.02 ef	37.09 def	42.31 cdef	40.85 cdef	37.03 B
Jumbo	43.43 cdef	34.12 ef	50.82 bc	49.13 bcd	44.74 bcdef	41.67 cdef	43.98 AB
Bianca	37.88 cdef	41.51 cdef	37.63 def	41.83 cdef	39.02 cdef	57.37 ab	42.54 AB
Ortalama	37.52	36.83	42.48	42.82	42.82	52.18	42.44
F-testi ve LSD	LSD _{Çeşit} = 7.168** ; LSD _{Sıra arası} = öd; LSD _{Çeşit x Sıra arası} = 13.09*						

öd: önemli değil; **:P<0.01 ; *p<0.05 aynı harfler hata sınırları içinde birbirinden farklıdır

Çizelge 6.

Yaprak ağırlığına ait ortalama değerler ve LSD testi sonuçları (g bitki⁻¹)

Çeşit	Sıra arası						Ortalama
	20	25	30	35	40	45	
Bovital	8.98	8.74	10.87	11.78	9.75	13.39	10.59 B
Rona	9.47	8.65	8.48	8.96	11.42	11.31	9.72 B
Jumbo	15.36	11.22	15.75	15.60	14.89	12.77	14.26 A
Bianca	13.76	14.97	14.33	13.66	14.08	17.38	14.70 A
Ortalama	11.89	10.89	12.36	12.50	12.54	13.71	12.32
F-testi ve LSD	LSD _{Çeşit} = 2.140** ; LSD _{Sıra arası} = öd.; LSD _{Çeşit x Sıra arası} = öd						

öd: önemli değil; **: P<0.01 aynı harfler hata sınırları içinde birbirinden farklıdır

Çizelge 7.

Sap ağırlığına ait ortalama değerler ve LSD testi sonuçları (g bitki⁻¹)

Çeşit	Sıra arası						Ortalama
	20	25	30	35	40	45	
Bovital	26.81 cdef	29.00 cdef	35.56 bc	31.44 bcdef	35.45 bc	55.43 a	35.62 A
Rona	23.52 ef	25.30 def	26.54 cdef	28.14 cdef	30.89 bcdef	29.54 cdef	27.32 B
Jumbo	28.07 cdef	22.90 f	35.07 bcd	33.53 bcde	29.85 cdef	28.91 cdef	29.72 B
Bianca	24.12 ef	26.54 cdef	23.31 f	28.18 cdef	24.94 ef	39.99 b	27.85 B
Ortalama	25.63	25.94	30.12	30.32	30.28	38.47	30.13
F-testi ve LSD	LSD _{Çeşit} = 5.499** ; LSD _{Sıra arası} = öd.; LSD _{Çeşit x Sıra arası} = 10.05*						

öd: önemli değil; **:P<0.01 ; *p<0.05 aynı harfler hata sınırları içinde birbirinden farklıdır

Çalışmadan elde edilen yaprak ve sap ağırlıkları, bazı araştırmacıların (İptaş ve Yılmaz 1995; Acar ve ark. 2002) sonuçlarından düşük çıkmıştır. Bu farklılığın, denemelerin farklı çevre koşullarında yürütülmesinden, farklı çeşitlerin kullanılmasından, uygulamaların farklılığından ve biçim sayılarının farklı olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

3.6. Yaprak ve sap oranı (%)

Yaprak ve sap oranı yönünden sorgum çeşitlerinin ortalamaları arasındaki farklılıklar önemli, sıra arası ortalamaları ve çeşit sıra arası etkisi ise önemsiz

çıkmıştır (Çizelge 8 ve Çizelge 9). Yaprak oranı en yüksek Bianca (% 34.92) düşük Bovital (% 23.47) çeşidinden elde edilmiş olup, diğerleri bu iki değer arasında yer almıştır. Sap oranı en yüksek Bovital (% 76.53) çeşidinden elde edilmiş, bunu Rona (% 73.45) çeşidi takip etmiş, en düşük Jumbo (% 66.96) ve Bianca (% 65.03) çeşitlerinden hesap edilmiştir.

Silajlık sorgum çeşitlerinde yaptıkları çalışmada İptaş ve Yılmaz (1995) ve Kızılsimşek ve Paksoy (2003)'da sıra arasının yaprak ve sap oranına etkisini önemsiz bulmuştur. Araştırmada elde edilen yaprak oranı ve sap oranı değerleri Acar ve ark. (2002), Güneş

ve Acar (2005), Gül ve Başbağ (2005)'in sonuçları ile benzerlik gösterirken, Çakmakçı ve ark. (1999) ve Keskin ve ark. (2005)'in sonuçlarından farklı çıkmıştır. Farklılığın sebebi, kullanılan çeşitlerden, denemeye konu olan farklı uygulamalardan, iklim ve toprak koşullarının farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

3.7. Yeşil ot verimi (kg da⁻¹)

Yeşil ot verimine ilişkin verilerle yapılan varyans analizi sonucunda; çeşit ortalamaları, sıra arası ortalamaları ve çeşit x sıra arası interaksyonu istatistiki olarak önemli çıkmıştır (Çizelge 10). Çeşit ortalamaları arasında en yüksek yeşil ot verimi Jumbo'dan (11709.8 kg

da⁻¹) ve en düşük Bianca'dan (6758.6 kg da⁻¹) elde edilmiştir. Sıra arası mesafelerde ise yeşil ot verimi 9780.2 kg da⁻¹ (30 cm) ile 7646.2 kg da⁻¹ (45 cm) arasında bulunmuştur. Çeşit x sıra arası interaksyonunda ise yeşil ot verimi 13446.4 kg da⁻¹ (Jumbo x 30 cm) ile 5356.5 kg da⁻¹ (Bianca x 45 cm) arasında değişmiştir.

Silajlık sorgum ile çalışan araştırmacılardan Yılmaz ve Hasofluoğlu (2000), Acar ve ark. (2002), Keskin ve ark. (2005), Balabanlı ve Türk (2005) farklı bölgelerde yaptıkları çalışmalarda yeşil ot verimine çeşitlerin etkisinin önemli olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge 8.

Yaprak oranına ait ortalama değerler ve LSD testi sonuçları (%)

Çeşit	Sıra arası						Ortalama
	20	25	30	35	40	45	
Bovital	25.44	23.34	23.62	27.37	21.69	19.35	23.47 C
Rona	29.84	25.47	24.16	24.48	26.95	28.40	26.55 B
Jumbo	36.39	33.63	30.88	31.85	34.58	30.86	33.03 A
Bianca	36.25	36.11	38.08	32.51	36.08	30.51	34.92 A
Ortalama	31.98	29.64	29.18	29.05	29.82	27.28	29.49
F-testi ve LSD	LSD _{Çeşit} = 2.995** ; LSD _{Sıra arası} = ö.d.; LSD _{Çeşit x Sıra arası} = ö.d						

öd: önemli değil; **:P<0.01 aynı harfler hata sınırları içinde birbirinden farklıdır

Çizelge 9.

Sap oranına ait ortalama değerler ve LSD testi sonuçları (%)

Çeşit	Sıra arası						Ortalama
	20	25	30	35	40	45	
Bovital	74.56	76.66	76.38	72.63	78.31	80.65	76.53 A
Rona	70.16	74.53	75.84	75.52	73.05	71.60	73.45 B
Jumbo	63.61	66.37	69.12	68.15	65.42	69.14	66.97 C
Bianca	63.75	63.89	61.92	67.49	63.92	69.49	65.08 C
Ortalama	68.02	70.36	70.82	70.95	70.18	72.72	70.51
F-testi ve LSD	LSD _{Çeşit} = 2.995** ; LSD _{Sıra arası} = ö.d.; LSD _{Çeşit x Sıra arası} = ö.d.						

öd: önemli değil; **:P<0.01 aynı harfler hata sınırları içinde birbirinden farklıdır

Çizelge 10.

Toplam yeşil ot verimine ait ortalama değerler ve LSD testi sonuçları (kg da⁻¹)

Çeşit	Sıra arası						Ortalama
	20	25	30	35	40	45	
Bovital	7483.5 ij	7904.1 hij	8745.2 efg	8349.2 fgh	9125.0 def	7136.4 jk	8123.9 C
Rona	9743.2 cd	8884.7 ef	9496.1 cde	8885.6 ef	7784.6 hij	8553.7 fgh	8891.3 B
Jumbo	12137.8 b	12997.8 a	13446.4 a	12022.6 b	10116.1 c	9538.1 cde	11709.8 A
Bianca	7368.4 ij	8042.1 gh1	7433.0 ij	6403.3 kl	5948.1 lm	5356.5 m	6758.6 D
Ortalama	9183.2 AB	9457.2 AB	9780.2 A	8915.2 BC	8243.5 CD	7646.2 D	8870.9
F-testi ve LSD	LSD _{Çeşit} = 725.2** ; LSD _{Sıra arası} = 342.6** ; LSD _{Çeşit x Sıra arası} = 839.2**						

** :P<0.01 aynı harfler hata sınırları içinde birbirinden farklıdır

Güler ve ark. (2003) ve Gül ve ark. (2003) farklı bölgelerde silajlık sorgum çeşitlerinde 30-40-60 cm sıra arasına yaptıkları ekimlerde en yüksek yeşil ot verimini 30 cm'ye yaptıkları ekimlerden almışlardır. Silajlık sorgumda en yüksek yeşil ot verimini Karadağ ve Özkurt (2014) 15-25-35-45-55 cm sıra aralığına yaptığı ekimde 15 cm'den, İptaş ve Yılmaz (1995) 15-30-45-60 cmsıra

aralığına yaptığı ekimden 15 cm'den ve Kızılsimşek ve Paksoy (2003) 20-30-40-50-60 cm sıra aralığına yaptığı ekimden 20 cm'den elde etmiştir. Turgut ve ark. (2005) tatlı sorgumda 5-10-15-20-25 cm yaptığı ekimlerde sıra arası mesafe arttıkça yem veriminin azaldığını belirlemiştir.

Gerek bu çalışma gerekse benzer konuda çalışan diğer araştırmacıların sonucuna bakarak; sıra arası mesafenin artması ile yeşil ot veriminin azaldığı (İptaş ve Yılmaz 1995), elde edilen yeşil ot verimi değerleri bakımından bitkileri dar sıralarda yetiştirmenin bir avantaj sağlayabileceği söylenebilir (Kızılımşek ve Paksoy 2003)

Yürütülen bu çalışmada en yüksek verim elde edilen 30 cm sıra arası ile 25 ve 20 cm sıra arasından elde edilen verimler arasındaki fark istatistiki olarak önemli çıkmamıştır. Dolayısı ile Konya koşullarında incelenen diğer özelliklerde dikkate alınarak, mevcut alet ve ekipman ayarları ve diğer yetiştirme tekniklerine de bağlı olarak 30-20 cm arasında sıra aralığı uygulanabilir.

3.8. Kuru madde oranı (%)

Çeşitlerinin kuru madde oranları arasındaki farklılık önemli, sıra aralığı ortalamaları arasındaki farklılıklar ve çeşit x sıra arası etkileşimindeki farklılıklar ise önemsiz çıkmıştır (Çizelge 11). Kuru madde oranı en yüksek Bovital çeşidinden (% 32.96) elde edilmiş, bunu azalan sıra ile Rona (% 28.21), Jumbo (% 26.02) ve Bianca (% 26.79) çeşidi takip etmiştir.

Kuru madde oranı çeşitlere göre farklılık göstermiş ancak sıra aralığına göre değişmemiştir. Bu yönü ile kuru madde oranını belirleyen sıra arası mesafesinden daha ziyade çeşit özelliğidir. Çakmakçı ve ark. (1999)

ve Akbudak ve ark. (2004) silajlık sorumda farklı biçim zamanı uyguladıkları çalışmalarında biçim devrelerine göre kuru madde verimlerinin değiştiğini, biçim devresi ilerledikçe kuru madde oranının arttığını belirtmektedirler. Acar ve ark. (2002) ve Güneş ve Acar (2005)'in Konya ve Karaman bölgelerinde silajlık sorgum çeşitlerinden elde ettikleri kuru madde oranları ile yaptığımız araştırmadan elde edilen kuru madde oranları benzerlik göstermiştir.

3.9. Kuru madde verimi (kg da⁻¹)

Kuru madde verimine ait varyans analizi sonucunda; çeşit ortalamaları, sıra arası ortalamaları ve çeşit x sıra arası etkileşimini istatistiki olarak önemli çıkmıştır (Çizelge 12). Çeşit ortalamaları arasında en yüksek kuru madde verimi 3033.3 kg da⁻¹ ile Jumbo'dan elde edilmiş, bunu sırası ile Bovital (2677.5 kg da⁻¹), Rona (2507.9 kg da⁻¹) ve Bianca (1807.7 kg da⁻¹) takip etmiştir. Sıra arası mesafelerde ise en yüksek kuru madde verimi 2729.6 kg da⁻¹ ile 30 cm sıra arası mesafede elde edilmiş ve bunu azalan sıra ile 25 cm (2602.8 kg da⁻¹), 20 cm (2599.4 kg da⁻¹), 35 cm (2531.0 kg da⁻¹), 40 cm (2393.1 kg da⁻¹) ve 45 cm (2183.7 kg da⁻¹)'lik sıra arası mesafelere yapılan ekim ortalamaları izlemiştir. Çeşit x sıra arası etkileşiminde ise kuru madde verimi 3422.3 kg da⁻¹ (Jumbo x 30 cm) ile 2183.7 kg da⁻¹ (Bianca x 45 cm) arasında değişmiştir.

Çizelge 11.

Kuru madde oranına ait ortalama değerler ve LSD testi sonuçları (%)

Çeşit	Sıra arası						Ortalama
	20	25	30	35	40	45	
Bovital	33.48	33.26	33.23	31.81	33.38	32.58	32.96 A
Rona	27.36	29.35	26.39	30.64	28.22	27.28	28.21 B
Jumbo	25.72	25.06	25.47	25.64	26.51	27.71	26.02 BC
Bianca	28.67	23.72	28.01	25.89	27.61	26.82	26.79 C
Ortalama	28.81	27.85	28.28	28.50	28.93	28.59	28.49
F-testi ve LSD	LSD _{Çeşit} = 2.021** ; LSD _{Sıra arası} = öd; LSD _{Çeşit x Sıra arası} = öd						

öd: önemli değil; **: P<0.01 aynı harfler hata sınırları içinde birbirinden farklıdır

Çizelge 12.

Toplam kuru madde verimine ait ortalama değerler ve LSD testi sonuçları (kg da⁻¹)

Çeşit	Sıra arası						Ortalama
	20	25	30	35	40	45	
Bovital	2502.7 efgh	2627.9 cdefg	2900.0 bcde	2660.8 cdefg	3049.5 abcd	2324.1 fghı	2677.5 B
Rona	2673.9 cdefg	2608.5 defg	2510.6 efgh	2723.0 cdef	2197.8 ghı	2333.9 fghı	2507.9 B
Jumbo	3108.6 abc	3263.3 ab	3422.3 a	3081.2 abcd	2681.6 cdef	2643.1 cdefg	3033.3 A
Bianca	2112.4 hij	1911.6 ijk	2085.7 hij	1658.8 jk	1643.6 jk	1433.7 k	1807.7 C
Ortalama	2599.4 AB	2602.8 AB	2729.6 A	2531.0 AB	2393.1 BC	2183.7 C	2506.6
F-testi ve LSD	LSD _{Çeşit} = 196.5** ; LSD _{Sıra arası} = 261.9* ; LSD _{Çeşit x Sıra arası} = 481.4**						

** : P<0.01 ; * : p<0.05 aynı harfler hata sınırları içinde birbirinden farklıdır

Kuru madde verimleri denemede kullanılan silajlık sorgum çeşitlerine göre farklılık göstermiştir. Silajlık sorgum çeşitlerinde çalışan araştırmacılar Sevimay ve ark. (2001), Acar ve ark. (2002), Balabanlı ve Türk (2005), Yılmaz ve Hosafloğlu (2000)'da çeşitlerin kuru

madde verimine etkisini önemli bulmuşlardır. Silajlık sorgumda ekim sıklığı çalışan araştırmacılar Güler ve ark. (2003) ve Gül ve ark. (2003) 30-40-50 cm sıra arası mesafelere yaptıkları ekimlerden en yüksek kuru

madde verimini 30 cm'ye yaptıkları ekimden almışlardır. Karadağ ve Özkurt (2014) farklı sıra arasına yaptıkları ekimden en yüksek kuru ot verimini 15 cm sıra arasına yaptıkları ekimden almışlardır. Kızılsimşek ve Paksoy (2003) ise en yüksek kuru madde verimini 20cm'ye yaptıkları ekimden almışlardır. Yoğun bitki popülasyonlarının bulunduğu parsellerde yaprak alanı indeksinin ve ışık tutmasının artması ile gelen enerjinin kuru maddeye çevrilme oranı da artmış ve daha fazla birikimi sağlamıştır (Kızılsimşek ve Paksoy 2003).

Farklı sıra arasına silajlık sorgum ekimi yapılan araştırmaların genel ortak sonucu olarak ekim sıklığına göre kuru madde veriminin arttığını söyleyebiliriz. Bu araştırma sonucuna göre Konya koşullarında incelenen diğer özelliklerde dikkate alınarak, mevcut alet ve ekipman ayarları ve diğer yetiştirme tekniklerine de bağlı olarak 20-35 cm arasındaki sıra aralıklarına ekim yapılabilir.

4. Sonuçlar

Çalışma sonucunda; Konya ve benzeri ekolojilerde silajlık sorgum çeşitlerinin yüksek verim potansiyeli olduğu anlaşılmıştır. Denemede kullanılan çeşitlerden Jumbo toplam sıcaklık isteği yüksek olması nedeni ile salkım çıkarmamasına rağmen en yüksek yeşil ve kuru madde verimini vermiştir. Jumbo çeşidi yüksek verimi nedeni ile bu bölge için tavsiye edilebilirken, çeşitlerin verime etkinin yüksek olması nedeni ile de yeni çeşitlerin bölgeye adaptasyon denemeleri de devam ettirilmelidir. Yeşil ve kuru ot verimleri dikkate alındığında Konya koşullarında mevcut alet ve ekipman ayarları ve diğer yetiştirme tekniklerine de bağlı olarak 20-35 cm arasına ekim uygulanabilir.

Gerek bu çalışma sonucuna gerekse daha önce yapılmış çalışma sonuçlarına bakıldığında; silajlık sorgumun yeşil ot verimi yetiştirilen çeşide, bölgeye, ekim zamanına, birinci ikinci ürün olarak yetiştirilme şekline, sulama, gübreleme ve diğer yetiştirme tekniklerine, sıra arası mesafesine göre oldukça değişiklik göstermektedir. Bu nedenle silajlık sorgum yetiştiriciliğinde her bölge için uygun çeşit ve yetiştirme tekniklerinin belirlenmesi verimi artıracaktır. Verim artışına bağlı olarak diğer ürünlerle rekabette öne çıkacak ve mevcut üründeninde aldığı pay artarak yaygınlaşacaktır.

5. Kaynaklar

- Acar R, Akbudak MY, Sade B (2001). Sorgum-sudan otu melezi. *Konya Ticaret Borsası Dergisi*, 4(9): 18-23.
- Acar R, Akbudak MY, Sade B (2002). Konya ekolojik şartlarında silajlık sorgum-sudan otu melezlerinin verimleri ile verimi etkileyen bazı özelliklerinin belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 16(29): 88-95.
- Açıkgöz E (2001). Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Geliştirme Vakfı Yayın No: 182, Bursa

- Akbudak MA, Sade S, Acar R (2004). Farklı biçim dönemlerinin ve azot uygulamalarının sorgum (*Sorghum bicolor* L.) x sudan otu (*Sorghum sudanense* L.) melezinde verim ve bazı özellikler üzerine etkileri. *Bitkisel Araştırma Dergisi* 1:1-10
- Balabanlı C, Türk M (2005). Sorgum, sudanotu melez ve çeşitlerinin Isparta koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 9(3): 32-36.
- Çakmakçı S, Gündüz İ, Çeçen S, Aydınoglu B, Tüsüz MA (1999). Sorgum (*Sorghum bicolor* L.)'un silajlık kullanımında farklı biçim devrelerinin verim ve kalite üzerine etkileri. *Turkish Journal of Agriculture & Forestry* 23(3): 603-611.
- Emekler HY, Köksoy NF (1997). Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)'da ekim zamanı ve bitki sıklığının verim öğelerine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(3):20-28
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F (1987). Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları II). Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1021, Ankara.
- Fromme DD, Fernandez CJ, Grichar WJ, Jahn RL (2012). Grain sorghum response to hybrid, row spacing, and plant populations along the upper Texas gulf coast *International Journal of Agronomy*, vol. 2012, Article ID 930630, 5 pages,
- Gül İ, Güler M, Akdoğan G, Yılmaz Ş, Emekler HY (2003). Diyarbakır koşullarında azotlu gübre ve sıra arası açıklığının II. Ürün yemlik sorgumun (*Sorghum spp.*) morfolojik ve agronomik özelliklerine etkisi. *Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi* 13-17 Ekim, Diyarbakır, s.287-292.
- Gül İ, Başbağ M (2005). Diyarbakır koşullarında silaj sorgum çeşitlerinde verim ve bazı tarımsal karakterlerin belirlenmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 9(1): 15-21.
- Güler M, Yılmaz Ş, Gül İ, Akdoğan G, Emekler HY (2003). Azotlu gübre dozları ve sıra arası açıklığının Ankara koşullarında silaj sorgumun bazı morfolojik ve agronomik özelliklerine etkisi. *Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi* 13-17 Ekim, Diyarbakır, s. 281-286.
- Güneş A, Acar R (2005). Karaman ekolojik koşullarında silajlık sorgum-sudan otu melezinin II. Ürün olarak yetiştirme imkanlarının belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 19(35):8-15.
- İptaş S, Yılmaz M (1995). Silajlık sorgum ve sorgum x sudanotu melezlerinde farklı sıra aralıklarının bazı morfolojik ve tarımsal özelliklere etkisi üzerine bir araştırma. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 12(1):203-211.
- İptaş S, Brohi AR, Aktaş A (2001). Sorgum x sudanotu melezinde (*Sorghum vulgare* Pers. X *Sorghum suda-*

- nense (Piper) Stapf.) azotlu gübreleme ve biçim yüksekliğinin verim ve kaliteye etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(2):69-74.
- Karadağ Y, Özkurt M (2014). İkinci ürün olarak yetiştirilebilecek silajlık sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) çeşitlerinde farklı sıra aralıklarının verim ve kalite üzerine etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(1):19-24.
- Keskin B, Yılmaz İH, Akdeniz H (2005). Sorgum x sudanotu melezi (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* Stapf.) çeşitlerinde hasat zamanının verim ve verim unsurlarına etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 36(2): 145-150.
- Kızılsimşek M, Paksoy TS (2003). Kahramanmaraş koşullarında farklı ekim sıklığının sudanotu bitkisinin (*Sorghum sudanense* (Piper) Staph) bazı tarımsal özellikleri ile ışık kullanımı ve yaprak alanı gelişimi üzerine etkisi. *Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi* 13-17 Ekim, Diyarbakır, s.453-457.
- Mülayim M, Özköse A, Işık Ş (2009). Konya şartlarında sorgum x sudanotu melezi çeşitlerinde verim ve bazı tarımsal özelliklerin belirlenmesi. *Türkiye 8. Tarla Bitkileri Kongresi*, 19-22 Ekim, Hatay, s.627-631.
- Özaslan Parlak A, Sevimay CS (2007). Arpa buğdayhasadından sonra bazı yem bitkilerinin ikinci ürün olarak yetiştirilme imkânları. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(2):101-107.
- Parlak M, Özaslan Parlak A (2006). Sulama suyu tuzluluk düzeylerinin silajlık sorgumun (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) verimine ve toprak tuzluluğuna etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(1):8-13.
- Sevimay CS, Hakyemez HB, İpek A (2001). Ankara sulu koşullarında yetiştirilen silaj sorgum çeşitlerinde farklı azotlu gübre dozlarının verim ve bazı tarımsal karakterlere etkisi. *Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi*, 17-21 Eylül, Tekirdağ, s.61-66.
- Tiryaki İ (2005). Sorgum: Genetik Kökeni, Kullanımı, Yetiştirme Teknikleri ve Biyoteknolojik Gelişmeler. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi* 8(1): 84-90.
- TISM (2004). Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı, Sorgum (*Sorghum spp.*). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, 17 Ankara
- Turgut I, Bilgili U, Duman, Açıkgöz E (2005). Production of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) increases with increased plant densities and nitrogen fertilizer levels. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant*, 55:236-240.
- Yılmaz İ, Hosafloğlu İ (2000). Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) ve sorgum x sudanotu melezi (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* Stapf.) çeşitlerinin silaj amacıyla ikinci ürün olarak yetiştirme olanakları. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 15(1): 49-56.
- Yılmaz Ş, Güler M, Gül İ, Akdoğan G, Emeklier HY (2003). Hatay koşullarında azotlu gübre dozları ve bitki sıklıklarının II. Ürün yemlik sorgumun (*Sorghum spp.*) verimine etkisi. *Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi* 13-17 Ekim, Diyarbakır, s.287-292.



Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi

Konya – Sarayönü İlçesi Gözlü Sulama Kooperatifinde Su Yönetimi

Havva Nur Demir¹, Ramazan Topak^{1*}

¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Konya

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Geliş tarihi 17 Temmuz 2014

Kabul tarihi 28 Aralık 2014

Anahtar Kelimeler:

Sulama

Su Yönetimi

Sulama Kooperatifi

Konya

ÖZET

Bu çalışma, Konya- Sarayönü ilçesi Gözlü Yer altı Suyu (YAS) Sulama Kooperatifinde, mevcut sulama işletmeciliğinin bilimsel yönden değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. Bu kapsamda; kooperatif yönetimi ve su kullanıcılar ile arazide yüz yüze görüşülerek anket usulü ile veriler toplanmıştır. Elde edilen belge ve bilgiler kullanılarak, kooperatif sulama alanının mevcut bitki deseni, bitki sulama suyu ihtiyacı, sulama planları, sulamada kullanılan su miktarı, çiftçilerin sulama sistemlerini planlama ve işletme bilgileri gibi akılcı ve bilinçli sulama ve su kullanımının temel göstergeleri hakkında mevcut durumun değerlendirilmesi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, YAS sulama kooperatifi alanında Sulama Oranı düşük olup, %40 seviyesindedir. Son 5 yıllık işletme bilgileri, kooperatif işletmesinde, sulama planlarının tasarruf odaklı hazırlandığını göstermektedir. Ayrıca kooperatiften yararlanan çiftçilerinde aşırı sulama eğiliminde olmadıkları belirlenmiştir.

Water Management in Konya- Sarayönü District Gözlü Irrigation Cooperative

ARTICLE INFO

Article history:

Received 17 July 2014

Accepted 28 December 2014

Keywords:

Irrigation

Water Management

Irrigation Cooperative

Konya

ABSTRACT

This research was conducted to determine scientifically current water management in Konya-Sarayönü Gözlü Groundwater Irrigation (GW) Cooperative. In this respect, data were obtained from both cooperative management and water users within the fields by face to face survey technique. By use of obtained document and information, basic indicators in efficient irrigation and water use such as current crop patterns, crop water use, irrigation plans, applied water in irrigation, information related to irrigation system design and management were evaluated. The results showed that irrigation ratio was found low as 40% in GW irrigation cooperative areas. In last 5 years records, irrigation plans have focused on water savings in cooperative. In addition, it was determine that farmers having benefits from cooperative have no trends in over irrigation.

1. Giriş

Kooperatif, tüzel kişiliğe haiz olmak üzere ortaklarının belli ekonomik menfaatlerini, özellikle meslek ve geçimlerine ait gereksinimlerini karşılıklı yardım, dayanışma ve kefalet suretiyle sağlayıp korumak amacıyla gerçek ve kamu tüzel kişileri ile özel idareler, belediyeler, köyler, cemiyetler ve dernekler tarafından kurulan değişir ortaklı ve değişir sermayeli örgütlerdir (Karacehennem 1977). Kooperatifler bilhassa kırsal kesimde dağınık ve düzensiz olan imkanları birleştiren dayanışma ve vasıtalarıdır. Çiftçi gelirlerinin çiftçi elinde kalmasını, kırsal kesimde yeni ya-

tırlara yönelmesini sağlayıcı çabaları ile aynı zamanda köy-şehir çelişkisini de giderici kuruluşlardır (Yılmaz 1994).

Türkiye’de tarımsal kaynaklı olan toplam 13383 adet kooperatif (Tarımsal kalkınma, Sulama, Tarım Kredi, Pancar Ekicileri, Tarım Satış, Su ürünleri, Tütün Tarım Satış) bulunmakta ve bu kooperatiflere yaklaşık 4.5 milyon üreticinin ortak olduğu görülmektedir. Bu kooperatiflerden 2502 adeti Sulama Kooperatifidir. Türkiye genelinde Sulama Kooperatiflerinin 296084 ortağı bulunmaktadır (Anonymous 2012a). Sulama Kooperatifleri su kaynağına göre Yerüstü suyu (YÜS) Sulama Kooperatifleri ve Yer altı

* Sorumlu yazar email: rtopak@selcuk.edu.tr

suyu (YAS) Sulama Kooperatifleri olmak üzere kurulmaktadır. Anonymous (2014a)'a göre 2012 yılı sonu itibari ile Türkiye'deki sulama kooperatiflerinin yaklaşık 1388 adeti YAS Sulama Kooperatifi olup, bu kooperatiflerin 11466 adet kuyuları bulunmakta ve bu kooperatifler aracılığı ile yaklaşık 460 000 ha'lık bir alan sulanmaktadır. 1388 adet YAS sulama kooperatifinin dağılımında yoğunluk Konya, Isparta, Eskişehir, Kayseri, Edirne, Samsun ve İzmir illerinde yer almaktadır.

Konya Bölgesi Sulama Kooperatifleri Birliği bünyesinde 298 adet sulama kooperatifi bulunmaktadır. Bu kooperatiflerin sadece 9 adeti YÜS Sulama Kooperatifidir. Konya bölgesi YAS kooperatiflerinin 3084 adet aktif kuyusu bulunmakta ve yaklaşık olarak 103 000 ha'lık bir alan sulama kooperatifleri marifetiyle sulamaya açılmış bulunmaktadır (Anonymous, 2014b). Konya ilinde mevcut olan sulama kooperatifleri ve kuyu sayıları ile sulamaya açılan tarım alanı, Türkiye geneli ile karşılaştırıldığında; YAS sulama kooperatiflerinin yaklaşık %21.5'i, sulama kuyularının %27'si ve sulamaya açılan tarım alanlarının %22.4'ü Konya bölgesinde bulunmaktadır.

Konya kapalı havzası'nda yaklaşık olarak 650 000 ha tarım alanı sulamaya açılmış bulunmakta; bu alanın yaklaşık 180 000 ha'ı yerüstü su kaynaklarından sulanmakta ve yaklaşık 200 000 ha'ı da YAS sulama kooperatifleri tarafından sulanmaktadır. Geri kalan yaklaşık 270 000 ha'lık kısım ise ruhsatlı (19000 adet kuyu) ve ruhsatsız (54000 adet kuyu) açılan yaklaşık 74000 adet bireysel halk kuyuları ile sulanmaktadır (Topak ve Acar 2011, 2012). Görüldüğü gibi Konya havzasında sulama kooperatifleri, sulama konusunda önemli bir aktör konumundadır.

Sulama projelerinin izleme ve değerlendirilmesi son yıllarda giderek önem muhteva eden bir konudur. Ortaya atıldığı ilk yıllardan bu yana sulama projelerinin izlenmesi ve değerlendirilmesinde kullanılan yöntemlerde bile değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Bu sebeplerden dolayı, ilk yıllarda sulama oranı, sulama randımanı, bitki deseni, kullanılan su miktarları gibi kriterler yönünden yapılan değerlendirmeler son yıllarda işletmelerin ekonomik yönden değerlendirilmesini de kapsamaya başlamıştır.

Bu araştırma, Konya - Sarayönü ilçesi Gözlu kasabası Yer Altı Suyu (YAS) Sulama Kooperatifi'nde su yönetimine ilişkin mevcut durumu değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Çalışma ile kooperatif işletmesinde son 5 yıla ait bitki deseni ele alınmış ve desendeki değişimler, sulama suyu ihtiyacı ve sulamada kullanılan su miktarı, sulama oranı ve ücretlendirme-tahsilat oranı belirlenerek mevcut durum bilimsel açıdan değerlendirilmiş ve gerekli öneriler yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırmada, Konya-Sarayönü-Gözlü Yer altı suyu (YAS) Sulama Kooperatifi materyal olarak alınmıştır. Konu kapsamında kooperatif kayıtları ile yönetici bilgileri, Sarayönü Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Sarayönü Ziraat Odası, DSİ 4. Bölge Müdürlüğü Web sitesi kayıtları ile çiftçilerle yüz yüze görüşme şeklinde yapılan anketler temel bilgi kaynakları olarak kullanılmıştır.

Araştırma alanı hem Gözlu ve hem de Konuklar Tarım işletmesi Müdürlüğü sahasına komşudur. Bu nedenle Gözlu Tarım işletmesi Müdürlüğü'nde 2009-2013 yıllarını kapsayan 5 yılın ölçülen bazı meteorolojik parametrelere ilişkin değerler Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1'den de görüleceği gibi, yıllık ortalama sıcaklık 10 °C ile en düşük 2011 yılında ve en yüksek ise 15.2 °C ile 2010 yılında gerçekleşmiştir. Yılın en soğuk ayı -2.8 °C ile ocak ve şubat, en sıcak ayı ise temmuz ve ağustos olduğu bariz şekilde görülmektedir.

Araştırma alanında yıllık yağış toplamı 243 mm (2013 yılı) ile 375 mm (2011 yılı) arasında değişmiştir. Son 5 yılın yağış değerleri, temmuz, ağustos ve eylül aylarında önemsiz ya da hemen hiç yağış düşmediğini göstermektedir. Bilindiği gibi bu bölgede bu aylar, yazlık mahsüllerin yetiştirildiği dönemi kapsamaktadır.

Gözlu Sulama Kooperatifi Sulama alanı yaklaşık 11600 dekardan oluşmaktadır. Kara (2010)'nın yapmış olduğu bir araştırmanın sonuçlarına göre; araştırma alanı toprakları killi bünyede olup kireç miktarları %7.05-34.50 arasında, tarla kapasiteleri (TK) %25.7-38.6, solma noktaları (SN) %14.1-21.2, pH değerleri 6.28-8.00 ve EC değerleri ise 587-1434 µmhos/cm arasındadır.

Gözlu kasabasının su kaynaklarını önemli ölçüde yer altı suları oluşturmaktadır. Kasaba sınırları içerisinde geçen Beşgöz çayı da yine kasabanın su kaynakları arasında bulunmaktadır. Kara (2010)'ya göre, araştırma alanı yeraltı suları C₃S₁ sınıfında, yerüstü su kaynağı olan Beşgöz Çay'ı suları ise C₂S₁ sınıfındadır.

2.2. Yöntem

Araştırmada, Sarayönü İlçesi-Gözlu kasabası sulama kooperatifi envanter kayıtları ile yönetici bilgileri, Sarayönü Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Web bilgileri, Sarayönü Ziraat Odası kayıtları, DSİ 4. Bölge Müdürlüğü web sayfası kayıtları ve çiftçilerle yüz yüze görüşme şeklinde yapılan anketler gibi temel bilgi kaynakları kullanılarak, Gözlu YAS Sulama Kooperatifi'nin sulama işletmeciliğinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Kooperatifte su yönetim düzeyinin belirlenebilmesi için kooperatif kayıtları ve yönetici bilgilerini içeren bir bilgi toplama formu ile çiftçi sulama uygulamalarına ilişkin bir anket formu düzenlenmiştir.

Çalışmada bu kapsamda; sulama kooperatifi sulama alanı bitki desenindeki değişimler ve mevcut bitki deseni, bitki sulama suyu ihtiyacı, sulamada kullanılan su

miktarı belirlenmiş ve kullanılan miktarlarla karşılaştırılması yapılmıştır. Ayrıca YAS sulama proje alanında sulama oranının gerçekleşme durumu ile sulama ücret tarifeleri de ele alınmıştır.

Çizelge 1.

Araştırma Alanına ait bazı meteorolojik veriler (Anonymous 2014c)

Yıllar	M. Elemanlar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz
2009	O. Sıcaklık (°C)	1.7	3.3	4.2	9.4	21.4	20.3	31
	Nisbi Nem (%)	81.6	81.1	73	67.8	58.3	43.8	48,2
	Yağış (mm)	41.4	23.9	22	32.7	48.5	6	20,7
2010	O. Sıcaklık (°C)	3	5.4	7.6	17	16.1	17.1	24,7
	Nisbi Nem (%)	80.2	72.7	62.9	66.3	51.1	60.4	66,4
	Yağış (mm)	72.9	29.1	20.9	33.2	5.8	69.2	0
2011	O. Sıcaklık (°C)	0.5	0.8	4.1	8.4	13	17.6	23,7
	Nisbi Nem (%)	90	82.3	79.1	75	72	64.5	43,6
	Yağış (mm)	29.9	51	42.1	7.5	41.2	122	0
2012	O. Sıcaklık (°C)	-2.8	-2.8	2.4	12.9	14.7	21.2	24,6
	Nisbi Nem (%)	87.6	84.1	71.3	49.5	66.1	45.6	38,1
	Yağış (mm)	63	9	16	6.4	42.1	0	0
2013	O. Sıcaklık (°C)	2.0	4.9	7.0	10.6	17.2	20.1	21,7
	Nisbi Nem (%)	57.0	74.4	61.7	67.7	54.4	45.2	42,1
	Yağış (mm)	33.0	21.0	18.0	38.5	61.0	4.4	0,0
	M. Elemanlar	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık Ort.	
2009	O. Sıcaklık (°C)	24.9	12.3	15	6.2	4.9	12.9	
	Nisbi Nem (%)	35.2	52.3	51.1	79.5	81.8	62.8	
	Yağış (mm)	0	8.5	27.1	24.8	18	273.6	
2010	O. Sıcaklık (°C)	29.7	25.3	15.6	10.9	10.3	15.2	
	Nisbi Nem (%)	58.4	47.6	61	59.1	80.4	63.9	
	Yağış (mm)	0	0	63.4	2.4	51.7	348.6	
2011	O. Sıcaklık (°C)	21.7	17.8	9.2	1	1.9	10.0	
	Nisbi Nem (%)	43.4	43.1	66.1	74.5	73.8	67.3	
	Yağış (mm)	0	2.8	41.2	11	26	374.7	
2012	O. Sıcaklık (°C)	21.5	19.4	14.5	7.3	3.6	11.4	
	Nisbi Nem (%)	44.1	39.6	61.8	82.9	84.9	63.0	
	Yağış (mm)	0	6.8	8	32.2	80	263.5	
2013	O. Sıcaklık (°C)	22.0	16.5	9.1	7.3	-2.3	11.3	
	Nisbi Nem (%)	39.2	46.3	56.3	66.9	73.0	57.0	
	Yağış (mm)	0.0	8.0	23.9	32.2	3.0	243.0	

3. Araştırma Sonuçları

3.1. Sulama kooperatifi'ne ilişkin teknik bilgiler

Sarayönü ilçesi Gözlü Sulama Kooperatifi, ilçede faaliyette olan 9 Sulama Kooperatifinden biridir. Gözlü Sulama Kooperatifi 2003 yılında işletmeye açılmış olup, 189 üyesi bulunmaktadır. Kooperatif sulama sahası 11660 dekadardan oluşmaktadır. İlçede mevcut Sulama Kooperatiflerinin toplam 67 adet sulama kuyusundan 27'si Gözlü Sulama Kooperatifine aittir ve tamamı aktif haldedir. Kooperatif kuyularının toplam debisi 750 l/s'dir. Kooperatif sulama alanında Basınçlı Borulu Sulama şebekesi tesis edilmiştir. Gözlü Sulama Kooperatifine ait kuyulara ilişkin teknik bilgiler Çizelge 2'de verildiği gibidir (Anonymous 2012b; 2013a).

Çizelge 2'den görüleceği gibi, kooperatif kuyularının debileri 20, 25, 30 ve 35 l/s değerlerinden oluşmaktadır. Kuyulara bağlı elektrik motorlarının güçleri ise 45 ile 80 KW arasında değişmektedir.

Kooperatif sulama alanında salma sulama uygulamasından tamamen vazgeçilerek, yaygın şekilde yağmurlama ve kısmen de damla yöntemi sulama uygulanmaktadır (Anonymous 2012b, 2013a, 2013b).

3.2. Sulama alanı bitki deseni

Sulama Kooperatifi Başkanı ile yapılan sözlü görüşmeler neticesinde kooperatif sulama alanında son 5 yılda gerçekleşen bitki deseninin Çizelge 3'de verildiği gibi olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3'den görülebileceği gibi, kooperatif sulama alanında hakim bitki kışık ekim hububatlarından (Buğday, arpa) oluşmaktadır. Son 5 yılın değerleri, bitki deseninin yaklaşık 2/3'ünden fazlasının hububatlarından oluştuğunu göstermektedir. Araştırma alanında kışık

hububatların ekiliş oranının %65 seviyesinde bulunmasının sebebi, kooperatif alanında hububatların bir kısmının hiç sulanmıyor olması, bir kısmının da ya 1 ya da zorunlu hallerde 2 kez sulanıyor olmasıdır. Hububat ekim alanının büyük bir çoğunluğunun sulanmamasının sebebi su yetersizliği değildir. Hububatın sulanmadan tarımının yapılmasının bilinen iki sebebi vardır. Birincisi, Yer altı suyu (YAS) sulama kooperatiflerinin uygulamakla zorunlu oldukları sulama suyu ücretlerinin yüksek olması, ikincisi ise arazi sahiplerinin kentte ikamet etmeye başlamaları ve sulama işçiliği tedarik etmede yaşanan sıkıntılar ile işçilik bedellerinin yüksek olmasıdır. Kısaca ifade etmek gerekirse, kooperatif sulama alanında hububatın tarımı büyük oranda yağışa dayalı yapılmaktadır.

