



Yıl/Year: 2014

Cilt/Volume: 3

Sayı/Number: 1

TÜRK DOĞA VE FEN DERGİSİ

Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
tarafından yayımlanmaktadır

Published by Institute of Science of Bingöl
University

TURKISH JOURNAL
OF NATURE AND
SCIENCE

ISSN: 2147-303X

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



TÜRK DOĞA VE FEN

DERGİSİ

Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından yayımlanmaktadır

Published by Institute of Science of Bingol University

Turkish Journal of Nature and Science

Yıl/Year: 2014

Cilt/Volume: 3

Sayı/Number: 1

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



Türk Doğa ve Fen Dergisi
Turkish Journal of Nature and Science

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Adına Sahibi
Owner on behalf of Institute of Science of Bingöl University

Doç. Dr. İbrahim Yasin ERDOĞAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
Director of Institute of Science

Editör/Editor

Yrd. Doç. Dr. Özgür ÖZGÜN

Yazışma Adresi/Correspondence Adress

Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü
12000 Bingöl
Tel/Phone: +90 (426) 215 00 72
Faks/Fax: +90 (426) 216 00 34

Yayın Türü/Publication Type

Bilimsel Dergi
Scientific Journal

DANIŞMA KURULU/ADVISORY BOARD

Prof. Dr. Ali Sayıl ERDOĞAN
Prof. Dr. Erkan BOYDAK
Prof. Dr. Fahrettin YAKUPHANOĞLU
Prof. Dr. Fehim FINDIK
Prof. Dr. Hüsamettin BULUT
Prof. Dr. İbrahim TÜRKOĞLU
Prof. Dr. İskender DEMİRKOL
Doç. Dr. Latif KELEBEKLİ
Prof. Dr. Lütfi BEHÇET
Prof. Dr. Mehmet ÇİFTÇİ
Prof. Dr. Orhan KURT
Prof. Dr. Turgay ŞENGÜL
Prof. Dr. Yusuf ZEREN
Doç. Dr. Abdullah MART
Doç. Dr. Ahmet ÇETİN
Doç. Dr. Alaaddin YÜKSEL
Doç. Dr. Ali Rıza DEMİRKIRAN
Doç. Dr. Asım KAYGUSUZ
Doç. Dr. Bekir BÜKÜN
Doç. Dr. Ecevit EYİDURAN
Doç. Dr. Hamit Özkan GÜLSOY
Doç. Dr. Hisamettin DURMAZ
Doç. Dr. Hüseyin VAPUR
Doç. Dr. İbrahim Yasin ERDOĞAN
Doç. Dr. İlkey ŞİŞMAN

Bingöl Üniversitesi
Bingöl Üniversitesi
Fırat Üniversitesi
Sakarya Üniversitesi
Harran Üniversitesi
Bingöl Üniversitesi
Bingöl Üniversitesi
Ordu Üniversitesi
Bingöl Üniversitesi
Bingöl Üniversitesi
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Bingöl Üniversitesi
Mersin Üniversitesi
Bingöl Üniversitesi
Bingöl Üniversitesi
Bingöl Üniversitesi
Bingöl Üniversitesi
İnönü Üniversitesi
Harran Üniversitesi
Iğdır Üniversitesi
Marmara Üniversitesi
Harran Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Bingöl Üniversitesi
Sakarya Üniversitesi

Doç. Dr. Murat SOYLU	Bingöl Üniversitesi
Doç. Dr. Mustafa YAZGAN	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Muttalip ÇİÇEK	Dicle Üniversitesi
Doç. Dr. Nezir YILDIRIM	Bingöl Üniversitesi
Doç. Dr. Orhan YILMAZ	Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Doç. Dr. Ramazan MERAL	Bingöl Üniversitesi
Doç. Dr. Ramazan SOLMAZ	Bingöl Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Halil ŞİMŞEK	Bingöl Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Mücahit PAKSOY	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Ömer AKGÖBEK	Harran Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Özgür ÖZGÜN	Bingöl Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Sabri YURTSEVEN	Harran Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Tahir AKGÜL	Sakarya Üniversitesi

* Bu sayıda yer alan çalışmaların yazarlarına ve değerli zamanlarını ayırarak görüş ve önerileri ile katkıda bulunan hakemlerimize teşekkür eder, saygılar sunarız.