Çizelge 2.

Gözlü Sulama Kooperatifine ait kuyulara ilişkin teknik bilgiler

Kuyu	Debisi (Litre/saniye)					Kurulu Motor Gücü (kWatt)			
	20	25	30	35	45	55	62	70	80
Sayısı (adet)	5	8	8	6	5	5	1	12	4
Toplam	100	200	240	210	220	275	62	840	320

Çizelge 3.

Gözlü sulama kooperatifi sahasında son 5 yılda gerçekleşen bitki deseni

Yıllar	Alan Bilgileri	Yetiştirilen Bitkiler ve Ekiliş Miktarları (da)					Toplam
		Kışlık hububat	Şekerpancarı	Ayçiçeği	Fasulye	Yem bitkisi	
2009	Ekim alanı (ha)	7000	1200	1500	500	150	10350
	Ekiliş Oranı (%)	67	11.6	14.5	5	1.5	100
2010	Ekim alanı (ha)	6000	1200	1500	500	150	9350
	Ekiliş Oranı (%)	64.17	12.83	16	5.4	1.6	100
2011	Ekim alanı (ha)	7000	1200	1500	500	150	10350
	Ekiliş Oranı (%)	67.6	11.6	14.5	4.8	1.5	100
2012	Ekim alanı (ha)	7000	800	2500	400	150	10850
	Ekiliş Oranı (%)	64.5	7.4	23	3.7	1.4	100
2013	Ekim alanı (ha)	5500	600	5000	300	150	10550
	Ekiliş Oranı (%)	52	5.7	38.1	2.8	1.4	100
Ortalama	Ekim alanı (ha)	6500	1000	2400	440	150	10490
	Ekiliş Oranı (%)	63	9.8	21.4	4.3	1.5	100

3.3. Sulama suyu ihtiyacı ve kullanımı

Kooperatif sahasında sulanan alanda sulama suyu ihtiyacı; bitki deseni, su tüketimleri, bitki su ihtiyaçları dikkate alınarak hesaplanmış ve Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4'de, kooperatif sahasında sulanan alana ait son 5 yıla ilişkin bitki deseni net sulama suyu ihtiyaçları kestirilerek verilmiştir. Bu çizelgeye göre, sulama alanı büyüklüğünün yıllara göre değişim gösterdiği görülmektedir. Sulama alanı bitki sulama suyu ihtiyaçları yıllara göre küçük değişimler göstermekte olup, sulama suyu ihtiyacı; 2009, 2010, 2011, 2012 ve 2013 yılları için sırasıyla 296, 355, 285.5, 291.5 ve 298 mm olarak kestirilmiştir. Sulama suyu ihtiyacının 2011 yılında diğer yıllarından daha düşük olmasının sebebi, mayıs ve haziran aylarının yağışlı geçmesi sebebiyle hububatların hiç sulanmaması ve diğer yazlık bitkilerinde daha

Bu husus dikkate alındığında kooperatif sahasında sulanan alanda son 5 yıl için gerçekleşen bitki deseni, yıllara göre Çizelge 3'de verildiği gibi oluşmaktadır.

2011 ve 2012 yıllarında sulanan alan miktarı yaklaşık olarak eşit olmasına rağmen bitki desenleri değişim göstermiştir. 2012 yılında, 2011 yılına göre ayçiçeği ekim alanı artış gösterirken, şekerpancarı ekim alanı azalış göstermiştir. 2013 yılında sulanan alan 7000 da'a ulaşmıştır. Bu miktarın yaklaşık 5000 da'ı ayçiçeği ekim alanından oluşmuştur. Bunun sebebi, ayçiçeği ürününün bir yıl önceki (2012 yılı) birim fiyatının yüksek ve tarımsal desteklemesinin iyi olmasıdır. Ancak, 2013 yılında ayçiçeği ürününün dünya piyasasında düşük fiyattan işlem görmesi sebebi ile yöre üreticisi de beklediğini bulamamıştır.

az sulanmasıdır. 2010 yılı içinde benzer bir değerlendirme yapmak mümkündür.

Kooperatif sahasında sulanan alanın toplam sulama suyu ihtiyaçları son 5 yıl için ayrı ayrı hacimsel olarak hesaplanarak Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5 verilerine göre, kooperatif sahasının sulanan bölümünün sulama suyu ihtiyacı 2009 yılında 1.29 milyon m³, 2010 yılında 1.19 milyon m³ ve 2011 yılında 0.96 milyon m³ olup, 2012 ve 2013 yıllarından daha yüksektir. Sulama suyu ihtiyacı 2012 ve 2013 yılları için sırasıyla 1.46 ve 2.09 milyon m³ olarak kestirilmiştir. Çizelge 6'dan da görüldüğü gibi 2013 yılında daha çok sulama suyuna ihtiyaç duyulmuştur. Bunun sebebi, sulama alanı büyüklüğünün artırılmış olmasıdır.

Kooperatif sahasında sulamada kullanılan sulama suyu miktarlarının hesaplanabilmesi için kooperatif başkanlığından debilerine göre kuyuların çalışma süreleri

temin edilmiş ve gerekli hesaplamalar yapılarak Çizelge 6'de verilmiştir.

Çizelge 7 ve 8 verileri birlikte ele alındığında, debisi 20, 25 ve 30 l/s olan kuyuların yıllık çalışma saatleri ve çekilen toplam su miktarları ayrı ayrı yıllara göre hesaplanmıştır. Çizelge 8'den de görüldüğü gibi her 5 yılda da debisi 25 ve 30 l/s olan kuyular daha çok çalıştırılmıştır.

Çizelge 8 incelendiğinde, yer altı sularından en çok su çekiminin 2013 yılında yapıldığı ve yaklaşık olarak

2.1 milyon m³ sulama suyu kullanıldığı görülmektedir. Yine en az yer altı suyu çekiminin 2011 yılında yapıldığı ve yaklaşık olarak 0.6 milyon m³ sulama suyu kullanıldığı anlaşılmaktadır. Diğer 2009, 2010 ve 2012 yıllarında ise çekilen sulama suyu miktarları arasında önemli bir farklılık olmayıp, sırasıyla yaklaşık olarak 1.28, 1.04 ve 1.13 milyon m³ sulama suyu çekimi yapıldığı görülmektedir.

Çizelge 4.

Kooperatif sahasında sulanan alanda son beş yılın suluda bitki deseni

Yıllar	Alan Bilgileri	Sulanan alanda bitki deseni					Toplam
		Kışlık hububat	Şekerpancarı	Ayçiçeği	Fasulye	Yem bitkisi	
2009	Ekim alanı (ha)	1000	1200	1500	500	150	4350
	Ekiliş Oranı (%)	23	27.6	34.5	11.5	3.4	100
2010	Ekim alanı (ha)	00	1200	1500	500	150	3350
	Ekiliş Oranı (%)	00	35.8	44.8	14.9	4.5	100
2011	Ekim alanı (ha)	00	1200	1500	400	150	3350
	Ekiliş Oranı (%)	00	35.8	44.8	14.9	4.5	100
2012	Ekim alanı (ha)	1100	850	2500	450	100	5000
	Ekiliş Oranı (%)	22	17	50	9	2	100
2013	Ekim alanı (ha)	1000	600	5000	300	100	7000
	Ekiliş Oranı (%)	14.3	8.6	71.4	4.3	1.4	100

Çizelge 5.

Sulanan alanda bitki desenin sulama suyu ihtiyacı

Yıllar	Bitki Su tüketimi (mm)*	Hububat	Şeker pancarı	Ayçiçeği	Fasulye	Yem bitkisi	Toplam
		420	800	550	470	900	
2009	Bitki Sulama suyu ihtiyacı (mm)	90	500	250	270	600	
	Ekiliş oranı (%)	23	27.6	34.5	11.5	3.4	100
	Sulama suyu ihtiyacı (mm)	20.7	138	86.2	31	20.4	296
2010	Bitki Sulama suyu ihtiyacı (mm)	00	500	250	250	600	
	Ekiliş oranı (%)	00	35.8	44.8	14.9	4.5	100
	Sulama suyu ihtiyacı (mm)		179	112	37	27	355
2011	Bitki Sulama suyu ihtiyacı (mm)	00	400	200	200	500	
	Ekiliş oranı (%)	00	35.8	44.8	14.9	4.5	100
	Sulama suyu ihtiyacı (mm)	00	143	90	30	22.5	285.5
2012	Bitki Sulama suyu ihtiyacı (mm)	150	550	250	300	650	
	Ekiliş oranı (%)	22	17	50	9	2	100
	Sulama suyu ihtiyacı (mm)	33	93.5	125	27	13	291.5
2013	Bitki Sulama suyu ihtiyacı (mm)	125	550	300	250	600	
	Ekiliş oranı (%)	14.3	8.6	71.4	4.3	1.4	100
	Sulama suyu ihtiyacı (mm)	18	47	214	11	8	298

Çizelge 6.

Sulama alanı sulama suyu ihtiyacı (m3)

İhtiyaç bilgileri	Yıllar				
	2009	2010	2011	2012	2013
Sulama suyu ihtiyacı (mm)	296	355	285.5	291.5	298
Sulanan alan (da)	4350	3350	3350	5000	7000
Sulama alanı sulama suyu ihtiyacı (m3)	1 287 600	1 189 250	956 425	1 457 500	2 086 000

Araştırma alanında, sulanan alanın son 5 yılına ilişkin sulama suyu ihtiyacı ile sulamada kullanılan sulama suyu miktarlarının karşılaştırılmasını içeren veriler Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 9'dan da görüleceği gibi, kooperatif sulamada, analiz edilen son 5 yılın hemen hepsinde, sulamada, sulama suyu ihtiyacından daha az su tüketilmiştir. Sulamada kullanılan su miktarı yıllara göre farklılık göstermiş olup, 2011 yılında ihtiyaçtan çok daha az su

kullanılmıştır. 2011 yılında %38 ve 2010 yılında ise %12.8 oranında ihtiyaçtan daha az su kullanılmıştır. Sulanan alanda ihtiyaçtan daha az su kullanılıyor olmasının üç önemli nedeni vardır. Birincisi bu yılların kısmen yağışlı geçmesi, ikincisi YAS kooperatiflerinde yönetimin

uygulamakla zorunlu olduğu yüksek sulama suyu ücretleri ve üçüncüsünün ise sulama işçiliği temininde yaşanan kronik sıkıntılar olduğu söylenebilir.

Çizelge 7.

Kooperatif kuyularından kullanılan sulama suyu miktarları

Yıllar	Kuyu debisi	20	25	30	Toplam
	Kuyu sayısı	5	12	10	
2009	Çalışma süresi (h)	2075	7425	4261	13761
	Çekilen su(m3)	149400	668250	460188	1 277838
2010	Çalışma süresi (h)	1328	3979	5408	10715
	Çekilen su(m3)	95616	358110	584064	1 037790
2011	Çalışma süresi (h)	688	2565	2070	5323
	Çekilen su(m3)	61920	277020	260820	599760
2012	Çalışma süresi (h)	1239	4756	5674	11669
	Çekilen su(m3)	111510	513648	714924	1 340040
2013	Çalışma süresi (h)	4472	9207	8553	22232
	Çekilen su(m3)	321984	828630	923724	2 074338

Çizelge 8.

Sulanan alanın yaklaşık sulama suyu ihtiyacı ile sulamada kullanılan su miktarlarının karşılaştırması

Su ihtiyacı ve kullanımı	Yıllar				
	2009	2010	2011	2012	2013
Sulama alanı sulama suyu ihtiyacı (m3)	1 287 600	1 189 250	956 425	1 457 500	2 086 000
Kullanılan su miktarı (m3)	1 277 838	1 037 790	599 760	1 340 040	2 074 338
Tüketim/ihtiyaç (%)	99.24	87.26	62.71	92	99.5

Çizelge 9.

Gözlü YAS kooperatifinde 2013 yılında uygulanan sulama suyu tarifesi

	Kuyu debileri (litre/s)			
	20	25	30	35
Saatlik çalışma ücreti (TL/h)*	21	26	31	36
1 m3 su ücreti(TL/m3)	0.29	0.29	0.29	0.29

*:Gözlü YAS kooperatifi kayıtları

YAS kooperatiflerine uygulatılan yüksek sulama suyu ücretleri özellikle Gözlü YAS kooperatifinde etkisini daha çok göstermiş durumdadır. Çünkü kooperatif sulama sahasının yaklaşık 12000 dekar olmasına rağmen sulanan kısmı 3-4 bin dekara kadar azalmıştır. Kooperatifin 189 üyesi bulunmasına rağmen, son 5 yıl içinde kooperatiften faydalanan çiftçi sayısı 39 ile 73 arasında değişmiştir. Son 5 yıl içinde kooperatiften faydalanan çiftçi sayısı en çok 2013 yılında gerçekleşmiş olup, faydalanan çiftçi sayısı 73 kişi olmuştur.

3.4. Sulama suyu ücretleri ve tahsilat

Gözlü YAS kooperatifi yönetiminin uygulaması için hazırlanan fiat tarifesi kuyuların 1 saat çalışması üzerinden ve debisine göre belirlenmiştir. Buna göre kooperatif kapsamındaki kuyuların debilerine göre saatlik ücretleri belirlenerek, kooperatif yönetiminden uygulanması istenmektedir. Gözlü YAS kooperatifi yönetimindeki kuyuların debilerine göre 2013 yılı için uygulanan saatlik ücretleri Çizelge 9'da verildiği gibidir. Bu çizelgede

verilen su ücretleri kooperatif yönetimindeki belgelerden elde edilmiştir.

Çizelgeden de görüldüğü gibi, debisi 20 l/s olan bir kuyunun saatlik sulama ücreti 21 TL, 25 l/s olan kuyu için 26 TL ve 30 l/s olan bir kuyu için ise 31 TL olarak uygulanmıştır. Bu tarifeler ve kuyuların saatlik verimleri dikkate alındığında, yeraltından temin edilen 1 m3 sulama suyunun çiftçiye 0.29 TL'ye mal olduğu ortaya çıkmaktadır. Elde edilen verilerin analizleri neticesinde, 1 m3 sulama suyu bedeli olan 0.29 TL'nin yaklaşık %80'nin elektrik bedeli olduğu görülmektedir. Geri kalan yaklaşık %20'lik kısım ise yeni tesis edilen kapalı sistem sulama şebekesinin yıllık geri ödemesinde, kooperatif personel giderleri ve diğer hizmetler karşılığı kullanılmak üzere alınmaktadır. Kooperatif yönetimi, bu maksatla elektrik giderlerine ilave olarak kuyu başına saatte 5-6 TL alındığını beyan etmişlerdir.

Elektrik faturaları aylık düzenlendiği için, ödemeleri de aylık yapılmak zorundadır. Kooperatif yönetimi, çiftçi kesiminin düzenli geliri olan bir grup olmadığı ve

dolayısıyla ücretlerin aylık toplanmasında sıkıntılar yaşandığını belirterek, elektrik ödemelerinde zaman zaman sıkıntı yaşandığını belirtmişlerdir. Ancak yıllık bazda değerlendirildiğinde, elektrik ücretlerinin tahsilat oranının yaklaşık %95 olduğunu ifade etmişlerdir.

3.5. Sulama Oranı

Gözlü YAS kooperatifi sulama alanı 11660 dekar olarak planlanmıştır. Sulama kooperatifi işletmesinde 2009-2013 yıllarını kapsayan son 5 yıl için sulama oranları belirlenerek Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 10'da görüldüğü gibi kooperatif sorumluluğundaki sulama alanında sulama oranı oldukça düşüktür. Sulama oranı %28.9 ile %60.3 arasında değişmekte olup, son 5 yılın ortalaması ise %39.7 olarak belirlenmiştir. Anonymous (2014b), Türkiye geneli sulama oranını %65 olarak bildirmektedir. Gözlü YAS kooperatifi işletmesi, sulama oranı bakımından Türkiye genel ortalamasının altında bir seviyede bulunmaktadır. Araştırma alanında sulama oranının düşük olmasının nedeni su yetersizliği ya da şebeke yetersizliği değildir. Kooperatif işletmesinde sulama oranının düşük olmasının en önemli sebeplerini şu şekilde ifade etmek mümkündür. 1-Sulama enerji bedellerinin yüksek olması, 2-kooperatif üyelerinin büyük çoğunluğunun Konya'da ikamet etmeye başlamış olmaları ve genellikle yazlık ürünlerden ziyade hububatların tarımını tercih etmeleri, 3-Bu kooperatif üyelerinin hububatları yağışa dayalı olarak yetiştirmeyi tercih etmeleri, 4-Tarım işçiliği temininde yaşanan sıkıntılar.

Çizelge 10.

Gözlü YAS kooperatifinde sulama oranına ilişkin bilgiler

Yıllar	Sulama Oranı (%)
2009	37.5
2010	28.9
2011	28.9
2012	43.1
2013	60.3
Ortalama	39.7

4. Sonuçlar

Bu çalışma, Konya – Sarayönü ilçesi Gözlü Yer altı Sulama (YAS) Kooperatifi sulama işletmesinde su yönetimi ve su kullanım düzeyinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüş ve sonuçlandırılmıştır. Araştırmanın arazi çalışmaları kapsamında; tarımda planlı su kullanımının temel unsurları olan sulama alanı bitki deseni, sulama alanı büyüklüğü, kullanılan sulama yöntemleri, kuyuların debileri, kuyuların yıllık çalışma süreleri gibi temel bilgiler kooperatif kayıtları ve yönetici ifadeleri şeklinde temin edilmiştir. Sulama alanı bitki desenindeki bitkilerin su tüketimleri Anonymous (1982)'den alınmış, bitki sulama ihtiyaçlarının kestiriminde yörenin yağış değerlerinden faydalanılmıştır.

Araştırma kapsamında YAS kooperatifi sulama alanının 2009-2013 yıllarını kapsayan son 5 yılının bitki deseni değerlendirmeye alınmıştır. Yapılan değerlendirme sonuçlarına göre, sulama alanının yaklaşık %65'inde hububat tarımı yapılmakta ve bu alanın da çok büyük bir bölümünde hububatlar sulanmadan yağışa dayalı olarak üretilmektedir. Kooperatif sulama alanında 2009-2012 yıllarını kapsayan 4 yıllık dönemde fiilen sulanan alan yıllık yaklaşık 5000 dekar civarında gerçekleşmiş, 2013 yılında ise 7000 dekar seviyesine ulaşmıştır. Son 5 yıl içinde fiilen sulanan alanda gerçekleşen bitki deseninde hububat ve ayçiçeği yaklaşık %65-75 oranı ile ön planda bulunmaktadır. Şekerpancarı da yine desenin önemli bir bitkisi olarak dikkat çekmektedir. Araştırma alanı bitki sulama suyu ihtiyaçları yıllara göre farklılık göstermiş olup, 2009, 2010, 2011, 2012 ve 2013 yılları için sırasıyla, 296, 355, 285.5, 291.5 ve 298 mm olarak kestirilmiştir. Bu değerler, Konya bölgesi kıstıtlı su kaynakları açısından değerlendirildiğinde, kooperatif alanında bitki deseninin bölge koşulları ile son derece uyumlu olduğunu ifade etmek mümkündür. Gözlü YAS kooperatifi sulama alanında sulama oranı oldukça düşüktür. Sulama oranı %28.9 ile %60.3 arasında değişmekte olup, son 5 yılın ortalaması ise %39.7 olarak belirlenmiştir. Bu değerler, Türkiye geneli sulama oranını olan %65 seviyesinin altında bulunmaktadır.

5. Teşekkür

Bu çalışma Havva Nur Demir'in Yüksek Lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

6. Kaynaklar

- Anonymous (1982). Türkiye'de sulanan bitkilerin su tüketimleri rehberi. *Topraksu Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı Yayın No:35*, İkinci Basım, Ankara.
- Anonymous (2012a). [http://www.tmkb.org.tr/uploads/menu/Strateji_Belgesi1](http://www.tmkb.org.tr/uploads/menu/Strateji_Belgesi1.pdf).pdf (14.05.2014).
- Anonymous (2012b). Konya Bölgesi Sulama Kooperatifleri Birliği, Sulama Kooperatiflerine ilişkin dö-küm cetveli.
- Anonymous (2013a). Gözlü YAS sulama kooperatifi kayıtları. Sarayönü(Gözlü)
- Anonymous (2013b). Sarayönü Ziraat Odası görüşmeleri, Sarayönü.
- Anonymous (2014a). DSİ Genel Müdürlüğü Web sayfası.
- Anonymous (2014b). Konya Bölgesi Sulama Kooperatifleri Birliği Web kayıtları, Konya. :www.konyasulama.com.tr (14.05.2014)
- Anonymous (2014c). Gözlü Tarım İşletmesi Müdürlüğü kayıtları, Sarayönü.

Kara Ö (2010). Konya-sarayönü-gözlü köyü sulama kooperatifi sulama sahasındaki toprak ve su kaynaklarının tuzluluk yönünden değerlendirilmesi. *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 2010.

Karacehennem N (1977). Kooperatifler Hukuku. Şark Matbaası, Ankara.

Topak R, Acar B (2011). Evaluation of agricultural water management in water-starved Konya Basin, Turkey. *Journal International Environmental Application & Science* 6(2): 216-224.

Topak R, Acar B (2012). Sustainable agriculture and water resources management for agricultural drought regions: A case study of Konya Basin - Turkey. *Minia International Conference for agriculture and irrigation in the Nile Basin Countries, Book of Proceedings*, pp.1158-1162, 26-29 March 2012, El-Minia, Egypt.



Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi

Yem Karpuzunun (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) Farklı Büyüklükteki Meyvelerindeki Yem Değerindeki Değişimin Belirlenmesi

Ramazan Acar¹, Behiç Çoşkun², Mustafa Selçuk Alataş², Abdullah Özköse^{1*}

¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Konya

²Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Konya

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Geliş tarihi 12 Ağustos 2014

Kabul tarihi 20 Şubat 2015

Anahtar Kelimeler:

Yem karpuzu

Meyve büyüklüğü

Yem değeri

ÖZET

Yemlik karpuzun (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) özelliklerinden biriside uzun süre bozulmadan depolanabilmesidir. Bitkilerde kalite ile gelişme durumu arasında ilişki vardır. Araştırmada, ortalama meyve ağırlığı 3748.01 g, meyvedeki çekirdek ağırlığı 154.46 g, NDF % 44.50, NFC %28.30, ADF % 35.95 olarak bulunmuştur. Farklı büyüklükte gelişen yemlik karpuz meyvelerinin yem değerlerinde farklılıklar ve yem değerine meyve çekirdeğinin etkisinin olumlu olduğu bulunmuştur.

Determination of Forage Value of Different Sized Fruits of Forage Watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*)

ARTICLE INFO

Article history:

Received 12 August 2014

Accepted 20 February 2015

Keywords:

Forage watermelon

Fruit size

Forage value

ABSTRACT

One of the characteristics of the forage watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) can be stored for a long time without spoiling. There is a relationship between quality and state of development in plants. In this research, average fruit weight 3748.01 g, kernel weight of fruit 154.46 g, NDF 44.50 %, NFC 28.30 %, ADF 35.95 % were obtained. Effects of different sized fruits of forage watermelon on forage value were different and effects of kernels of fruit on forage value were positive.

1. Kısaltmalar

Fe	: Demir
Mn	: Mangan
Ca	:Kalsiyum
Zn	: Çinko
KO	: Kuru ot
KM	: Kuru madde
ADF	: Acid Detergent Fiber
NDF	: Neutral Detergent Fiber
NFC	: Non-Fiber Carbohydrates
AÖF	: Asgari Önemli Fark

2. Giriş

Buğdaygıl ve baklagiller dışındaki filyalara ait çok sayıda bitki türü hayvan besleme açısından büyük öneme sahiptir (Acar ve Güncan 2002). Bu bitkilerden biriside yem karpuzudur. Yem karpuzu dünyanın farklı yerlerinde farklı isimlerle (citron karpuzu, koruyucu karpuz, tsamma, depo karpuzu vb.) anılmaktadır (Laggetti ve Hammer 2007; Mujoju 2010). Farklı isimlerle anılan yem karpuzu hayvanların beslenmesi dışında özellikle meyvesi reçel ve turşu yapımında, yemek yapımında, kurak yerlerde su kaynağı ve pektin elde etmek gibi farklı amaçlar içinde kullanılmaktadır. Yine tohumu hayvan besleme dışında, insanlar için çerez ve yağ elde

* Sorumlu yazar email: aozkose@selcuk.edu.tr

etmede, medikal ve kozmetik sanayinde de kullanılmaktadır (Kobitev 1956; Övezmuradov 1972; Laghetti ve Hammer 2007; Lauoku ve ark. 2007; Minsart ve Bertin 2008; Acar 2009; Anonim. 2011a; Anonim. 2011b; Wehner 2011). Yemelik karpuzla cins ve türü aynı fakat varyeteleri farklı olan yemlik karpuzun, kromozom sayıları da yemliklerle aynı olup, her ikisi arasında melezlenme olmaktadır (Kobitev 1956; Övezmuradov 1972; Stephens 2009; Bullitta ve ark. 2011; Nesom 2011). Yemlik karpuzun yemelik karpuzdan bazı morfolojik farklılıkları vardır. Örneğin meyve yapısı bakımından farklıdır. Yemlik karpuzlarda meyve kabuğu sert, kalın ve dayanıklı, meyve eti sarı-beyaz veya yeşilimsi ve meyve eti sıkı ve olgunlaştıktan sonra uzun süre suyunu muhafaza eder. Yemlik karpuz yemelik karpuzla göre şeker oranı daha düşük tatsız olup, kuru madde oranı bakımından ise yüksektir. Elastiki yapısı ve sert kabuğu ile kolay kırılmayan ve oda sıcaklığında bir yıldan fazla süreyle depolanabilen, şekil itibarı ile de ovalden silindiriğe değişen bir yapıya sahiptir. Aynı zamanda pektin miktarı da yüksektir (Kobitev 1956; Popov ve ark. 1957; Laghetti ve Hammer 2007; Acar 2009; Stephens 2009; Mujaju ve ark. 2010; Anonim. 2011c; Bullitta ve ark. 2011; Wehner 2011). Yüksek pektin içeriği sebebi ile daha hızlı jelleştirmek için meyve sularına ilave edildiği belirtilmektedir (Anonim. 2011a). Tohumların yağ (%28-30) ve protein içeriği fazla olması sebebiyle meyvelerinin besin değerini arttırmak için hayvanlara birlikte verilir (Anonim. 2011a; Anonim. 2011d) ve tohumlarının büyüklükleri farklılık göstermektedir (Zorobi ve ark. 2006). Karpuz tohumları çiftlik hayvanları için besin kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bir çalışmada karpuz tohumunda kuru maddesinin % si olarak, %16.8 ham protein, % 61.5 NDF olduğu belirtilmiştir (Shayo ve ark. 1997). Olgunlaşmış meyvelerin depolanma süresi ve kolaylığı yem karpuzu bakımından avantajdır (Kobitev 1956; Acar 2006; Anonim. 2011c). Depolama süresince karpuzun besin maddelerinde kayıp olmadığı da belirtilmiştir (Anonim. 2011c). *Citrullus lanatus* var. *citroides*'in özellikle meyvesi Afrika, Brezilya, Türkmenistan gibi eski Sovyet Cumhuriyetleri ile eski bazı doğu bloğu ülkelerinde ve bazı dünya ülkelerinde hayvan beslemesinde kullanılmaktadır (Kobitev 1956; Popov ve ark. 1957; Övezmuradov 1972; Anonim. 2007; Silva ve ark. 2009; Anonim 2010a; Anonim. 2010b; Anonim. 2011c; Anonim. 2011d) Yem karpuzu meyveleri yalın olarak yedirildiği gibi saman, mısır sapı, kuru otlarla birlikte karıştırılarak ta yedirilmektedir (Kobitev 1956; Övezmuradov 1972; Anonim. 2007; Acar 2009; Anonim. 2011e; Anonim. 2011f). Bunun yanında meyveleri (Kobitev 1956; Övezmuradov 1972; Anonim. 2011d; Anonim. 2011e; Anonim. 2011f) ve meyveleri dışında yeşil toprak üstü kısımlarında silajlık bitkilerle birlikte silaj içinde kullanılmaktadır (Övezmuradov 1972; Acar 2009). Yapılan bir çalışmada koyun beslenmesi için kullanılan rasyonlara farklı seviyelerde (%20-80 arası) yem karpuzu katılmıştır. Rusya'nın güney ve güney doğusundaki çiftliklerde yem karpuzunun

bol miktarda yetiştirildiği ve sığırlara 10 kg/gün, koyunlara ise 3-4 kggün⁻¹ verildiği belirtilmektedir (Anon. 2007). Yine Brezilya'nın kuzeyinde yem karpuzunun bölge hayvancılığında yem kaynaklarından olduğu ve kolay depolanması bakımından kolaylık sağladığı ve 25-30 tha⁻¹ meyve verimi alındığı belirtilmiştir (Anonim. 2011c). Kobitev (1956) ise Türkmenistan'da yemlik karpuz çeşidi Dishim' den 76.9 tha⁻¹ verim aldığını bildirmiştir. İzmir'de 2009-2010 yıllarında yapılan çalışmada ikinci ürün olarak yetiştirilen yem karpuzundan ortalama 8761 kgda⁻¹ meyve verimi elde edilmiştir (Geren ve ark. 2011). Bu çalışmanın amacı farklı büyüklüklere ulaşabilen yem karpuzundaki besin maddesinin durumunu ve değişimini ortaya koymaktır.

3. Materyal ve Yöntem

Materyal olarak Türkmenistan'dan getirilen ve Konya'da üretilen yem karpuzunun tohumları kullanılmıştır. Tohumlar bir önceki yılın taze tohumlarıdır. Deneme Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi uygulama tarlasında 17 Mayıs 2010 tarihinde kurulmuş ve 14 Eylül 2010 tarihinde de hasat edilmiştir. Ekim 150 cm sıra arası ve 80 cm sıra üzeri olacak şekilde 2-3 cm derinliğe yapılmıştır. Düzgün bir çıkış sağlamak için her bir ocağa ikişer tohum atılmış ve daha sonra tekleme yapılmıştır. Fosforlu gübre tamamı (10 kgda⁻¹ P₂O₅) ve azotlu gübrenin (10 kgda⁻¹ N) bir kısmı ekimle birlikte ve diğer kısmı ise üst gübresi şeklinde verilmiştir (Acar 2009). Çıkışı sağlamak için yapılan sulama hariç yetiştirme dönemi boyunca altı defa sulanmıştır. Üniform bir olgunlaşma görülmeyen yem karpuzu hasat edildikten sonra meyvelerinin gelişme durumlarına ve de ağırlık esasına göre üç guruba ayrılmıştır. Her gurubun içinden tesadüfen seçilen dokuz karpuzdan gözlem ve ölçümler alınmıştır. Elde edilen ortalama veriler "Tesadüf Parselleri Deneme Desenine" göre varyans analizine ve önemli çıkanlar LDS önemlilik testine tabi tutulmuşlardır. İstatistik analizlerde bilgisayar paket programı MSTAT-C kullanılmıştır. Daha sonra ölçülen özellikler arasındaki ilişkilere bakılmıştır. Meyve yüksekliği ölçümü meyvenin sapı ile çiçek kalıntısı yeri arası olarak belirlenirken, meyve çevresi ise meyve boyunun tam ortasına gelen kısmın çevresinin ölçümü şeklinde belirlenmiştir. Geliştirme durumu ve ağırlıklarına göre 3 gruba ayrılan yemlik karpuzun kalite analizleri için her grup içinde tesadüfen seçilen 4 karpuzda yem değerleri S.Ü Veteriner Fakültesi yem analiz laboratuvarında belirlenmiştir. Her gruba giren kabuklu 4 karpuzun ikisinde çekirdekleri çıkartılmış diğer ikisinde çıkartılmayarak bazı yem değerleri tespit edilmiştir. Örneklerde yem değeri için 70°C'ye ayarlı kurutma dolabında sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve bu örnekler tartılarak kuru ot olarak tespit edilmiştir. Kurutulan bu örnekler öğütülmüş, ham besin maddeleri kuru ot (KO) ile bundan elde edilen kuru madde (KM) içinde % olacak şekilde ham kül, ham protein, ham yağ değerleri Anonim (2003)'de belirtilen metotlarla ve ADF ve NDF analizleri ise Ankom Fiber Analizör cihazı kullanılarak Geoering ve Van

Soest (1970)'in bildirdikleri metot esas alınarak yapılmıştır.

Tablo 1.

Araştırmadaki verilere ait varyans analizi

Konular	Kareler Ortalaması	Varyasyon Katsayısı
Meyve Ağırlığı (g)	15700408.154**	11.29
Kabuk Ağırlığı (g)	2647748.694 *	22.75
Çekirdek Ağırlığı (g)	11737.854**	4.29
Meyve Eti Ağırlığı (g)	5031144.709**	20.80
Kabuk Oranı (%)	73.665	13.06
Çekirdek Oranı (%)	3.138*	9.19
Meyve Eti Oranı (%)	106.216	14.56
Meyve Çevresi (cm)	272.528**	2.33
Meyve Boyu (cm)	302.401**	4.51
Kabuk Kalınlığı (cm)	0.834**	8.22

* : P < 0.05, ** : P < 0.01

4. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Bu araştırmada yemlik karpuzda meyve büyüklüğünün meyve özellikleri ve kalitesine etkisi incelenmiş ve meyve özellikleri arasındaki ikili ilişkiler belirlenmiştir.

4.1. Farklı Büyüklükteki Meyvelerin Özellikleri

2010 yılında yetiştirilen yemlik karpuzun hasat zamanı meyve ağırlıkları dikkate alınarak büyüklüklerine göre 3 gruba ayrılmış, belirlenen meyve özelliklerinin büyüme durumlarına göre değişimi tespit edilmiştir. Elde edilen veriler istatistiki analize tabi tutulmuş (Tablo 1), ortalama değerler ve AÖF grupları ise Tablo 2'de verilmiştir. Her grupta incelenen meyve özelliklerinden kabuk oranı ve meyve eti oranı haricinde diğer özelliklerin hepsi önemli çıkmıştır. Önemli çıkan özellikler arasındaki AÖF tespitine göre çekirdek oranında

(%) diğer incelenen özelliklerinin tam tersi olarak 1. grubu a) 2 kg' dan küçük meyveler ($x < 2$ kg) ve son grubu da(c) 4 kg dan büyük meyveler olmuştur. Diğer incelenen meyve özelliklerinde(meyve ağırlığı, kabuk ağırlığı, çekirdek ağırlığı, meyve eti ağırlığı, meyve çevresi, meyve yüksekliği ve kabuk kalınlığı) ise 1.grubu(a) 4 kg' dan büyük meyveler, son grubu (c) ise 2 kg dan küçük meyveler oluşturmuştur. Meyve ağırlığı 1614.01-6161.35 g arasında değişmiştir. Kabuk oranı ve çekirdek oranı meyve büyüklüğüne göre ters olup, meyve büyüklüğü arttıkça bu oranlar azalmıştır. Diğer özellikler meyve ağırlığına paralel sonuçlar ortaya koymuştur (Tablo 2). Acar (2009) Türkmenistan'dan getirdiği yem karpuzu tohumlarını Konya'da yetiştirmiş ve elde ettiği meyvelerin kabuk kalınlığının 1.0- 2.5 cm arasında, meyve veriminin ise 3500-8500 kgda⁻¹ arasında değiştiğini bildirmiştir.

Övezmuradov (1972) ise ortalama meyve ağırlığının yem karpuzunda 8- 10 kg ve ortalama meyve veriminin ise 35-45 tha⁻¹ olduğunu, ancak 72 tha⁻¹ kadar çıkabileceğini ve meyvelerin depolamaya dayanıklı olduğunu belirtmiştir. Bir başka araştırmada ise kalın kabuklu olan yem karpuzunun meyvesinin 10-30 kg' a kadar büyüyebileceğini, meyvelerin besin değerine tohumun etkisinin fazla olduğunu ve tohumlarında % 28-30 yağ bulunduğunu bildirilmiştir (Anonim. 2011f). Elde ettiğimiz meyve ağırlıkları ve kabuk kalınlıkları Acar (2009)'ın belirttikleri sınırlar içerisinde. Yemlik karpuzda yemlik karpuzlarla karşılaştırıldığında daha yüksek genetik varyasyon görüldüğü belirtilmiştir (Laghetta ve Hammer 2007). Dolayısıyla farklı araştırmalardan elde edilen sonuçlar arasında görülen farklılıklar iklim, toprak ve yetiştirme teknikleri gibi çevresel farklılıklardan kaynaklanabileceği gibi genetik varyasyondan da kaynaklanabilir.

Tablo 2.

Araştırmadaki verilere ait ortalama değerler ve AÖF testi sonuçları

Konular	Meyve Ağırlığına Göre Gruplar (g)				AÖF
	Küçük (X<2 kg)	Orta (2<X<4 kg)	Büyük (4<X kg)	Ortalama	
Meyve Ağırlığı (g)	1614.01 c	3466.68 b	6163.35 a	3748.01	918.3 **
Kabuk Ağırlığı (g)	861.18 c	1784.00 b	2740.00 a	1795.06	534.6 *
Çekirdek Ağırlığı (g)	89.52 c	159.56 b	214.31 a	154.46	14.37 **
Meyve Eti Ağırlığı (g)	663.32 c	1523.12 b	3209.04 a	1798.49	812.0 **
Kabuk Oranı (%)	53.56	51.37	44.09	49.67	-
Çekirdek Oranı (%)	5.54 a	4.59 b	3.49 c	4.54	0.5460 *
Meyve Eti Oranı (%)	40.90	44.04	52.41	45.79	-
Meyve Çevresi (cm)	38.10 c	48.93 b	57.10 a	48.04	2.425 **
Meyve Boyu (cm)	29.23 c	36.43 b	49.07 a	38.24	3.740 **
Kabuk Kalınlığı (cm)	1.18 c	1.50 b	2.20 a	1.62	0.2912 **

* : P < 0.05, ** : P < 0.01

4.2. Meyve özellikleri arasındaki ikili ilişkiler

Meyve özellikleri arasındaki ikili ilişkiler incelenmiş olup Tablo 3'de gösterilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde

meyve ağırlığı ile kabuk ağırlığı, çekirdek ağırlığı, meyve eti ağırlığı, meyve çevresi, meyve yüksekliği, kabuk kalınlığı arasında, kabuk ağırlığı ile çekirdek ağırlığı,

meyve eti ağırlığı, meyve çevresi, meyve yüksekliği, kabuk kalınlığı arasında, çekirdek ağırlığı ile meyve eti ağırlığı, meyve çevresi, meyve yüksekliği, kabuk kalınlığı arasında, meyve eti ağırlığı ile meyve eti oranı, meyve çevresi, meyve yüksekliği, kabuk kalınlığı arasında, meyve çevresi ile meyve yüksekliği, kabuk kalınlığı arasında, meyve yüksekliği ile kabuk kalınlığı arasında % 1:pozitif ikili ilişki tespit edilmiştir. Kabuk oranı ile çekirdek oranı arasında % 5 seviyesinde pozitif ikili ilişki belirlenmiştir.

Meyve ağırlığı ile çekirdek oranı arasında, kabuk ağırlığı ile çekirdek oranı arasında, çekirdek ağırlığı ile çekirdek oranı arasında, meyve eti ağırlığı ile çekirdek oranı arasında, kabuk oranı ile meyve eti oranı arasında, çekirdek oranı ile meyve çevresi ve meyve yüksekliği arasında % 1negatif ikili ilişki tespit edilmiştir.

Meyve eti ağırlığı ile kabuk oranı arasında, çekirdek oranı ile meyve eti oranı ve kabuk kalınlığı arasında ise %5 seviyesinde negatif ikili ilişki belirlenmiştir.

Tablo 3.

Araştırmadaki konular arasındaki ikili ilişkiler

Konular	Meyve Ağırlığı (g)	Kabuk Ağırlığı (g)	Çekirdek Ağırlığı (g)	Meyve Eti Ağırlığı (g)	Kabuk Oranı (%)	Çekirdek Oranı (%)	Meyve Eti Oranı (%)	Meyve Çevresi (cm)	Meyve Boyu (cm)
Kabuk Ağırlığı (g)	0.943 **	-							
Çekirdek Ağırlığı (g)	0.960 **	0.948 **	-						
Meyve Eti Ağırlığı (g)	0.963 **	0.815 **	0.887 **	-					
Kabuk Oranı (%)	- 0.553	- 0.259	- 0.419	- 0.746 *	-				
Çekirdek Oranı (%)	- 0.907 **	- 0.793 **	- 0.796 **	- 0.927 **	0.714 *	-			
Meyve Eti Oranı (%)	0.617	0.337	0.482	0.794 **	- 0.996 **	- 0.774 *	-		
Meyve Çevresi (cm)	0.977 **	0.946 **	0.981 **	0.920 **	- 0.496	- 0.880 **	0.562	-	
Meyve Boyu (cm)	0.994 **	0.924 **	0.955 **	0.967 **	- 0.580	- 0.882 **	0.638	0.962 **	-
Kabuk Kalınlığı (cm)	0.912 **	0.903 **	0.950 **	0.840 **	- 0.366	- 0.677 *	0.419	0.903 **	0.930 **

* : P < 0.05, ** : P < 0.01

4.3. Farklı Büyüklükteki Meyvelerin Bazı Yem Değerleri

Bitkiler büyümenin farklı zamanlarında farklı morfolojik ve biyokimyasal yapıya sahip olurlar ki buda kaliteyi etkileyen bir faktördür (Acar 2006). Yem karpuzu meyvesinin büyüklüğü kaliteyi etkileyebilmektedir. Ayrıca kabuk oranı, iç oranı ve çekirdek oranı da kalite üzerine etkilidir. Tablo 2’de küçük karpuzlarda çekirdek

oranı daha fazla olduğu görülmektedir. Tablo 4’de ise farklı büyüklükteki meyvelerin çekirdekli ve çekirdeksiz bazı besin değerleri verilmiştir. Tablo 2 ve Tablo 4 incelendiğinde yemlik karpuzun büyüklüğüne göre morfolojisindeki farklılıkların (Tablo 2) besin değerine yansıdığı Tablo 4’de görülmektedir.

Tablo 4.

Farklı Büyüklükteki Yem Karpuzlarının Yem Değerlerindeki Değişim

Meyve Büyüklüğü		KO (%)	Ham Kül (%)	Ham Protein (%)	Ham Yağ (%)	NDF (%)	NFC (%)	ADF (%)
Küçük Meyve	Çekirdeksiz	4.32	10.33	10.76	4.46	35.04	39.41	29.88
	Çekirdekli	6.65	7.07	13.58	11.69	51.84	15.82	41.85
Orta Meyve	Çekirdeksiz	5.38	10.89	9.85	3.6	33.07	42.59	27.19
	Çekirdekli	8.25	6.35	11.33	8.29	46.46	27.57	37.25
Büyük Meyve	Çekirdeksiz	5.66	8.45	7.47	1.77	33.6	48.71	27.53
	Çekirdekli	8.27	7.9	11.24	4.14	35.19	41.53	28.75
Ortalama	Çekirdeksiz	5.12	9.89	9.36	3.28	33.9	43.57	28.2
	Çekirdekli	7.72	7.11	12.05	8.04	44.50	28.30	35.95

Ayrıca çekirdekli ve çekirdeksiz olması da kaliteyi etkilediği belirlenmiştir. Yapılan bir araştırmada yemlik karpuzun tohumlarında su oranının % 4.90- 9.98, protein oranının (N x 6.25) % 27.12- 32.37, yağ oranının % 48.00- 66.00, karbonhidrat oranının % 5.68-16.07, selüloz oranının %1.22- 4.14 ve kül oranının ise %1.00 -2.00 arasında değiştiği belirtilmiştir (Lauoka ve ark. 2007). Diğer bir kaynakta yem karpuzunun meyvesinin besin değerine tohumların etkisinin fazla olduğu ve yaklaşık

olarak tohumlarında %28-30 yağ bulunduğu bildirilmiştir (Anonim 2011f). Wehner ve ark (2003) yemlik karpuzda yaptıkları araştırmada 100 gr karpuz meyvesinde 93 g su, 0.5 g protein, 0.2 g yağ olduğunu, tohumlarında ise bunun 5.7 g su, 25.8 g protein ve 49.7 g yağ olduğunu belirtmiştir. FAO’nun hayvan yem kaynaklı bilgi sisteminde karpuz meyvesinin (Nijer) kuru madde oranının %8.4 ve kuru maddesinde ise %10 ham protein, %25.7 ham selüloz, %7.8 kül bulunduğu belirtilirken, kabuklu tohumlarda %88.0 kuru madde ve kuru maddesinin

%24.4'ü ham protein, %31.6'ü ham selüloz ve % 4.2 sinin kül olduğu, kabuksuz tohumlarında ise % 91.9 kuru madde ve kuru maddesinin % 34.5 ini ham protein, % 8.2 sini ham selüloz ve %6.2 sini külün oluşturduğu bildirilmektedir (Anonim. 2011g). Acar (2009) ise yemlik karpuzun meyvesindeki kuru madde oranının Türkmenistan çeşitlerinde % 2.5-6 arasında olduğunu bildirmiştir.

Yine Acar ve ark. (2012) yaptıkları araştırmada yemlik karpuzun kabuklu çekirdeğinde ham protein oranını % 18.13, ham yağ oranını ise % 23.31 bulmuşlardır. Aynı araştırmacılar kabuklu yemlik karpuz çekirdeklerinin Ca, Cu, Fe, K, Mg, P, S ve Zn bakımından kabuklu yemlik karpuz çekirdeklerinden daha fazla olduğunu da belirtmişlerdir. Yukarıda araştırmacıların belirttikleri sonuçlarla, elde ettiğimiz veriler genelde uyum içindedir. Belirtildiği gibi çekirdeğin yem karpuzunun meyvesinin besin değerine katkısının (ham protein, ham yağ, NDF ve ADF olarak) olumlu olduğu görülmektedir (Tablo 4).

5. Sonuç

Yem karpuzu ile yapmış olduğumuz çalışma, alternatif yem kaynaklarına ve bu yem kaynaklarının kullanılabilirliğine dikkat çekmek içindir. Ayrıca farklı büyüklükteki yem karpuzunun besin değeri ile ilgili çalışma ile de hasat yapılan yem karpuzunun yem değerindeki değişim gösterilmiştir. Yem karpuzu uzun süre yem değerinden bir şey kaybetmeden depolanabilen bir bitkisel yem kaynağıdır.

6. Kaynaklar

- Acar R (2006). Yem Bitkilerinde Kalite ve Kaliteye Etki Eden Faktörler. S.Ü. Lisans Üstü Ders Notu (Basılmamış).
- Acar R (2009). Yem Karpuzu (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsumura & Nakai var. *citroides* (Bailey) Mansf.) Buğdaygil ve Diğer Familyalardan Yem bitkileri Cilt 3, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, İzmir.
- Acar R, Güncan A (2002). Kaba yem olarak değerlendirilebilecek bazı yabancı ot karakterindeki bitkilerin morfolojik özellikleri ve ham protein oranlarının belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 16(29):79-83.
- Acar R, Özcan MM, Kanbu G, Dursun N (2012). Some physico-chemical properties of edible and forage watermelon seeds. *Iran Journal of Chemistry and Chemical Engineering* 31(4):41-47.
- Anonim (2003). Official methods of analysis of AOAC International, 17th Ed. 2nd Revision Gaithersburg, MD, USA, Association of Analytical Communities.
- Anonim (2007). Hayvan beslemede kök bitkiler ve kavun. Ukrayna Tarım Bakanlığı Hayvan Sağlığı

Khorkiv Devlet Akademisi Besleme ve Yem Üretim Bölümü. (Rusça) www.pda.coolreferat.com (Erişim tarihi:05.09.2011).

- Anonim (2010a). The Tsamma Melon. www.tourbrief.com/cms/index.php (Erişim tarihi:05.09.2011)
- Anonim (2010b). Genetics of the triploid seedless watermelon. *Plant Hybrids*. <http://waynesword.palomar.edu/hybrids/.htm> (Erişim tarihi: 10.09.2011)
- Anonim (2011a.) The world of gourds. <http://waynesword.palomar.edu> (Erişim tarihi:07.10.2011)
- Anonim (2011b). Watermelon (*Citrullus lanatus*) Forage and Fruit. www.tre.zootechnie.fr/node/166 (Erişim tarihi: 07.10.2011)
- Anonim (2011c). Forage watermelon: An alternative to feed herds during the dry season. www.catalogosnt.cnptia.embrapa.br/catalogo20/catalogue_of_Products_and_ser. (Erişim tarihi: 07.10.2011)
- Anonim (2011d). Forage watermelon (Rusça). www.kontrolnaja.ru/dir/agriculture/202364 (Erişim tarihi:07.10.2011)
- Anonim (2011e). Yemlik karpuz (Rusça).www.agrotechnica.info/index.php (Erişim tarihi:12.10.2011)
- Anonim (2011f). Yemlik karpuz (Rusça).www.vsepro.krolikov.ru/68-sochnye-korma-dlya-krolikov-kolrabi-kormovoj.html (Erişim tarihi:07.10.2011)
- Anonim (2011g). *Citrullus lanatus* watermelon, cocorico. Animal Feed Resources Information Systems. www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/afri/data/375.HTM (and 497.HTM) (Erişim tarihi:17.09.2011)
- Bullitta S, Cifarelli S, Gladis Th, Hammer K, Laghetti G (2007). Collecting crop genetic resources in the mediterranean agricultural island: Corsica (Part 1-north Corsica). www.corsica-isula.com (Erişim tarihi:29.10.2011)
- Geren H, Avcıoğlu R, Soya H, Kır B, Demiroğlu G, Kavut YT (2011). İkinci ürün olarak yetiştirilen yem karpuzu (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai var. *citroides* (Bailey) Mansf.)'nun verim ve bazı verim özellikleri üzerine bir ön araştırma. *Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi Bildiri Kitabı*, s.157-161. Samsun
- Goering HK, Van Soest PJ (1970). Forage fiber analysis (apparatus, reagents and some applications). *Handbook* No: 379, ARSUSDA, Washington, DC.
- Kobitev Sİ (1956). Yemlik karpuz. *Türkmenistan Devlet Yayımları*. (Türkmençe). Aşkabat
- Laghetti G, Hammer K (2007).The corsican citron melon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. El Nakai sub sp. *lanatus* var. *citroides* (Bailey) Mansf. Ex Grob.) a traditional and neglected crop. *Genetic Resources and Crop Evolution* 54: 913-916.
- Lauoku AL, Gnakri D, Dje Y, Kippre AV, Malice M, Baudoin JP, Zorobi İA (2007). Macronutrient composition of three cucurbit species cultivated for seed

- consumption in cote d'Ivoire. *African Journal of Biotechnology*.6(5):529-533.
- Minsart LA, Bertin P (2008). Relationship between genetic diversity and reproduction strategy in a sexually-propogated crop in a traditional farming system, *Citrullus lanatus* var. *citroides*. <http://w3.aviignon.inra.fr/dspace/bitstream/11-90-Minsart.pdf> (Erişim tarihi:22.09.2011)
- Mujaju C, Sehic J, Wehlemark G, Garkava-Gustavson L, Fatih M, Nybom H (2010). Genetic diversity in watermelon (*Citrullus lanatus*) landraces from Zimbabwe revealed by RAPD and SSR marker. *Hereditas* 147: 142-153.
- Nesom GL (2011). Toward consistency of taxonomic rank in wild/domesticated Cucurbitaceae. *Phytoneron* 13:1-33.
- Övezmuradov SO (1972). Türkmenistan'ın Yemlik Bitkileri. *İlim Kitabı* (Rusça) s:184-208.
- Popov A, Pavlov K, Popov P (1957). Rasteniyevodstvo (Bulgarca). Zemizdat. Sofya.
- Shayo CM, Ogle B, Uden P (1997). Comparison of watermelon (*Citrullus vulgaris*)-seed meal, Acacia tortilis and sunflower-seed cake supplements in central Tanzania. 2. Effect on hay intake and milk yield and composition of Mpwapwa cows. *Tropical Grasslands*, 31:130-134.
- Silva RLNV, Araujo GGL, Socorro EP, Oliveira RL, Neto AFG, Bagaldo AR (2009) Levels of forage watermelon meal in diets for sheep. *Brazilian Journal of Animal Science*, Vol.38, No:6 <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000600023> (Erişim tarihi:11.11.2011)
- Singh S, Singh P, Sanders DC, Wehner TC (2001). Germination of watermelon seeds at low temperature. *Cucurbit Genetics Cooperative Report* 24:59-64. www.cuke.hort.ncsu.edu/cgc/cgc24/cgc24-16.pdf
- Stephens JM (2009). Citron-*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf. var. *citroides* (Bailey) Mansf. *University of Florida*. <http://edis.ifas.ufl.edu/mv052> (Erişim tarihi:16.09.2011)
- Wehner TC (2011). Watermelon. <http://cuke.hort.ncsu.edu/cucurbit/wehner/articles/book16.pdf> (Erişim tarihi:01.10.2011)
- Wehner TC, Maynard DN (2003). Cucumbers, melons, and other Cucurbits. *Encyclopedia of Food and Culture*. www.encyclopedia.com/doc/162-3403400167.html (Erişim tarihi:23.09.2011)
- Zorobi IA, Koffi KK, Dje Y, Malice M, Baudoin JP (2006). Indigenous Cucurbits of Cote d'Ivoire: a Review of their Genetic Resources. *Sciences & Nature* 3(1):1-9



Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi

Şekerpancarında Kısıntılı Sulama ile Kısıntılı Azot Uygulamalarının Şeker Verimine ve Azot Kullanma Performansına Etkisi

Ayşe Öksüz¹, Ramazan Topak^{1*}

¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Konya

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Geliş tarihi 01 Ocak 2015

Kabul tarihi 28 Nisan 2015

Anahtar Kelimeler:

Şekerpancarı

Damla sulama

Kısıntılı sulama

Kısıntılı gübreleme

Azot Kullanma Randımanı

Konya

ÖZET

Tarla denemeleri Konya-Çumra İlçesi Tarım Meslek Lisesi üretim ve uygulama alanında 2013 yılında yürütülmüş ve araştırmada Stine çeşidi şekerpancarı kullanılmıştır. Çalışmada, damla yöntemi kısıntılı sulama koşulları altında kısıntılı azot uygulamalarının şekerpancarının azot kullanımı ve şeker verimi üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda; şekerpancarı sulama suyu ve azot ihtiyacının eksiksiz karşılandığı tam sulama (TS) ve tam azot konuları (TA) ile TS ve TA'nın %75 ve %50'sinden oluşturulan iki geleneksel kısıntılı sulama (KS75 ve KS50) ve kısıntılı azot konularının (KA75 ve KA50) uygulamasına ilişkin sonuçlar analiz edilmiştir. Bitki kök bölgesi toprağının kullanılabilir su kapasitesinin %35-40'ı tüketilince konulu sulamalar başlatılmış ve ardıl sulamalar da aynı prensibe göre uygulanmıştır. Konulara öngörülen azot seviyelerinin dörtte biri tabana, geri kalanı ise 4 eşit parçaya bölünerek, fertigasyon yöntemiyle ilk dört sulamada uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, sulama seviyeleri şeker verimi üzerinde önemli şekilde etkili iken ($P<0.01$), azot seviyelerinin bir etkisi belirlenmemiştir. Azot seviyeleri bitkinin gübre azotu kullanma randımanı üzerinde önemli seviyede ($P<0.05$) etkili bulunmuştur. Yine sulama konuları bitki kök ($P<0.01$) ve yapraklarındaki ($P<0.05$) azot oranlarını önemli şekilde etkilemişken, azot seviyelerinin etkisi olmamıştır.

Effect of Applications Deficit Nitrogen with Deficit Irrigation on Sugarbeet Sugar Yield and Nitrogen Use Performance

ARTICLE INFO

Article history:

Received 01 January 2015

Accepted 28 April 2015

Keywords:

Sugar beet

Drip irrigation

Deficit irrigation

Deficit fertilizer

Nitrogen Use Efficiency

Konya

ABSTRACT

The field works of that project was performed at 2013 growing season in Konya-Çumra Agro – Production High School. Stine variety of sugar beet was used in research. In that regard, the effect of deficit nitrogen applications by deficit drip irrigation on nitrogen use and sugar yield was evaluated. In research, the findings obtained from full irrigation (FI) and full nitrogen (FN) applications as well as two conventional deficit irrigations of the 75 % and 50 % of the FI (CDI75 and CDI50) and two deficit nitrogen levels 75 % (DN75) and 50 % (DN50) of FN were analyzed. When about 35-40 % of the available water capacity within the root zone depth was consumed, subjects' irrigations were started and all the subsequent irrigations were performed in accordance with this principle. One fourth nitrogen requirement of plants was applied to the seed bed, and remaining nitrogen amounts were applied in four equal parts by fertigation technique in first 4 irrigation events. The results showed that although irrigation treatments had significant effect on sugar yield ($P<0.01$), nitrogen levels had no significant effect. Nitrogen levels had significant effect on plant nitrogen use efficiency ($P<0.01$). Irrigation treatments had significant effect but different nitrogen levels had no significant effect on nitrogen contents of roots ($P<0.01$) and leaves ($P<0.01$).

* Sorumlu yazar email: rtopak@selcuk.edu.tr

1. Giriş

Şekerpancarı, Türkiye’de yaygın olarak İç Anadolu Bölgesinde yetiştirilir. Özellikle bu bölgede yer alan Konya Kapalı Havzası Türkiye şekerpancarı üretim alanlarının yaklaşık %35’ine sahiptir. Türkiye şekerpancarı ekim alanlarının yaklaşık ¼’ü tek başına Konya ilinde bulunmaktadır. Aynı şekilde Konya havzasında bulunan 6 şeker fabrikasının 4’ü Konya ilinde yer almaktadır. Dolayısıyla havzada şekerpancarı tarımı önemli bir yere sahiptir. Şekerpancarı tarımı, kök verimi ve kök şeker varlığı gibi iki önemli boyutu olan bir yetiştiricilik şeklidir. Diğer bitkisel üretimlerde olduğu gibi, şekerpancarı yetiştiriciliğinde de verim ve kalitenin artırılması, sulama ve gübreleme gibi teknolojik üretim faktörlerinin etkin ve bilinçli kullanımına bağlıdır.

Suyun ve bitki besin maddesinin bitki kök bölgesinde en uygun seviyede tutulması su ve gübre kullanım randımanlarının artırılmasının yanı sıra verim ve kalitesinin iyileştirilmesi açısından da önemlidir. Bu yüzden bitkisel üretimin artırılmasında suyun ve gübrenin birlikte uygulandığı fertigasyon yöntemi önem kazanmaktadır. Bu yöntemle farklı bitki besin maddeleri farklı oranlarda bitkilere uygulanabilmektedir (Doğan ve ark. 2002). Damla sulama yöntemi fertigasyona en uygun yöntemdir. Fertigasyon sisteminde bitki besin maddeleri istenilen düzeyde her sulamada verildiği gibi belirli aralıklarla da uygulanabilmektedir. Bu işlemle gübrenin kök bölgesinin altına yıkanması en aza inebilmekte, gübre kullanımının bitki gelişimine göre kolayca değiştirilip düzenlenmesi sağlanmaktadır. Gübrelemeden kaynaklanan kök bölgesi tuzluluğu en alt düzeye indirilmekte, ayrıca yüksek verimler alınabilmektedir (Papadopoulos ve Eliades 1987). Fertigasyon yönteminin başarıyla uygulanabilmesi için, yetiştirilen bitkilere özgü sulama ve gübreleme programlarına uyulması, yok ise mutlaka bu programların geliştirilmesi gerekir.

Su kaynaklarının tasarruflu ve akılcı kullanıldığı damla sulama yönteminin yaygınlaşması ve su kaynaklarının daha da tasarruflu kullanımını sağlayabilmek için farklı sulama teknikleri geliştirilmiştir. Bunlardan biri kısıntılı damla sulama uygulamasıdır. Türkiye’nin genelinde olduğu gibi Konya havzasında da tarımsal sulamada basınçlı sulama sistemlerinin kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır. Özellikle damla sulamanın tarla bitkileri tarımında yaygınlaştırılması konusunda devletin çok ciddi boyutlarda kredi ve hibe şeklinde finansman uygulamaları bunda etkili olmuştur. Desteklemelerin temel felsefesi su kullanımında tasarruf ve suyun etkin kullanımını sağlamaktır. Yine başta ticari gübrelerin kullanımını azaltmak ve gübre etkinliğini artırmaktır. Ancak, şekerpancarı gibi sık ekilen bitkilerin damla yöntemiyle sulanmasında su tasarrufu sağlamanın zorluklarının bulunduğu da açıktır. Üstelik havzada mevcut koşullarda sulama randımanı da hayli yüksek olup, %73 seviyesindedir (Topak ve Acar, 2010a). Dolayısıyla, damla sulama yöntemiyle uygulanacak geleneksel sulama uygulamaları ile sulama randımanında yapılabilecek iyileştirmeler bölgedeki aşırı su kullanımının çözümünde tek

başına yeterli olamayacaktır. Çünkü bölgedeki aşırı tüketimin kaynağı aşırı sulama değil, sulama alanlarının genişlemesinden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla havzada, uygun olan bitkilerde, bitki sulama suyu ihtiyacından önemli azaltımların yapılabileceği kısıntılı sulama modellerinin geliştirilmesi bir zorunluluk gibi gözükmektedir.

Kısıntılı sulama uygulamasının bazı bitkilerin veriminde ve ürün kalitesinde önemli bir azalmaya neden olmadan, sulama suyunda önemli artırımın sağlandığı ve sulama suyu kullanım randımanını da hayli iyileştirdiği belirlenmiştir. Salter ve Goode (1967) ve Doorenbos ve Kassam (1979) şekerpancarı bitkisinin kök sisteminin morfolojik ve fizyolojik karakteristiğinden dolayı su stresine en toleranslı bitkilerden biri olduğunu bildirmektedirler. Yine Kırdı (2002) şekerpancarını kısıntılı sulamaya uygun bitkilerden biri olarak tarif etmektedir. Günümüze kadar bazı araştırmacılar tarafından şekerpancarında geleneksel kısıntılı sulama uygulamasına ilişkin bazı tarla denemeleri yapılmıştır. Konya ovası koşullarında da şekerpancarında geleneksel kısıntılı sulama uygulaması ile ilgili bazı çalışmalar da yürütülmüştür. Ancak yapılan çalışmalarda kısıntılı sulama ile toprağın bitki besin maddesi yarayışlılığı ve bitki tarafından alımı ile ilişkileri konusu dikkate alınmamıştır. Öte yandan, Hu ve ark.(2006) ve Li ve ark.(2007), kısıntılı sulamada ortaya çıkan toprak nem eksikliğinin, toprağın besin maddesi yarayışlılığını ve bitki tarafından alınımı olumsuz şekilde etkileyebileceğini, bu yüzden kısıntılı sulama koşullarında sulama ve besin maddesi (azot) kullanım randımanlarının birlikte iyileştirilmesinin önemine dikkat çekmektedir. Yapılan çalışmalarda kısıntılı sulama uygulamasının sulama suyu kullanım randımanı ile ilişkileri ortaya çıkarılırken, bitki azot kullanma randımanına dair konunun ise çok az bitkide, çok az çalışmada ele alındığı görülmektedir.

Bu çalışma ile sulama suyunda yapılan kısıntıya paralel olarak, azot ihtiyacında da kısıntı yapılmasının şekerpancarında azottan yararlanma etkinliğine ve şeker verimine etkisi değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma, Konya iline bağlı Çumra ilçesinde, Çumra Tarım Meslek Lisesi arazisinde 2013 yılı yetiştirme sezonunda yürütülmüştür. Denizden ortalama yüksekliği 1013 m olan Çumra ilçesi, Konya ilinin güneyinde 37° 35' kuzey enlemleri ve 32° 47' doğu boylamları arasında yer almaktadır (Anonymous 1982). Denemenin yürütüldüğü Çumra Tarım Meslek Lisesi’ne ait olan arazinin toprakları, FAO/UNESCO sınıflandırma sistemine göre fluvisol olarak sınıflandırılmıştır. Buna göre araştırma alanı toprakları, Çarşamba nehri aliviyolet yelpazesi üzerinde bulunan, killi bünyeli, derin, düz ve iyi strüktürlü topraklardır (de Meester T Ed 1970). Deneme alanı topraklarının sulama ile ilgili bazı fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla ile deneme alanında açılan profillerden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bu

toprak örneklerinde yapılan analizlere ilişkin sonuçlar Çizelge 1’de verildiği gibidir.

Araştırma alanı karasal iklim özelliği göstermektedir. Araştırma alanının sahip olduğu bu karasal ikliminin genel özelliği yazları kurak ve sıcak, kışları ise soğuk ve sert geçmesidir. Araştırma alanının çok yıllık iklim verilerine (son 43 yılın ortalaması) göre ortalama sıcaklığı 11.29 °C, ortalama bağıl nem %62.3, ortalama rüzgar hızı 1.0 m/s ve yıllık toplam yağış ise 317.4 mm’dir (Çizelge 2). Yılın en yağışlı geçen ayları Kasım, Aralık, Ocak, Nisan ve Mayıs, en kurak ayları ise Temmuz, Ağustos ve Eylül’dür. Yıllık toplam yağışın %33.8’i kış ve %34’ü bahar mevsiminde olmak üzere toplam %67.8’i kış ve bahar aylarında düşmektedir. Denemenin yürütüldüğü 2013 yılında Çumra Meteoroloji İstasyonu’nda ölçülen bazı meteorolojik veriler Çizelge 2’de verildiği gibidir. Araştırmanın yürütüldüğü 2013 yılında toplam yağış 196.2 mm olarak gerçekleşmiş olup, uzun yıllar ortalamasına göre, 121.2 mm daha az yağış düşmüştür. Şekerpancarı yetiştirme mevsimi süresince (Nisan–Eylül sonu) 2013 yılında 91.6 mm yağış düşerken,

bu değer bu dönemin uzun yıllık toplam yağış miktarının %80’ine karşılık gelmektedir.

Deneme parsellerine su, damla sulama sistemi ile verilmiştir. Damla sulama sisteminin planlanmasında, Yıldırım (2008) de belirtilen damlatıcı boru tarla testleri baz alınmıştır. Damlatıcı debisi 2 l/h ve damlatıcı aralığı 30 cm olan damlatıcı boru ile yapılan tarla testlerinde, ıslatma şerit genişliğinin yaklaşık 45 cm civarında olduğu tespit edilmiştir. Yine bu testten lateral aralığının 45 cm olması gerektiği belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan damla sulama sisteminin kontrol biriminde; vanalar, yarı otomatik elek-filtre, gübre kabı ve venturi sistemi, basınç ölçerler yer almıştır. Ana ve manifold borular 50 mm PVC borulardan ve damlatıcı borular ise 16 mm çaplı yuvarlak borudan oluşturulmuştur. Sulama sisteminde her bir ana konu girişine, su girişi ve çıkışı 50 mm olan su sayaçları yerleştirilmiştir. Su sayaçlarının giriş kısmına uygun şekilde vana yerleştirilmiştir. Damla sistemine sulama suyu 4 BG’ndeki benzinli motopomp ile basılmıştır.

Çizelge 1.

Deneme alanına ait toprakların bazı fiziksel özellikleri

Katman, cm	Bünye	Hacim ağırlığı, gr/cm ³	Tarla kapasitesi		Solma noktası		Faydalı su tutma kapasitesi		EC*	pH*	Kireç %	Org. Mad. %
			%	mm	%	mm	%	mm				
0-30	C	1.35	32.52	131.70	20.80	84.24	11.72	45.38	0.555	8.06	19.91	1.35
30-60	C	1.40	33.19	139.40	20.69	86.90	12.50	56.74	0.754	8.07	21.72	1.40
60-90	C	1.43	33.15	142.21	19.95	85.58	13.20	57.77	0.570	8.24	22.07	1.43
Toplam (0-90 cm)				413.31		256.72		156.60				

Çizelge 2.

Çumra Meteoroloji İstasyonuna ait 2013 yılı ile uzun yıllık döneme ait bazı iklim verileri

YTL	Meteorolojik veriler	Aylar												Yıllık/ Ort.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2013	Sıcaklık (°C)	2.2	5.1	7.9	12.0	18.8	21.4	22.8	22.6	18.1	10.0	7.8	-2.5	12.2
	Nisbi Nem(%)	78.8	70.9	55.2	58.7	45.8	39.5	38.3	37.0	41.7	52.6	65.4	81.3	55.4
	Yağış (mm)	13.4	26.0	15.2	61.2	12.8	13.0	4.6	0.2	0.0	19.4	20.6	9.8	196.2
	Rüzgar (m/s)	2.0	1.4	1.8	1.5	1.5	1.8	2.1	1.5	1.2	1.3	0.8	1.0	1.49
(1971-2013)	Sıcaklık (°C)	-0.3	1.2	5.7	11.0	15.7	19.9	22.7	22.2	17.9	12.1	5.8	1.6	11.29
	Nisbi Nem(%)	76.5	72.2	63.9	59.3	58.1	53.2	49.0	49.8	53.0	63.6	71.7	76.8	62.3
	Yağış (mm)	35.3	29.2	31.7	40.0	36.6	19.5	5.2	4.0	8.7	29.6	34.7	42.9	317.4
	Rüzgar (m/s)	1.0	1.2	1.3	1.2	1.0	1.1	1.2	0.9	0.7	0.6	0.8	0.9	1.0

Araştırma, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada, 3 farklı sulama konusu ve 3 farklı azot seviyesinin oluşturduğu 9 çalışma konusu ele alınmıştır. Ayrıca azot uygulaması içermeyen bir konuda çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmada azot seviyeleri ana konuları, sulama suyu seviyeleri de alt konuları oluşturmuştur. Planlanan deneme konuları ve açıklamaları Çizelge 3’de verilmiştir.

Tam sulama konusu (TS) tanık olarak planlanmış olup, sulama planı bu konuya göre uygulanmıştır. Bu konunun bitki kök bölgesi kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık %35-40’ı tüketilince konulu sulamalar başlatılmış ve tüm konularda ardıl sulamalar da aynı prensibe göre icra edilmiştir. Tanık konuya, mevcut nemi tarla kapasitesine ulaştıracak şekilde su verilmiştir. Diğer kısıntı ön görülen konulara ise tanık konuya verilen sulama suyundan gerekli kısıntı yapılarak uygulamalar yapılmıştır. Sulama suyu, su sayacından geçirilerek parsellere verilmiştir.

Tohum ekimi deneme parseline bir bütün olarak 9 Nisan 2013 tarihinde yapılmıştır. Ekim işlemi, 45 cm sıra aralığı ve 6 cm sıra üzeri olacak şekilde 5 sıralı pönomatik mibzer ile gerçekleştirilmiştir. Ancak, ekimden yaklaşık 10 gün sonra, yani çıkış döneminde başlayan ve şiddetli yağın yağış sebebi ile yeterli çıkış sağlanamadığından, 3 Mayıs'ta ekim yenilenmiştir. Tohum ekiminden sonra, homojen çimlenme ve çıkış sağlanabilmesi için birkaç kez yağmurlama yöntemi ile intaş sulaması yapılmış ve bu kapsamda 20 mm sulama suyu uygulanmıştır. Deneme parselleri, 30 m uzunluğunda ve 6 bitki sırasından (2.70 m × 30 m= 81 m²) oluşturulmuştur. Parsellerin oluşturulmasında, Traktör ve motorlu el çapasından faydalanılmıştır. Konu parselleri oluşturulduktan sonra, parseldeki bitkiler sıra üzeri 20 cm olacak

şekilde el işçiliği ile çapalama ve seyreltme işlemleri yapılmıştır. Denemede, sulama zamanının belirlenmesi amacıyla toprak nem izlemesi tanık konudan yapılmıştır. Tanık parselde toprak nemi, TDR nem ölçer ile izlenmiştir. Bu maksatla deneme parsellerine 1 m derinliğe kadar TDR tüpleri yerleştirilmiştir. Bu tüpler kullanılarak, 20'şer cm'lik katmanlar halinde TDR-T3 probu ile nem ölçümleri yapılmıştır. 0-20 cm toprak katmanının nemi özel probu ile izlenmiştir. Sulama zamanının belirlenmesi amacıyla tanık konuda toprak nem izlemeleri, her sulamadan 3-4 gün sonra sürekli yapılmıştır. Diğer konularda ise nem ölçümü her sulama öncesi yapılmıştır. Konuların ekim ve hasat anındaki toprak nemleri ise gravimetrik yöntemle belirlenmiştir.

Çizelge 3.

Araştırma Konuları

Ana konular (Azot seviyeleri)	
Simge	Açıklamalar
TA	Deneme alanı toprak analizleri ile belirlenen azot ihtiyacının tamamının karşılanması
KA75	N1 konusu azot miktarından %25 kısıntı yapılan konu
KA50	N1 konusu azot miktarından %50 kısıntı yapılan konu
Alt konular (Sulama seviyeleri)	
TS	Bitki kök bölgesi faydalı su kapasitesinin %35-40'ı tüketilince sulamanın yinelenmesi ve sulama ile eksilen nemi Tarla Kapasitesine ulaştıracak kadar sulama suyu uygulanan konu (Tanık konu)
KS75	TS konusuna verilen sulama suyu miktarından %25 kısıntı yapılan konu
KS50	TS konusuna verilen sulama suyu miktarından %50 kısıntı yapılan konu

Çalışmada, azot seviyelerinin oluşturduğu ana konularının gübre ihtiyaçları, deneme alanı topraklarının verimlilik analizlerine göre belirlenmiştir. Tüm ana konularda, fosfor ve potasyum içerikli gübrelerin tamamı ile azotlu gübre ihtiyacının yaklaşık $\frac{1}{4}$ 'ü tabana uygulanmış ve azotun geri kalanı ise 4 eşit parçaya bölünerek, ilk 4 sulamada fertigasyon yöntemiyle uygulanmıştır. Çalışmada azot kullanım etkinliğinin belirlenmesi amacıyla planlanan ve azot uygulaması içermeyen ana konular, deneme alanında önceden kazık çakılarak belirlenmiş ve tabana uygulanan DAP gübresi bu alanlara verilmemiştir. Bu kısımların fosfor ihtiyaçları, bu kısımlar için alınan TSP gübresi ile karşılanmıştır. Potasyum sülfat gübresi tohum ekimi ile birlikte tabana uygulanmış ve bütün konulara eşit olarak verilmiştir. Deneme alanı toprağının ekim öncesi verimlilik durumunu ortaya çıkarabilmek için toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinde mikro Kjeldahl yöntemine göre toplam azot (NH₄+NO₃) (Bremner 1960; Jackson 1962), Olsen'in "NaHCO₃" metoduyla elverişli fosfor (Olsen ve ark. 1954) analizleri yapılmıştır. Toprakta mevcut potasyum ise amonyum asetat metodu kullanılarak belirlenmiştir (Jackson, 1962; Kacar, 1994). Şekerpançarı bitkisinin iyi bir verim için saf madde olarak 9 kg P₂O₅/da, 27 kg K₂O/da, 22 kg azot /da gereksiniminin olduğu (Günşiray 1990; Arıoğlu 1997) dikkate alınarak, çalışma kapsamında yapılan temel gübrelemede, bu değerler baz alınmıştır.

Hasat zamanı her bir parselin merkez iki sırası dik-kate alınarak ve bu iki sıranın uçlarından 5'er m'lik kısım hariç tutularak, hasat parselleri oluşturulmuştur. Böylece kenar etkileri çıkarıldıktan sonra geriye kalan 0.9 m × 20 m boyutlarındaki 18 m² 'lik bir alan hasat edilerek değerlendirmeye alınmıştır. Hasat edilen pancarların yaprak-baş ve kuyruk kısımları kesilerek firelerinden temizlenmiş ve tartılmıştır. Daha sonra çuvallanarak Türk Şeker Anonim Şirketinin Ilgın' daki lapa hazırlama ünitesine gönderilmiştir. Ankara Şeker Enstitüsü Ilgın lapa ünitesinde, her bir araştırma konusuna ait köklerin öğütülmesi ile elde edilen lapalardan (hamur) ikişer adet numune hazırlanmıştır. Bu numunelerin biri kalite analizleri için Ankara Şeker Enstitüsü laboratuvarına gönderilmiş, diğer ikinci örnekler ise kök azotunun belirlenmesinde kullanılmıştır. Şekerpançarı köklerinin kaldırdığı azotun oran olarak belirlenebilmesi için kök lapa örnekleri önce 65°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş (Walsh ve Beaton 1973) ve sonra öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Bitki örneklerinde total azot içeriğini belirlemek için mikro Kjeldahl yöntemi kullanılmıştır (Bremner 1960).

Araştırma konularının şeker verimleri, Ankara Şeker Enstitüsü laboratuvarında soğuk digestion metoduna göre (ICUMSA,1958) belirlenen kök şeker oranları kullanılarak aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$SV = \frac{SO}{KV}$$

Eşitlikte;

ŞV= Şeker verimi (kg/da)

ŞO= Şeker oranı (%)

KV= Kök verimi (kg/da)

Farklı azot seviyeleri uygulamalarının kök ve yaprak azot oranlarına etkisi ile konuların kök azot kullanım etkinliği değerleri hesaplanmıştır. Azot kullanım etkinliği, her birim uygulanan azota karşı elde edilen kök verimi olarak hesaplanmıştır (Moll ve ark. 1982; Mengel 1991). Hesaplamalar aşağıda verilmiştir.

Azot kullanım etkinliği (AKE) = $(K_{V+} - K_{V-}) / Nu$

K_{V+} : Azot gübreli parselden alınan kök verimi, kg/da

K_{V-} : Azot gübresi uygulanmayan parselden alınan kök verimi, kg/da

Nu: Uygulanan azot seviyesi, kg/da

Azot kullanım randımanı ölçülerinin farklı tipleri mevcuttur. İçlerinden en yaygın olanı azotlu gübrenin geri dönüşüm randımanıdır (AGGAR) (Dilz, 1988). Azotlu gübrenin geri dönüşüm etkinliği, ürünün gübreden aldığı azot miktarının, gübre ile verilen azot miktarına oranı olarak hesaplanır ve % ile ifade edilir.

AGGAR= $(N_{V+} - N_{V-}) / Nu \times 100$

N_{V+} : Azot gübreli parselden alınan toplam azot miktarı, kg/da

N_{V-} : Azot gübresi uygulanmayan parselden alınan toplam azot miktarı, kg/da

Nu: Uygulanan azot miktarı, kg/da

Araştırmada, incelenen özelliklerden elde edilen veriler bilgisayarda "JUMP İstatistik Programı"nda Tesadüf Blokları Deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve aralarında % 1 ve en az %5 önem seviyesinde farklılık bulunan özellikler üzerinde LSD analizi ile gruplandırmalar yapılmıştır (Yurtsever 1984).

3. Araştırma Sonuçları

3.1. Konulara uygulanan azot ve sulama suyu miktarlar

Tohum yatağı hazırlığı öncesinde deneme alanından alınan toprak örneklerinde ölçülen ve konulara göre uygulanan N, P ve K miktarları Çizelge 4'de verildiği gibidir.

Çizelge 4.

Deneme alanı topraklarında ölçülen ve konulara gübre ile uygulanan saf madde olarak N, P, K miktarları

Azot konuları		Saf madde olarak gübre miktarları (kg/da)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
TA	Toprak azotu	6	2	65
	Uygulanan	16	7	6
KA75	Toprak azotu	6	2	65
	Uygulanan	12	7	6
KA50	Toprak azotu	6	2	65
	Uygulanan	8	7	6

Toprak örneklerinde yapılan total azot ve elverişli fosfor analizlerinde, toprak profilinde 6,0 kg N/da ve 2,0 kg P₂O₅/da olarak bulunmuştur. Toprağın bitki kök bölgesi derinliğinde bulunan toplam azot ve elverişli fosfor miktarları, gübrelemede dikkate alınmıştır. Toprakta bulunan bu miktarlar, şekerpancarı için önerilen miktarlardan düşülerek, ihtiyaç belirlenmiştir. Çizelge 4'den de görüldüğü gibi, tam azot konusuna (TA) saf madde olarak 16, %25 kısıntılı azot konusuna (KA75) 12 ve %50 kısıntılı azot konusuna (KA50) ise 8 kg azot/da uygulanması gerçekleştirilmiştir. Araştırma konularına fertigasyonla azot uygulamaları 15, 22, 29 Haziran ve 6 Temmuz'da verilen sulamalar ile birlikte gerçekleştirilmiştir.

Araştırma konularına, deneme süresi boyunca planlama gereği uygulanan sulamaların tarihleri, uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketim değerleri Çizelge 5'de verilmiştir. İlk konulu sulama 15 Haziran 2013 tarihinde uygulanmış olup, diğer ardıl sulamalar tanık konuda faydalı su kapasitesi %35-40 eksilince yinelenmiştir. Toplam 14 kez sulama uygulaması gerçekleştirilmiş olup, son sulama 10 Eylül 2013 tarihinde yapılmıştır. Sezon boyunca Haziran ayında 3, Temmuz

ayında 5, Ağustos ayında 4 ve Eylül ayında ise 2 sulama işlemi gerçekleştirilmiştir. Sulama aralıkları 5 ile 7 gün arasında değişmiş olup, son sulamada 9 gün olarak gerçekleşmiştir. Sulamalar, Temmuz ayı boyunca ve Ağustos ayının ilk yarısı içinde daha kısa aralıklarla yapılmıştır. Dolayısıyla bu dönemde şekerpancarının günlük su tüketimi daha yüksek gerçekleşmiştir. Konu gereği en fazla sulama suyu toplam 854.2 mm ile TS konusuna uygulanmıştır. Diğer geleneksel kısıntılı sulama konularından KS75 konusuna 645.6 mm ve KS50 konusuna ise 437.1 mm sulama suyu uygulaması yapılmıştır. Konulara uygulanan bu sulama suyu miktarlarının 20 mm' si intaş suyu olarak yağmurlama sistemi ile verilmiştir.