Türk Doğa ve Fen Dergisi
Turkish Journal of Nature and Science

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



İÇİNDEKİLER/CONTENTS

Malzemenin İçyapısında Bulunan Çatlağın İlerlemesi ve Çatlak Davranışının Sayısal Analizi Mahir UZUN, Halidun KELEŞTEMUR	1
Şanlıurfa Koşullarında Bazı Kolza Çeşitleri için Optimum Azot Dozu ve Tohumluk Miktarının Belirlenmesi Tamer ERYİĞİT, Burhan ARSLAN	7
Essential Oil Composition of Two Apiaceae Species From Bingol (Turkey) Ömer KILIÇ	18
Japon Bildirenlerinde Çeşitli Ağırlık Ölçüleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi Şenol ÇELİK, Hakan İNCİ, Bünyamin SÖĞÜT, M. Reşit TAYSI	22
Ararot (<i>Maranta arundinacea</i> L.) Muharrem ERGÜN, Nusret ÖZBAY, Abdullah OSMANOĞLU, Atilla ÇAKIR	29
Nitrik Oksit'in Mısır (<i>Zea mays</i> L) Bitkisinde Oksidatif Stres ve Antioksidan Enzimler Üzerine Etkisi Nevzat ESİM, Ökkeş ATICI	34
Piyasadan Temin Edilen Meyve Suları ve Soğuk Çaylarda C vitamini, Fe, Zn, Na ve K Minerallerinin Düzeylerinin Tespiti Aydın Şükrü BENGÜ	39
Malatya İlinin Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Kullanılabilirliği Rasim BEHÇET, Hasan GÜL, Hakan ORAL	43
Diyarbakır Ekolojik Koşullarında Bazı Macar Fiği Genotiplerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi Seyithan SEYDOŞOĞLU	49



Türk Doğa ve Fen Dergisi
Turkish Journal of Nature and Science

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



Malzemenin İçyapısında Bulunan Çatlağın İlerlemesi ve Çatlak Davranışının Sayısal Analizi

Mahir UZUN*¹, Halidun KELEŞTEMUR²

Özet

Kırılma mekaniğinin en önemli yönü, gerilme altındaki malzemelerde çatlak ve gerilme konsantrasyonunu arttırıcı faktörleri göz önüne alarak kırılma problemlerini incelemesidir. Makine ve konstrüksiyonlarda kullanılan malzemelerin çoğunda imalat sırasında meydana gelen çatlaklar olabilir. Malzemelerin üretimi sırasında da çeşitli nedenlerle kılcal çatlaklar bulunabilir. Bu çatlaklar etrafında gerilme konsantrasyonları oluşur. Bu gerilme konsantrasyonları sebebiyle çatlaklar oluşabilir ve bu çatlaklar malzemenin akma gerilmesinin altındaki gerilmelerde de ilerleyebilirler. Bu çalışmada, AISI 1070 ve 304 çelikleri için yorulma çatlak ilerlemesi sayısal bir çözüm metodu olan sonlu elemanlar metodu ile modellenmiştir. Özellikle sünek malzemelerde lineer kırılma mekaniği çözümleri yetersiz kalmaktadır. Elasto-plastik yaklaşımlar ise çok karmaşık analitik çözümler gerektirmektedir. Sayısal metotlardan biri olan sonlu elemanlar metodu kullanılarak elasto-plastik yaklaşımla çatlak ilerlemesi sırasında çatlak ucunda meydana gelen gerilmeler ve yer değiştirmeler incelenmiştir. Çatlak ilerlemesi sırasında, çatlak ucu civarındaki gerilme dağılımları gözlenmiş ve sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kırılma mekaniği, sonlu elemanlar, çatlak kapanması, çatlak ilerlemesi, ANSYS

The Propagation of Crack Which Existing In the Internal Structure of Materials and Analysis of Crack Behavior

Abstract

The most important aspect of fracture mechanics, cracks and taking into account the stress concentration factors to examine problems is breaking in materials under stress. Many of the materials used in construction machinery and the cracks may occur during manufacturing. During the production of materials for various reasons can be found cracks. These cracks are formed around the stress concentration. These cracks may occur due to stress concentration and stress cracks in the bottom of the yield stress of the material can also proceed. In this study, AISI 304 steel for fatigue crack growth in 1070 and a numerical solution method, which is modeled by finite element method. In particular, linear fracture mechanics in ductile materials solutions are insufficient. Elasto-plastic approach requires a very complex analytical solutions. Which is one of numerical methods using finite element method approach elastomer - plastic crack tip during crack propagation occurring stresses and displacements were examined. During crack propagation, the stress distribution near the crack tip was observed and presented.