Deneme süresini kapsayan 3 Mayıs – 28 Eylül 2013 tarihleri arasında (148 gün) kayda değer bir yağış (20.6 mm) gerçekleşmemiştir. Çizelge 5'den de görüleceği gibi uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça buna paralel olarak mevsimlik su tüketimi de artmıştır. Dolayısıyla bu çalışmada, konuların su tüketimlerini kontrol eden asıl unsurun doğrudan sulama suyu miktarları olduğu çok açıktır. Araştırma konularının su tüketimleri; TS konusunda 958.2 mm, KS75 ve KS50 konularında ise sırasıyla 780.4 ve 588.2 mm olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 5.

Sulama konularına uygulanan sulama suyu miktarları (mm) ve gerçekleşen bitki su tüketimi değerleri (mm)

Sulama Tarihleri	Sulama Konuları		
	TS	KS75	KS50
15.06.2013	58.6	43.95	29.3
22.06.2013	57.4	43.03	28.7
29.06.2013	60.2	45.15	30.1
06.07.2013	60.5	45.37	30.25
13.07.2013	62.3	46.72	31.15
18.07.2013	57.5	43.12	28.75
24.07.2013	59.8	44.85	29.9
30.07.2013	60.4	43.3	30.2
05.08.2013	60.6	45.45	30.3
11.08.2013	61.4	46.05	30.7
17.08.2013	60.0	45.0	30.0
24.08.2013	58.8	43.57	29.40
01.09.2013	59.4	44.85	29.7
10.09.2013	58	43.5	29
Toplam (mm)	854.2	645.6	437.1
Bitki su tüketimi (mm)	958.2	780.4	588.2

3.2. Şeker verimine ilişkin sonuçlar

Araştırma konularının şeker verimleri Çizelge 6'da verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, şeker verimi üzerine farklı seviyede sulama uygulamalarının etkisi, istatistiksel olarak önemli iken, kısıntılı azot uygulaması ve sulama × azot seviyesi etkileşimini önemli bulunmamıştır.

Şeker verimine ilişkin sonuçlar incelendiğinde, sulama suyu ihtiyacının tam karşılandığı konudan (TS) ortalama olarak 1576.6 kg/da değeri ile en yüksek şeker verimi elde edilirken, bunu 1499.5 kg/da ile KS75 ve 1218.5 kg/da ile KS50 konusu izlemiştir. Çizelge 6'dan görüleceği gibi istatistiksel olarak %1 hata seviyesinde TS ve KS75 konuları aynı sınıfta yer alırken, KS50 konusu en düşük şeker verim grubunda yer almıştır. Bitki azot ihtiyacından yapılan kısıntı miktarı arttıkça ortalama şeker verimlerinde de nispi bir artış olmuştur. Azot seviyelerine bağlı olarak ortalama en yüksek şeker verimi KA75 (1447.3 kg/da) grubundan elde edilirken,

bunu KA50 (1426.4 kg/da) ve TA (1420.8 kg/da) konuları izlemiştir. KA50, KA75 ve TA deneme konuları arasındaki bu farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Deneme sonuçlarına göre en yüksek şeker verimi 1591.3 kg/da ile TSKA75 kombinasyonundan elde edilmiştir. Yine sulama suyu ihtiyacından %25 kısıntı yapılan sulama uygulaması koşullarında, azot seviyeleri arasında, azot ihtiyacından %25 kısıntı yapılan uygulama 1537.2 kg/da ile en yüksek şeker veriminin gerçekleşmesini sağlamıştır. Benzer şekilde sulama suyu ihtiyacından %50 azaltım yapıldığı koşullarda, farklı azot seviyeleri arasında en yüksek şeker verimi yine azot ihtiyacından %50 azaltım yapılan uygulamadan (1230.1 kg/da) elde edilmiştir. Yine benzer şekilde damla sulama ile sulama suyu ihtiyacının tam karşılandığı koşullarda da, azot ihtiyacının %50'ye kadar azaltılması, şeker verimini azaltmadığı gibi, tam azot uygulamasına göre daha yüksek şeker verimi sağlamıştır.

Çizelge 6.

Konuların şeker verimleri (kg/da)

Sulama Konuları	Azot Seviyeleri			Ortalama**
	TA	KA75	KA50	
TS	1566.22	1591.34	1572.20	1576.59 a
KS75	1484.28	1537.21	1477.02	1499.50 a
KS50	1211.98	1213.30	1230.07	1218.45 b
Ortalama	1420.82	1447.28	1426.43	

** : P<0.01; Aynı harfler arasında istatistik olarak bir fark yoktur

Çizelge 6 verileri sulama suyu kullanımı yönüyle değerlendirildiğinde; damla yöntemiyle sulama suyu ihtiyacının %75'inin karşılanarak, sulama suyundan %25 tasarruf edilebileceği görülmektedir. Yine TS konusu ile 1 dekar alandan elde edilen şeker verimi (1576.6 kg),

KS50 tekniği ile %50 kısıntılı sulama uygulanan 1.30 dekar (1576.6/1218.4=1.30) alandan elde edilen şeker verimine karşılık geldiği sonucuna ulaşılmaktadır. Bu koşullarda, 1.30 dekar şekerpancarı alanının KS50 tek-

niği ile %50 kısıntılı sulama uygulamasının toplam sulama suyu ihtiyacı 568 mm'ye ($437 \times 1.30 = 568$) tekabül etmektedir. 568 mm sulama suyu miktarı, 854 mm sulama suyu gerektiren TS konusuna göre, %33.5 su tasarrufu sağlamaktadır. Eğer şekerpancarı üretim alanlarının %30 artırılması istenirse, damla yöntemiyle %50 kısıntılı sulamanın çevreci bir yaklaşımla sürdürülebilirliğe önemli katkılar sunabileceği görülmektedir.

3.3. Azot Kullanımına İlişkin Sonuçlar

3.3.1. Konuların kök ve yaprak azot oranları

Deneme konularına göre, şekerpancarı kök ve yaprak azot içerikleri Çizelge 7'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, kök ve yaprak azot içeriği üzerine farklı kısıntılı sulama uygulamalarının etkisi, istatistiksel olarak önemli iken, kısıntılı azot uygulaması ve sulama \times azot seviyesi interaksyonu önemli bulunmamıştır. Çizelge 7 verileri incelendiğinde; sulama konuları

arasında, sulama suyu ihtiyacının %50'sinin karşılandığı KS50 konusunda hem kök (%0.77) ve hem de yaprak azotu (%3.70) en yüksek seviyede bulunmuştur. Sulama konuları arasında kök ve yaprak azotunun en düşük olduğu konu ise TS konusu olup sırasıyla %0.56 ve %3.42 olarak belirlenmiştir. Azot uygulamaları arasında da grup ortalaması olarak N1 konusu hem kök azotu (%0.74) ve hem yaprak azotu (%3.79) bakımından en yüksek değere sahip iken KA50 konusu ise sırasıyla %0.61 ve %3.45 değerleriyle en küçük değerleri içermiştir. Çizelge 13'den de görüldüğü gibi, bu araştırmadan elde edilen en yüksek kök ve yaprak azotu oranı %0.87 ve %3.90 değeri ile KS50TA, en düşüğü ise %0.49 ve %3.27 değerleri ile TSKA50 kombinasyonunda gerçekleşmiştir. Azot seviyeleri ve sulama \times azot seviyesi interaksyonuna ilişkin olarak, kök ve yaprak azotu oranları arasındaki bu farklılıklar istatistik açıdan önemli bulunmamıştır.

Çizelge 7.

Uygulamaların kök ve yaprak azot oranlarına etkisi (%)

Sulama Konuları	Kök**			Ortalama
	Azot Seviyeleri			
	TA	KA75	KA50	
TS	0.61	0.59	0.49	0.56b
KS75	0.75	0.62	0.58	0.65b
KS50	0.87	0.70	0.75	0.77a
Ortalama	0.74	0.64	0.61	0.66
Sulama konuları	Yaprak*			Ortalama
	Azot seviyeleri			
	TA	KA75	KA50	
TS	3.64	3.35	3.27	3.42b
KS75	3.83	3.64	3.56	3.68a
KS50	3.90	3.70	3.50	3.70a
Ortalama	3.79	3.56	3.45	3.60

*: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$; Aynı harfler arasında istatistiki olarak bir fark yoktur

3.3.2. Azotlu gübre kullanım randımanı

Konuların azotlu gübre kullanım randımanı (AGKR) değerleri Çizelge 8'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, AGKR üzerine kısıntılı azot uygulamalarının etkisi, istatistiksel olarak önemli iken, kısıntılı sulama uygulaması ve sulama \times azot seviyesi interaksyonu önemli bulunmamıştır. Çizelge 10'da verilenlere göre, sulama konuları arasında en yüksek AGKR değeri 88.45 kg/kg ile TS uygulamasından elde edilmiştir. AGKR değerinin en düşük olduğu sulama konusu ise 65.80 kg/kg ile KS75 konusu olmuştur. Ancak, sulama konuları arasında oluşan bu farklılık istatistik açıdan önemli bulunmamıştır. Azot uygulamaları incelendiğinde, AGKR değerleri 56.28 ile 95.55 kg/kg arasında değişim göstermiş olup, en yüksek değer KA50 ve en düşüğü ise TA azot seviyesinden elde edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, AGKR'nin en yüksek değerine 114.87 kg/kg ile TSKA50 kombinasyonunda ulaşılmıştır. Bunu 941 kg/kg değeri ile KS75KA50 kombinasyonu izlemiştir.

3.3.3. Azotlu gübre geri dönüşüm randımanı

Gübre kullanım etkinliği, bitkilerin besin elementlerini alım gücü olarak ifade edilmektedir. Gübre etkinlik parametreleri farklı şekillerde ifade edilebilmektedir. Bunlar içerisinde en yaygın kullanılanı gübrelemenin yararlılığını ifade eden "gübre geri dönüş etkinliği (randımanı)" parametresidir (Dilz 1988). Şekerpancarının sulama suyu ve azot ihtiyacının belirli seviyelerinden oluşturulan kısıntılı sulama suyu ve azot miktarlarının uygulanmasının kök bazında azotlu gübrenin geri alınma randımanına (AGGAR) etkileri Çizelge 9'da verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre kökün AGGAR üzerine, sulama konuları, azot seviyeleri ve sulama \times azot seviyesi interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 9'dan da görüleceği gibi sulama konuları, farklı azot seviyeleri ve sulama konusu \times azot seviyesi interaksyonu şekerpancarı köklerinin azotlu gübreden yararlanma etkinliğine önemli bir etki yapmamıştır. Bu çizelge verilerine göre, gübre azotunun geri alınmasında en başarılı sulama konusu, ortalama %40 ile TS ve KS75

uygulamaları, en başarılı azot seviyesi ortalama %45.75 ile KA50 konusu ve en başarılı kombinasyonların ise KS50KA50, TSKA50, KS75KA50, TSKA75 ve KS75KA75 uygulamaları olduğu görülmektedir.

Araştırmadan elde edilen bu sonuçlar, şekerpancarının sulama suyu ve azot ihtiyacının belirli seviyelerinden oluşturulan kısıntılı sulama ve kısıntılı azot seviyelerinin damla yöntemiyle uygulamaları arasında azotlu gübrenin geri alınma randımanı (kök) bakımından her hangi bir fark olmadığını göstermiştir.

Çizelge 8.

Konuların azotlu gübre kullanım randımanları

Sulama Konuları	Azot Seviyeleri			Ortalama
	TA	KA75	KA50	
TS	66.06	84.42	114.87	88.45
KS75	42.69	63.79	90.91	65.80
KS50	60.08	71.79	80.87	70.91
Ortalama*	56.28 b	73.33 ab	95.55 a	

*:P<0.05; Aynı harfler arasında istatistiki olarak bir fark yoktur

Çizelge 9.

Konuların azotlu gübreden yararlanma etkinliği (%)

Sulama Dozları	Azot Dozları			Ortalama
	TA	KA75	KA50	
TS	32.46	44.75	45.58	40.93
KS75	35.50	41.22	45.09	40.60
KS50	32.42	30.67	46.59	36.56
Ortalama	33.46	38.88	45.75	39.36

4. Sonuç

Araştırmadan elde edilen verilere göre, bitki sulama suyu ihtiyacının karşılanma oranı arttıkça kök ve şeker verimi artış göstermiş, ancak artan azot dozlarının ise şeker verimine önemli bir yansıması olmamıştır. Yine sulama suyundan yapılan kısıntıya paralel olarak bitki azot ihtiyacından da kısıntı uygulanması, şekerpancarında şeker verimi ve azot kullanım etkinliği yönüyle aralarında önemli bir ilişki belirlenmemiştir.

Sulama konuları bazında azotlu gübrenin en etkin kullanıldığı sulama konusu TS olup, azotlu gübre kullanım randımanı (AGKR) değeri 88.45 kg/kg olarak gerçekleşmiştir. Azot konuları arasında KA50 konusu, azotlu gübrenin en etkin kullanıldığı azot seviyesi olup, AGKR değeri, 95.55 kg/kg olarak gerçekleşmiştir. Araştırma konuları azotlu gübrenin geri dönüşüm randımanı (AGGAR) açısından karşılaştırıldığında, azot konuları arasında köklerin azotlu gübreden yararlanma oranı en yüksek KA50'de gerçekleşmiş olup, yaklaşık %45,8 olmuştur. AGGAR bakımından sulama konuları arasında önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Yine AGGAR bakımından en uygun sulama × azot seviyesi kombinasyonu; %46.6 değeri ile KS50KA50 kombinasyonunda olmuştur.

Konya havzası gibi su kaynaklarının kısıtlı olduğu bölgelerde, şekerpancarı tarımında damla sulama yönteminin uygulanması halinde; 1-bitki sulama suyu ihtiyacının %75'i karşılanarak, tam sulama ile aynı verimin

alınabileceği, 2-eğer şekerpancarı üretim alanları %30 artırılarak ve %50 kısıntılı sulama uygulanarak TS ile aynı şeker veriminin elde edilebileceği ve %33 su tasarrufu sağlanabileceği, 3- Gübreleme ile karşılanacak azot ihtiyacının yaklaşık ¼'ünün tabana uygulanması ve geri kalanının da üst gübresi olarak 4 eşit parçaya bölünerek ilk 4 sulamada fertigasyon sistemiyle verilmesinin uygun olacağı kanaatine varılmıştır. Bu yaklaşımlar bağlamında şekerpancarı tarımında damla sulama yöntemi uygulamasının, çevreci bir yaklaşımla sürdürülebilirliğe önemli katkılar sunabileceği görülmektedir.

5. Teşekkür

Bu çalışma Ayşe ÖKSÜZ'ün Yüksek Lisans tez çalışmasından üretilmiş olup, tez çalışmasında, TÜBİTAK tarafından desteklenen 111O286 nolu araştırma projesi kapsamında 2013 yılında üretilen verilerin bir bölümü kullanılmıştır. Projeyi destekleyen TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

6. Kaynaklar

- Anonymous (1982). Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Su Tüketimleri Rehberi (2. Basım). *Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları No:35*, Ankara.
- Arıoğlu HH (1997). Nişasta ve Şeker Bitkileri. *Çukurova Üniv. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:188*, Adana.

- Bremner JM (1960). Determination of nitrogen in soil by the Kjeldahl method. *Journal of Agricultural Science*, 55, 11-33.
- de Meester T Ed (1970). Soils of the great Konya basin, Turkey. Agric. Res. Rep. 740, Centre for Agricultural Publishing and Documentation. *Wageningen, the Netherlands*, 290 pp.
- Dilz K (1988). Efficiency of uptake and utilization of fertilizer nitrogen by plants. Nitrogen Efficiency in Agricultural Soils. Eds: Jenkinson, D.S., Smith, K.A. *Elsevier Applied Science*, London, pp. 1-26.
- Doğan O, Üstün H, Aküzüm T, Benli B (2002). Fertilizasyon Yöntemi İle Dolmalık Biberin Azot-Su-Verim İlişkilerinin Saptanması. *Proje No: TARP-2405*. Ankara.
- Doorenbos J, Kassam AH (1979). Yield Response to Water. *FAO Irrigation and Drainage Paper*, No:33, Rome, s: 193.
- Günşiray A (1990). Şekerpancarı Tarımı. *Pankobirlik Yayınları No:2*, Ankara.
- Hu T, Kang S, Li F, Zhang J (2009). Effects of partial root-zone irrigation on the nitrogen absorption and utilization of maize. *Agricultural Water Management* 9(6): 208 – 214.
- ICUMSA (1958). Report of the proceedings, 12 th. *Session, Subj. 23, Rec. 4:97*.
- Jackson ML (1962). Soil Chemical Analysis. *Constable and Company Ltd.*, London.
- Kacar B (1994). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III, Toprak Analizleri (1. Basım). *Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:3*, Ankara:
- Kırda C (2002). Deficit Irrigation scheduling based on plant growth stages showing water stres tolerance, deficit irrigation practices. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome, 3 – 10.
- Li F, Liang J, Kang S, Zhang J (2007). Benefits of alternate partial root zone irrigation on growth, water and nitrogen use efficiencies modified by fertilization and soil water status in maize. *Plant Soil* 295: 279–291.
- Mengel K (1991). Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze Gustav Fischer Verlag, Jena, S.313.
- Moll RH, Kamprath EH, Jackson WA (1982). Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization, *Agronomy Journal* 74: 562- 564.
- Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS, Dean LA (1954). Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. Washington: U.S. Dept. of Agric.
- Papadopoulos I, Eliades GA (1987). Fertigation System for Experimental Purposes. *Plant and Soil* 102:141-143.
- Salter PJ, Goode JE (1967). Crop Responses to Water at Different Stages of Growth. *Communication in Agriculture Bur: Furnham Royal*.
- Topak R, Acar B (2010). Sustainable irrigation and importance of technological irrigation systems for Konya basin, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3 (2), 65-70.
- Walsh LM, Beaton JD (1973). Soil Testing and Plant Analysis. *Soil Science Society of America*, Wisconsin, USA.
- Yıldırım O (2008). Sulama sistemlerinin tasarımı (3. Basım). Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, yayın No: 1565.
- Yurtsever N (1984). Deneysel istatistik motodları, *Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları*, No:1340, s; 64. Ankara.



Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi

***In Vivo* Şartlarda Fe ve Mn Uygulamalarının Lüpen (*Lupinus albus L.*) Bitkisinin Fide Gelişimine Etkilerinin Araştırılması**

Buse Aydın¹, Mustafa Yorgancılar^{1*}

¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Konya

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Geliş tarihi 26 Ocak 2015

Kabul tarihi 11 Mart 2015

Anahtar Kelimeler:

Çiçeklenme

Demir

Fizyolojik gelişme

Kloroz

Lüpen

Mangan

ÖZET

Bu çalışmada, Fe ve Mn uygulamalarının Lüpen (*Lupinus albus L.*) bitkisinin gelişimine etkisi *in vivo* şartlarda araştırılmıştır. Denemede kullanılan lüpen tohumları %28.7 kireç oranı ve 8.07 pH'ya sahip olan Konya toprağı içeren saksılara ekilmiş, bitkilerin çıkış ve gelişimleri gözlemlenmiştir. Tüm denemeler "tesadüf parselleri" deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Bitkilerin gövde uzunlukları, gövde yaş ve kuru ağırlıkları değerlendirildiğinde, gövde uzunluğu için Mn uygulamasının olumlu yönde sonuç verdiği gözlenmiştir. Gövde yaş ağırlığı için Fe uygulamasının etkisi olumlu gözlenirken, FexMn interaksyonunun sadece çiçeklenme döneminde etkili olduğu tespit edilmiştir. Gövde kuru ağırlığı için yapılan araştırmalarda ise en iyi sonuç kloroz başlangıcında FexMn interaksyonundan alınmıştır. Araştırmanın kök uzunlukları, kök yaş ve kuru ağırlıkları kısmında, kök uzunluğu için en iyi sonuç kloroz başlangıcında FexMn interaksyonundan ve çiçeklenme döneminde Fe uygulamasından alınırken, kök yaş ağırlığı için her iki dönemde de uygulanan dozların etkisiz olduğu tespit edilmiştir. Kök kuru ağırlığı için yapılan araştırmalarda ise en iyi sonuç çiçeklenme döneminde Fe uygulamasından elde edilmiştir. Sonuç olarak, materyal olarak kullanılan Lüpen bitkisinin Fe ve Mn elementlerine gösterdiği tepkiler incelenmiş ve uygun yetiştirme koşulları sağlandığında bitkinin belirli oranlarda yetiştirilebileceği gözlenmiştir. Bu çalışmada Lüpen bitkisi, ekimden hasada kadar incelenmiş ve Fe uygulaması yapılan her dozda sınırlı sayıda da olsa bakla elde edilmiştir.

Investigation of Effects of Fe and Mn on Growth of Seedling Lupin (*Lupinus albus L.*) at *In Vivo* Conditions

ARTICLE INFO

Article history:

Received 26 January 2015

Accepted 11 March 2015

Keywords:

Blooming

Iron

Physiological growth

Chlorosis

Lupen

Manganese

ABSTRACT

In this study, the effect of Fe and Mn applications on Lupine plant (*Lupinus albus L.*) has been researched *in vivo* conditions. The seeds of Lupine used in the experiment have been planted in pots that have soil from Konya and have %28.7 calcereous and 8.07 pH. The experiment was conducted following randomized complete block experimental design involving three replications. When height of plants, fresh and dry weight evaluated, the application of Mn showed a positive effect on height of plants. While the application of Fe has been observed as positive on fresh stem weight, FexMn application was determined as effective only during blooming period. In the study conducted for the fresh stem the best results have been gained in the beginning of chlorosis from FexMn application. While the best results for the research, length of roots, root's fresh and dry weight have been obtained in the beginning of chlorosis from FexMn application and during the blooming period from Fe application, for dry root weight it has been observed that during both periods the applied doses are ineffective. In the experiment conducted for the dry root weight the best result has been gained during blooming period from Fe application. As a result, the responses of Lupine plant used as a material to Fe and Mn elements have been examined

* Sorumlu yazar email: myorg@selcuk.edu.tr

and when suitable conditions maintained, the plant could be grown. In this study Lupine has been examined from sowing to harvesting and broad bean has been taken when Fe applied with every dosage.

1. Giriş

Lüpen (*Lupinus albus* L.) Papilionaceae (Legumineceae; kelebek çiçekliler) familyasının *Lupinus* türüne dahil bir bitki olup; acı bakla, delice bakla, gavur baklası, kurt baklası, mısır baklası, Yahudi baklası, en yaygın olarak da termiye gibi değişik isimlerle bilinmektedir (Yorgancılar 1996). Tek yıllık otsu gövdesinden yeşil gübre ve yem bitkisi, tohumlarından da insan ve hayvan beslenmesinde yararlanılmaktadır (Baytop 1994).

Acıbaklalar Almanya, Polonya, Portekiz, Macaristan, Danimarka, Hollanda, Fransa, İtalya, İspanya, Güney Afrika, Yeni Zelanda, Güney Amerika ve Amerika Birleşik Devletlerinin güney eyaletlerinde geniş çapta üretilmekte ve farklı şekillerde kullanılmaktadır. Genellikle soya, bakla, nohut, mercimek ve diğer baklagil tohumlarının yetişmediği alanlarda acıbaklalar iyi adaptasyon göstermişlerdir (Blanco, 1990). Ülkemizde bazı türleri bulunan acıbaklalardan *L. albus* (ak acıbakla) tıbbi bitki olarak İç Anadolu bölgesinde ve özellikle Konya yöresi ve Konya'nın Akdeniz bölgesine geçit teşkil eden yerlerinde yetiştirildiği bilinmektedir (Erkek ve Kırkpınar 1988). Konya'da hububatla münavebeye giren veya hiçbir ürün yetiştirilmediği yerlerde, yamaç ve yüksek yaylalarda (1000-1700m) bakıma gerek duymadan yetiştirildiği ve ticaretinin yapıldığı belirtilmektedir. Lüpen bitkisinin Türkiye'deki toplam üretim ve pazarlama miktarı diğer tarım ürünlerine göre çok az olduğu ve bunun sebebinin de iklim ve toprak istekleri bakımından geniş alanlara sahip olmaması, işleme ve kullanım teknolojisinin yetersizliği ve ülkemizde yeterince tanınmamış olması gibi nedenler sıralanabilir (Kayserilioğlu 1990). Yıldız ve Yazgan (2000) lüpenin kanatlı beslenmesinde rasyona % 50 oranında katıldığında yemden yararlanma katsayısının arttığını belirtmiştir. Genelde hayvan yemi olarak kullanılan lüpen Konya gibi birkaç ilde çerezlik olarak da tüketilmektedir.

Bünyesinde lupanin, spartein ve anagyrene gibi alkaloidler içeren lüpen bitkisi aynı zamanda ilaç sanayinde de önemli bir yere sahiptir (Kayserilioğlu 1990). Bunun dışında dünyada ekmek, bisküvi, kek, makarna, şekerleme, soya sosu gibi ürünlerde hammadde olarak soya alternatifi, antioksidan içeriği yüksek kaliteli bitkisel yağ, glutensiz un, emilsüfer madde, süte alternative ürünler ve çerez olarak kullanılmasına rağmen Türkiye'de çerezlik olarak ve alkaloidlerinden faydalanılmaktadır (Mülayim ve Acar 2008).

Lüpen genusu 300'den fazla tür içermektedir ancak bunlardan sadece 4'ü tarımsal öneme sahiptir. Bunlar, eski dünya türleri olan *Lupinus albus* (ak lüpen), *Lupinus angustifolius* (mavi ya da dar yapraklı lüpen) ve *Lupinus luteus* (sarı lüpen), ve tek yeni dünya türü *Lupinus*

mutabilis'dir. İlk üçü orjinini Akdeniz bölgesinden alırken *L. mutabilis* Güney Amerika orjinlidir (Hondelmann 1984). Türkiye'de tarımı yapılan lüpen türü ak acı bakla olup, tek yıllık yerel bir popülasyondur.

Lüpen kireçli topraklara hassas bir bitki olduğu için tarımı Türkiye'de genellikle düşük kirece sahip Göller Bölgesi'nde (Akşehir, Beyşehir, Eğridir ve Doğanhisar) yapılmaktadır. Bu nedenle bu bitkinin tarımı kısıtlı kalmakta ve Türkiye nüfusunun çoğunluğu bu bitkiyi tanımamaktadır.

Tahıllardan 2-3 kat daha fazla proteine sahip olan lüpen aynı zamanda zengin bir vitamin, mineral, kalsiyum ve demir deposudur. Bitkisel protein üretimi açısından soya ilk sırada yer alsada üretim ve verim miktarının yükseltilmesi durumunda yüksek protein (%28-47.6) içeriğiyle lüpen soya ile rekabet edebilecek durumdadır (Sator 1983).

Dünyada lüpen 2013 verilerine göre yaklaşık 650.629 ha alanda yetiştirilmekte olup bunun 450.200 ha'lık kısmı Avusturalya'ya aittir. Dünya lüpen üretimi ise toplam 785.596 tondur. Bu rakam Dünya'da toplam baklagil üretiminin yaklaşık %0.8'ne karşılık gelmektedir (Anonim 2014).

Türkiye'de toplam 3810 da alanda ekilmekte olup, üretimi 381 tondur. Bu üretimin yaklaşık %25'lik kısmı Konya ili Doğanhisar ilçesi ve kasabalarında yapılmaktadır. Doğanhisar ve bağlı köylerde lüpen tarımı toplam 902.99 da alanda yapılmakta olup üretimi 90299 kg dır (Yorgancılar, 2012). Lüpenin Türkiye'deki toplam üretim ve pazarlama miktarı diğer tarım ürünlerine göre azdır (Yorgancılar ve ark. 2007).

En önemli dezavantajı kireçli topraklarda yetişme imkanının sınırlı olmasıdır. Buna bağlı olarak bu bitkinin uygun ekolojik şartlarda yetişebilme özelliğinden dolayı tahıllarla münavebeye girmesi ülke tarımına ve toprakların iyileştirilmesine katkıda bulunacaktır.

Termiye tanesindeki Mangan miktarının oldukça yüksek olması dikkat çekmiştir. Bu durumun yetiştirilen toprakların yüksek mangan içeriğine sahip olması veya lüpen bitkisinin bünyesine yüksek miktarda mangan aldığı ve biriktirdiği sonucunu ortaya koyabilir. Bitki en fazla Manganı fide döneminde (4-6 haftalık) kaldırır.

Kireçli topraklarda kirecin demiri bağlamasından dolayı lüpen bitkisinin yetişmesinde Fe sınırlayıcı faktördür. Bu nedenle bu sınırlayıcı faktör toprağa Fe ilavesi ile minimize edildiği takdirde Konya şartlarında yetiştirilmesi mümkün hale gelecektir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada bitki materyali olarak; Doğanhisar Bölgesi'nde 2013 yetiştirme sezonunda ekilip üretilmiş

olan termiye (Lüpen= *Lupinus albus* L.) tohumları kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

Deneme toprağı, 4 mm'lik elekten geçirildikten sonra, 5 litrelik saksılara 2 kg. toprak konulduktan sonra her saksıda 10'ar adet olacak şekilde tohumlar ekilmiştir. Toplamda 3 ayrı Fe dozu, 3 ayrı Mn dozu ve 3 tekrür olmak üzere 27 adet saksı kullanılmıştır.

Tablo 1.

Toprak analiz sonuçları

Analiz adı	Birimi	Sonuç
pH		8.07
EC (Tuz)	(μ S/cm)	51
CaCO ₃ (Kireç)	(%)	28.7
Organik Madde	(%)	0.56
Fosfor (P)	mg/kg	11.0
Potasyum (K)	mg/kg	249
Kalsiyum (Ca)	mg/kg	4814
Magnezyum (Mg)	mg/kg	179
Sodyum (Na)	mg/kg	74
Değişebilir Na Yüzdesi	(%)	1.21
Bor (B)	mg/kg	0.56
Bakır (Cu)	mg/kg	0.57
Demir (Fe)	mg/kg	1.07
Çinko (Zn)	mg/kg	0.94
Mangan (Mn)	mg/kg	2.72

*Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Bitki Besleme Laboratuvarında yaptırılmıştır

Bu çalışmada materyal olarak kullanılacak bitkilerin tohumları Konya toprağı ile doldurulmuş saksılara 10 adet ekilmiş, ekim sonrasında bitkiler ihtiyaç doğrultusunda belirli aralıklarla düzenli olarak saf su ile sulanmıştır. Çıkiştan sonra saksılara değişik dozlarda Mangan ve Demir uygulamaları yapılmıştır. Dozların miktarına toprak analizlerinden sonra karar verilmiştir. Belirlenen bu dozlar Mn₀ (0 mg/kg), Mn₁ (10 mg/kg), Mn₂ (20 mg/kg), Fe₀ (0 mg/kg), Fe₁ (3 mg/kg) ve Fe₂ (6 mg/kg) olarak uygulanmıştır. Bu çalışmada bitkinin fide dönemi ayrıca inceleme altına alınmıştır. Çünkü lüpen bitkisinde en fazla demir ve mangan noksanlığı belirtileri fide döneminde görülmektedir. Bu noksanlıkta bitkinin yaşamasını kısıtlamaktadır.

3.3. Gözlem ve ölçümler

Denemelerde iki farklı dönemde, bitkide kloroz başlangıcı ve çiçeklenme döneminde aşağıdaki gözlem ve ölçümler alınmıştır.

3.3.1. Bitkilerin çıkış durumları (Sürme hızı ve sürme gücü)

Bitkilere ait gözlemler 7. ve 12. günlerde yapılmıştır. 7. gün bitki çıkışları sayılarak sürme hızı, 12. gün bitki çıkışları sayılarak sürme gücü yüzde olarak belirlenmiştir.

3.3.2. Bitki Boyu (cm)

Bitkilerin gövde ve kök uzunlukları her saksıdan bir örnek alınarak kök boğumundan itibaren, kloroz başlangıcı ve çiçeklenme döneminde cm cinsinden ölçülmüştür.

3.3.3. Yaş ağırlık (g)

Bitkilerin gövde ve kök yaş ağırlıkları her saksıdan bir örnek alınarak kloroz başlangıcı ve çiçeklenme döneminde ayrı ayrı hesaplanmıştır.

3.3.4. Kuru ağırlık (g)

Ölçüm için her saksıdan alınan gövde ve kök örneği etüvde 70 °C derecede bitki ağırlıkları eşitleninceye kadar bekletilip, kloroz başlangıcı ve çiçeklenme döneminde fide kuru ağırlıkları hesaplanmıştır.

3.3.5. Element içerikleri (mg/kg)

Bitkilerde hem kloroz başlangıcında hem de çiçeklenme döneminde kök ve gövde örnekleri alınmış ve elementel analize tabi tutulmuştur.

3.4. Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiki analizler

Veriler, MSTAT-C istatistik paket programı ile analiz edilmiştir. Deneme; tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrür olarak kurulmuştur. Önemli bulunan farklılıklar, LSD çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

İn vivo şartlarda, kireç oranı %28.7 ve pH'sı 8,07 olan Konya toprağı içeren saksılarda yapılan denemelerde Fe ve Mn uygulamalarının Lüpen (*Lupinus albus* L.) bitkisinin gelişimine etkileri araştırılmış ve bitkilerin çıkış durumları (%), gövde ve kök uzunlukları (cm), gövde ve kök yaş ve kuru ağırlıkları (g) ve bitki Fe ve Mn içerikleri (mg/kg) hem kloroz başlangıcında hem de çiçeklenme döneminde belirlenerek elde edilen değerlerin ortalamaları aşağıda alt başlıklar halinde verilmiştir.

3.1. Bitkilerin Çıkış Durumları (Sürme hızı ve sürme gücü)

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında bitkilerin çıkış durumları 7. ve 12. günde belirlenmiş ve ortalama değerler Tablo 2'de verilmiştir. Yapılan varyans analizinde Fe, Mn uygulamasının ve Fe x Mn interaksiyonunun fide çıkışlarına etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 3).

Tablo 2'ye bakıldığında en yüksek sürme hızı %70 ile Fe₁ x Mn₀ uygulamasından elde edilirken, en yüksek sürme gücü yine aynı uygulamadan elde edilmiştir. Burada görüldüğü gibi bitkilerin sürme gücü değişmemiş olup 7. Günden sonra çimlenme oranları aynı kalmıştır.

Araştırmada Fe ve Mn uygulamaları arasında fide çıkışı bakımından fark görülmemiş olması tohumdaki depo besinlerin fide çıkışı için yeterli olduğu ya da ortamdaki besin elementlerinin gelişmenin hemen başlangıcında fide çıkışına çok etki etmediği şeklinde yorumlanabilir. Yorgancılar ve ark. (2009), Konya ve Deşdiğin

toprakları kullanarak yaptıkları çalışmada iki toprak tipi arasında sürme gücü bakımından istatistiki bir fark çıkmadığını, sürme hızı ve gücü değerleri üzerine genotipik etkinin daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Okay ve Günöz (2009), topraklarda pH değerinin yükselmesi ile alınabilir mikro element içeriklerini azaldığını, bu durumun da birçok türde sıcaklık, ışık, toprak tuzluluğu, nem gibi diğer çevresel faktörlerle birlikte gerek tohum çimlenmesi, gerekse bitki gelişiminde olumsuz sonuçlara yol açtığını ifade etmişlerdir.

Kerley ve Huyghe (2001), *L. albus*'un kirece toleranslı olmayan genotipleri ile toleranslı *L. pilosus* Murr'u farklı pH'ya sahip sıvı ortamda ve saksıda yetiştirerek yaptıkları çalışmalarında *Lupinus albus*'un, düşük verimli kireçli topraklara toleransı olmadığını ve yaprak damarları arasında sararma olarak kendini gösteren klorosisin uygun olmayan genotiplerin seçiminde kullanılabileceğini tespit etmişlerdir.

Tablo 2.

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında bitkilerin çıkış durumları (%)

	Sürme hızı				Sürme gücü			
	Mn ₀	Mn ₁	Mn ₂	Ort.	Mn ₀	Mn ₁	Mn ₂	Ort.
Fe ₀	63.33	53.33	63.33	60.00	63.33	53.33	63.33	60.00
Fe ₁	70.00	66.67	66.67	67.78	70.00	66.67	66.67	67.78
Fe ₂	43.33	66.67	53.33	54.44	43.33	66.67	53.33	54.44
Ort.	58.89	62.22	61.11		58.89	62.22	61.11	

Tablo 3.

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında bitkilerin çıkış durumlarına ait varyans analiz değerleri

VK	SD	Sürme hızı		Sürme gücü	
		KO	F	KO	F
Fe	2	403.70	2.659	403.70	2.659
Mn	2	25.93	0.171	25.93	0.171
FexMn	4	248.15	1.634	248.15	1.634
Hata	18	151.85		151.85	

3.2. Bitki Boyu (cm)

Konya toprak şartlarında saksılarda yetiştirilen lüpen bitkisinin üç farklı dozda Fe ve Mn uygulamaları sonucundaki bitki boyları kloroz başlangıcında ve çiçeklenme döneminde ölçülmüş ve ortalama değerler Tablo 4'de verilmiştir. Yapılan varyans analizinde kloroz başlangıcında Fe ve Mn uygulamalarının fide boyuna etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunurken, çiçeklenme döneminde Fe uygulamasının fide boyu üzerine etkisi %1 seviyede önemli, Mn uygulamasının ise %5 seviyede önemli olduğu belirlenmiştir. Her iki dönemde de FexMn interaksyonu önemsiz bulunmuştur (Tablo 5).

Tablo 4 incelendiğinde kloroz başlangıcında Fe dozları incelendiğinde en fazla bitki boyu ortalaması Fe₀ uygulamasından (11.44 cm) elde edilirken, Mn dozunda

ise Mn₁ (11.39 cm) uygulamasından elde edilmiştir. Fe x Mn interaksyonuna bakıldığında ise en fazla fide boyu Fe₀ x Mn₁ (12.50 cm) uygulamasından elde edilmiştir. En düşük fide boyu ortalaması ise Fe₁ x Mn₁ (10.17) uygulamasından elde edilmiştir.

Çiçeklenme döneminde Fe dozu incelendiğinde en fazla bitki boyu ortalaması Fe₁ uygulamasından (14.03 cm) elde edilirken, Mn dozuna bakıldığında en yüksek bitki boyu ortalaması Mn₁ (13.14 cm) uygulamasından elde edilmiştir. Fe x Mn interaksyonuna bakıldığında ise en fazla fide boyu Fe₁ x Mn₁ (15.35 cm) uygulamasından elde edilmiştir. En düşük fide boyu ise Fe₂ x Mn₂ (9.50 cm) uygulamasından elde edilmiştir.

Tablo 4.

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında bitki boyları (cm)

	Kloroz Başlangıcı				Çiçeklenme Dönemi			
	Mn ₀	Mn ₁	Mn ₂	Ort.	Mn ₀	Mn ₁	Mn ₂	Ort.
Fe ₀	11.17	12.50	10.67	11.44	11.60	12.90	10.65	11.72b
Fe ₁	11.50	10.17	10.50	10.72	14.00	15.35	12.75	14.03a
Fe ₂	10.75	11.50	10.67	10.97	12.03	11.17	9.50	10.90b
Ort.	11.14	11.39	10.61		12.54ab	13.14a	10.97b	

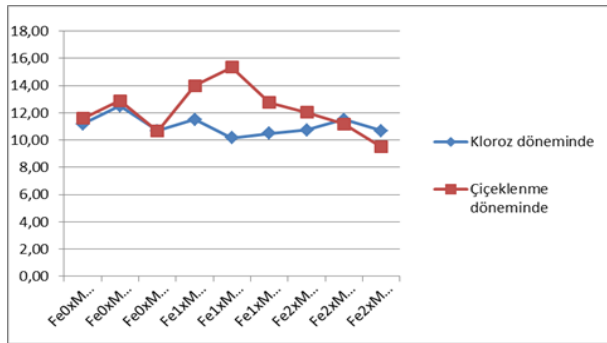
LSD_{%1} Fe: 1.866, LSD_{%1} Mn:1.8

Tablo 5.

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında bitki boylarına ait varyans analiz değerleri

VK	SD	Kloroz Başlangıcı		Çiçeklenme Dönemi	
		KO	F	KO	F
Fe	2	1.211	0.956	23.778	12.57**
Mn	2	1.419	1.121	11.342	6.00**
FexMn	4	1.676	1.324	1.266	0.67
Hata	18	1.266		1.892	

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarının bitki boylarına etkisi incelendiğinde çiçeklenme döneminde uygulanan Fe₁ dozunun bitki boyunu arttırdığı yapılan gözlemlerle belirlenmiştir. Sonuç olarak bitki boyunun belirli oranda Fe ve Mn uygulaması ile arttığı ve belirli bir orandan sonra ise bu etkinin olmadığını söyleyebiliriz (Şekil 1). Konya ovası koşullarında yapılan çalışmalarda; Ak acı lüpende boy yüksekliği 28-69 cm arasında olduğu belirtilmiştir (Mülayim ve Semerciöz. 1992; Özkaynak ve ark. 1992). Bizim çalışmamız saksı şartlarında olduğu için bitkilerin boyları 10-15 cm arasında kalmıştır.



Şekil 1.

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında bitki boyları grafiği

3.3. Gövde Yaş Ağırlığı (g)

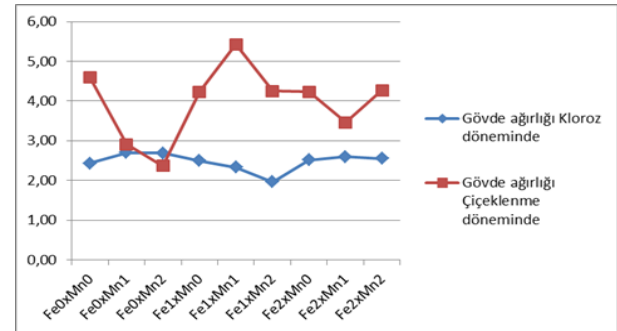
Lüpen bitkisine Fe ve Mn uygulamalarından sonra, bitki yaş ağırlıkları kloroz başlangıcı ve çiçeklenme dönemi olmak üzere iki ayrı dönemde incelendikten sonra varyans analizine tabi tutulmuş, ortalama değerler Tablo 6'da verilmiştir. Yapılan varyans analizinde kloroz başlangıcında Fe uygulamasının fide yaş ağırlığı üzerine etkisi %5 seviyede önemli bulunurken, Mn uygulamasının yaş ağırlık üzerine etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Çiçeklenme döneminde ise yine Fe uygulaması %5 seviyede önemli bulunurken, Mn uygulamasının bitki yaş ağırlığı üzerine etkisi önemsiz olarak kaydedilmiştir. Fe x Mn interaksyonu kloroz başlangıcında önemsiz bulunurken, çiçeklenme döneminde %5 seviyede önemli olduğu tespit edilmiştir (Tablo 7).

Tablo 6'da kloroz başlangıcında Fe ve Mn dozları incelendiğinde en yüksek ortalamalar Fe için; Fe₀ (2.61 g) uygulamasından, Mn için ise Mn₀ (2.48 g) uygulama-

sından elde edilmiştir. Fe x Mn interaksyonuna bakıldığında ise en fazla bitki yaş ağırlığı Fe₀ x Mn₁ (2.70 g) uygulamasından elde edilmiştir. En düşük fide yaş ağırlığı kloroz dönemi için Fe₁ x Mn₂ (1.96 g) dozunda görülmüştür.

Çiçeklenme dönemine ait denemeler, ilgili çizelgede incelendiğinde ise Fe ve Mn dozlarına ait verilerde en yüksek yaş ağırlık ortalaması Fe için; Fe₁ (4.63 g), Mn için Mn₀ (4.35 g) uygulamasında görülmüştür. Fe x Mn interaksyonuna bakıldığında ise en fazla bitki yaş ağırlığı Fe₁ x Mn₁ (5.43 g) dozundan elde edilmiştir. En düşük fide yaş ağırlığı ise Fe₀ x Mn₂ (2.37 g) dozunda görülmüştür.

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında bitki yaş ağırlıkları incelendiğinde kloroz başlangıcında Fe₀ dozunun, çiçeklenme döneminde ise F₁ ve Fe₁ x Mn₁ dozlarının bitki yaş ağırlığını arttırdığı yapılan gözlemlerle belirlenmiştir. Ayrıca; en düşük yaş ağırlık Fe₀ x Mn₂ dozunda görüldüğünden Mn artışının yaş ağırlığa ters etki yaptığı ifade edilebilir (Şekil 2).



Şekil 2.

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında bitki yaş ağırlıkları grafiği

3.4. Gövde Kuru Ağırlığı (g)

Fe ve Mn elementleri için üç ayrı dozda ve bu dozların interaksyonu ile hazırlanan denemede bitki kuru ağırlıkları ortalaması kloroz başlangıcı ve çiçeklenme dönemi olmak üzere iki ayrı dönemde gram cinsinden hesaplanarak Tablo 8'de verilmiştir. Varyans analizinde kloroz başlangıcında Fe ve Mn uygulamasının fide kuru ağırlığı üzerine etkisi ve Fe x Mn interaksyonu etkisi önemsiz bulunmuştur. Çiçeklenme döneminde ise; Fe uygulaması %1 oranında önemliyken, Mn uygulaması

ve Fe x Mn interaksyonu uygulaması kuru ağırlık üzerine etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Tablo 9).

Tablo 8’de de görüldüğü gibi kloroz başlangıcında Fe uygulamasında en yüksek bitki kuru ağırlığı ortalamaları Fe₀ ve Fe₂ (0.22 g) dozlarında görülürken, çiçeklenme dönemine ait rakamlarda ise en yüksek bitki kuru ağırlığı ortalaması Fe₁ (0.45 g) dozunda ortaya çıkmıştır. Kloroz başlangıcında Mn uygulamasında en yüksek bitki kuru ağırlığı ortalamaları Mn₀ ve Mn₁ (0.22 g) dozlarında görülürken, çiçeklenme dönemine ait sonuçlarda en yüksek bitki kuru ağırlığı ortalaması Mn₁ (0.39 g) dozunda görülmüştür.

Fe x Mn interaksyonuna bakıldığında ise en fazla bitki kuru ağırlığı kloroz döneminde Fe₀ x Mn₁ ve Fe₂ x Mn₂ (0.23 g) uygulamalarından elde edilmiştir. Çiçeklenme dönemine ait uygulamalarda ise en fazla bitki kuru ağırlığı Fe₁ x Mn₁ (0.54 g) uygulamasından elde edilmiştir. Kloroz dönemine ait en düşük bitki kuru ağırlığı ortalaması Fe₁ x Mn₂ (0.19 g) dozundan elde edilirken, çiçeklenme dönemine ait sonuçlarda en düşük bitki kuru ağırlığı ortalaması Fe₀ x Mn₂ (0.25 g) dozundan elde edilmiştir.

Tablo 6.

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında bitki yaş ağırlıkları (g)

	Kloroz Başlangıcı				Çiçeklenme Dönemi				
	Mn ₀	Mn ₁	Mn ₂	Ort.	Mn ₀	Mn ₁	Mn ₂	Ort.	
Fe ₀	2.43	2.70	2.69	2.61 a	4.60ab	2.91cd	2.37d	3.29b	
Fe ₁	2.50	2.33	1.96	2.26 b	4.23abc	5.43a	4.25abc	4.63a	
Fe ₂	2.51	2.26	2.55	2.44 ab	4.23abc	3.46bcd	4.27abc	3.99b	
Ort.	2.48	2.43	2.40		4.35	3.93	3.63		
LSD _{%5} Fe: 0.2694				LSD _{%5} Fe: 0.8274, LSD _{%5} FeXMn: 1.433					

Tablo 7.

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında bitki yaş ağırlıklarına ait varyans analiz değerleri

VK	SD	Kloroz Başlangıcı		Çiçeklenme Dönemi	
		KO	F	KO	F
Fe	2	0.27	3.693*	4.042	5.788*
Mn	2	0.01	0.188	1.198	1.716
FexMn	4	0.18	2.440	2.462	3.526*
Hata	18	0.07		0.698	

Tablo 8.

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında bitki kuru ağırlıkları (g)

	Kloroz Başlangıcı				Çiçeklenme Dönemi				
	Mn ₀	Mn ₁	Mn ₂	Ort.	Mn ₀	Mn ₁	Mn ₂	Ort.	
Fe ₀	0.21	0.23	0.22	0.22	0.37	0.30	0.25	0.31b	
Fe ₁	0.22	0.20	0.19	0.20	0.41	0.54	0.41	0.45a	
Fe ₂	0.23	0.22	0.23	0.22	0.37	0.33	0.41	0.37ab	
Ort.	0.22	0.22	0.21		0.38	0.39	0.35		
LSD _{%1} Fe: 0.1051									

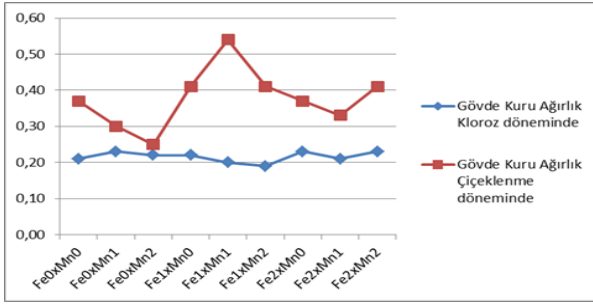
Tablo 9.

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında bitki kuru ağırlıklarına ait varyans analiz değerleri

VK	SD	Kloroz Başlangıcı		Çiçeklenme Dönemi	
		KO	F	KO	F
Fe	2	0.001	2.229	0.047	7.87**
Mn	2	0.000	0.282	0.003	0.50
FexMn	4	0.001	1.336	0.015	2.50
Hata	18	0.000		0.006	

Ayrıca çekirdekli ve çekirdeksiz olması da kaliteyi Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında bitki kuru ağırlıkları incelendiğinde Fe₁ dozunun çiçeklenme döneminde bitki kuru ağırlığını arttırdığı yapılan gözlemlerle

belirlenmiştir. En düşük bitki kuru ağırlığı Fe₀ x Mn₂ dozunda görüldüğünden Mn oranının artması kuru ağırlığı ters orantılı olarak etkilemektedir (Şekil 3).



Şekil 3.

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında bitki kuru ağırlıkları grafiği

3.5. Kök Uzunluk (cm)

Saksılarda yetiştirilen lüpen bitkisinin üç farklı dozda Fe ve Mn uygulamaları sonucundaki kök uzunlukları kloroz başlangıcında ve çiçeklenme döneminde

Tablo 10.

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında kök uzunlukları (cm)

	Kloroz Başlangıcı				Çiçeklenme Dönemi			
	Mn ₀	Mn ₁	Mn ₂	Ort.	Mn ₀	Mn ₁	Mn ₂	Ort.
Fe ₀	5.67a	3.25c	2.83c	3.92	5.80	5.80	5.70	5.77
Fe ₁	4.33abc	4.00abc	3.83bc	4.06	7.87	7.35	6.60	7.27
Fe ₂	3.50c	5.50ab	4.33abc	4.44	6.93	7.93	6.83	7.23
Ort.	4.50	4.25	3.67		6.87	7.03	6.38	
LSD _{%5} FexMn: 1.689								

Tablo 11.

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında kök uzunluklarına ait varyans analiz değerleri

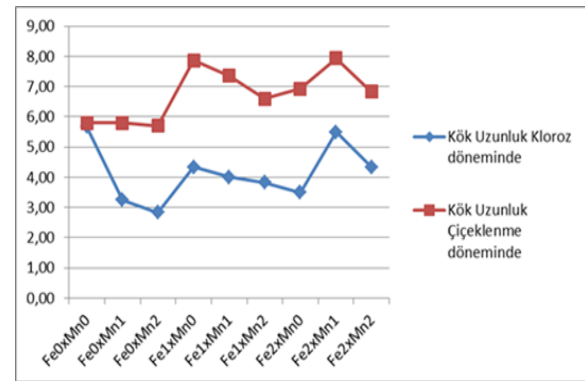
VK	SD	Kloroz Başlangıcı		Çiçeklenme Dönemi	
		KO	F	KO	F
Fe	2	0.67	0.695	6.63	3.432
Mn	2	1.65	1.697	1.03	0.534
FexMn	4	4.30	4.432*	0.65	0.338
Hata	18	0.97		1.93	

Çiçeklenme döneminde Fe dozu incelendiğinde en fazla kök uzunluğu ortalaması Fe₂ uygulamasından (7.23 cm) elde edilirken, Mn dozuna bakıldığında en yüksek kök uzunluğu ortalaması Mn₁ (7.03 cm) uygulamasından elde edilmiştir. Fe x Mn interaksyonuna bakıldığında ise en fazla kök uzunluğu Fe₂ x Mn₁ (7.93 cm) uygulamasından elde edilmiştir. En düşük kök uzunluğu ise Fe₀ x Mn₂ (5.70 cm) uygulamasından elde edilmiştir.

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında kök uzunlukları incelendiğinde en düşük kök uzunluğu kloroz döneminde Fe₀xMn₂ dozunda görülmüştür. En yüksek kök uzunluğu ise Fe₀xMn₀ dozundan elde edilmiştir. Buradan çıkarılacak sonuç; Fe ve Mn uygulamaları kloroz döneminde kök uzunluğunu olumsuz yönde etkilemiştir. Çiçeklenme döneminde en uzun kök Fe₂xMn₁ dozundan elde edilmiş ve Fe artışı kök uzunluğu ile doğru orantıda etki göstermiştir (Şekil 4).

ölçülmüş ve ortalama değerler Tablo 10'da verilmiştir. Yapılan varyans analizinde kloroz başlangıcında Fe ve Mn uygulamalarının kök uzunluğuna etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunurken, çiçeklenme döneminde de Fe uygulamasının ve Mn uygulamasının kök uzunluğu üzerine etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Fe x Mn interaksyonu kloroz başlangıcında kök uzunluğuna etkisi %5 seviyede önemli bulunurken, çiçeklenme döneminde Fe x Mn interaksyonu önemsiz bulunmuştur (Tablo 11).

Tablo 10 incelendiğinde kloroz başlangıcında Fe dozları arasından en fazla kök uzunluğu ortalaması Fe₂ uygulamasından (4.44 cm) elde edilirken, Mn dozunda ise Mn₀ (4.50 cm) uygulamasından elde edilmiştir. Fe x Mn interaksyonuna bakıldığında ise en fazla kök uzunluğu Fe₀ x Mn₀ (5.67 cm) uygulamasından elde edilmiştir. En düşük kök uzunluğu ortalaması ise Fe₀ x Mn₂ (2.83) uygulamasından elde edilmiştir.



Şekil 4

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında kök uzunlukları grafiği

Peiter ve ark. (2001), pH ve kirecin lüpen türlerinin gelişimindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında lüpen türlerini göreceli olarak artan pH ortamları ile bikarbonat ilave edilerek tamponlanmış ortamlarda denemeye almışlar ve yüksek pH'da bitkilerin kök uzunluklarının %35 azaldığını, bikarbonat ilave edilmiş ortamda yetiştirilen bitkilerde de kök uzunluklarında belirgin bir azalma meydana geldiğini, ancak bu azalmanın lateral kök gelişimini etkilememesinden dolayı kök ağırlıklarını azaltmadığını belirlemişler ve araştırma sonuçlarına göre *L. luteus* türünün pH ve kirece daha hassas olduğunu *L. albus*'un ise *L. angustifolius*'tan daha dayanıklı olduğunu ifade etmişlerdir.

3.6. Kök Yaş Ağırlık (g)

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında kök yaş ağırlıkları, kloroz başlangıcı ve çiçeklenme dönemi olmak üzere iki ayrı dönemde incelenmiş ve ortalama değerler Tablo 12'de verilmiştir. Yapılan varyans analizinde kloroz başlangıcında ve çiçeklenme döneminde Fe

ve Mn uygulamalarının kök yaş ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 13).

Tablo 12'de kloroz başlangıcında Fe ve Mn dozları incelendiğinde en yüksek ortalamalar Fe için; Fe₂ (0.24 g) uygulamasından, Mn için ise Mn₀ (0.22 g) uygulamasından elde edilmiştir. Fe x Mn interaksyonuna bakıldığında ise en fazla kök yaş ağırlığı Fe₁ x Mn₀ ve Fe₂ x Mn₂ (0.28 g) uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük kök yaş ağırlığı kloroz dönemi için Fe₁ x Mn₂ (0.15 g) dozunda görülmüştür.

Çiçeklenme dönemine ait denemeler, ilgili çizelgede incelendiğinde ise Fe ve Mn dozlarına ait verilerde en yüksek kök yaş ağırlık ortalaması Fe için; Fe₁ (0.53 g), Mn için Mn₁ (0.53 g) uygulamasında görülmüştür. Fe x Mn interaksyonuna bakıldığında ise en fazla kök yaş ağırlığı ortalaması Fe₀ x Mn₁ (0.63 g) dozundan elde edilmiştir. En düşük kök yaş ağırlığı ise Fe₀ x Mn₀ (0.29 g) dozunda görülmüştür.

Tablo 12.

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında kök yaş ağırlıkları (g)

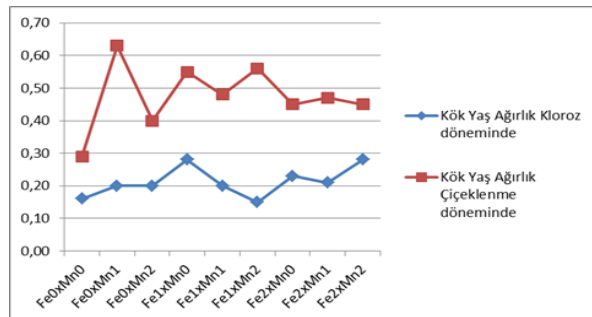
	Kloroz Başlangıcı				Çiçeklenme Dönemi			
	Mn ₀	Mn ₁	Mn ₂	Ort.	Mn ₀	Mn ₁	Mn ₂	Ort.
Fe ₀	0.16	0.20	0.20	0.19	0.29	0.63	0.40	0.44
Fe ₁	0.28	0.20	0.15	0.21	0.55	0.48	0.56	0.53
Fe ₂	0.23	0.21	0.28	0.24	0.45	0.47	0.45	0.46
Ort.	0.22	0.20	0.21		0.43	0.53	0.47	

Tablo 13.

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında kök yaş ağırlıklarına ait varyans analiz değerleri

VK	SD	Kloroz Başlangıcı		Çiçeklenme Dönemi	
		KO	F	KO	F
Fe	2	0.006	1.909	0.021	1.515
Mn	2	0.001	0.280	0.021	1.527
FexMn	4	0.009	2.841	0.039	2.779
Hata	18	0.003		0.014	

Tablo 12 ve Tablo 13 incelendiğinde Fe ve Mn elementlerinin kök ağırlığı üzerine etkisinin önemli olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5.

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında kök yaş ağırlıkları grafiği

3.7. Kök Kuru Ağırlık (g)

Fe ve Mn elementleri için üç ayrı dozda ve bu dozların interaksyonu ile hazırlanan denemede kök kuru ağırlıkları ortalaması kloroz başlangıcı ve çiçeklenme dönemi olmak üzere iki ayrı dönemde gram cinsinden hesaplanarak Tablo 14'de verilmiştir. Varyans analizinde kloroz başlangıcında Fe, Mn uygulamasının ve FexMn interaksyonunun kök kuru ağırlığı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Çiçeklenme döneminde ise; Fe uygulaması %5 oranında önemliyken, Mn uygulaması ve FexMn interaksyonu uygulaması kök kuru ağırlığı üzerine etkisi önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Tablo 15).

Tablo 14'de görüldüğü gibi kloroz başlangıcında Fe uygulamasında en yüksek kök kuru ağırlığı ortalamaları Fe₁ ve Fe₂ (0.02 g) dozlarında görülürken, çiçeklenme

dönemine ait rakamlarda ise en yüksek kök kuru ağırlığı ortalaması Fe₁ (0.05 g) dozunda ortaya çıkmıştır. Kloroz başlangıcında Mn uygulamasında en yüksek kök kuru

ağırlığı ortalamaları Mn₀ ve Mn₂ (0.02 g) dozlarında görülürken, çiçeklenme dönemine ait sonuçlarda en yüksek kök kuru ağırlığı ortalaması Mn₁ ve Mn₂ (0.05 g) dozlarında görülmüştür.

Tablo 14.

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında kök kuru ağırlıkları (g)

	Kloroz Başlangıcı				Çiçeklenme Dönemi			
	Mn ₀	Mn ₁	Mn ₂	Ort.	Mn ₀	Mn ₁	Mn ₂	Ort.
Fe ₀	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.05	0.05	0.04b
Fe ₁	0.02	0.01	0.02	0.02	0.06	0.05	0.05	0.05a
Fe ₂	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04b
Ort.	0.02	0.01	0.02		0.04	0.05	0.05	
LSD ₅ Fe: 0.009904								

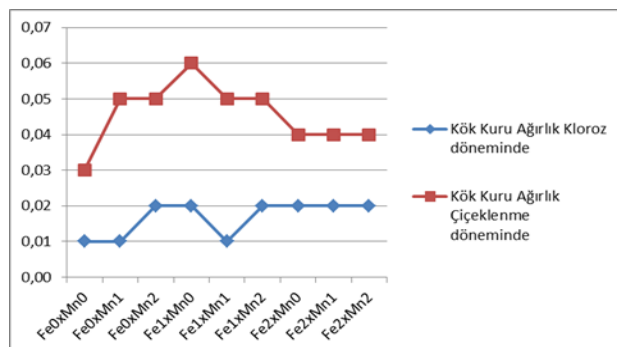
Tablo 15.

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında kök kuru ağırlıklarına ait varyans analiz değerleri

VK	SD	Kloroz Başlangıcı		Çiçeklenme Dönemi	
		KO	F	KO	F
Fe	2	0.000	1.755	0.000	4.40*
Mn	2	0.000	0.419	0.000	0.63
Fe x Mn	4	0.000	0.141	0.000	2.15
Hata	18	0.000		0.000	

Fe x Mn interaksiyonuna bakıldığında ise kloroz döneminde kök kuru ağırlığı ortalaması yüksek olan dozlar Fe₀ x Mn₂, Fe₁ x Mn₀, Fe₁ x Mn₂, Fe₂ x Mn₀, Fe₂ x Mn₁ ve Fe₂ x Mn₂ dozlarıdır. En düşük dozlar ise Fe₀ x Mn₀, Fe₀ x Mn₁ ve Fe₁ x Mn₁ dozları olarak belirlenmiştir. Çiçeklenme dönemine ait uygulamalarda ise en fazla kök kuru ağırlığı ortalaması Fe₁ x Mn₀ (0.06 g) uygulamasından elde edilmiştir. En düşük kök kuru ağırlığı ortalaması; Fe₀ x Mn₀ (0.03 g) dozundan elde edilmiştir.

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında kök kuru ağırlıkları incelendiğinde Fe₁ dozunun çiçeklenme döneminde kök kuru ağırlığını arttırdığı yapılan gözlemlerle belirlenmiştir. Mn elementinin kök kuru ağırlığı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Şekil 6).



Şekil 6.

Farklı dozlarda Fe ve Mn uygulamalarında kök kuru ağırlıkları grafiği

4. Sonuçlar ve Öneriler

İn Vivo Şartlarda Fe ve Mn Uygulamalarının Lüpen (*Lupinus albus L.*) Bitkisinin Fide Gelişimine Etkilerinin Araştırılması isimli bu çalışmada; Fe ve Mn uygulamalarının Lüpen (*Lupinus albus L.*) bitkisinin gelişimine etkileri kireç oranı %28.7 ve pH'sı 8.07 olan Konya toprağı içeren saksılarda araştırılmıştır.

Bitkilerin çıkış durumları (%), gövde ve kök uzunlukları (cm), gövde yaş ve kuru ağırlıkları (g) ve bitki Fe ve Mn içerikleri (mg/kg) hem kloroz başlangıcında hem de çiçeklenme döneminde belirlenerek, elde edilen değerlerde belirgin farklılıklar tespit edilmiştir.

Yüksek kireç ve pH içeren saksılara uygulanan Fe ve Mn elementleri, bitki çıkışını etkilememiş olup bitkiler fide dönemine kadar (ekimden sonra 14 gün) gelişmişlerdir. Bu dönemden sonra bazı saksılarda kloroz görülmüştür. Bu dozlar; Fe₀ x Mn₀, Fe₀ x Mn₁ ve Fe₀ x Mn₂ dozlarıdır. Diğer saksılarda sararma ile karşılaşılmaştır. Bu nedenle demirin uygulanmamasının sararmaya (kloroz) sebep olduğu sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak Fe ve Mn uygulanan topraklarda yetiştirilen bitkilerin çıkışında problem olmayıp, bitki canlılığını koruması noktasında fide döneminde dozlar göre farklılıkların ortaya çıktığı belirlenmiştir. Brand ve ark. 2002; Kerley ve Huyghe 2001, Lüpen genotiplerinde kirece tolerans bakımından farklılıklar bitki gelişme devrelerinde çıkıştan 3 hafta sonra yapraklarda kloroz oluşturarak ortaya çıktığı bazı araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur.

Çalışmanın gövde boyu kısmında; en fazla gövde boyu çiçeklenme döneminde Fe₁ x Mn₁ (15.35 cm) uy-

gulamasından elde edilmiştir. Gövde yaş ağırlığı incelendiğinde en fazla bitki yaş ağırlığı yine çiçeklenme döneminde $Fe_1 \times Mn_1$ (5.43 g) dozundan elde edilmiştir. Gövde kuru ağırlığına bakıldığında ise en fazla bitki kuru ağırlığı çiçeklenme döneminde $Fe_1 \times Mn_1$ (0.54 g) dozundan elde edilmiştir. Sonuç olarak bu uygulamalardan, Fe ve Mn'in bitki gövdesi üzerine etkisinde en iyi sonuç veren dozunun $Fe_1 \times Mn_1$ interaksyonu olduğu gözlenmiştir.

Çalışmanın, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı kısımları incelendiğinde; en fazla kök uzunluğu $Fe_2 \times Mn_1$ (7.93 cm) uygulamasından, en fazla kök yaş ağırlığı ortalaması $Fe_0 \times Mn_1$ (0.63 g) uygulamasından, en fazla kök kuru ağırlığı ortalaması $Fe_1 \times Mn_0$ (0.06 g) uygulamasından ve çiçeklenme döneminde elde edilmiştir. Sonuç olarak kök yaş ağırlığı Fe elementine duyarlı fakat Mn elementi uygulamasıyla yaş ağırlığın artacağı tespit edilmiştir. Kök uzunluğunun ise Fe dozu ile doğru orantılı artış gösterirken Mn elementi uygulamasının belirli bir seviyeden sonra etki etmediği anlaşılmıştır. Kök kuru ağırlığı Mn elementine tepkisiz kalmış fakat Fe elementi artışı ile ağırlığın arttığı gözlenmiştir.

Sonuç olarak; tüm sonuçlar kontrollü sera koşullarında elde edildiği için arazi denemeleri ile bundan sonraki çalışmalar desteklenebilir. Arazi ile sera arasında temelde bazı farklılıkların ortaya çıkabileceği düşünülmektedir. Fe ve Mn'a karşı bitkinin ayrı dönemlerde hassas olması bitkinin dış koşullarda farklı tepkiler ortaya koyabileceğini göstermektedir. Toprak yapısının değiştirilemeyeceği düşünüldüğünde dışarıdan element uygulaması ile lüpen tarımının yaygınlaştırılabileceği düşünülmektedir. Üzerinde çalışılan bu proje; lüpen bitkisinin ıslah çalışmalarının artırılmasına ışık tutacaktır. Ayrıca bitkinin ihtiyaç duyduğu elementler üzerine arazi çalışmaları devam ettirilirse yetiştirilebilecek bitki alanı miktarının kısmen artırılacağı tahmin edilmektedir.

5. Teşekkür

Bu çalışma Buse Aydın'ın Yüksek Lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

6. Kaynaklar

- Anonim (2014). FAO 2013 yılı istatistikleri.
- Baytop T (1994). Türkçe Bitki Adları Sözlüğü. Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Türk Dil Kurumu Yayınları No. 578, Ankara.
- Blanco GO (1990). Genetic variability of tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet.) agricultural and nutritional aspects of lupines. *Lima, Cuzco*, 34-49.
- Brand JD, Tang J, Rathjen AJ (2002). Screening rough-seeded lupins (*Lupinus pilosus* Murr. and *Lupinus atlanticus* Glads.) for tolerance to calcareous soils. *Plant and Soil* 245(2): 261-275

- Erkek R, Kırkpınar F (1988). Kasaplık piliçlerin beslenmesinde protein kaynağı olarak lüpenden faydalanma olanakları, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 25:3.
- Hondelmann W (1984). The lupin-ancient and modern crop. *Theoretical and Applied Genetics* 68: 1-8.
- Kayserilioğlu R (1990). Konya Yöresinde Lüpen (Acıbakla-Termiye) Üretimi. T.C. Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, IV. Bölge Müdürlüğü, Etüd ve Plan Şubesi Notları, Sayfa: 1-13, Konya.
- Kerley SJ, Huyghe C (2001). Comparison of acid and alkaline soil and liquid culture growth systems for studies of shoot and root characteristics of white lupin (*Lupinus albus* L.) genotypes. *Plant and Soil*, 236 (2): 275-286
- Mülayim M, Acar R (2008). Konya'nın yöresel değeri ak acıbakla (Lüpen= Termiye) bitkisi ve kullanımı. *Konya Ticaret Borsası Dergisi* 11(30): 44-49
- Mülayim M, Semerciöz BS (1992). Konya ilinde ekimi yapılan acıbakla (*Lupinus albus* L.) yerel çeşitlerinin morfolojik, biyolojik ve tarımsal karakterleri üzerine bir araştırma. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2(3): 89-103.
- Okay Y, Günöz A (2009). Gölbaşı'na endemik *Centaurea tchihatcheffii* Fisch. et Mey. tohumlarının çimlenmesi üzerine bazı uygulamaların etkisi. *A. Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 15(2): 119-126.
- Peiter E, Yan F, Schubert S (2001). Lime-induced growth depression in *Lupinus* species: Are soil pH and bicarbonate involved?, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 164(2):165-172.
- Sator C (1983). *In vitro* breeding of lupins, perspectives for peas and lupins as protein crops, (Thomson R, Casey R, eds.) *In Proc. Int. Symp. Protein Production from Legumes in Europe*, Sorrento, Italy pp. 79-87.
- Yıldız AÖ, Yazgan O (2000). Farklı Seviyelerde Ak Lüpen (*Lupinus albus* L.) İhtiva Eden Besi Rasyonlarının Japon Bildircinlarında (*Coturnix coturnix japonica*) Besi Performansı ve Karkas Karakterlerine Etkisi. *International Animal Nutrition Congress*, 4-6 Eylül, Syf. 443-448, Isparta.
- Yorgancılar M (1996). Doğanhisar'da Lüpen Ziraati. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Lisans Semineri.
- Yorgancılar M, Babaoğlu M, Hakkı EE, Atalay E (2007). Farklı orijinli Lüpen (*Lupinus* sp.) genotiplerinde kirece dayanıklılığın ve genetik akrabalık ilişkilerinin araştırılması. Tübitak Proje No: TO-VAG-1050034.
- Yorgancılar M, Babaoğlu M, Atalay E (2009). Acılığı giderilmiş termiye tohumlarının mineral içeriği. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 23 (50), 10-

Yorgancılar M (2012). Doğanhisar Tarımında Acı Baklanın Yeri, (Kara Z, Dağ B, Yorgancılar M) Başta acı

bakla olmak üzere Doğanhisar ilçesinde üretilen tarımsal ürünlerin potansiyellerinin tespiti. *Mevlana Kalkınma Ajansı*, TR52-11-TD01/112 nolu proje.



Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi

Sığırlarda Besi Sonu Canlı Ağırlığını Etkileyen Bazı Vücut Ölçülerinin Regresyon Ağacı Yöntemi ile Belirlenmesi

Rifat Akşahan¹, İsmail Keskin^{2*}

¹Dumlupınar İlçe Tarım, Gıda ve Hayvancılık Bakanlığı, Dumlupınar, Kütahya

²Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Konya

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Geliş tarihi 10 Ocak 2015

Kabul tarihi 15 Nisan 2015

Anahtar Kelimeler:

CHAID algoritması

Regresyon Ağacı

Siyah Alaca

Simental

Esmer Sığır

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin Afyon ili Bolvadin ilçesinde yetiştirilen 103 baş (Siyah Alaca, Simental, Esmer ve Melez) tosunun besi sonu canlı ağırlığını (BSCA) etkileyen vücut ölçülerini belirlemektir. Bu amaç için, CHAID algoritmasını esas alan regresyon ağacı metodu kullanılmıştır. Bağımlı değişken olarak, BSCA kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan bağımsız değişkenler sırasıyla, cidago yüksekliği (CY), sırt yüksekliği (SIY), sağrı yüksekliği (SAY), kuyruk sokumu yüksekliği (KSY), vücut uzunluğu (VU), arka sağrı genişliği (ASG), göğüs derinliği (GD), ve göğüs çevresi (GÇ) ve besi süresi (BS) olmuştur. Bu çalışmada en iyi model kriterlerini elde etmek amacıyla CHAID algoritması için ebeveyn ve çocuk düğümde bulunan minimum tosun sayıları 8:4 olarak ayarlanmıştır. CHAID algoritmasının etkinliğini belirlemek için model kalite kriterleri olarak belirleme katsayısı, düzeltilmiş belirleme katsayısı ve gerçek ve tahmin edilen BSCA değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayısı kullanılmıştır. BSCA etkileyen bağımsız değişkenler; GÇ (Düz. P<0.01), VU (Düz. P<0.05), KSY (Düz. P<0.01) ve BS (Düz. P<0.01) olmuştur. Belirleme katsayısı (%), düzeltilmiş belirleme katsayısı (%) ve gerçek ve tahmin edilen BSCA değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayısı sırasıyla, 87.82 (%), 87.32 (%) ve 0.937 bulunmuştur. Model kalite kriterleri, CHAID algoritması kullanımının yüksek bir tahmin doğruluğu sağladığı göstermiştir. Ortalama olarak, en ağır BSCA (545.850 kg); göğüs çevresi GÇ > 190 cm olan tosunların oluşturduğu alt gruptan elde edilmiştir. İkinci olarak en ağır BSCA (505.562 kg); 183 < GÇ < 190 cm ve BS > 4 ay olan tosunların oluşturduğu alt gruptan elde edilmiştir. Sonuç olarak, farklı vücut ölçülerinden BSCA tahmin etmek amacıyla CHAID algoritması kullanımı, hayvan ıslahı çalışmaları için tavsiye edilebilir.

Determination of the Some Body Measurements Effecting Fattening Final Live Weight of Cattle by the Regression Tree Analysis

ARTICLE INFO

Article history:

Received 10 January 2015

Accepted 15 April 2015

Keywords:

CHAID algorithm

Regression tree

Holstein

Simental

Brown swiss

ABSTRACT

The aim of this study is to determine body measurements affecting final live weight (FLW) at fattening period of 103 young (Holstein, Simental, Brown Swiss and crossbreed) bulls reared in Bolvadin district of Afyon province of Turkey. For this aim, a regression tree method on the basis of CHAID (Chi-Squared Automatic Interaction Detector) algorithm were used. FLW was considered as response variable. The independent variables included in the study were withers height (WH), back height (BH), front rump height (FRH), back rump height (BRH), body length (BL), back rump width (BRW), chest dept (CD), chest circumference (CC), and fattening period (FP). Minimum numbers of young bulls in parent and child nodes for CHAID algorithm were assigned as: 8:4, in order to obtain the best model quality criteria for the data evaluated under the study. Model quality criteria like coefficient of determination (%), adjusted coefficient of determination (%), and the Pearson correlation between actual and

* Sorumlu yazar email: ikeskin@selcuk.edu.tr

predicted fattening FLW values were estimated to determine the effectiveness of CHAID algorithm. The independent variables influencing FLW were CC (Adj. P<0.01), BL (Adj. P<0.05), BRH (Adj. P<0.01), and FP (Adj. P<0.01). Coefficient of determination (%), adjusted coefficient of determination (%), and the Pearson correlation between actual and predicted fattening final weight values were found 87.82 (%), 87.32 (%), and 0.937, illustrating that use of CHAID algorithm visually provided a high predictive accuracy. The heaviest FLW (545.850 kg) at fattening period were obtained from the sub-group of the young bulls with CC > 190 cm, averagely. The secondly heaviest sub group of the young bulls with 183 < CC < 190 cm and FP > 4 months provided a FLW of 505.562 kg. Consequently, the use of CHAID algorithm for predicting FLW from various body measurements could be advised to be useful for breeding purposes.

1. Giriş

Bağımsız değişkenin (ya da değişkenlerin) kendi ölçü birimi cinsinden bir birim değişmesine karşılık bağımlı değişkenin (ya da değişkenlerin) kendi ölçü birimi cinsinden ortalama olarak ne kadar değişeceğini gösteren katsayıya regresyon katsayısı denmektedir. Bağımsız değişken veya değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi inceleyen regresyon analizi; basit veya çoklu olabildiği gibi, doğrusallık, normallik, homojenlik, toplanabilirlik gibi bir takım varsayımların yerine getirilmesinden sonra uygulanabilmektedir. Bu varsayımların yerine gelmemesi durumunda veri setindeki orijinal değerler ya logaritmik dönüşüm, ya da karekök dönüşüm yöntemleri gibi bir takım dönüştürme işlemlerine tabi tutularak uygun hale getirilmeye çalışılmaktadır (Efe ve ark., 2000). Parametrik yöntemlerde her ne kadar dönüştürme metodları kullanılarak varsayımlar yerine getirilmeye çalışılırsa da, yapılan analiz neticesinde veri setine ilişkin yanlış sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu nedenle alternatifin olmadığı durumlarda verileri dönüştürme yoluna gidilmesi istatistik açıdan daha doğrudur (Kayri ve Boysan, 2008).

Karar ağaçları, bir problemi oluşturan veri setlerinin yapısına göre bir ağaç yapısı şeklinde sınıflandırma ve regresyon modelleri oluşturmaktadır. Söz konusu ağaç yapılarının oluşturulmasında kullanılan karar kurallarının anlaşılabilir olması yöntemin kullanımını yaygın hale getirmiştir. Karar ağaçları, sınıflama ve regresyon probleminin çözümünde çok aşamalı ve ardışık bir yaklaşım ile karmaşık yapıdaki verileri aşamalı bir hale dönüştürerek basit bir karar verme işlemini gerçekleştirmektedir (Safavian ve ark., 1991). Ağaç modellerinde bağımlı değişken kategorik yapıda olduğu durumlarda sınıflama ağacı, bağımlı değişken sürekli bir değişken olduğu durumlarda ise regresyon ağacı modeli kullanılmaktadır (Sümbüloğlu ve Akdağ, 2007; Nefeslioğlu ve ark., 2010).

Sınıflama ve Regresyon ağaçları bağımsız değişkene ait hiçbir ön koşul öne sürmeden kesikli ya da sürekli bağımlı değişkenin sınıf üyeliğini tahmin etmeye yarayan ters ağaç şeklindeki modellerdir. Kategorik ya da sürekli, bir ya da birden fazla bağımsız değişkenin kombinasyonları kullanılarak, tekrarlamalı ikili homojen bö-

lünmelerle, bağımlı değişkendeki değişimi ortaya çıkarmaya ve bağımlı değişkenin değerlerini tahmin etmeye yarayan ve görsel olarak ters ağaç şeklindeki modellere ağaç modelleri denir. İstatistik verilerin görsel olarak sunulması, aralarındaki etkileşimin belirlenmesi için karar ağaç modelleri sıklıkla kullanılmaktadır. Ağaç modellerinin işleyiş yapısı, bağımsız değişkene ait temel basit sorulardan alınan cevapların yarattığı yolları (ağaç dalları) takip etmektedir. Bu yollar ise (ağaç dalları) bağımlı değişkeni hangi bağımsız değişken ya da değişkenlerin etkilediğini gösterir (Temel, 2004).

Sınıflama ve Regresyon Ağacı yöntemi bazı araştırmacılar tarafından süt sığırcılığında (Doğan, 2003; Bakır ve ark., 2009; Bakır ve ark., 2010; Topal ve ark., 2010; Oruçoğlu, 2011; Çak ve ark., 2013; Eydurun ve ark., 2013b; Yılmaz ve ark., 2013), koyunculukta (Eydurun ve ark., 2008; Mohammad ve ark., 2012), tavukçulukta (Mendeş ve ark., 2009; Küçüköğlü, 2010) ve keçicilikte (Eydurun ve ark., 2013a) kullanılmıştır. Bunun yanında Sınıflama ve Regresyon Ağacı yönteminin sosyoloji (Oğuzlar, 2004; Kayri ve Boysan, 2008), tıp (Temel, 2004; Kıran, 2010), iktisat (Emel ve Taşkın, 2005; Avcı ve Altay, 2014) alanlarında da kullanıldığı görülmektedir.

Bu çalışmada, besi sonu canlı ağırlığını (BSCA) etkileyen çeşitli vücut ölçülerinin ((cidago yüksekliği (CY), sırt yüksekliği (SIY), besi süresi (BS), sağrı yüksekliği (SAY), kuyruk sokumu yüksekliği (KSY), vücut uzunluğu (VU), arka sağrı genişliği (ASG), göğüs derinliği (GD), ve göğüs çevresi (GÇ)) sınıflama ve regresyon ağacı yöntemiyle incelenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırmanın hayvan materyalini Afyonkarahisar İli Bolvadin İlçesinde bulunan Avşar Tarım ve Hayvancılık İşletmesinde yetiştirilen 38 baş Siyah Alaca, 27 baş Simental, 23 baş Esmer ve 15 baş Melez erkek sığırlar oluşturmuştur. Bu hayvanlardan çeşitli vücut ölçüleri (cidago yüksekliği (CY), sırt yüksekliği (SIY), besi süresi (BS), sağrı yüksekliği (SAY), kuyruk sokumu yüksekliği (KSY), vücut uzunluğu (VU), arka sağrı genişliği (ASG), göğüs derinliği (GD), ve göğüs çevresi

(GÇ) ve canlı ağırlık değerleri (besi sonu canlı ağırlık (BSCA)) elde edilmiştir.

Ele alınan parametreleri ölçmek için 0.5 cm hassasiyetinde ölçü bastonu ve 0.5 cm hassasiyetinde ölçü şeridi, tartmak için ise 1 kg hassasiyetinde canlı hayvan kantarı (baskül) kullanılmıştır. Besi süreleri ile ilgili bilgiler işletmede bulunan kayıt defterinden alınmıştır.