Keywords: Fracture mechanic, finite element crack closure, crack propagation, ANSYS.

1. Giriş

Kırılma mekaniğinin hasar analizi uygulamalarındaki temel noktası, gerilme altındaki malzemelerde çatlak ve gerilme konsantrasyonunu arttırıcı faktörleri göz önüne alarak kırılma problemlerini incelemesidir. Makine ve konstrüksiyonlarda kullanılan malzemelerde genellikle çentik etkisi yapabilecek süreksizlikler mevcuttur. Süreksizlikler, bu malzemelerin üretimi ile ilgili mikro boşluklar, inklisyonlar vb. olabileceği gibi elemanın çalıştığı yerdeki geometrik şekli esası ile keskin radyüsler şeklinde

de olabilir. Bu süreksizlikler etrafında gerilme yoğunlaşması oluşur. Süreksizlikler çevresindeki gerilme yoğunlaşmaları malzemenin akma gerilmesinin altındaki yüklemelerde dahi mikro seviyede plastik deformasyonun oluşmasına sebep olur ve çatlak başlangıcı için kaynak teşkil eder. Metalik malzemelerin öncelikle gevrek kırılma karakterini inceleyen teoriler ve deneyler gerçekleştirilmiştir. Bu deneyler kalitatif deneyler olup malzemelerin mukayesesinde faydalıdır. Fakat bir konstrüksiyon mühendisi veya kırılma ile yakından ilgilenen araştırmacılar için bu deneyler yeterli olmamaktadır. Önceden yapılmış olan çalışmalarda çekme ve basma yük oranı artışlarının, aşırı yükler arasındaki çevrim sayısı ve aşırı yük sayısının çatlak ilerleme hızında belirgin şekilde etkilediği gözlemlenmiştir [1-6]. Çatlak ilerleme hızındaki artma ya da azalma, çatlak kapanması,

¹Bingöl Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 12000, Bingöl, TÜRKİYE

²Melikşah Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, 38280, Kayseri, TÜRKİYE

*Sorumlu yazar eposta: muzun@bingol.edu.tr

kalıntı gerilmeler, çatlak ucu körelmesi, çatlak sapması, ikincil çatlakların oluşması ve çatlak dallanması gibi etkilerin oluşmasına sebep olmaktadır [7,8]. Kırılma mekaniği analizi ile hem malzemenin kırılma nedeni anlaşılabilir, hem de imalat ve kullanma esnasında herhangi bir çatlağın teşekkülü önlenebilir [8]. Kırılma mekaniğinde kırılma ile ilgili parametre kırılma tokluğu veya gerilme şiddet faktörü (K)'dır. Gerilme şiddet faktörü (K), çatlak ucu civarında gerilme alanını belirleyen bir parametre olup, bu faktör malzemenin geometrik hali, yükleme şekli, çatlağın yeri ve yönünün uyumuna bağlıdır. Kırılma analizi için iki türlü yaklaşım mevcuttur. Bunlar enerji ve kırılma mekaniği yaklaşımlarıdır. Enerji yaklaşımına göre, çatlak bölgesinde malzeme direncini yenecek kadar enerji birikmesi olduğunda çatlak ilerlemeye başlar. Malzeme direnci yüzey enerjisi, plastik çalışma veya diğer faktörlerden oluşur. Kırılmada enerjii ilk Griffith uygulamasıdır [9]. Griffith gevrek bir malzemede bir çatlak bulunması halinde, malzemenin kırılmadan dayanabileceği gerilmeyi tayin eden ilk bağıntıyı geliştirmiştir.