2.2. Yöntem

Sınıflama ve regresyon ağacı, bütün bağımsız değişkenleri kullanıp verileri alt gruplara ayırarak oluşturulan bir ağaçtır. Sınıflama ve regresyon ağaçlarının en başında, herhangi bir parçalanma içermeyen ve bağımlı değişkenin yer aldığı kök düğümü bulunur. İlk olarak bu kök düğümü iki parçaya ayrılır. Bu iki parçaya, ebeveyn dalı adı verilir. Regresyon ağacının oluşturulmasında temel ilke, cevap değişkeninde maksimum homojenliği ya da saflığı sağlayacak şekilde tekrarlamalı olarak iki yavru düğüme parçalanmasıdır. Parçalanma sonucu oluşan düğümler, alt küme olarak da adlandırılır (Keskin ve ark., 2007). Ağacın oluşturulmasındaki temel amaç, cevap değişkenlerinde tekrarlamalı olarak oluşturulan herhangi bir yavru düğümden homojenlik mümkün olduğunca sağlanmışsa, bu düğümlerde artık parçalanması süreci sone erer ve bu düğüm terminal ya da uç düğüm olarak adlandırılır (Oruçoğlu, 2011). Bu süreçte; program, modele alınan bütün açıklayıcı değişkenleri test ederek, sonuçta yeni oluşacak olan düğümden, en yüksek homojenliği sağlayacak şekilde açıklayıcı değişkenin kesim değerini (eğer açıklayıcı değişken kategorik ise kategoriyi) belirler (Keskin ve ark., 2007).

İlk defa Morgan ve Sonquist (1963) tarafından ortaya atılan (Orekici, 2004), Breiman ve ark., (1984) tarafından yazılan "Classification and Regression Trees" isimli eser ile gelişme sağlayan sınıflandırma ve regresyon ağaçları, veri madenciliğinin sınıflandırma ile ilgili konuları arasında yer almaktadır. Sınıflandırma ağaçlarında kullanılabilir birçok safsızlık ölçüsü (Gini, Twoing, Ordered Twoing ve Least Squared Deviation) bulunmaktadır (Kurt ve ark., 2008). Burada amaç hedef değişkeni açısından mümkün olduğunca homojen veri kümeleri üretmektir.

Regresyon ağaçlarında ise sınıflar yoktur. Bu nedenle regresyon ağacında Gini indeksi kullanılarak ayırma yapılamaz. Regresyon ağacındaki ayrımlar sonuçlanan iki düğüm için tahmin edilen toplam varyansın minimize olmasının gerekliliğini ifade eden "artıkların karelerini azaltma algoritması"na göre gerçekleştirilir (Breiman ve ark., 1984; Özkan, 2012).

Sınıflama ve regresyon ağaçlarını oluşturabilmek için ağaca önce büyüme daha sonra budama işlemi uygulanır (Küçüköğlu, 2010). Regresyon ağacı analizinin budama sürecinde yüksek hatalı sınıflandırmaya neden olan diğer bir ifade ile modelin tahmin edici değerine az katkıda bulunan düğümler ya da dallar atılmaktadır. Budama işlemi, cost-complexity parametresine göre yapmakta, bu parametre, değer ya da maliyet fonksiyonu,

hatalı sınıflandırma ve ağaç büyüklüğü (regresyon ağacındaki düğüm sayısı) değerleri dikkate alınarak hesaplanmaktadır (Keskin ve ark., 2007). Budama işlemi, ağaçta oluşmuş fakat sonucu etkilemeyen ve sınıflandırmaya herhangi bir katkısı olmayan dalların ağaçtan alınmasıyla bir bakıma ağacın gereksiz ayrımlardan arındırılmasıdır. Budama uygulanmasının amacı önceki aşamalarda modele dahil edilmiş değişkenlerin ileriki aşamalarda tekrar modele dahil olmasını engellemektir. Budama süreci, en az katkı sağlayan düğümden başlayarak, önemli katkı sağlayan düğümler kalıncaya kadar devam ettirilir. Budanmış ağaç diğer yarısına gelene kadar tekrar budanır. Bu budama işlemi ağacın boyu artık değişmeye kadar devam eder (Küçüköğlu, 2010).

Regresyon ağacı yöntemi ile sınıflama ağacı için hatalı sınıflandırma oranı, regresyon ağacı içinde model tarafından açıklanamayan varyans yani hata varyansının hesaplanabileceğini, dolayısıyla, regresyon analizindeki R^2 'ye benzer ölçü ile modelin belirleme katsayısı hesaplanabilmektedir (Keskin ve ark., 2007).

Regresyon ağaçları, sınıflandırmaya dayalı en çok kullanılan model olmasındaki en büyük etken, kullanımı ve sonuçlarının anlaşılır olmasıdır. Temel olarak regresyon ağaçlarından sonuç elde etmenin 2 aşaması bulunmaktadır. Birincisi ağacın kurulmasıdır. Regresyon ağacının kurulmasında, daha hızlı ve güvenli bir sonuç alınması için verileri en büyük parçaya bölecek sorular kök düğümden itibaren sorulmaya başlanmalıdır. Regresyon ağacı yapısı oluşturulduktan sonra, ikinci aşamaya geçilip elde edilen veri, ağacın uygun dalına yerleştirilir.

Bir ağaç modelinde Y bağımlı, X_1 ve X_2 ise bağımsız değişken olarak ele alınırsa, X_1 ve X_2 ; $[-1; +1]$ tanım aralığında değişen düzgün (uniform) olasılık dağılımından tesadüfi olarak seçilen n_1 ve n_2 büyüklükteki örneklerin içerdiği değişken değerlerine çarpma kuralı uygulanarak aşağıdaki sonuçlar elde edilir. Bu sonuçlara göre;

$$X_1 \cdot X_2 \geq 0 \text{ ise } Y' \text{ nin değeri pozitif,}$$

$$X_1 \cdot X_2 \leq 0 \text{ ise } Y' \text{ nin değeri negatiftir.}$$

Bu şekilde bağımlı değişkenin pozitif ve negatif olmak üzere iki seviyesi oluşur (Temel, 2004).

Ağaç modellerinde karar verme noktalarına düğüm denmektedir. Ağaç modelinde başlangıç düğümü, gözlem değerlerinin tümünü ihtiva eden ve en karmaşık düğüm olan Düğüm I'dir. Bu düğüme kök düğümü ya da aile düğümü de denir. Kök düğümü iki alt düğüme (çocuk düğümüne) bölünür. Çocuk düğümlerinde henüz karar verme gerçekleşmemiştir. Aile düğümünden her çocuk düğümüne bölünme gerçekleştiği için çocuk düğümü aile düğümüne göre daha homojendir. Daha sonra çocuk düğümleri ayırma kriterleri dikkate alınarak karar noktalarına yani terminal düğümlere ulaşılır. Terminal düğümlerde ele alınan özelliklerin sınıf üyelikleri tanımlanır. Terminal düğümler ağaçtaki en homojen düğümler olduğu için, daha sonra bölünme gerçekleşmez (Temel, 2004).

Ağaç modellerinde, başlangıç düğümünden başlayarak ikili tekrarlı ayırmalarla daha homojen alt gruplara ulaşıp karar noktalarında bağımlı değişkenin durumu tanımlanmaktadır. Bu şekilde regresyon ağaçlarındaki düğüm noktalarında yer alan gözlemler sahip oldukları bağımsız değişkenin değerlerine göre iki çocuk düğümünden uygun olana atanırlar. Düğüm I'deki gözlemler eğer sıfırdan küçük veya sıfıra eşit iseler Düğüm II'ye, sıfırdan büyük iseler Düğüm III'e atanırlar. Buna benzer şekilde Düğüm II'deki gözlemler bağımsız değişkenin aldığı değere göre Düğüm IV ve Düğüm V'e, Düğüm III'deki değerler ise Düğüm VI ve Düğüm VII'ye atanırlar (Temel, 2004).

Bu çalışmada, CHAID algoritması için ebeveyn ve çocuk düğümlerinde minimum tosun sayıları 8:4 olarak ayarlanmıştır. CHAID algoritmasının etkinliğini belirlemek amacıyla model değerlendirme kriterleri olarak belirleme katsayısı, düzeltilmiş belirleme katsayısı ve gerçek ve tahmin edilen BSCA değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayısı kullanılmıştır (Grzesiak ve Zaboriski, 2012).

Model değerlendirme kriterlerinin mümkün olduğunca yüksek olması, kullanılan CHAID algoritması ile özelleştirilen modelin daha iyi olması anlamına gelmektedir.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Çalışmada kullanılan 38 baş Siyah Alaca, 23 baş Esmer, 27 baş Simental ve 15 baş Melez erkek sığırlara ait çeşitli vücut ölçüleri (ciddago yüksekliği (CY), sırt yüksekliği (SIY), besi süresi (BS), sağrı yüksekliği (SAY), kuyruk sokumu yüksekliği (KSY), vücut uzunluğu (VU), arka sağrı genişliği (ASG), göğüs derinliği (GD), ve göğüs çevresi (GÇ)) ve canlı ağırlık değerlerine (besi sonu canlı ağırlık (BSCA)) ait tanıtıcı istatistikler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1'den de görülebileceği gibi her bir ırk için besi sonu canlı ağırlık değerleri sırasıyla 454.1, 455.9, 458.7 ve 429.2 kg olarak gerçekleşmiştir.

Yapılan varyans analizi neticesinde Siyah Alaca, Esmer, Simental ve melez erkek sığırlara ait BSCA, BS, VU, ASG, GD ve GÇ değerleri arasındaki farklar istatistik olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$). Irklar arasında CY bakımından % 5'e, SIY, SAY ve KSY için ise % 1'e göre önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Ekonomik öneme sahip BSCA özelliğini etkileyen değişkenleri belirlemek amacıyla CHAID algoritması ile oluşturulan regresyon ağacı diyagramı Şekil 1'de sunulmuştur. Regresyon ağacıma ait hesaplanan model kalite değerleri sırasıyla, % 87.82 R^2 , % 87.32 Düz. R^2 ve gerçek ve tahmin edilen BSCA değerleri arasındaki korelasyon 0.937 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, BSCA özelliğinde meydana gelen toplam varyasyonun yaklaşık % 90'ının GÇ, VU, BS ve KSY bağımsız değişkenleri tarafından açıklandığını ifade etmektedir. Oluşturulan regresyon ağacının en tepesinde bulunan ve kök düğüm olarak adlandırılan düğüm, analize dahil edilen

bütün hayvanların bulunduğu grubu temsil etmektedir. Regresyon ağacı diyagramı incelendiğinde, BSCA üzerinde birinci derecede etkili bağımsız değişkenin GÇ (Düz. $P=0.000$), ikinci derecede etkili bağımsız değişkenlerin VU (Düz. $P=0.026$) ve BS (Düz. $P=0.000$), üçüncü derecede etkili bağımsız değişkenin KSY (Düz. $P=0.004$) olduğu belirlenmiştir.

Üzerinde çalışma yapılan tüm sığırlar (Düğüm 0), GÇ değişkeni bakımından 5 alt gruba (Düğüm 1, Düğüm 2, Düğüm 3, Düğüm 4 ve Düğüm 5) ayrılmıştır. Düğüm 1; göğüs çevresi $GÇ \leq 164$ cm olan tosunların oluşturduğu alt grubu, Düğüm 2; göğüs çevresi $164 < GÇ \leq 175$ cm arasında olan tosunların oluşturduğu alt grubu, Düğüm 3; göğüs çevresi $175 < GÇ \leq 183$ cm arasında olan tosunların oluşturduğu alt grubu, Düğüm 4; göğüs çevresi $183 < GÇ \leq 190$ cm arasında olan tosunların oluşturduğu alt grubu ve Düğüm 5; göğüs çevresi $GÇ \geq 190$ cm tosunların oluşturduğu alt grubu temsil etmektedir (Şekil 1). Düğüm 1 (göğüs çevresi $GÇ \leq 164$ cm olan tosunların) BSCA ortalaması 317.556 ($S=24.099$) kg, Düğüm 2 (göğüs çevresi $164 < GÇ \leq 175$ cm arasında olan tosunların) BSCA ortalaması 395.682 ($S=31.077$) kg, Düğüm 3 (göğüs çevresi $175 < GÇ \leq 183$ cm arasında olan tosunların) BSCA ortalaması 443.966 ($S=33.014$) kg, Düğüm 4 (göğüs çevresi $183 < GÇ \leq 190$ cm arasında olan tosunların) BSCA ortalaması 487.435 ($S=37.113$) ve Düğüm 5 (göğüs çevresi $GÇ \geq 190$ cm tosunların) BSCA ortalaması BSCA 545.850 ($S=28.087$) olarak bulunmuştur (Şekil 1).

Oluşturulan alt gruplardan yeterince homojen yapıya sahip olan Düğüm 1, Düğüm 2 ve Düğüm 5'e terminal düğüm adı verilir. Düğüm 1'den Düğüm 5'e doğru gidildikçe yani GÇ arttıkça BSCA ortalama değeri 317.556 kg'dan 545.850 kg'a artmıştır.

Düğüm 3 (göğüs çevresi $175 < GÇ \leq 183$ cm arasında olan tosunların) BSCA, VU tarafından etkilenmiştir (Düz $P=0.026$). Düğüm 3 (göğüs çevresi $175 < GÇ \leq 183$ cm arasında olan tosunların oluşturduğu alt grup) VU bakımından iki yeni alt gruba (Düğüm 6 ve Düğüm 7) ayrılmıştır. Düğüm 6; göğüs çevresi $175 < GÇ \leq 183$ cm ve vücut uzunluğu $VU \leq 135$ cm olan tosunların oluşturduğu alt grubu, Düğüm 7; göğüs çevresi $175 < GÇ \leq 183$ cm ve vücut uzunluğu $VU > 135$ cm olan tosunların oluşturduğu alt grubu ifade etmektedir. Düğüm 6 ve Düğüm 7 için BSCA ortalamaları sırasıyla, 406.000 ($S=17.819$) kg ve 451.875 ($S=29.883$) kg olarak tahmin edilmiştir. Düğüm 7 (göğüs çevresi $175 < GÇ \leq 183$ cm ve vücut uzunluğu $VU > 135$ cm olan tosunlar) BSCA sadece KSY tarafından etkilendiği saptanmıştır (Düz. $P=0.004$).

Düğüm 7 (göğüs çevresi $175 < GÇ \leq 183$ cm, vücut uzunluğu $VU > 135$ cm olan tosunların oluşturduğu alt grup) KSY bakımından iki yeni alt gruba (Düğüm 10 ve Düğüm 11) ayrılmıştır. Düğüm 10; göğüs çevresi $175 < GÇ \leq 183$ cm, vücut uzunluğu $VU > 135$ cm ve kuyruk sokumu yüksekliği $KSY \leq 132$ cm olan tosunların oluşturduğu alt grubu, Düğüm 11; göğüs çevresi $175 < GÇ$

≤ 183 cm, vücut uzunluğu $VU > 135$ cm ve kuyruk sokumu yüksekliği $KSY > 132$ cm olan tosunların oluşturduğu alt grubu ifade etmektedir.

Tablo 1

Çeşitli vücut ölçüleri ve ırklara göre tanıtıcı istatistikler

Değişkenler	İrk	N	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Minimum	Maximum	CV
BSCA (Kg)	1	38	454.1±12.4	276	571	16.80
	2	23	455.9±17.6	285	588	18.47
	3	27	458.7±13.4	313	587	15.20
	4	15	429.2±12.5	335	521	11.29
BS (Gün)	1	38	4.763±0.122	4	6	15.77
	2	23	4.957±0.194	4	6	18.73
	3	27	4.815±0.142	4	6	15.28
	4	15	4.467±0.215	4	6	18.67
CY (cm)	1	38	129.11±1.11 ^a	111	144	5.29
	2	23	125.80±1.21 ^{ab}	110	134.5	4.61
	3	27	125.89±0.955 ^{ab}	119	135	3.94
	4	15	123.63±1.10 ^b	116	133	3.43
SIY (cm)	1	38	131.76±0.984 ^A	114.5	146	4.60
	2	23	128.96±1.19 ^{AB}	118	138	4.41
	3	27	128.11±1.03 ^{AB}	119	140	4.18
	4	15	125.37±1.27 ^B	117.5	134	3.91
SAY (cm)	1	38	134.84±1.06 ^A	116	149	4.83
	2	23	131.52±1.15 ^{AB}	118	143	4.19
	3	27	130.39±0.992 ^{AB}	123	141	3.95
	4	15	128.67±1.16 ^B	118	135	3.49
KSY (cm)	1	38	134.96±0.936 ^A	117	147	4.27
	2	23	131.37±0.934 ^{AB}	120	140	3.41
	3	27	130.09±0.774 ^B	124	141	3.09
	4	15	129±0.975 ^B	121	135	2.93
VU (cm)	1	38	143.24±1.34	124	160	5.79
	2	23	141.39±2.01	122	163	6.83
	3	27	141.70±1.31	128	155	4.80
	4	15	141.40±1.52	129	153	4.16
ASG (cm)	1	38	48.105±0.615	40	59	7.88
	2	23	49.04±1	38	58	9.81
	3	27	49.519±0.746	41	55	7.83
	4	15	48.8±0.947	44	57	7.52
GD (cm)	1	38	62.842±0.581	53	69	5.70
	2	23	61.96±1.07	50	71	8.31
	3	27	61.815±0.710	55	69	5.97
	4	15	61.933±0.808	56	67	5.05
GÇ (cm)	1	38	181.12±1.79	155	197	6.11
	2	23	180.22±2.85	154	203	7.58
	3	27	181.44±1.66	162	197	4.75
	4	15	179.27±2.02	164	191	4.37

^{a, b}: $P < 0.05$; ^{A, B}: $P < 0.01$

Düğüm 4 (göğüs çevresi $183 < GÇ \leq 190$ cm aralığında olan tosunların) BSCA özelliği üzerinde analize dahil edilen bağımsız değişkenlerden sadece BS etkili bulunmuştur (Düz. $P=0.000$). Düğüm 4; BS bakımından iki yeni alt gruba (Düğüm 8 ve Düğüm 9) ayrılmıştır. Düğüm 8; göğüs çevresi $183 < GÇ \leq 190$ cm ve besi süresi $BS \leq 4$ olan tosunların oluşturduğu alt grubu, Düğüm 9; göğüs çevresi $183 < GÇ \leq 190$ cm ve besi süresi $BS > 4$ olan tosunların oluşturduğu alt grubu ifade etmektedir. Düğüm 8 ve Düğüm 9 için BSCA ortalamaları

sırasıyla, 446.000 ($S=32.573$) kg ve 505.562 ($S=21.071$) kg olarak hesaplanmıştır. Göğüs çevresi $183 < GÇ \leq 190$ cm tosunların 4 aydan daha fazla sürede beside tutulması BSCA ortalama olarak arttırdığı söylenebilir.

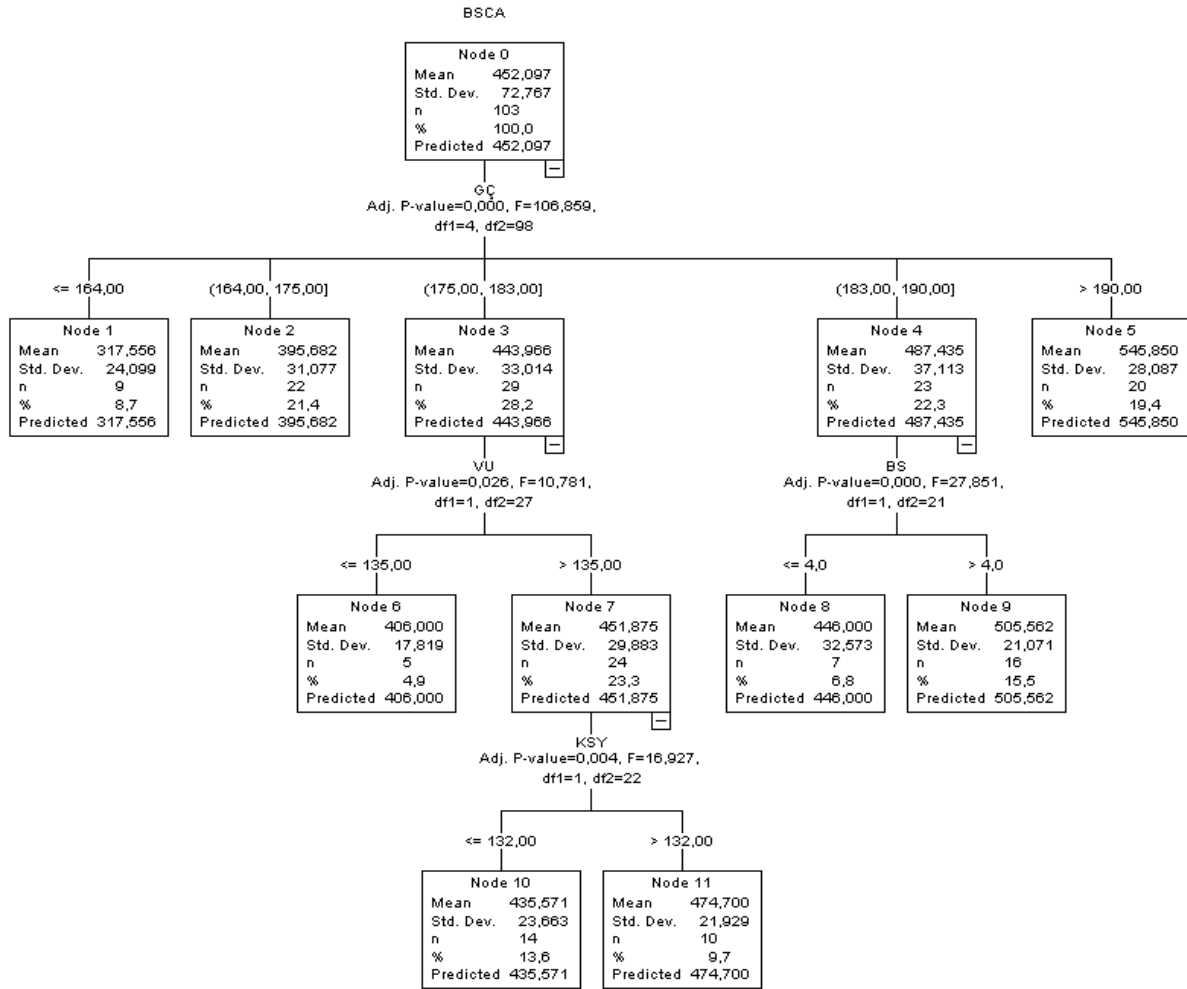
4. Sonuçlar ve Öneriler

Klasik sınıflama modellerine alternatif olarak ortaya çıkan regresyon ağacı, modelde yer alan değişkenler

üzerinde hiçbir varsayım gerektirmemesi nedeniyle, eldeki verilerin fazla sayıda ve kompleks bir yapıda olduğu durumlarda sınıflama analizlerinde kolaylıkla uygulanabilen güçlü bir tekniktir. Regresyon ağacı analiziyle oluşturulan diyagram incelendiğinde bağımlı değişkenleri hangi bağımsız değişkenlerin etkilediği kolaylıkla görülebilmektedir.

En ağır BSCA (545.850 kg); göğüs çevresi GÇ > 190 cm olan tosunların oluşturduğu alt gruptan elde edilmiştir. İkinci olarak en ağır BSCA (505.562 kg); 183 < GÇ ≤ 190 cm ve BS > 4 ay olan tosunların oluşturduğu alt gruptan elde edilmiştir.

Sonuç olarak, farklı vücut ölçülerinden besi sonucu canlı ağırlığı tahmin etmek amacıyla CHAID algoritmasının kullanılması tavsiye edilebilir.



Şekil 1

Regresyon ağacı diyagramı

5. Teşekkür

Bu çalışma Rifat Akşahan'ın Yüksek Lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

6. Kaynaklar

Avcı MA, Altay NO (2014). Finansal Krizlerin Öngörüşünde Regresyon Ağaçları Modeli:

Gelişmekte Olan Ülkelere Yönelik Bir Analizi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 12: 191-212.

Bakır G, Keskin S, Mirtagioğlu H (2009). Evaluating the relationship between mature age milk yield and several traits using CHAID analysis in Brown Swiss Cows. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8 (3): 587-589.

Bakır G, Keskin S, Mirtagioğlu H (2010). Determination of the Effective Factors for 305 Days

- Milk Yield by Regression Tree (RT) Method, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9 (1): 55-59.
- Breiman L, Friedman JH, Olshen RA, Stone CJ (1984). Classification and Regression Trees, New York, Chapman and Hall.
- Çak B, Keskin S, Yılmaz O (2013). Regression Tree Analysis for Determining of Affecting Factors to Lactation Milk Yield in Brown Swiss Cattle, *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8 (4): 677-682.
- Doğan İ (2003). Holştayn Irkı İneklerde Süt Verimine Etki Eden Faktörlerin CHAID Analizi İle İncelenmesi. *Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Dergi*, 50: 65-70.
- Efe E, Bek Y, Şahin M (2000). SPSS'te Çözümleri ile İstatistik Yöntemler II. Kahramanmaraş: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü, Yayın No:10.
- Emel GG, Taşkın Ç (2005). Veri Madenciliğinde Karar Ağaçları ve Bir Satış Analizi Uygulaması. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6 (2): 221-239.
- Eyduran E, Karakus K, Keskin S, Cengiz F (2008). Determination of Factors Influencing Birth Weight Using Regression Tree (RT) Method. *Journal of Applied Animal Research*, 34: 109-112.
- Eyduran E, Yılmaz I, Kaygisiz A, Aktaş ZM (2013a). An Investigation on Relationship Between Lactation Milk Yield, Somatic Cell Count and Udder Traits in First Lactation Turkish Saanen Goat Using Different Statistical Techniques. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 23(4): 956-963.
- Eyduran E, Yılmaz I, Kaygisiz A, Tariq MM., (2013b). Estimation of 305-D Milk Yield Using Regression Tree Method in Brown Swiss Cattle. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 23(3): 731-735.
- Grzesiak W, Zaborski D (2012). Example of the Use of Data Mining Methods in Animal Breeding. ISBN: 978-953-51-0720-0.
- Kayri M, Boysan M (2008). Bilişsel Yatkınlık İle Depresyon Düzeyleri İlişkisinin Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı ile İncelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergi*, 34: 168-177.
- Keskin S, Kor A, Karaca S (2007). Use of Factor Analysis Scores in Multiple Linear Regression Model for Determining Relationships Between Milk Yield and Some Udder Traits in Goats. *Journal of Applied Animal Research*, 31: 185-188.
- Kıran ZB (2010). Lojistik Regresyon ve Cart Analizi Teknikleriyle Sosyal Güvenlik Kurumu İlaç Provizyon Sistemi Verileri Üzerinde Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Bölümü*, Ankara.
- Kurt I, Ture M, Kurum AT (2008). Comparing Performances of Logistic Regression, Classification and Regression Tree, and Neural Networks for Predicting Coronary Artery Disease. *Expert Systems with Applications*, 34: 366-374.
- Küçüköğlü O (2010). Veri madenciliği yöntemlerinin hayvancılıkta kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Çanakkale.
- Mendeş M, Akkartal E (2009). Regression Tree Model in Predicting Slaughter Weight of Broiler, *Italian Journal of Animal Science*, 8: 615-624.
- Mohammad MT, Rafeeq M, Bajwa, MA, Abbas F, Waheed A, Bukhari FA, Akhtar P (2012). Prediction of Body Weight from Body Measurements Using Regression tree (RT) Method for Indigenous Sheep Breeds in Balochistan, Pakistan. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 22 (1): 20-24.
- Morgan JN, Sonquist JA (1963). Problems in the Analysis of Survey Data, and a Proposal. *Journal of The American Statistical Association* 58; 415-434.
- Nefeslioglu HA, Sezer E, Gokceoglu C, Bozkir AS, Duman TY (2010). Assessment of Landslide Susceptibility by Decision Trees in the Metropolitan Area of Istanbul, Turkey. *Mathematical Problems in Engineering*, doi:10.1155/2010/901095.
- Oğuzlar A (2004). CART Analizi ile Hane halkı İşgücü Anketi Sonuçlarının Özetlenmesi, *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 18 (3-4): 79-90.
- Oruçoğlu O (2011). Holstein Irkı İneklerin 305 Günlük Süt Verimini Etkileyen Çevre Faktörlerinin Regresyon Ağacı ile Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta.
- Özkan K (2012). Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı Tekniği (SRAT) ile Ekolojik Verinin Modellenmesi, *SDÜ Orman Fak. Dergisi*, 13: 1-4.
- Safavian SR, Landgrebe D (1991). A Survey of Decision Tree Classifier Methodology, *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics*, 21: 660-674.
- Sümbüloğlu K, Akdağ B (2007). Regresyon Yöntemleri ve Korelasyon Analizi, *Hatiboğlu Yayınevi*. Ankara.
- Temel ÖG (2004). Sınıflama ve Regresyon Ağaçları, Yüksek Lisans Tezi, *Mersin Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Mersin.
- Topal M, Aksakal V, Bayram B, Yaganoglu M (2010). An Analysis of the Factor Affecting Birth Weight and Actual Milk Yield in Swedish Red Cattle Using Regression Tree analysis. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 20: 63-69.
- Yılmaz I, Eyduran E, Kaygisiz A (2013). Determination of Non-Genetic Factors Influencing Birth Weight Using Regression Tree Method in Brown-Swiss Cattle Canadian. *Journal of Applied Science*, 1 (3): 382-387.



Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi

Konya ve Çevresinde Tüketime Sunulan Balıklarda Cıva ve Kadmiyum Düzeyi

Rabia Serpil Günhan^{1*}, Suzan Yalçın²

¹Selçuk Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Gıda Teknolojisi Bölümü, Konya

²Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi ABD, Konya

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Geliş tarihi 04 Mart 2015

Kabul tarihi 13 Mayıs 2015

Anahtar Kelimeler:

Balık

Cıva

Kadmiyum

ÖZET

Bu çalışmada, Konya ve çevresinde tüketime sunulan balıklarda cıva ve kadmiyum metallerinin düzeyleri belirlenerek, elde edilen bulgulara göre, durum insan sağlığı açısından değerlendirildi. Satış noktalarından 3 farklı tür balık; istavrit (*Trachurus trachurus*), uskumru (*Scomber scombrus*), sardalye (*Sardina pilchardus*) olmak üzere her türden 21 adet olup toplam 63 adet numune temin edildi. Balıkların boy ve ağırlıkları ölçüldü. Numunelerin yenilebilir kısmında metal düzeyi Perkin Elmer Optima DV 2000 model ICP-OES cihazıyla belirlendi. Araştırmada numunelerin ortalama, en düşük ve en yüksek cıva ve kadmiyum düzeyleri sırasıyla, İstavritte; cıva 98.11, 83.45, 122.20 ppb, kadmiyum 0.041, 0.017, 0.087 ppm, sardalyede; cıva 99.76, 82.34, 118.12 ppb, kadmiyum 0.094, 0.065, 0.129 ppm ve uskumruda ise cıva 106.60, 85.26, 138.20 ppb, kadmiyum 0.062, 0.042, 0.091 ppm tespit edildi. Balıkların bazı türlerinde boy ve ağırlıkları ile metal seviyeleri arasında ilişki bulundu. Uskumruda boy ve ağırlık arttıkça cıva birikimi önemli düzeyde artışı gözlemlendi. Sardalyede boy arttıkça cıva düzeyinde önemli seviyede artış görüldü. Araştırma sonucunda Konya ve çevresinde tüketime sunulan istavrit, sardalye ve uskumru balıklarındaki cıva ve kadmiyum değerlerinin halk sağlığı açısından herhangi bir sakınca yaratmayacak düzeylerde olduğu kanısına varılmıştır.

Mercury and Cadmium Levels of Fish Consumed in Konya and Its Around

ARTICLE INFO

Article history:

Received 04 March 2015

Accepted 13 May 2015

Keywords:

Fish

Mercury

Cadmium

ABSTRACT

In this study, cadmium and mercury levels of fish consumed in Konya were determined and the results were evaluated for human health. In this experiment, three different fish; *Trachurus trachurus*, *Scomber scombrus* and *Sardina pilchardus* were obtained from markets, totally 63 samples, 21 samples of each species were used. The length and weight of the samples were measured. The metal level in the edible muscle parts of the samples was measured by Perkin Elmer Optima DV 2000 model ICP-OES. The mean, minimum and maximum concentrations of mercury and cadmium in examined fish species were found as mercury 98.11, 83.45, 122.20 ng/g, cadmium 0.041, 0.017, 0.087 µg/g in *Trachurus trachurus*; mercury 99.76, 82.34, 118.12 ng/g, cadmium 0.094, 0.065, 0.129 µg/g in *Sardina pilchardus*; mercury 106.60, 85.26, 138.20 ng/g, cadmium 0.062, 0.042, 0.091 µg/g in *Scomber scombrus*, respectively. The positive correlation was found between the length – weight and the metal levels in some species. The length and weight of *Scomber scombrus* were positively correlated with mercury bioaccumulation. Mercury level increased with increasing the length of *Sardina pilchardus*. It is concluded that mercury and cadmium levels of fish consumed in Konya were not harmful for human health.

* Sorumlu yazar email: rsgunhan@selcuk.edu.tr

1. Giriş

Üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizde su ürünleri yeri doldurulamayacak bir besin kaynağıdır. Sanayileşmenin hızlı gelişimine paralel olarak ortaya çıkan artık maddelerin hiçbir arıtma işlemi uygulanmaksızın deniz, akarsu ve göllere boşaltılması, maden ve metal işletmelerinin gerek sayı gerekse kapasite olarak artması, kimyasal tarım uygulamalarının yaygınlaşması, nüfus artışına paralel olarak evsel atık deşarjlarındaki artış, ağır metallerin karasal ve sucul ortamlara katılmı artırılmaktadır (Tunçoku ve ark., 1998, Sağlamtimur ve ark., 2004). Çevredeki metallerin varlığı kısmen doğal olaylara volkanik hareket ve erozyon gibi, fakat çoğunlukla endüstriyel atıkların sonucudur. Ağır metallerin başlıca kaynakları maden ocakları, maden ve kâğıt endüstrisinin atıkları, gübreler, fosil yakıtlar, pestisitler ve çeşitli kimyasallardır (Mansour ve Sidky, 2002, Kalay ve ark., 2004). Deniz eko sistemlerine ulaşan ve çeşitli formlarda bulunan metaller, deniz canlıları tarafından farklı yollarla bünyelerine alınmaktadır (Merlini, 1988). Çeşitli metallerin farklı konsantrasyonlarının organizmalar üzerine olan toksik etkileri ve birikimleri, söz konusu metallere ve organizmaya bağlı olarak değişim göstermektedir (Yanık ve Atamanalp, 2001).

Aquatik gıda zincirinin en önemlisi balıklardır ve sudan bazı metalleri yüksek oranda konsantre edebilmektedir (Al-Saleh ve Shinwai, 2002; Mansour ve Sidky, 2002). Balıklar yüksek protein, düşük doymuş yağ ve yeterli omega yağ asitleri içermesinden dolayı sağlıklı yaşam için önemli bir gıdadır (Kumar ve ark., 2011). Balık ağırlıklı beslenmenin insanlarda kalp-damar rahatsızlıkları ve hipertansiyona, çarpıntıya, kalp ritmi bozukluğuna, şeker hastalığına, eklem romatizmasına, sinir ve bağışıklık sistemine, beyin fonksiyonlarına, depresyona ve kansere karşı önemli etkileri olduğu belirtilmiştir. Balık tüketimi belirli mineraller, vitaminler ve yüksek biyolojik değerli proteinleri sağladığı için önemlidir (Kaya ve ark., 2004).

Balıkların doku ve organlarındaki ağır metal birikimi, türe, metale, metalin ortam derişimine, etkide kalma süresine, yaşa, ortamın sıcaklığı, tuz oranı, pH ve mevsimsel değişikliklere göre değişmektedir (Sidky, 2002; Khansari ve ark., 2004; Ashraf ve ark.; 2012; Copat ve ark., 2012; Mhandbi ve ark., 2012).

Ağır metallerin toksisitesi bakımından insanların taşıdığı risk, ekonomik değeri yüksek olan ve en fazla tüketilen sucul canlı türlerinin içerdiği metal derişimleri ölçülerek belirlenmeye çalışılmaktadır (Mansour ve Sidky, 2002). Toksik elementler uzun bir dönem alınacak olursa çok düşük konsantrasyonları bile zararlı olabilmektedir (Çelik ve Oehlschlager, 2005). Cıva, kurşun ve kadmiyum en tehlikeli metaller olarak düşünülmektedir (Perez Cid ve ark., 2001).

Birçok besinde cıva tespit edilemeyecek kadar düşük düzeyde bulunur. Buna karşılık balık ve balık ürünlerinde fazla miktarda bulunmaktadır (WHO, 1976). Ba-

lıklar cıvayı dokularında biriktirirler. Cıva kontaminasyonunun primer kaynağı balık yemektir (Khansari ve ark., 2004).

Suya karşı cıva, bakteriler ve organizmalar tarafından metilcıvaya çevrilir. Planktonlar, onları yiyen küçük balıklar ve midyeler ve küçük balıklarla beslenen büyük balıklar ve deniz memelileri ile besin zincirine karışır (Güven ve ark., 2004). Yaz mevsiminde su sıcaklığındaki yükselme cıvanın sudaki çözünürlüğünü arttırmakta ve balıklardaki cıva konsantrasyonunun artmasına etkili olmaktadır (Gül ve ark., 2004).

Besinlerde bulunan metilcıvanın tamamına yakını kana geçmektedir (WHO, 1976). Sinir sisteminin cıva bileşiklerine karşı çok yüksek hassasiyeti vardır. Bunun yanında vücuda alınan cıvanın beyin ve böbrekler üzerinde de ağır tahribatlar yarattığı yapılan çalışmalar ile tespit edilmiştir. Cıva, tekrarlayan düşüklere, çocuklarda sinir sistemi gelişim bozukluklarına, ölü doğumlara neden olmaktadır (Satiroğlu ve Kabukçu, 2005).

Kadmiyum, beyaz, yumuşak ve gümüş parlaklığında bir metaldir. Kadmiyum toksikolojik yönden kurşun ve cıva ile yakından ilişkilidir. Kadmiyum metalinin çeşitli endüstri dalları ve günlük yaşamda giderek artan boyutlarda kullanımı, insan ve evcil hayvanların çevresindeki kadmiyum kirliliklerinin de artmasına neden olmaktadır (Leita ve ark., 1991; WHO, 1992).

Kadmiyum konsantrasyonu balıklarda 0,005 mg/kg'dan yüksek, kabuklu deniz hayvanlarında ise 1 mg/kg olarak saptanmıştır (Sherlock, 1984).

Kadmiyum fazla olduğu zaman, çinkoya bağlı enzimleri, demir emilimini inhibisyona uğratmaktadır (Şanlı, 1995). İlerleyen osteomalasi durumuna bağlı olarak gelişen itai-itai sendromu, kadmiyumun fosfor, kalsiyum ve hatta D vitamini metabolizmasını inhibe etmesinden kaynaklanmaktadır (Kimura, 1988; Who, 1992a).

Türk Gıda Kodeksine göre balıklarda kabul edilebilir maksimum kadmiyum düzeyi 0,05 mg/kg, cıva düzeyi ise 0,5 mg/kg olarak belirtilmiştir (Anonim, 2008).

Bu çalışmada, Konya ve çevresinde tüketime sunulan istavrit (*Trachurus trachurus*), uskumru (*Scomber scombrus*) ve sardalye (*Sardina pilchardus*) balıklarda cıva ve kadmiyum metallerinin düzeyleri belirlenerek, elde edilen bulgulara göre, durum insan sağlığı açısından değerlendirildi.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmada materyal olarak, 2005 yılı Eylül ayında Konya'da tüketime sunulan farklı satış noktalarından temin edilen ve Marmara Denizi'nden getirildiği belirtilen uskumru (*Scomber scombrus*), istavrit (*Trachurus trachurus*) ve sardalye (*Sardina pilchardus*) olmak üzere 3 tür balık kullanıldı. Her bir tür balıktan 21 adet olmak üzere toplam 63 adet balık örneği bekletilmeden laboratuvara getirildi. Analiz edilene kadar derin dondurucuda

(-18°C) saklandı. Sucul canlılarda büyüklük metal birikim düzeyini etkileyen bir faktör olduğundan numunelerin boy ve ağırlıkları ölçüldü. Balıklarda vücut kitle indeksi hesaplandı [vücut ağırlığı(kg)/boy(m²)]. Balık kas dokusunda cıva ve kadmiyum düzey analizleri yapıldı.

2.1. Numunelerin analize hazırlanması

Analiz yapılacak örneklerin pul ve derisi ayrıldı, iç organları çıkarıldı, kılçıkları temizlendi ve et kısmı homojenizatörde (Mayo Homogenius HG 400, Brazil) homojenize edildi. Kullanılacak gereçlerin tümü dikkatlice temizlendi, nitrikasit 1:10'luk çözeltisinde metal kontaminasyonunu önlemek için tutuldu.

Homojen hale getirilen kas dokuları kurutma dolabında kurutuldu (70°C'de 24 saat). NMKL No 161 metoduna göre hassas terazide tartılan ağırlığı 0.5 g kuru örnek yaş yakma yöntemine göre yakma kabına konuldu. Üzerine 5 ml HNO₃ ve 2 ml H₂O₂ eklenecek, Milestone ETHOS E markalı mikrodalganın uygun programında çözünürleştirme işleminde (2 dak. 250W; 2 dak. 0W; 6 dak. 250W; 5 dak. 400W; 8 dak. 550W; bekleme 8 dak) çözüldü. Yakma işini hızlandırdığı ve proses sırasında olabilecek kontaminasyonu en aza indirdiği için mikrodalga tercih edilmektedir (Usero ve ark 2003). Yakma işleminden sonra yanan örnekler saf su ile 25 ml ye tamamlandı.

2.2. Kadmiyum ve Cıva tayini

Hazırlanan örneklerin kadmiyum düzeyi Perkin Elmer Optima DV 2000 model ICP – OES cihazında belirlendi. Cihazın kullanım şartları, plazma: 17L/dak; aux: 0,21/dak; neb:0,55L/dak; güç:1400W.

Balık örneklerindeki cıva kalıntıları Perkin Elmer LTD'nin önerdiği metoda göre akış enjeksiyonlu cıva hidrür analizi yapılarak ICP optik emisyon spektrometresinde ölçüldü.

Hidrür tekniğinde asitli numune çözeltisi sodyum borahidrür gibi indirgen bir ajanla reaksiyona girdi. Sodyum Borahidrür / asit indirgenmesi uçucu hidritleri oluşturdu. Bu hidritler Argon taşıyıcı gazı ile torch ünitesine taşındı. Burada hidritler gaz fazındaki metal atomlarına dönüştü. Meydana gelen emisyon dedektörde ölçüldü.

2.3. İstatistik analizler

Gruplarda istatistik analizler SPSS 10.0 (SPSS Inc., Chicago, Ill, USA) paket programı kullanılarak yapıldı. Parametreler normal dağılıma uygunluk testi ile incelendi (Kolmogorov-Smirnov testi). Parametrelerin ortalama değerleri, standart hataları, en az ve en çok değerleri belirlendi. Cıva ve kadmiyum düzeyleri için balık tipleri açısından farklılığın belirlenmesinde one way ANOVA testi kullanıldı ve fark saptandığında durumda farkın hangi gruptan kaynaklandığı Duncan testi ile incelendi. Balık gruplarının ağırlıkları, boyları, kitle indeksleriyle cıva ve kadmiyum düzeyleri arasındaki ilişki Pearson-Korelasyon testi ile incelendi (Dawson ve Trapp, 2001).

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Konya ilinde üç farklı satış noktasından temin edilen 21'er adet istavrit (*Trachurus trachurus*), uskumru (*Scomber scombrus*), sardalye (*Sardina pilchardus*) balık örneklerinde cıva ve kadmiyum düzeyleri belirlendi. Balıkların boy ve ağırlık ortalamaları Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmektedir.

Balıklarda cıva düzeyleri ortalama, minimum, maksimum değerleri Tablo 3, kadmiyum düzeyleri ise Tablo 4'de verilmektedir. Buna göre cıva ve kadmiyum düzeyi sırasıyla İstavritte 98.11±10.22 ppb, 0.041±0.02 ppm, Sardalyede 99.76±8.87 ppb, 0.094± 0.018 ppm ve Uskumruda ise 106.6±14.9 ppb, 0.062±0.015 ppm olarak ölçülmüştür.

Uskumru örneklerinde cıva düzeyleri istavrit örneklerinden daha fazla (p<0.05) bulunmuştur. Sardalyenin kadmiyum düzeyi istavrit ve uskumruya göre daha yüksek (p<0.001) belirlenmiştir. En düşük kadmiyum düzeyinin istavrit örneklerinde olduğu Tablo 4'de gözlenmektedir.

Balıkların cıva ve kadmiyum düzeyleri ile kilo ve ağırlıkları arasındaki korelasyonlar Tablo 5'de verilmektedir. Balık örneklerinde cıva ve kadmiyum arasında önemli bir ilişki gözlenmemiştir. İstavritte cıva ve kadmiyum düzeyleri ile boy ve ağırlıkları arasında bir ilişki bulunmamıştır. Sardalyede boy arttıkça cıva düzeyinde önemli düzeyde (p<0.05) artış gözlenmiştir. Ağırlık arttıkça cıva düzeyinde de artış olmakla birlikte bu artış istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Sardalyede kadmiyum düzeyleri ile boy ve ağırlıkları arasında bir ilişki bulunmamıştır. Uskumruda boy ve ağırlık arttıkça cıva birikimi önemli düzeyde (p<0.05) artmıştır. Uskumruda boy ve ağırlığın kadmiyum ile ilişkisi bulunmamıştır.

Balık örneklerinde vücut kitle indeksi ve ağırlık/boy oranı ile cıva, kadmiyum düzeyleri arasındaki korelasyon Tablo 6'da gösterilmiştir. Buna göre kadmiyum düzeylerinin vücut kitle indeksi ve 'ağırlık/boy' oranı ile ilişkisi yoktur. İstavrit ve sardalyede cıva düzeylerinin vücut kitle indeksi ve 'ağırlık/boy' oranı ile ilişkisi yoktur. Uskumruda vücut kitle indeksi ve 'ağırlık/boy' oranı arttıkça cıva birikimi artmaktadır.

Doğal sularda bulunan metal kirlilikler aynı ortamda yaşayan canlılara yansyarak besin zinciri boyunca birikebildiği sürece doğal denge ve insan sağlığı yönünden tehlikeli olmaktadır. Ticari ve yenilebilir su ürünleri insan sağlığına tehlikesini kontrol etmek için araştırılmaktadır (Begum ve ark 2005, Tunçoku ve ark 1998).

Araştırmada, Konya ve çevresinde satılan balık numunelerinde yapılan analizler sonucunda minimum-kadmiyum cıva ve kadmiyum değerleri sırasıyla istavrit türünde; cıva 83.45-122.20 ppb, kadmiyum 0.017-0.087 ppm, sardalyede; 82.34-118.12 ppb, 0.065-0.129 ppm, uskumruda 85.26-138.20 ppb, 0.042-0.091 ppm olarak bulundu.

Elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonuçları tür farklılığın örneklerin kas dokusundaki Cd içeriği üzerine önemli ($p < 0.001$) etkisi olduğunu göstermiştir. Tür farklılığının cıva içeriği üzerine etkisinde ise

uskumru ve istavrite ait ortalamalar arasındaki farklılık önemli ($p < 0.05$) bulunurken, istavrit ve sardalye ortalamaları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli ($p > 0.05$) bulunmamıştır.

Tablo 1

Balıklarda Boy Ortalamaları (mm)

Balık	Ortalama \pm Std sapma	Minimum	Maksimum
İstavrit	155.81 \pm 14.74	130.00	185.00
Sardalye	181.81 \pm 25.72	143.00	225.00
Uskumru	233.19 \pm 20.88	202.00	265.00

n = 21

Tablo 2

Balıklarda Ağırlık Ortalamaları (gr)

Balık	Ortalama \pm Std sapma	Minimum	Maksimum
İstavrit	33.35 \pm 10.00	18.81	53.51
Sardalye	57.59 \pm 25.91	20.92	113.91
Uskumru	120.35 \pm 34.52	70.40	176.19

n = 21

Tablo 3

Balıklarda Cıva Düzeyleri (ppb)*

Balık	Ortalama \pm Std sapma	Minimum	Maksimum
İstavrit	98.11b \pm 10.22	83.45	122.20
Sardalye	99.76ab \pm 8.87	82.34	118.12
Uskumru	106.60a \pm 14.90	85.26	138.20

*F=3.15, $p < 0.05$; n= 2b

Tablo 4

Balıklarda Kadmiyum Düzeyleri (ppm)*

Balık	Ortalama \pm Std sapma	Minimum	Maksimum
İstavrit	0.041c \pm 0.020	0.017	0.087
Sardalye	0.094a \pm 0.018	0.065	0.129
Uskumru	0.062b \pm 0.015	0.042	0.091

*F=46.08, $p < 0.001$; n= 21

Tablo 5

Balıkların İçerdiği Cıva ve Kadmiyum Düzeyleri ile Genel Özellikleri Arasındaki İlişki, Korelasyon Katsayıları (önemlilik, p)

Balık	Cıva x Kadmiyum	Cıva x Boy	Cıva x Ağırlık	Kadmiyum x Boy	Kadmiyum x Ağırlık
İstavrit	-0.104 (0.652)	-0.283 (0.215)	-0.233 (0.309)	0.090 (0.697)	0.284 (0.213)
Sardalye	-0.079 (0.733)	0.473* (0.030)	0.393 (0.078)	0.193 (0.402)	0.228 (0.320)
Uskumru	0.133 (0.566)	0.439* (0.046)	0.456* (0.038)	0.123 (0.594)	-0.011 (0.961)

Tablo 6

Balıklarda Vücut Kitle İndeksi ve Ağırlık/boy Oranı ile Cıva ve Kadmiyum Düzeyleri Arasındaki İlişki, Korelasyon Katsayıları (önemlilik, p)

Balık	Cıva x VKI	Kadmiyum x VKI	Cıva x (Ağırlık/Boy)	Kadmiyum x (Ağırlık/Boy)
İstavrit	-0.117 (0.613)	0.399 (0.073)	-0.204 (0.376)	0.309 (0.173)
Sardalye	0.428 (0.053)	0.170 (0.462)	0.420 (0.058)	0.203 (0.377)
Uskumru	0.436* (0.048)	-0.162 (0.483)	0.464* (0.034)	-0.066 (0.778)

Korelas VKI (kg/m²) = Vücut ağırlığı (kg) / Boy (m²) = vücut kitle indeksi

Yazkan ve ark (2002) balık örneklerinin kas dokusunda Cd miktarı 0.01 ppm ile 0.13 ppm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Mora ve ark (2004) balıklardaki cıva düzeyini 0.50-2.35 µg g⁻¹ kuru ağırlık olarak ölçmüşlerdir. Cıvanın balığın yaş ve ölçüleri ile bağlantılı olduğunu, en fazla ağırlığı olan balığın kas dokusundaki cıva içeriği de en fazla çıktığını belirtmişlerdir. Çelik (1995) çalışmasında da cıva düzeyi ile boy ve ağırlık arasında anlamlı korelasyon bulmuştur. Alonso ve ark (2000) ise balığın kas dokusundaki cıva içeriği ile boy ve ağırlığı arasında korelasyon olmadığını belirtmişlerdir. Gerekçe olarak da numunelerin ölçülerinin küçüklüğü veya uzunluk dağılımının homojen oluşuna bağlamışlardır. Ceylan ve Sonal (1986-87) istavrit balığında cıva düzeyini ortalama 0.310 ppm bulmuşlardır. Bu değer araştırmamızdaki değerden oldukça yüksektir.

Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı taze ve işlenmiş balıklarda kadmiyum için kabul edilebilir düzeyi 0.1 µg/g olarak kabul etmiştir (Kalay ve ark., 2004). Avrupa Besin Standartlar Birliği, Avusturalya ve Yeni Zelanda Besin Otoritesi gibi kuruluşlar balık kas dokusu için gram yaş ağırlık başına kadmiyumun sınır değerini 0.2 µg/g olarak bildirmiştir (Mormode ve Davies, 2001). Kalay ve ark (2004) kuru ağırlık üzerinden belirlenen değer, yaş ağırlık değerinin yaklaşık 4 katı olduğunu belirtmişlerdir.

Elde edilen sonuçlar incelenen türlerde kadmiyum ve cıva düzeyinin Türk Gıda Kodeksinde belirlenen limitlere göre tehlikeli olmadığını göstermiştir. Türk Gıda Kodeksi (2002)'ne göre taze ve soğutulmuş balıklarda kabul edilebilir maksimum değer cıva için 0.5 ppm, kadmiyum için 0.05 ppm'dır. Fakat türlere göre spesifik kabul edilen değerler mevcuttur. Nitekim Gıda kodeksimizde istavrit ve sardalye türleri için etlerinde kabul edilebilir kadmiyum değerleri 0.1 ppm olarak uygulanmaktadır. Uskumru türü içinde kabul edilebilir cıva değeri 1.0 ppm olarak belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda Konya ve çevresinde tüketime sunulan istavrit (*Trachurus trachurus*), uskumru (*Scomber scombrus*) ve sardalye (*Sardina pilchardus*) balıklarındaki cıva ve kadmiyum değerlerinin halk sağlığı açısından herhangi bir sakınca yaratmayacak düzeylerde olduğu kanısına varılmıştır. Ancak bu tür çalışmaların ülke genelinde belli aralıklarla, düzgün biçimde sürdürülmesi ve gerekli önlemlerin alınması kaçınılmazdır

4. Teşekkür

Bu çalışma Rabia Serpil Günhan'ın Yüksek Lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

5. Kaynaklar

- Anonim (2008). Gıda maddelerinde belirli bulaşanların maksimum seviyelerinin belirlenmesi hakkında tebliğ. Türk Gıda Kodeksi No.2008/26. 2008.
- Alonso D, Pineda P, Olivero J, Gonzalez H, Campos N (2000). Mercury levels in muscle of two fish species and sediments from the Cartagena Bay and Cienaga Grande de Santa Marta, Colombia. *Environmental Pollution* 109, 157-163.
- Al-Saleh I, Shinwari N (2002). Preliminary report on the levels of elements in four fish species from the Arabian Gulf of Saudi Arabia. *Chemosphere* 48, 749-755.
- Ashraf MA, Maah MJ, Yusoff I (2012). Bioaccumulation of heavy metals in fish species collected from former tin mining catchment. *International Journal of Environmental Research*. 6(1), 209-218.
- Begum A, Amin MdN, Kaneco S, Ohta K (2005). Selected elemental composition of the muscle tissue of three species of fish, *Tilapia nilotica*, *Cirrhina mrigala* and *Clarius batrachus*, from the fresh water Dhanmondi Lake in Bangladesh. *Food Chemistry* 93, 439-443.
- Ceylan S, Sonal S (1986-87). Marmara denizinde avlanan bazı balık türlerindeki cıva kalıntı düzeyleri, *Uludağ Ü Veteriner Fakülte Dergisi* 5-6(1-2-3), 237-242.
- Copat C, Bella F, Castaing M, Fallico R, Sciacca S, Ferrante M (2012). Heavy metals concentrations in fish from Sicily (Mediterranean Sea) and evaluation of possible health risks to consumers. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 88, 78-83.
- Çelik U, Oehlenschläger J (2007). High contents of cadmium, lead, zinc and copper in popular fishery products sold in Turkish supermarkets. *Food Control* 18: 258-261.

- Dawson B, Trapp RG (2001). Basic and Clinical Biostatistics. 3rd ed. Lange Medical Books/McGraw-Hill Medical Publishing Division, New York.
- Gül A, Yılmaz M, Selvi M (2004). The study of the toxic effects of mercury-II-chloride, *G Ü Fen Bilimleri Dergisi* 17(4), 53-58.
- Güven A, Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Timur S (2004). Metallerin çevresel etkileri- III, *Metaller Dergisi* 17 (138), 64-71.
- Kalay M, Koyuncu CE, Dönmez AE (2004). Mersin Körfezi'nden yakalanan *Sparus aurata* (L. 1758) ve *Mullus barbatus* (L. 1758)'un kas ve karaciğer dokularındaki kadmiyum düzeylerinin karşılaştırılması. *Ekoloji Dergisi* 13(52), 23-27.
- Kaya Y, Duyar HA, Erdem ME (2004). Balık yağ asitlerinin insan sağlığı için önemi. *E Ü Su Ürünleri Dergisi* 21: 365-370.
- Khansari FE, Ghazi-Khansari M, Abdollahi M (2005). Heavy metals content of canned tuna fish. *Food Chemistry* 93: 293-296.
- Kimura I (1988). Aquatic pollution problems in Japon. *Aquatic Toxicology* 11, 287-301.
- Kumar B, Mukherjee DP, Kumar S, Mishra M, Prakash D, Singh SK, Sharma CS (2011). Bioaccumulation of heavy metals in muscle tissue of fishes from selected aquaculture ponds in east Kolkata wetlands. *Annals of Biological Research* 2(5): 125-134.
- Leita L, Enne G, De Nobili M, Baldini M, Sequi P (1991). Heavy metal bioaccumulation in lamb and sheep bred in smelting and mining areas of s.w. Sardinia (Italy9). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 46: 887-893.
- Mansour S A, Sidky M M (2002.). Exotoxicological Studies. 3. Heavy metals contaminating water and fish from Fayoum Governorate, Egypt. *Food Chemistry* 78: 15-22.
- Merlini M (1988). Some considerations on heavy metals in the marine. *Hyd & Bios. Thallassia Jugoslavica* 16: 367-376.
- Mhadhbi L, Palaca A, Gharred T, Boumaiza M (2012). Bioaccumulation of metals in tissues of *Solea Vulgaris* from the outer coast and Ria de Vigo, NE Atlantic (Spain). *International Journal of Environmental Research*. 6(1): 19-24.
- Mora S, Fowler S W, Wyse E, Azemard S (2004). Distribution of heavy metals in marine bivalves, fish and coastal sediments in the gulf and gulf of Oman. *Marine Pollution Bulletin* 49: 410-424.
- Mormede S, Davies I M (2001). Trace elements in deep-water fish species from the rockall trough. *Fisheries Research* 51: 197-206.
- Sağlamtimur B, Cıçık B, Erdem C (2004). Kısa süreli bakır-kadmiyum etkileşiminde tatlısu çipurası'nın karaciğer, böbrek, solungaç ve kas dokularındaki kadmiyum birikimi. *Ekoloji* 14: 33-38.
- Satroğlu H, Kabukçu C (2005.) Çalışan kadın ve gebelik, http://saglik.tr.net/kadin_sagligi_gebelik_calisma.shtml. (Erişim tarihi:2005)
- Sherlock JC (1984). Cadmium in foods and the diet. *Experientia* 40: 152-156.
- Şanlı Y (1995). Metaller ve diğer organik maddeler. Veteriner Klinik Toksikoloji, Ed. S Kaya. 2. Baskı, Ankara, Medisan Yayınevi.
- Tunçoku G, Tunçoku Ö, Düzel S (1998). Ege bölgesi tatlı su balıklarında civa, kurşun, kadmiyum, bakır ve çinko düzeyleri üzerinde araştırmalar. *Bornova Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü Dergisi* 23(37): 39-56.
- Türk Gıda Kodeksi (2002). Gıda maddelerinde belirli bulaşanların maksimum seviyelerinin belirlenmesi hakkında tebliğ. Resmi Gazete, 23 Eylül 2002 tarih ve 24885 sayı.
- Usero J, Izquierdo C, Morillo J, Gracia I (2003). Heavy metals in fish (*Solea vulgaris*, *Anguilla anguilla* and *Liza aurata*) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. *Environment International* 29: 949-956.
- WHO-World Health Organization (1976). Environmental Health Criteria 1. Mercury, Geneva, World Health Organization, 132 pp.
- WHO-World Health Organization (1992). Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants, World Health Organization Food Additives Series, 24, Cambridge.
- Yanık T, Atamanalp M (2001). Balık yetiştiriciliğinde su kirliliğine giriş, Atatürk Ü Ziraat fak ders yayınları, No 226, 87-94.
- Yazkan M, Özdemir F, Gölükcü M (2002). Antalya körfezinde avlanan bazı balık türlerinde Cu, Zn, Pb ve Cd içeriği. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science* 26: 1309-1313.



Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi

Bitki Doku Kültürü Yöntemleri İle Sekonder Metabolitlerin Üretimi

Münüre Tanur Erkoyuncu¹, Mustafa Yorgancılar^{1,*}

¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Konya

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:
Geliş tarihi 04 Nisan 2015
Kabul tarihi 05 Mayıs 2015

Anahtar Kelimeler:

Sekonder metabolit
Saçak kök kültürü
Kallus kültürü
Hücre süspansiyon kültürü
Elisitör
Biyotransformasyon

ÖZET

Geniş kapsamlı kullanım alanına sahip olan sekonder metabolitlerin doğal koşullar altında bitkilerden elde edilmesi sırasında çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Karşılaşılan başlıca sorunlar; doğal floradaki bitkilerin toplanmasının zor ve pahalı olması, bitkilerin doğadan sürekli toplanması sonunda nesillerinin zamanla yok olması, sekonder metabolit miktar ve kalitesinin iklimsel koşullardan etkilenmesi, etkili maddelerin bitkilerde belli gelişim evrelerinde ve çok az miktarda sentezlenmeleri, bitkilerin kültüre alınmalarında başarının düşük oluşu, ekonomik miktarlarda etkili madde üretimi için geniş tarım alanlarına ihtiyaç duyulması olarak özetlenebilir. Bu ve benzer nedenlerle sınırlı olan üretim, tüketici isteklerinin değişmesi ile birlikte doğal maddelerin kullanımındaki talep artışını yeterli düzeyde karşılayamamaktadır. Tüm bu problemlerin önüne geçmek için sekonder metabolitlerin üretiminde biyoteknolojik yöntemler, özellikle bitki hücre ve doku kültürleri alternatif bir yöntem olarak görülmektedir. Farklı *in vitro* uygulamalar, sekonder metabolitlerin biyosentez ve birikiminin artırılması için kullanılmaktadır. Bu derlemede, bitki hücre ve doku kültürleri yoluyla sekonder metabolitlerin üretiminde kullanılan sistemler ve üretimin artırılmasını sağlayan uygulamalar hakkında bilgi verilmiştir.

Plant Tissue Culture for the Production of Secondary Metabolites

ARTICLE INFO

Article history:
Received 04 April 2015
Accepted 05 May 2015

Keywords:

Secondary metabolites
Hairy root culture
Callus culture
Cell suspension culture
Elicitation
Biotransformations

ABSTRACT

Many challenging are encountered during maintaining of secondary metabolites, which are used comprehensively, from plants under natural conditions. Main problems can be summed up as; being difficult and expensive of collecting of plants from natural flora, extinction of plants due to collecting plants from nature constantly, being affected of secondary metabolite quantity and quality because of climate conditions, synthesis of effective materials in plants in some development phases with very little quantity, possessing low succession about culturing plants, needing of broad farming areas on account of production of effective materials with high economical values. Due to these reasons limited production cannot compensate arising of using of natural materials enough because of changing of consumer's demands. Biotechnological methods, especially plant cell and tissue cultures, seem as alternative method in production of secondary metabolites in order to solve these problems. Different *in vitro* applications are used in rising of secondary metabolites' biosynthesis and accumulation. In this review, the information about systems which are used in synthesis of secondary metabolites with plant cell and tissue culture methods and applications which rises production are yielded.

1. Kısaltmalar

IAA : İndol-3-asetik asit
2.4-D : 2,4-Diklorofenoksi asetik asit
NAA : Naftalen asetik asit
BAP : 6-Benzil amino pürin

2. Giriş

Bitkiler, insanoğlunun yaşamını sürdürebilmesi için gerekli olan karbonhidrat, protein ve yağların, yani primer metabolitlerin temel kaynağını oluştururlar. Bunun

* Sorumlu yazar email: myorg@selcuk.edu.tr

yanı sıra, “sekonder metabolitler” adı verilen ilaç, kimya, gıda, tekstil, kozmetik sanayi ve tarımsal mücadde sektörlerinde ekonomik açıdan önemli ve yeri doldurulamaz bazı maddeler de bitkilerden elde edilmektedir (Ramachandra ve Ravishankar, 2002).

Sekonder metabolit kavramı ilk defa Kossel (1891) tarafından primer metabolitlerin karşısı olarak tanımlanmış, Theis ve Lerdau (2003) ise sekonder metabolitleri bitkiler tarafından üretilen, fotosentez ürünü olmayıp, birtakım fizyolojik mekanizmaların fonksiyonlarıyla oluşan ve fotosentez ya da solunum gibi hayati fizyolojik olaylar için mutlak gerekli olmayan maddeler şeklinde tarif edilmiştir.

Sekonder metabolitler birincil metabolizma yollarının ara ürünlerinden, özel metabolik yollarla üretilmektedirler ve genellikle biyosentez yollarına göre sınıflandırılırlar (Bourgaud ve ark., 2001). Sekonder metabolitler temelde terpenler, fenoller ve azot ve/veya kükürt içeren bileşikler olmak üzere 3 ana gruba ayrılırlar (Tablo 1) (Agostini-Costa ve ark., 2012).

Tablo 1
Sekonder metabolitlerin sınıflandırılması

Tip	Örnek
Terpenler	
Monoterpen	Mentol
Seskiterpen	Limonen
Diterpen	Taksol
Triterpen	Digitanin
Tetraterpenler	Karoten
Politerpenler	Dolikal
Fenoller	
Ligninler	Lignin
Tanenler	Gallik Asit
Flavonoidler	Antosiyenin
Kumarinler	Furanokumarinler
Azot ve/ veya Kükürt içeren bileşikler	
Alkoloidler	Nikotin
Glukozinolat	Sinigrin

Sekonder metabolitler, bitkide savunma, korunma, hayatta kalma, nesillerini sürdürme gibi çevresel koşullara uyum faaliyetleri esnasında üretilmekte olup bazıları geniş miktarlarda üretilirken, bazılarının üretimi ise sınırlı düzeyde kalmakta hatta bazı metabolitler sadece belirli türlerde üretilmektedir. Çoğunlukla bitkilerin belli organlarında bulunurlar ve bitkinin belli bir gelişim periyodu süresince üretilirler (Verpoorte ve ark., 1999; Sökmen ve Gürel, 2001).

Geniş kapsamlı kullanım alanına sahip olan sekonder metabolitlerin doğal koşullar altında bitkilerden elde edilmesi sırasında çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Karşılaşılan başlıca sorunlar; genellikle doğal flora içinde yetişen bu bitkilerin toplanmasının zor ve pahalı olması, bitkilerin doğadan sürekli toplanması sonunda nesillerinin zamanla yok olması, sekonder metabolit

miktar ve kalitesinin iklimsel koşullardan etkilenmesi, etkili maddelerin bu bitkilerde belli gelişim evrelerinde ve çok az miktarda sentezlenmeleri, bitkilerin kültüre alınmalarında başarının düşük oluşu, ekonomik miktarlarda etkili madde üretimi için geniş tarım alanlarına ihtiyaç duyulması olarak özetlenebilir. Bu ve benzer nedenlerle sınırlı olan üretim, tüketici isteklerinin değişmesi ile birlikte doğal maddelerin kullanımındaki talep artışını yeterli düzeyde karşılayamamaktadır.

Tüm bu problemlerin önüne geçmek için sekonder metabolitlerin üretiminde biyoteknolojik yöntemler, özellikle bitki hücre ve doku kültürleri alternatif bir yöntem olarak görülmektedir. Sekonder metabolitleri, bitki hücre ve doku kültürleri yoluyla kültür koşulları optimizasyonu sağlayarak üretmenin bir dizi avantajları vardır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir; a) Bitkinin kültürü esnasında karşılaşılan çevresel etkenler (iklim, coğrafi zorluklar, mevsimsel kısıtlamalar) ortadan kaldırılmakta, b) Daha az arazi kullanımı sağlanmakta, c) Bitkinin doğadan toplanarak neslinin yok olması engellenmekte, d) Bitkilerde düşük miktarlarda bulunan ekonomik açıdan değerli metabolitlerin yeterli miktarda üretilebilmesi sağlanmakta, e) Üretimde homojenite, standart kalite ve verimlilik sağlanmakta, f) Metabolitlerin biyosentez mekanizmalarının anlaşılmasında yardımcı olarak kullanılmaktadır. Tüm bu avantajlar sayesinde sekonder metabolitlerin üretimi klasik yöntemlere kıyasla daha hızlı, daha basit, daha güvenilir ve daha öngörülebilir bir şekilde yapılabilmektedir. Son yıllarda bitki hücre ve doku kültürü sistemleriyle sekonder metabolitlerin elde edilmesi üzerine yapılan çalışmalar hız kazanmıştır.

Bu derlemede, bitki hücre ve doku kültürleri yoluyla sekonder metabolitlerin üretiminde kullanılan sistemler ve üretimin artırılmasını sağlayan uygulamalar hakkında bilgi verilmiştir.

3. Bitki Hücre ve Doku Kültürleri Yolu ile Sekonder Metabolit Üretimi

Bitki hücre ve doku kültürleri, aseptik koşullar altında ve uygun besin ortamlarında bitki hücre (meristematik hücreler, hücre süspansiyonu veya kallus hücreleri) doku, organ (apikal meristem, kök, gövde, yaprak vb.) veya bitkiciklerin üretildiği ya da ürünlerin (metabolitler) elde edildiği tekniklerdir (Babaoğlu ve ark., 2001).

Sekonder metabolitlerin bitki hücre ve doku kültürleri ile üretilmesi, geleneksel metotlara kıyasla belirgin avantajlara sahiptir. Bu avantajlar; ilgili metabolitin çevresel faktörlerden bağımsız olarak kontrollü şartlarda üretilebilmesi, hastalık ve zararlılardan arındırılmış bitkisel materyalin elde edilmesi, herhangi bir bitkinin, ister tropik ister subtropik kökenli olsun, *in vitro* kültüre alınabilmesi, kültür şartlarının sekonder metabolit üretimini arttıracak şekilde optimize edilebilmesi (Ramachandra ve Ravishankar, 2002) şeklinde özetlenebilir.

Bitki hücre ve doku kültürlerinden, sekonder metabolitlerin üretiminin yanı sıra, bu ürünlerin biyosentez

mekanizmalarının anlaşılmasında da model olarak yararlanılmaktadır. Örneğin; biber (*Capsicum frutescens*) hücre kültürlerinde kapsaisin ve üzerlik otu (*Peganum harmala*) hücre kültürlerinde β -karbolin alkoloitlerin biyosentez mekanizmalarına dair araştırmalar diğer sekonder metabolitler için model teşkil etmektedir (Sökmen ve Gürel, 2001).

Hücre hatlarının (varyantlarının), arzu edilen metaboliti yüksek oranda üreten kültürlerden seçimi ve bu hatlardan, özellikle tek hücre kültürleri yapılarak bitkilerin rejenerasyonu, bitki hücre ve doku kültürü tekniklerinin sunduğu bir başka uygulama alanıdır (Sökmen ve Gürel, 2001).

Bitki hücre ve doku kültürü ile sekonder metabolitlerin üretiminde temelde 3 farklı sistem vardır. Bunlar aşağıdaki gibi özetlenebilir;

3.1. Farklılaşmış ve Organize Olmuş Kültürler ile Metabolit Üretimi

3.1.1. Kök Kültürleri

Kök kültürleri bitki tarafından üretilen metabolitin sentez yerinin köklerde bulunduğu durumlarda bu organdan alınan parçaların uygun besin ortamlarında kültüre alınmasıyla gerçekleşmektedir. Ayrıca bitkinin farklı dokularının (yaprak, gövde, nod vb.) kök gelişimi yönünde uyarılmasıyla elde edilen adventif kök kültürleri de bazı bitkilerden sekonder metabolit üretiminde tercih edilmektedir.

Kök kültürleri genetik kararlılığı, hızlı ve fazla miktarda üretim kapasitesi ve spesifik bileşiklerin üretimine olanak vermesi sayesinde diğer kültür sistemlerine kıyasla daha avantajlı durumdadır (Charlwood ve Charlwood, 1991; Banerjee ve ark., 2012). Özellikle, sürgün, hücre süspansiyon ve kallus kültürleri ile geniş ölçekte sekonder metabolit üretiminin zor olduğu bitkilerde, kitlesel üretim yapabilmek adına biyoreaktör teknolojisi için adventif kök kültürleri optimize edilmektedir. Bu amaçla kantaron (*Hypericum perforatum* L.) (Cui ve ark., 2010), ginseng (*Panax ginseng*) (Paek ve ark., 2005) bitkilerinde adventif kök kültürleri geliştirilerek biyoreaktörlerde sekonder metabolit üretimi sağlanmıştır. Ayrıca normal kök kültürleri ile de yapılan çalışmalar mevcuttur. *Gypsophila paniculata* (Fulcheri ve ark., 1998) ve *Bupleurum falcatum* L. (Kusakari ve ark., 2000) bitkilerinde bu yolla sekonder metabolit üretiminde artış sağlanmıştır.

3.1.2. Sürgün Kültürleri

Sürgün kültürleri koltuk altı, nod (boğum) içeren sap parçaları veya sürgün ucundaki meristem dokusundan alınan parçaların uygun besin ortamında kültüre alınmasıyla gerçekleşmektedir. Sürgün kültürleri de kök kültürlerinde olduğu gibi genetik kararlılık, sekonder metabolit üretiminde yüksek kapasite gibi benzer özellikleri gösterirler (Bourgaud ve ark., 2001). Bu sayede sürgün kültürlerinde, farklılaşmamış kültürlerle, yani kallus ve hücre süspansiyon kültürlerine kıyasla metabolit üretimi daha yüksek düzeyde olmakta, hatta bazen üretilen

madde miktarı ana bitkininkinden daha fazla olabilmektedir. Örneğin, *Hypericum hirsutum* ve *Hypericum maculatum* (Coste ve ark., 2011) ile *Digitalis purpurea* L. (Patil ve ark., 2013) sürgün kültürlerinde, metabolit birikiminin ana bitkiden daha yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir.

3.1.3. Embriyo Kültürleri

Bitkide bulunan metabolitin sentezlendiği yer embriyo ise, bu metabolitin üretimi embriyo kültürleri ile gerçekleştirilir. Ancak burada kastedilen ana bitkiden çıkarılıp kültürü yapılan embriyodan ziyade, somatik embriyo kültürleridir. Bu kültürler ya doğrudan somatik embriyogenezle ya da dolaylı somatik embriyogenezle teşvik edilerek embriyoların oluşturulmasıyla elde edilir (Sökmen ve Gürel, 2001). Aynı zamanda sekonder metabolitlerin üretiminde somatik embriyoların elde edilmesi kitlesel üretime ve genetik manipülasyonlara uygunluğu açısından da avantajlıdır (Gopi ve ark., 2006). Bu nedenle tıbbi bitkilerde somatik embriyogenesis sistemlerinin geliştirilmesine artan bir ilgi vardır (Shohael ve ark., 2006). *Thymus hyemalis* L. (Nordine ve ark., 2014), *Clitoria ternatea* (Kumar ve Thomas, 2012), *Cnidium officinale* (Lee ve ark., 2009) gibi tıbbi bitkilerde somatik embriyogenesis aracılığıyla rejenerasyon çalışmaları yapılmış, tıbbi bitkilerde somatik embriyogenesis protokolünün geliştirilmesinin sekonder metabolit üretiminin yanı sıra ticari anlamda üretime, genetik transformasyona ve sentetik tohum üretimine imkan sağlayacağı görüşü belirtilmiştir.

3.2. Farklılaşmamış ve Organize Olmamış Kültürler ile Metabolit Üretimi

3.2.1. Kallus Kültürleri

Kallus kültürleri ana bitkiden kesilip çıkartılan ve bölünme yeteneğini yitirmemiş organ veya doku parçalarının *in vitro* koşullarda kültüre alınması sonucu oluşan morfolojik düzensizliğe sahip kütleler olarak tarif edilebilir. Kallus kültürünün başlatıldığı doku parçasının orijini sekonder metabolitlerin üretiminde önem kazanmaktadır (Sökmen ve Gürel, 2001). Hem köklerden hem de yapraklardan kallus uyarımı yapılarak antosiyanin birikimine bakıldığı *Crataegus sinaica* bitkisinde, köklerden uyarılan kalluslarda yapraklardan uyarılan kalluslara oranla daha iyi sonuçlar alınmış, kök kaynaklı kalluslarda antosiyanin üretimi ciddi bir şekilde artmış ve 157.98 $\mu\text{g/g}$ miktarına ulaşmıştır (Maharik ve ark., 2009). *Astragalus trojanus* bitkisinin yaprak ve kök eksplantları kallus oluşumu için uyarılmış ve oluşan kalluslarda astragaloside IV ile cycloastragenol metabolitlerinin miktarları analiz edilmiş, en yüksek astragaloside IV ve cycloastragenol birikimi kök kaynaklı kalluslarda (sırasıyla 3.5 $\mu\text{g/mg}$ ve 4.8 $\mu\text{g/mg}$) tespit edilmiştir (Nartop ve ark., 2014).

3.2.2. Hücre Süspansiyon Kültürleri

Hücre süspansiyon kültürleri, tek hücrelerin veya küçük çapta hücre gruplarının sıvı büyüme ortamında dağılım gösterdiği bitki hücre kültürü teknikleridir. Bu

kültürler doğrudan ana bitkiden alınan uygun doku parçası ile başlatılabilir. Bitkide sekonder metabolitin yüksek oranda bulunduğu doku parçası ile başlatılan hücre süspansiyon kültüründe başarı oranı daha fazladır (Sökmen ve Gürel, 2001).

Hücre süspansiyon kültürleri kallus kültürlerine kıyasla daha hızlı büyüme göstermesi ve morfolojik olarak daha homojen olması gibi avantajlara sahiptir. Ayrıca hücre süspansiyon kültürleri, araştırma konusuna uygun olarak istenen hücre hatlarının oluşturulmasına ve seçimine imkan sağlar. Hücre süspansiyon kültürleri ile sekonder metabolitlerin üretiminde tüm bu avantajların yanında karşılaşılan en belirgin sorun, bir çok metabolitin istenilen düzeyde üretilmemesidir (Sökmen ve Gürel, 2001). Bu konuda çalışan araştırmacılar, dışarıdan çeşitli metabolit birikimini artıran teknik yaklaşımlarda bulunulması gerektiğini bildirmişler, son yıllarda yapılan araştırmalarda bu problem ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. *Artemisia absinthium* L. (Ali ve ark., 2013), *Salvia virgata* ve *Salvia fruticosa* (Haas ve ark., 2014) bitkilerinde, farklı büyüme düzenleyicileri kullanılarak başarılı bir hücre süspansiyon kültürü kurulmuş ve sekonder metabolit birikimleri ana bitkiyle kıyaslandığında önemli derecede artış göstermiştir. *Silybum marianum* (Tumova ve ark., 2006) hücre süspansiyon kültüründe ise, uygulanan öncül bileşikler sekonder metabolit birikiminde ciddi artış sağlamıştır.

3.3. Mikroçoğaltım

Mikroçoğaltım bir çok bitki türünde olduğu gibi tıbbi ve aromatik bitkilerin de vejetatif olarak hızlı ve çok miktarda çoğaltılabilmesine olanak sağlayan bir üretim şeklidir. Mikroçoğaltım, bir bitkiden alınan ve tam bir bitkiyi oluşturabilme potansiyeline sahip bitki kısımlarından (embriyo, tohum, gövde, sürgün, kök, kallus, tek hücre ya da polen tanesi vb.) *in vitro* koşullar altında yeni bitkilerin elde edilmesi olarak tanımlanmaktadır. Eğer bitkilerin uygun besin maddeleri ihtiyaçları, büyüme düzenleyicisi ve kültür istekleri yeterince biliniyorsa, mikroçoğaltım tekniği kullanılarak tüm bitki türlerinin üretilmesi mümkündür (Mansuroğlu ve Gürel, 2001).

Tıbbi ve aromatik bitkilerin mikroçoğaltımı, sekonder metabolitlerin *in vitro* yöntemlerle çoğaltılmasının sağladığı faydaların yanı sıra, bitkiye yılın her döneminde ulaşılabilmesi ve daha kısa kültür süresine ihtiyaç duyulması, nesli tehlikede olan tıbbi bitkilerin korunması, üretilen bitkilerde fenotipik ve genotipik benzerliğin sağlanması (homojenite), zor üretilen türlerin daha kolay üretilmesi gibi ciddi avantajlar sağlar.

Mikroçoğaltım, özellikle ekonomik değeri yüksek ancak bitki bünyesinde çok düşük oranlarda bulunan sekonder metabolitlerin kısa sürede ve yılın her döneminde üretilmesi için mutlak gereklidir. Örneğin; ceza-yir menekşesinin (*Catharantus roseus*) 2 ton yaprağından 1 g alkaloid elde edilmekte bu miktar ise lösemi hastalarının sadece 6 hafta boyunca tedavilerini karşılayabilmektedir. Benzer şekilde, 200 yaşındaki tam olgun bir

porsuk ağacından (*Taxus brevifolia*) elde edilen etken madde, kanser hastasının sadece bir tedavisini karşılayabilmektedir (Chaturverdi ve ark., 2007). *Catharantus roseus* (Pietrosiuk ve ark., 2007) ve *Taxus* türlerinde (Chang ve ark., 2001) mikroçoğaltım çalışmaları araştırılmış ve başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

4. Bitki Hücre ve Doku Kültürlerinde Sekonder Metabolit Üretiminin Artırılması

4.1. Kültür Koşullarının Optimizasyonu

Birçok çevre ve beslenme faktörünün sekonder metabolitlerin biyosentez yolunda etkili olduğu bilinmektedir. Bitki doku ve hücre kültürlerinde, kültür ortamında yer alan beslenme faktörleri; yani karbon, fosfor, azot kaynakları ve diğer makro elementler ile bitki büyüme düzenleyicileri, yani oksin ve sitokininler hem metabolit oluşumuna, hem de büyümeye etki etmektedir. Kimyasal etkenlerin yanı sıra, ortamdaki fiziksel faktörler de *in vitro* sekonder metabolit üretiminde doğrudan veya dolaylı etkide bulunabilmektedir. Bu faktörlerin her biri kültürü yapılan bitkiye, kültür tipine, hatta kültürün yaşına göre etkide bulunmaktadır (Bhagyalakshmi ve ark., 2004; Gundlach ve ark., 1992; Sökmen ve Gürel, 2001; Matkowski, 2008).

Kültür ortamındaki kimyasalların kompozisyonu, hem yoğun bir şekilde biyokütle artışı sağlamak hem de istenilen metabolitlerin birikmesi amacı ile optimize edilmelidir. Oksin ve sitokininler biyosentetik yolların uygun bir şekilde teşvik edilmesi amacıyla oldukça önemlidir. *Glehnia littoralis* bitkisinden antosiyanin üretilmesinde, IAA ile 2.4-D'ye kıyasla üstünlük gösterdiği için oksin kaynağı olarak NAA tercih edilmiş, ortama sitokinin eklenmesiyle daha fazla hücre gelişimi ve pigment biyosentezi geliştirilmiştir (Miura ve ark., 1998). Yapılan başka bir çalışmada da, NAA'nın yüksek konstrasyonu *Rudbeckia hirta* bitkisi için optimum bulunmuştur (Luczkiewicz ve Cisowski, 2001).