$$\sigma_f = \left(\frac{2\gamma \cdot E}{\pi \cdot a} \right)$$

Burada, σ_f kırılma gerilmesi, γ yüzey enerjisi, E elastik modül, a çatlak boyunun yarısını ifade etmektedir. Griffith denkleminde göre, kırılmaya sebep olan gerilme miktarı (σ_f) mevcut çatlağın boyu a ile ters orantılıdır. Griffith denkleminde yüzey enerjisi terimi yerine genellikle kırılma işini gösteren bir parametre G kullanılır. Bu durumda;

$$G = \frac{\pi \cdot \sigma_f^2 \cdot a_c}{E}$$

Burada $G = 2\gamma$ olup, kırılma için gerekli toplam işi gösterir. Griffith analizinde, deformasyon enerjisinin çatlak ilerlemesi sırasında ara yüzey enerjisine dönüşümünü esas almıştır. Dolayısıyla G, aynı zamanda çatlağın birim yüzeyinde çatlağın ilerlemesi için gerekli enerji miktarıdır. Kırılma G'nin kritik değeri olan G_c 'de meydana gelir. Kırılma mekaniği yaklaşımında ise Irwin ve arkadaşları gevrek kırılmayı ayrı bir görüşle analiz etmişlerdir. Onlar analizlerinde çatlağın ucu civarındaki gerilme durumunu esas almışlardır [9]. Çatlak ucu civarındaki gerilmelerin hesaplanmasından, bir gerilme şiddet faktörü (K) parametresi geliştirmişlerdir. Gerilme şiddet faktörü (K), uygulanan gerilmenin, çatlağı boyut ve şeklinin ve bir geometrik faktörün fonksiyonudur. Griffith denklemini aşağıdaki şekilde yapıldığında;

$$\sigma_f (\pi \cdot a)^{1/2} = (E \cdot G_c)^{1/2}$$

elde edilir. Yukarıdaki eşitlikten; $\sigma_f (\pi \cdot a)^{1/2}$ nin değerinin $(E \cdot G_c)^{1/2}$ ye eşitliğinde çatlağın ilerleyeceği anlaşılmaktadır. $\sigma_f (\pi \cdot a)^{1/2}$ teriminin çatlak ilerlemesi için gerekli kuvvet ölçüsü olduğu düşünülerek, bu terim gerilme şiddet faktörü olarak isimlendirilir. Yani; $K = \sqrt{\pi \cdot a}$ olarak gösterilir. Gerilme şiddet faktörü K'nin kritik bir değerinde K_c kırılma meydana gelir.

$$K_c = \sqrt{E \cdot G_c}$$

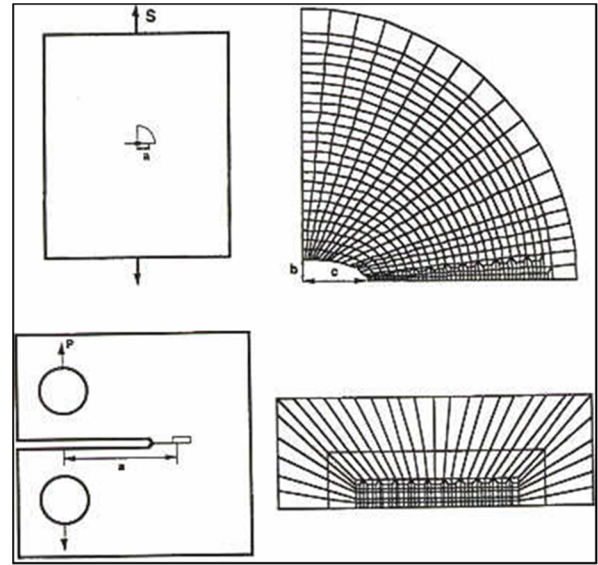
formülü ile hesaplanır.

Kritik gerilme şiddet faktörü (K_c) genellikle kırılma faktörü olarak isimlendirilir. Gerilme şiddet faktörü (K), yalnız gerilme durumuna ve çatlağın geometrisiyle ilgili bir parametre olup malzemenin özelliklerine bağlı değildir. Kırılma tokluğu özelliğini (K_c) tespit etmek için gerilme şiddet faktörü K ölçülür. $K = K_c$ olduğunda çatlak ilerler ve kırılma olur.