Azadirachta indica hücre süspansiyon kültüründe besin ortamı içeriğinin biyokütle ve azadiraktin üretimine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, besin ortamındaki 4:1 oranındaki nitrat:amonyum miktarı, standart MS besin ortamına kıyasla azadiraktin üretimini 1.5 kat artırmıştır. Besin ortamındaki sukroz miktarının azaltılması (15 mg/l) biyokütle ve azadiraktin üretiminde düşüşe, toplam fosfat miktarının azaltılması ise azadiraktin üretiminde artışa (6.98 mg/l) neden olmuştur. Nitrat:amonyum oranı 4:1 oranında değiştirilmiş besin ortamında fosfat tamamen uzaklaştırıldığında biyokütle (59.36 g/l) %36 oranında arttığı gözlemlenmiştir (Sujanya ve ark., 2008). Bu çalışmalar göstermektedir ki, kültür ortamının içeriğinin çalışılan bitki türüne göre optimize edilmesi gerekmektedir.

İki ve üç aşamalı gelişim sistemi de metabolit üretiminde optimizasyon için faydalı olabilir. İlk aşama daha hızlı ve daha fazla biyokütle gelişimi teşvik edilirken, ikinci aşamada ise istenilen metabolitin biriktirilmesini

amaçlamaktadır (Matkowski, 2008). Bu yöntem *Rudbeckia hirta* bitkisinin kuru ağırlığında %5 antosiyanine ulaşılmasını sağlamış ve başarılı bir şekilde uygulanmıştır (Luczkiewicz ve Cisowski, 2001).

Safran bitkisinin (*Crocus sativus*) kültürlerinde, biyokütle artışı için 1 mg/l BAP ve 2 mg/l NAA olan büyüme düzenleyicisi kompozisyonu, krosin birikimi için 0.5 mg/l BAP ve 2 mg/l IAA bileşimine değiştirilerek iki aşamalı sistem başarı bir şekilde uygulanmış ve 430 mg/l krosin birikimi elde edilmiştir (Chen ve ark., 2003).

Bitki hücre ve doku kültürlerinde, sekonder metabolit üretimi ve birikimini kültür ortamının kimyasal bileşenlerinin yanında fiziksel koşullarında etkilemektedir. Fiziksel koşullar arasında ışık, sıcaklık ile hücre süspansiyon kültürleri için çalkalama ve havalandırma sayılabilir. Işık faktörü, doku ve hücrelerde sekonder metabolitlerin birikimi etkilemekte ve fotoperiyod, ışık kalitesi ve şiddeti önemli parametreler olmaktadır (Sökmen ve Gürel, 2001). Bu anlamda, antisiyonin pigmentlerinin ışıkla antisiyonin oluşumunu artırdığının tespit edilmesi iyi bir örnektir (Harborne, 2001; Stintzing ve Carle, 2004).

Prunus cerasus kallus ve süspansiyon kültüründe, ışık faktörü, maruz bırakıldığı dokulardaki rengin hızlı bir şekilde beyazdan mora dönüşmesine sebep olmuştur (Blando ve ark., 2005). Antosiyanidin profili hem yapraklarda hem de meyvelerde dominant bir bileşik olarak siyanidin-3-glikozit şeklinde farklı bulunmuş, delfinidin eksikliği görülmüş ve siyanidin-3-rutosit (yapraklarda baskın) az oranda bulunmuştur Bu durum, *in vitro* koşullar altında oluşan farklı metabolik profiller için iyi bir örnek teşkil etmektedir. Fakat kültüre ışık uygulanması maliyette artışa sebep olabilir ve kültür kaplarında istenilmeyen sıcaklık derecelerine sebep olabilir (Matkowski, 2008).

4.2. Farklılaşmış Dokularda Üretim

Bitki doku kültürlerinde, sekonder metabolitlerin üretimi genellikle hücre çoğalması ve farklılaşmasına bağlıdır (George, 2008). Özellikle, belli bir organ (kök, sürgün veya embriyo benzeri yapılar) oluşturmak üzere farklılaşan kültürlerde sekonder metabolit birikiminin daha fazla olduğu gözlenmiştir (Sökmen ve Gürel, 2001).

Farklılaşmamış kültürler ile sekonder metabolitlerin üretiminin zor ve hatta imkansız olduğu durumlarda farklılaşmış kültürler ile metabolitlerin biriktirilmesi yararlı olabilmektedir. Bu özellik, birkaç metabolit sınıfında bildirilmiş olmakla beraber özellikle alkaloidler için geçerlidir ayrıca birçok antioksidan bileşenleri için bu konuda çalışmalar yayınlanmıştır (Matkowski, 2008). Fesleğen (*Ocimum basilicum*) hücre süspansiyon kültürlerinde elde edilen rozmarinik asit birikiminin, mikroçoğaltım yoluyla elde edilen bitkiciklerdeki orandan daha az bulunduğu bildirilmiştir (Kintzios ve ark., 2004). Benzer şekilde, böğürtlen (*Rubus chamaemorus*) bitkisinde bulunan ellajik asitler (fenolik asit), sürgün kültüründe 3 kat, kallus kültüründe ise 10 kat daha az

ortaya çıkmıştır (Thiem ve Krawczyk, 2003). Adaçayı (*Salvia officinalis*) (Grzegorzcyk ve ark., 2007) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis*) (Caruso ve ark., 2000) *in vitro* kültürlerinde, karnosol ve karnoksil asit birikimi sadece sürgün kültürlerinde belirlenmiş olup, kallus, süspansiyon ve saçak kökler kültürlerinde bu metabolitlere rastlanmamıştır. *Schisandra chinensis* bitkisinde lignan (deoxyschizandrin ve schisandra) metabolitlerinin üretiminde, sürgün gelişimi yönünde farklılaşan kallus kültürü ile farklılaşmayan kallus kültürünün kıyaslandığı çalışmada, farklılaşan kallus kültüründe deoxyschizandrin 308.51 mg, schisandra 22.09 mg miktarında üretilirken, farklılaşmayan kallus kültüründe deoxyschizandrin 18.5 mg, schisandra 1.0 mg miktarında üretilmiştir (Szopa ve Ekiert, 2013).

Farklılaşmış kültürler arasında hızlı büyüyen somatik embriyo kültürlerinin potansiyelleri sekonder metabolitlerin üretimi için kullanılabilir, fakat bu başlık altındaki çalışmalar yetersiz kalmaktadır (Lee ve Son, 1995). Son yıllarda bu alanda yapılan çalışmalar artmış, örneğin fenol glikozitleri, ligninler ve flavonoidler ginseng bitkisinin somatik embriyolarından elde edilmiştir (Shoahel ve ark., 2006).

4.3. Yüksek Verimli Hücre Hatlarının Seçimi

Kültüre alınmış hücre ve dokuların en verimli olan hatları, ilgili bileşiğin seviyesi gözlemlenerek seçilebilmekte ya da işlemi kolaylaştıracak seçilmiş bir ajan tarafından tamamlanabilmektedir. Seçilmiş hattaki metabolit birikiminin, hem seçilmemiş hücre ve doku kültürlerinden elde edilen miktardan hemde bitkinin doğal biyosentetik verimliliğinden yüksek olması gerekmektedir (Matkowski, 2008).

Kültür ortamında fenilalanin miktarının artması, yüksek seviyede PAL (fenilalanin amonyak liyaz) enzim aktivitesi ifade edebilen hücreler hariç diğer hücrelerin çoğunluğuna zarar vermektedir. Ortamda canlı kalabilen, yüksek seviyede PAL içeren hücre toplulukları seçilir ve seçilen hatlarda PAL'ın yüksek düzeyde ifade edilmesi fenilpropanoid bileşiklerin artmasına sebep olur ki bunların birçoğu istenilen antioksidanlardır (Matkowski, 2008). Bu sistemle, lavantada (*Lavandula officinalis*) da (Georgiev ve ark., 2006) rozmarinik asit üreten hücreler ve *Lithospermum erythrorhizon* (Bulgakov ve ark., 2001) bitkisinde şikonin üreten hücreler radyoaktif işaretli fenilalanin kullanılarak seçilmiştir. Seçilen hatlar zaman içeren stabil durumda kalmış ve istenilen bileşikleri, kontrol kültürlerine göre iki kat daha fazla sentezleyebilmişlerdir.

Eğer istenilen ürün, antosiyaninler gibi renkli bir bileşik ise, birikim yapan hücrelerin ayrımı görsel seçim ile yapılabilmekte ve daha kolay bir şekilde gerçekleştirilmektedir (Matkowski, 2008). Bu duruma iyi örneklerden biri, *Glehnia littoralis* bitkisinin beyaz renkli gelişmiş kalluslarından, tek bir mor noktanın ayrımı ile ışığa bağımsız antosiyanin biriktiren hücre hatlarının seçimi yapılabilmektedir (Miura ve ark., 1998; Kitamura ve ark., 2002). Benzer şekilde, mor tatlı patatesten seçilen hücre

hatları ışığa maruz bırakılmadan yüksek miktarda antosiyanin biriktirmektedir (Konczak ve ark., 2005).

4.4. Öncüller ve Biyotransformasyon

Bitki doku ve hücre kültürlerinde üretilmesi istenen bir metabolitin biyosentez mekanizması biliniyorsa ve bu metabolik yolda yer alan başlangıç maddesi ve/veya ara ürünler saptanmış ise, kültürleri bu maddelerle besleyerek enzimatik yollar uyarılabilir ve böylelikle hedef metabolitin üretimi artırılabilir (Sökmen ve Gürel, 2001).

Altın kök (*Rhodiola rosea*) kallus kültüründe, ortama sinabil alkol ekleninceye kadar sekonder metabolit elde edilmemiş, ortama bu kimyasal eklenince ise etkin bir şekilde farmakolojik olarak aktif rosin ve rosavin antioksidanlarına dönüştürülmüştür (György ve ark., 2004). Benzer şekilde, porsuk ağacı (*Taxus cuspidata*) kültürlerinde ortama fenilalanin öncül madde olarak ilave edilince taxol veriminde artış sağlanmıştır (Fett-Neto ve ark., 1993, 1994).

Cistanche salsa hücre kültürlerinde, feniletanoid glikozitlerinin karışım halinde zenginleştirilerek öncül madde olarak kullanılması, tirozin, fenilalanin, kafeik asit gibi öncül maddelerin ayrı ayrı olarak kullanılmasına kıyasla sekonder metabolit üretimini iki katına çıkarmıştır (Liu ve ark., 2007). Bu nedenle, uygun bir öncül maddenin belirlenmesi *in vitro* sekonder metabolit üretimini başarı bir şekilde artırmak için önemlidir.

Sekonder metabolitlerin üretimini artırılması için öncül maddeler ile elisitörlerin birarada kullanılması etkili bir stratejidir. Bu amaçla, üzüm (*Vitis vinifera*) hücre süspansiyon kültüründe elisitör ve öncül madde birlikte kullanılmış, fenilalanin ve methyl jasmonate kombinasyonu antosiyanin biyosentezini en üst düzeyde teşvik etmiş, antosiyanin içerik ve veriminde sırasıyla 4.6 ve 3.4 katlık artış sağlanmıştır (Qu ve ark., 2011).

4.5. Elisitörler ve Stres Uyarımı İle Üretim

Bitki hücre kültürlerinde sekonder metabolit üretimini artırmak, aynı zamanda yüksek konsantrasyonlarda üretimi kısa sürede sağlamak amacıyla biyotik ve abiyotik elisitörler (uyarıcılar) kullanılır (Barz ve ark., 1988). Sekonder metabolitlerin en önemli rollerinden biri stres tepkilerine yanıt olarak geliştirilmiş olmalarıdır (Grassman ve ark., 2002). Sekonder metabolitleri yüksek miktarlarda elde edebilmek için biyosentez sırasında stres faktörlerine maruz bırakılması kullanılmaktadır (Verporte ve ark., 2002; Vanisree ve Tsay, 2004).

Çeşitli sekonder metabolitlerin sentezinde polisakaritler, proteinler, glikoproteinler, bakteri, mantar ve maya kaynaklı biyotik elisitörler ile UV, ağır metal iyonları gibi çevresel faktörler kaynaklı abiyotik elisitörlerin yanısıra jasmonik asit/methyl jasmonate, salisilik asit ve hidrojen peroksit gibi çeşitli stres oluşturan mediatörler elisitörler olarak kullanılmaktadır (Sökmen ve Gürel, 2001; Matkowski, 2008).

Jasmonik asitin kullanıldığı, ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) hücre kültürlerinde α -tocoferol (Gala ve ark.,

2005), kiraz (*Prunus avium*) kallus kültüründe de siyanidin glukositlerinin (Blando ve ark., 2005) üretimi artırılmıştır. Kitosan, polisakarit biyotik bir elisitör olup, kök boyası (*Rubia akane*) bitkisinin hücre kültüründe kullanılmış, antrakinin üretimini artırmıştır (Jin ve ark., 1999). Kantaron (*Hypericum perforatum*) bitkisinin farklı *in vitro* kültürlerinde (kallus, hücre ve sürgün kültürleri) salisilik asit uygulaması ile hücre süspansiyon kültüründe hiperisin ve pseudohypericin üretimi ikiye katlanmış ancak diğer iki kültür tipinde etkisi olmamıştır. Elisitör etkisinin, *in vitro* kültür tipine, uygulanan elisitörün konsantrasyonuna ve süresine bağlı olduğu bildirilmiştir (Gadzovska ve ark., 2012). *Digitalis* türlerinin kallus kültürlerinde Ca, Mg ayrı ayrı ve birlikte olmak üzere kardenolit üretimine etkileri araştırılmıştır. Tüm türlerde en yüksek toplam kardenolit üretimi hem Ca hem de Mg uygulanmış besin ortamlarında elde edilmiştir. Bu protokol, kardenolitlerin büyük ölçekli üretimi için yeni stratejilerin geliştirilmesinde yararlı olacaktır (Şahin ve ark., 2013). Bünyesinde bulunan glisirizik asitin büyük bir kısmını köklerinde ihtiva eden hint meyan kökü (*Taverniera cuneifolia*) bitkisinin kök kültürlerine methyl jasmonate ile bakteriyel ve fungal elisitörler uygulanmış ve glisirizik asit üretiminde elisitörlerin kullanımıyla artış sağlanmıştır (Awad ve ark., 2014).

4.6. *Agrobacterium rhizogenes* Transformasyonu - Saçak Kökler

Agrobacterium rhizogenes, Rhizobiacea familyasından, toprakta yaşayan gram-negatif bir bakteri olup dikotiledon bitkileri enfekte ederek "saçaklı kök" hastalığına neden olmaktadır (Özcan ve ark., 2001). Saçaklı kökler, bol dallanmaları, kılcal köklerinin çok yoğun olması ve en hızlı çoğalan hücre kültürleri kadar veya onlardan daha fazla biyokütle üretim potansiyelleri ile karakteristiktir (Kim ve ark., 2002). Saçak kök kültürleri, uygulamadaki kolaylığı, ekonomik oluşu, genetik transformasyon oranının yüksekliği, aktarılan genin stabil bir şekilde genoma yerleşerek metabolit veriminin de stabil olması, dıştan herhangi bir oksin kaynağına ihtiyaç duymadan hızlı kök büyümesi, ana bitki ile eşit hatta daha yüksek oranda sekonder metabolit üretim potansiyeli göstermeleri ve sentezin gerçekleştiği metabolik yolda yapılmak istenen genetik manipulasyonlara olanak tanınması gibi avantajlara sahip olması nedeniyle diğer hücre ve doku kültürü tekniklerinin uygun olmadığı birçok kök kaynaklı olan ya da olmayan metabolitlerin üretiminde tercih edilmektedir (Giri ve Narasu, 2000; Hammond, 2000; Ramachandra ve Ravishankar, 2002).

Adaçayı bitkisinin (*Salvia officinalis*) saçak köklerinde, rozmarinik asit seviyesi ve antioksidan aktiviteleri, bakteri transfer edilmemiş organlarına kıyasla oldukça fazla bulunmuştur (Grzegorzcyk ve ark., 2006, 2007). Benzer şekilde, kök boyası (*Rubia tinctoria*) bitkisinin saçak kök kültürlerinde etken madde, bakteri transfer edilmemiş organlarına kıyasla fazla bulunmuştur (Saito ve ark., 1991).

Bakteri transformasyonu ile elde edilen saçak kök kültürlerinde, istenen şekilde düzenlenmiş Ri plazmiti (vektör) sayesinde, saçak kökün genomik DNA'sının değiştirilebilmesi yani gen aktarımı yapılabilmektedir. Bu sistem ise, transformasyonun yapılmadığı dokularda olmayan yeni sekonder metabolitlerin sentezlenebilmesini sağlamaktadır (Banerjee ve ark., 1995; Ramachandra ve Ravishankar, 2002). Sekonder metabolitler bitkinin sadece toprak üstü aksamlarında toplandığı durumlarda bile, saçak kök kültürlerinde metabolitlerin toplandığı görülmektedir (Srivastava ve Srivastava, 2007). Örneğin, normalde etken maddesi sadece toprak üstü aksamında toplanan kına bitkisinin (*Lawsonia inermis*) saçak kök kültürlerinde etken madde üretebilmektedir (Bakkali ve ark., 1997). Benzer şekilde, *Artemisia annua* bitkisinde etken madde artemisinin sadece toprak üstü aksamda toplanırken, saçak kök kültürlerinde artemisinin üretildiği pek çok çalışmada bildirilmiştir (Weathers ve ark., 1994; Jaziri ve ark., 1995; Liu ve ark., 1999; Giri ve ark., 2000).

Bakteri transformasyonu ile elde edilmiş saçak köklerden sekonder metabolit biyosentezi genetik olarak kontrol edilmekle beraber, çevresel faktörlere de bağlıdır (Giri and Narasu, 2000; Kim ve ark., 2002). Bu nedenle yüksek verimliliği etmek için kültür koşullarının optimum düzeyde tutulması ayrıca elisitör ve uygun öncüllerin kullanılması gibi çeşitli stratejiler geliştirilmiştir. Kuzovkina ve ark., (2001), *S. baicalensis* saçak kök kültürlerinde, L-fenilalanin ve metil jasmonat kullanarak wogonin, baikalein ve baikalin üretimi 2.3 kat artırmışlardır.

4.7. Biyoreaktörler

Biyoreaktör, içinde besin ortamı ve çoğaltımı yapılacak bitkinin yer aldığı, oksijen, karbondioksit, pH ve sıcaklık gibi çevre şartlarının kontrol altında tutulduğu bir çeşit fermantasyon kabıdır. Bitki doku kültürü yöntemleri kullanılarak biyoreaktörler ile sekonder metabolitlerin üretimi, fazla miktarlarda ve seri bir şekilde yapılabilmekte böylece endüstriyel anlamda üretimler gerçekleştirilmektedir.

Biyoreaktör sistemlerinin; tamamen kontrollü üretim koşullarına sahip olması, ürün verimliliğinde, kalite ve homojenitede tutarlılık, bitki hücre ve doku kültürlerinin endüstriyel anlamda kullanılması için (özellikle ekonomik açıdan önemli metabolitlerin üretiminde) büyük ölçekli kültürlerin kurulmasını sağlaması önemli avantajları arasındadır. Ancak çalışılan bitkinin türüne ve kültür tipine göre biyoreaktör tasarımlarının yapılması gerekmekte, bu da zaten masraflı olan biyoreaktör sistemlerinin maliyetini daha da artmaktadır. Bu nedenle, biyoreaktörlerle sekonder metabolitlerin üretilmesindeki örnekler oldukça sınırlıdır (Hwang, 2005). Var olan birkaç tane endüstriyel sistemlerden biri *Lithospermum erythrorhizon* (Misawa, 1994; Bulgakov ve ark., 2001) bitkisi kullanılarak elde edilen şikonin teknolojisidir. Bunun dışında, küçük ölçekli pilot çalışmalarda, fındıktan (Sivakumar ve ark. 2005) α - tokoferol, lavanta (Pavlov ve ark., 2005) ve fesleğenden (Kintzios

ve ark., 2004) rosmarinik asit, şeker pancarından (Pavlov ve ark., 2007) betalainler üretiminin yapıldığı yayınlanmıştır.

5. Bitki Doku Kültüründe Sekonder Metabolitlerin Analizi

Bitki doku kültürü yöntemlerini kullanarak sekonder metabolitlerin yeterli miktarda üretilebilmesinden sonra bu maddelerin bitkilerin hangi organlarında ne kadar miktarda olduğu ve hatta moleküler ağırlığı hesaplanabilir. Sekonder metabolitlerin miktar tayinini yapmak için; vakum sıvı kromatografisi, açık kolon kromatografisi, orta basınçlı sıvı kromatografisi, yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC), ESI-kütle (Elektrosprey İyonlaştırma) spektroskopisi ve FAB-kütle (Hızlı Atom Bombardmanı) spektroskopisi cihazları kullanılmaktadır (Atar ve Çölgeçen, 2013).

6. Sonuç

Günümüzde sentetik maddelerin olumsuz etkilerinin ortaya çıkması ve tüketici bilincinin artması bitkisel kökenli doğal ürünlere olan talebi artırmıştır. Bitkisel kökenli doğal ürünlerin elde edilmesinde zaman ve emek kaybının önlenmesi, maliyetin düşürülmesi ve doğa tahribatının önlenmesi bakımından, bitki doku kültürleri yöntemleri ile üretim önemli bir gelişme sağlayacaktır. Ayrıca bitki doku kültürü yöntemleri; son zamanlarda ekim alanlarının azalması, iklimsel değişiklikler ve bazı türlerin yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalması gibi olumsuz durumlara alternatif bir çözüm sunar. Bitki doku kültürü yöntemleri sayesinde bitkiler çoğaltılabilir, transgenik bitki üretimi sağlanabilir, ilaç hammaddesi olarak kullanılan sekonder metabolitlerin üretimi artırılabilir. Özellikle ekonomik ve tıbbi açıdan değerli sekonder metabolitlerini *in vitro* üretimi üzerine yapılan çalışmalar artırılmalıdır. Bu metabolitlerin, üretiminin artmasını sağlamak hem dünya ekonomisine hem de insan sağlığına oldukça fazla katkı sağlayacaktır.

Görüldüğü gibi sekonder metabolitler üretimi konusunda bitki hücre ve doku kültüründe birçok çalışma vardır. Kallus kültürü, süspansiyon kültürü, sürgün kültürü, saçak kök kültürü yöntemleri ile başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir. Sekonder metabolitlerin önemi düşünüldüğünde, bundan sonraki çalışmalarda özellikle biyoreaktörlerin en uygun çalışma koşullarının oluşturularak daha fazla üretimin gerçekleştirilmesi sağlanmalıdır.

7. Kaynaklar

Agostini-Costa T, Vieira R, Bizzo HR, Silveria D, Gimenes MA (2012). Secondary metabolites. Dr. Sasikumar Dhanarasu (Edt), *Chromatography and Its Applications*. Brazil, pp: 131-164.

- Ali M, Abbasi BH, Haq İ (2013). Production of commercially important secondary metabolites and antioxidant activity in cell suspension cultures of *Artemisia absinthium* L. *Industrial Crops and Products*, 49: 400–406
- Atar H, Çölgeçen H (2013). Bitki Doku Kültüründe İridoit Glikozitler. *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 25: 115-133.
- Awad V, Kuvalekar A, Harsulkar A (2014). Microbial elicitation in root cultures of *Taverniera cuneifolia* (Roth) Arn. for elevated glycyrrhizic acid production. *Industrial Crops and Products*, 54: 13-16.
- Babaoğlu M, Yorgancılar M, Akbudak MA (2001). Doku kültürü: temel laboratuvar teknikleri. (Editörler M. Babaoğlu, E. Gürel, S. Özcan), *Bitki Biyoteknolojisi Cilt I Doku Kültürü ve Uygulamaları*, S.Ü. Vakfı Yayınları, Konya, s. 1-35.
- Bakkali AT, Jaziri M, Foriers A, Vander Heyden Y, Vanhaelen M, Home SJ (1997). Lawsonic acid accumulation in normal and transformed cultures of henna, *Lawsonia inermis*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 51: 83–87.
- Banerjee S, Zehra M, Kukreja AK, Kumar S (1995). Hairy root in medicinal plants. *Current Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 17: 348–378.
- Banerjee S, Singh S, Rahman LU. (2012). Biotransformation studies using hairy root cultures – a review. *Biotechnology Advances*, 30: 461–468.
- Barz W, Daniel S, Hindeer W, Jaques U, Kessman H, Koster J, Otto C, Tiemann K (1988). Elicitation and metabolism of phytoalexins in plant cell cultures. In: Application of plant cell and tissue culture, *CIBA Foundation Symposium 137*, Toronto, pp. 178-198.
- Bhagyalakshmi N, Thimmaraju R, Narayan MS (2004). Various hexoses and di-hexoses differently influence growth, morphology and pigment synthesis in transformed root cultures of red beet (*Beta vulgaris*). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 78: 183–195.
- Blando F, Scardino AP, De Bellis L, Nicoletti I, Giovinazzo G (2005). Characterization of in vitro anthocyanin-producing sour cherry (*Prunus cerasus* L.) callus cultures. *Food Research International*, 38: 937–942.
- Bourgaud F, Gravot A, Milesi S, Gontier E (2001). Production of plant secondary metabolites: a historical perspective. *Plant Science*, 5: 839-851.
- Bulgakov VP, Kozyrenko MM, Fedoreyev SA, Mischenko NP, Denisenko VA, Zvereva LV (2001). Shikonin production by p-fluorophenylalanine resistant cells of *Lithospermum erythrorhizon*. *Fitoterapia*, 72: 394–401.
- Caruso JL, Callahan J, DeChant C, Jayasimhulu K, Winget GD (2000). Carnosic acid in green callus and regenerated shoots of *Rosmarinus officinalis*. *Plant Cell Reports*, 19: 500–503.
- Chang SH, Ho CK, Chen ZZ, Tsay JY (2001). Micropropagation of *Taxus mairei* from mature trees. *Plant Cell Reports*, 20: 496–502.
- Charlwood BV, Charlwood KA (1991). Terpenoid production in plant cell cultures. In: Ecological Chemistry and Biochemistry of Plant Terpenoids. *Clarendon Press Oxford*, 95–132.
- Chaturvedi HC, Jain M, Kidwai NR (2007). Cloning of medicinal plants through tissue culture-A review. *Indian Journal of Experimental Biology*, 45: 937-948.
- Chen SA, Wang X, Zhao B, Yuan X, Wang Y (2003). Production of crocin using *Crocus sativus* callus by two-stage culture system. *Biotechnology Letters*, 25: 1235–1238.
- Cui X, Chakrabarty D, Lee E, Paek K (2010). Production of adventitious roots and secondary metabolites by *Hypericum perforatum* L. in a bioreactor. *Biore-source Technology*, 101: 4708-4716.
- Coste A, Vlase L, Halmagyi A, Deliu C, Coldea G (2011). Effects of plant growth regulators and elicitors on production of secondary metabolites in shoot cultures of *Hypericum hirsutum* and *Hypericum maculatum*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 106: 279–288.
- Emiroğlu, Ü, Gürel A (1999). Transforme saçaklı kökler ve sekonder metabolitlerin üretimi. *Tarımda Biyoteknoloji Toplantısı*. 12-16 Nisan 1999; E. Ü. Bilim-Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, Bornova-İzmir.
- Fett-Neto AG, Melanson SJ, Sakata K, Dicosmo F (1993). Improved growth and taxol yield in developing calli of *Taxus cuspidata* by medium composition modification. *Bio Technology* 11: 731-734.
- Fett-Neto AG, Melanson SJ, Nicholson SA, Pennington JJ, Dicosmo F (1994). Improved taxol yield by aromatic carboxylic acid and amino acid feeding to cell cultures of *Taxus cuspidata*. *Biotechnology and Bioengineering*, 44: 967 – 971.
- Fulcheri C, Morard P and Henry M (1998). Stimulation of the Growth and the Triterpenoid Saponin Accumulation of *Saponaria officinalis* Cell and *Gypsophila paniculata* Root Suspension Cultures by Improvement of the Mineral Composition of the Media. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 2055–2061
- Gadzovska S, Maury S, Delaunay A, Spasenoski M, Hagege D, Courtois D, Joseph C (2012). The influence of salicylic acid elicitation of shoots, callus, and cell suspension cultures on production of naphthodianthrones and phenylpropanoids in *Hypericum perforatum* L. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 113: 25–39.
- Gala R, Mita G, Caretto S (2005). Improving α -tocopherol production in plant cell cultures. *Journal of plant physiology*, 162: 782–784.

- George EF (2008). Plant tissue culture procedure-background. In: George EF, Hall MA, De Klerk GJ (eds) *Plant propagation by tissue culture*. Springer, Dordrecht, pp 1–28
- Georgiev M, Pavlov A, Llieva M (2006). Selection of rosmarinic acid producing *Lavandula vera* MM cell lines. *Process Biochemistry*, 41: 2068–2071.
- Giri A, Narasu LM (2000). Transgenic hairy roots: recent trends and applications. *Biotechnology Advances*, 18: 1–22.
- Gopi C, Ponnuragan P (2006). Somatic embryogenesis and plant regeneration from leaf callus of *Ocimum basilicum* L. *Journal of Biotechnology*, 126: 260–264.
- Grassmann J, Hippeli S, Elstner EF (2002). Plant's defence and its benefits for animals and medicine: role of phenolics and terpenoids in avoiding oxygen stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 40: 471–478.
- Grzegorzczak I, Królicka A, Wysokińska H (2006). Establishment of *Salvia officinalis* L. hairy root cultures for the production of rosmarinic acid. *Verlag der Zeitschrift für Naturforschung*, 61: 351–356.
- Grzegorzczak I, Matkowski A, Wysokińska H (2007). Antioxidant activity of extracts from in vitro cultures of *Salvia officinalis* L. *Food Chemistry*, 104: 536–541.
- Gundlach H, Muller JM, Kuthan TM, Zenk MH (1992). Jasmonic acid is a signal transducer in elicitor induced plant cell cultures. *Plant Biology*, 89: 2389–2393.
- György Z, Tolonen A, Pakonen M, Neubauer P, Hohtola A (2004). Enhancing the production of cinnamyl glycosides in compact callus aggregate cultures of *Rhodiola rosea* by biotransformation of cinnamyl alcohol. *Plant Science*, 166: 229–236.
- Hammond J (2000). Overview: The many uses and applications of transgenic plants. *Plant Biotechnology New Products and Applications, Current Topics in Microbiology and Immunology*, 240: 1-19.
- Harborne JB (2001). Twenty-five years of chemical ecology. *Natural Product Reports*, 18: 361–379.
- Haas C, Hengelhaupt K, Kümritz S, Bley T, Pavlov, Steingroewer J (2014). *Salvia* suspension cultures as production systems for oleanolic and ursolic acid. *Acta Physiologiae Plantarum*, 36: 2137–2147.
- Hwang SJ (2005). Growth Characteristics and Catalpol Production in Chinese Fox glove (*Rehmannia glutinosa* L.) Hairy Roots Transformed with *Agrobacterium rhizogenes* ATCC15834. *Journal of Plant Biology*, 48: 380–386.
- Jaziri M, Shimomura K, Yoshimatsu K, Fauconnier ML, Marlier M, Homes J (1995). Establishment of normal and transformed root cultures of *Artemisia annua* L. for artemisinin production. *Journal of Plant Physiology*, 145: 175–177.
- Jin JH, Shin JH, Kim JH, Chung IS and Lee HJ (1999). Effect of Chitosan Elicitation and Media Components on the Production of Anthraquinone Colorants in Madder (*Rubia akane* Nakai) Cell Culture. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 4: 300-304.
- Kim YE, Wyslouzil BE, Weathers P (2002). Secondary Metabolism of Hairy Root Cultures in Bioreactors. *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant*, 38: 1-10.
- Kintzios S, Kollias H, Straitouris E, Makri O (2004). Scale-up micropropagation of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) in an airlift bioreactor and accumulation of rosmarinic acid. *Biotechnology letters*, 26: 521–523.
- Kitamura Y, Ohta M, Ikenaga T, Watanabe M (2002). Responses of anthocyanin-producing and non-producing cells of *Glehnia littoralis* to radical generators. *Phytochemistry*, 59: 63–68.
- Konczak I, Terahara N, Yoshimoto M, Nakatani M, Yoshinaga M, Yamakawa O (2005). Regulating the composition of anthocyanins and phenolic acids in a sweetpotato cell culture toward sproduction of polyphenolic complex with enhanced physiological activity. *Trends in Food Science & Technology*, 16: 377–388.
- Kossel A (1891). Über die Chemische Zusammensetzung der Zelle. *Archiv für Physiologie*, 181–186.
- Kumar GK, Thomas TD (2012). High frequency somatic embryogenesis and synthetic seed production in *Clitoria ternatea* Linn. *Plant Cell Tissue Organ Culture*, 110: 141–151.
- Kusakari, K, Yokoyama M and Inomata S. (2000). Enhanced production of saikosaponins by root culture of *Bupleurum falcatum* L. using two step control of sugar concentration. *Plant Cell Reports*, 19: 1115–1120.
- Kuzovkina IN, Guseva AV, Alterman IE and Karnachuk RA (2001). Flavonoid Production in Transformed *Scutellaria baicalensis* Roots and Ways of Its Regulation. *Russian Journal of Plant Physiology*, 48(4): 448–452.
- Lee BS, Son SH (1995). A method for producing taxol and taxanes from embryo cultures of *Taxus* species. *European Patent*, EP0662144.
- Lee CY, Kim YK, Kim YS, Suh SY, Lee S Y, Park SU (2009). Somatic embryogenesis and plant regeneration in *Cnidium officinale* Makino. *Journal of Medicinal Plants Research*, 3: 96–100.
- Liu, C. Z., Wang, Y. C., Zhao, B., Guo, C., Ouyang, F., Ye, H. C., and Li, G. F. 1999. Development of a nutrient mist bioreactor for growth of hairy roots. *In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*, 35: 271–274.

- Liu JY, Guo ZG, Zeng ZL (2007). Improved accumulation of phenylethanoid glycosides by precursor feeding to suspension culture of *Cistanche salsa*. *Biochemical Engineering Journal*, 33: 88–93.
- Luczkiewicz M, Cisowski W (2001). Optimisation of the second phase of a two phase growth system for anthocyanin accumulation in callus cultures of *Rudbeckia hirta*. *Plant Cell Tissue Organ Culture*, 65: 57–68.
- Maharik N, Elgengaihi S, Taha H (2009). Anthocyanin production in callus cultures of *Crataegus sinaica* Bioss. *International Journal of Academic Research*, 1: 30-34.
- Mansuroğlu S, Gürel E (2001). Mikroçoğaltım. (Editörler M. Babaoğlu, E. Gürel, S. Özcan), *Bitki Biyoteknolojisi Cilt I Doku Kültürü ve Uygulamaları*, S.Ü. Vakfı Yayınları, Konya, s.262-281.
- Matkowski A (2008). Plant *in vitro* culture for the production of antioxidants – A review. *Biotechnology Advances*, 26: 548-560.
- Misawa M (1994). Plant tissue culture: an alternative for production of useful metabolite. *FAO Agricultural Services Bulletin*, No. 108.
- Miura H, Kitamura Y, Ikenaga T, Mizobe K, Shimizu T, Nakamura M (1998). Anthocyanin production of *Glehnia littoralis* callus cultures. *Phytochemistry*, 48: 279–283.
- Nartop P, Gürel A, Akgün İH, Bedir E (2014). Astragaloside IV and Cycloastragenol Production Capacity of *Astragalus trojanus* Calli. *Records of Natural Products*, 9: 49-61.
- Nordine A, Tlemcani CR, El Meskaoui A (2014). Regeneration of plants through somatic embryogenesis in *Thymus hyemalis* Lange, a potential medicinal and aromatic plant. *In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*, 50: 19–25.
- Özcan S, Uranbey S, Sancak C, Parmaksız İ, Gürel E, Babaoğlu M (2001). *Agrobacterium* aracılığıyla gen aktarımı. (Editörler S. Özcan, E. Gürel, M. Babaoğlu), *Bitki Biyoteknolojisi Cilt II Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları*, S.Ü. Vakfı Yayınları, Konya, s. 112-159.
- Paek, KY, Chakrabarty D, Hahn EJ (2005). Application of bioreactor system for large scale production of horticultural and medicinal plants. *Plant Cell Tissue Organ Culture*, 81: 287–300.
- Patil JG, Ahire ML, Nitaware KM, Panda S, Bhatt VP, Kishor PBK, Nikam TD (2013). In vitro propagation and production of cardiogenic glycosides in shoot cultures of *Digitalis purpurea* L. by elicitation and precursor feeding. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97: 2379–2393.
- Pavlov AI, Georgiev MI, Panchev IN, Ilieva MP (2005). Optimization of rosmarinic acid production by *Lavandula vera* MM plant cell suspension in a laboratory bioreactor. *Biotechnology Progress*, 21: 394–396.
- Pavlov A, Georgiev M, Bley T (2007). Batch and fed-batch production of betalains by red beet (*Beta vulgaris*) hairy roots in a bubble column reactor. *Z Naturforsch*, 62: 439–46.
- Pietrosiuk A, Furmanowa M, Łata B (2007). *Catharanthus roseus*: micropropagation and in vitro techniques. *Phytochemistry Reviews*, 6: 459–473
- Qu J, Zhang W, Yu X (2011). A combination of elicitation and precursor feeding leads to increased anthocyanin synthesis in cell suspension cultures of *Vitis vinifera*. *Plant Cell Tissue Organ Culture*, 107: 261–269.
- Ramachandra R, Ravishankar GA (2002). Plant cell cultures: Chemical factories of secondary metabolites. *Biotechnology Advances*, 2: 101-153.
- Saito K, Yamazaki T, Okuyama E, Yoshihira K, Shimomura K (1991). Anthraquinone production by transformed root cultures of *Rubia tinctorum*: Influence of phytohormone and sucrose concentration. *Phytochemistry*, 30: 2977–2980.
- Shoahel AM, Ali MB, Yu KW, Hahn EJ, Islam R, Paek KY (2006). Effect of light on oxidative stress, secondary metabolites and induction of antioxidant enzymes in *Eleutherococcus senticosus* somatic embryos in bioreactor. *Process Biochemistry*, 41: 1179–1185.
- Sivakumar G, Bacchetta L, Gatti R, Zappa G (2005). HPLC screening of natural vitamin E from Mediterranean plant biofactories - a basic tool for pilot-scale bioreactors production of alpha-tocopherol. *Journal of Plant Physiology*, 162: 1280–1283.
- Sökmen A, Gürel E (2001). Sekonder Metabolit Üretimi. (Editörler M. Babaoğlu, E. Gürel, S. Özcan), *Bitki Biyoteknolojisi Cilt I Doku Kültürü ve Uygulamaları*, S.Ü. Vakfı Yayınları, Konya, s. 211-261.
- Srivastava S, Srivastava AS (2007). Hairy Root Culture for Mass-Production of High-Value Secondary Metabolites, *Critical Reviews in Biotechnology*, 27: 29–43.
- Srivastava V, Kaur R, Chattopadhyay SK, Banerjee S (2013). Production of industrially important cosmaceutical and pharmaceutical derivatives of betulinol by *Atropa belladonna* hairy root mediated biotransformation. *Industrial Crops and Products*, 44: 171–175.
- Stintzing FC, Carle R (2004). Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. *Trends in Food Science & Technology*, 15: 19–38
- Sujanya S, Poornasri Devi B, Sai I (2008). *In vitro* production of azadirachtin from cell suspension cultures of *Azadirachta indica*. *Journal of Biosciences*, 33(1):113–120

- Szopa A, Ekiert H (2013). Production of deoxyschizandrin and _schizandrin in shoot-differentiating and undifferentiating callus cultures of *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. (Chinese magnolia vine). *Journal of Biotechnology*, 165: 209–213.
- Şahin G, Verma SK, Gürel E (2013). Calcium and magnesium elimination enhances accumulation of cardenolides in callus cultures of endemic *Digitalis* species of Turkey. *Plant Physiology and Biochemistry*, 73: 139-143.
- Theis N, Lerdau M (2003). The Evolution of Function in Plant Secondary Metabolites. *International Journal of Plant Sciences*, 162: 93-102
- Thiem B, Krawczyk A (2003). Ellagic acid in *in vitro* cultures of *Rubus chamaemorus* L. *Herba Polonica*, 49: 202–209.
- Tumova L, Rimakavo J, Tuma J, Dusck J (2006). *Silybum marianum* in vitro- flavolignan production. *Plant Soil Environment*, 10: 454-458.
- Vanisree M, Tsay HS (2004). Plant cellcultures an alternative and efficient source for the production of biologically important secondary metabolites. *International Journal of Applied Science and Engineering*, 2: 29–48.
- Verpoorte R, Heijden R, Hoopen HJG, Memelink J (1999). Metabolic engineering of plant secondary metabolite pathways for the production of fine chemicals. *Biotechnology Letters*, 21: 467–479.
- Verpoorte R, Contin A, Memelink J. (2002). Biotechnology for the production of plant secondary metabolites. *Phytochemistry Reviews*, 1: 13–25.
- Weathers, P. J., Cheetham, R. D., Follansbee, E., and Teoh, T. 1994. Artemisinin production by transformed roots of *Artemisia annua*. *Biotechnology Letters*, 16: 1281–1286.