2. Materyal ve Metot

2.1. Uygun Modelin Seçimi ve Hesaplama Teorisinin Belirlenmesi

Yorulma çatlağı ilerlemesinde çatlağın ilerlemesinin tahmini için bir takım modeller geliştirilmiştir [10-12] ayrıca kullanılan numune tipleri Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Yorulma çatlak gelişmesi için kullanılan numune geometrileri

Geliştirilen bu modelde, üniversal çatlak ilerleme oranı;

$$dA / dN = c^1 (\Delta K_{eff})^{m^1}$$

olarak ifade edilmiştir. Burada; c^1 ve m^1 malzeme sabitleridir.

$$\Delta K_{eff} = f \left(\frac{S_{max}}{\sigma_0}, R, \frac{H}{E}, \frac{\bar{\sigma}}{\sigma_H}, \text{geometri, mikroyapı, } a \right)$$

$$\frac{H}{E} = (\text{plastik modül/elastik modül})$$

R: Uygulanan yük oranı

$\bar{\sigma}$: Von misses gerilmesi

σ_H : Hidrostatik gerilme

$$H / E = 0,7 \text{ Düzlem gerilme}$$

$$\frac{S_{stabil}}{S_{a\check{c}}} = 0,49 + 0,01R - (0,1 - 0,3R) \cdot \frac{S_{a\check{c}}}{\sigma_0}$$

$$A = -0,255 - 1,375R + (0,085 - 0,075R)K,$$

$$B = 0,298 + 0,563R + (-0,043 - 0,198R)K,$$

$$D = 1,700 + 1,475R + (0,100 - 0,225R)K,$$

$$F = \exp(-10xl / c)^6$$

$H/E = 0,01$ Düzlem gerilme

$$\frac{S_{stabil}}{S_{aç}} = 0,95 + 0,13R - (0,70 - 0,3R) \cdot \frac{S_{aç}}{\sigma_0}$$

$$A = -1,138 - 1,138 + (0,163 + 0,16R)K_t$$

$$B = 0,902 + 0,507R + (-0,089 - 0,164R)K_t$$

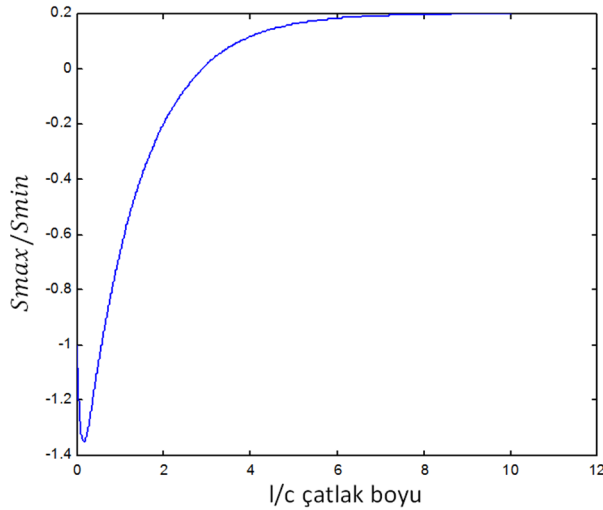
$$D = 3,400 + 2,575R - 0,125R \cdot K_t$$

$$F = \exp(-10xl/c)^6$$

$$\frac{S_{aç}}{S_{max}} = \left\{ \frac{S_{stabil}}{S_{aç}} - \left[A \left(\frac{S_{max}}{\sigma_0} \right) + B \right] \times \exp \left[\frac{-l/c}{\left(\frac{S_{max}}{\sigma_0} \right) D} \right] \right\} (1-F) + FR$$

Burada; H Sertleşme modülü, R uygulanan yük oranı, σ_0 Akma gerilmesi, S_{max} Maksimum gerilme, $S_{aç}$ çatlak açıldığı gerilme, S_{stabil} çatlak gelişimi sırasında çatlak açılmasının stabilize olduğu gerilmedir. S_{stabil}/S_{max} ve l/c değerleri arttıkça çatlak açılma gerilmesinin maksimum gerilmeye oranının stabil hale geldiği görülmektedir [10].

Yukarıda çıkarılmış olan modeller kullanılarak 1070 çelik için; $\sigma_{akma} = 430.Mpa$ ve $c=0,6$ mm (çatlak başlangıç uzunluğu) alınmış ve MATLAB bilgisayar programında $\frac{S_{maxn}}{\sigma_0} = 0,7$ için Çatlak gelişiminin çatlak uzunluğu ile değişimi Şekil 2’de elde edilmiştir.



Şekil 2. $\frac{S_{maxn}}{\sigma_0} = 0,7$ için çatlak gelişiminin çatlak uzunluğu ile değişimi

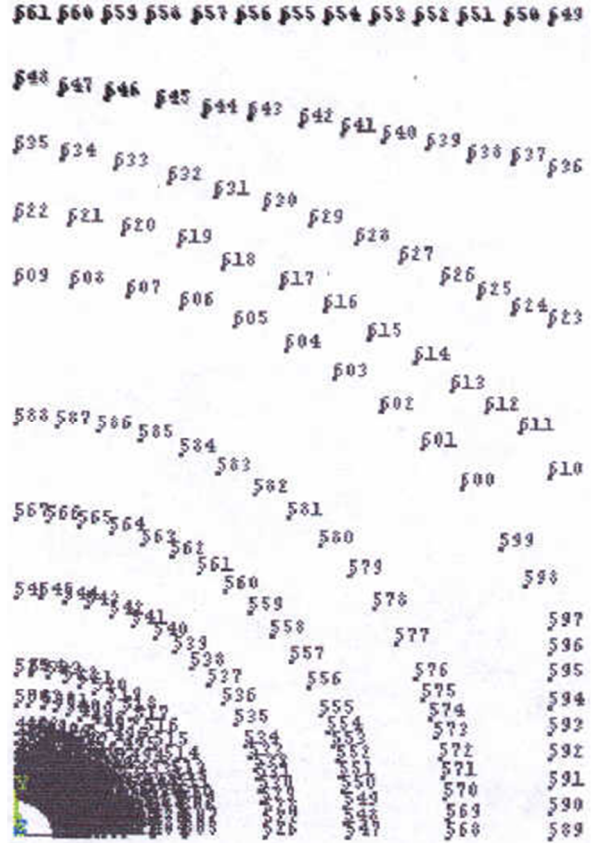
2.2. Model Üzerinde Yorulma Çatlağı Uygulaması ve Analizi

ANSYS programında 1070 çelik için aşağıdaki geometrik boyutlara ve malzeme parametrelerine sahip CCT modeli kullanılmıştır.

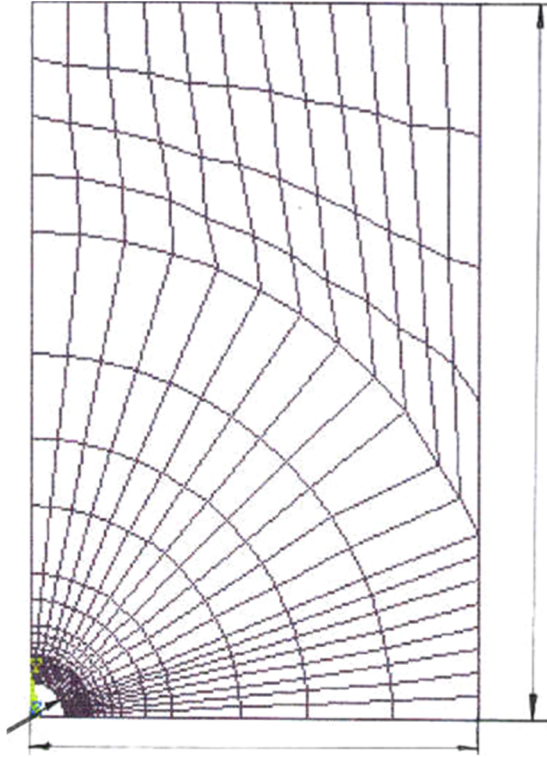


Şekil 3. Merkez çatlaklı (CCT) numunesi

ANSYS’ de simetri özelliğinden faydalanılarak numunenin dörtte biri alınmış ve bunun üzerine çözüm uygulanmıştır. İlk önce verilen geometrik ölçüler dikkate alınarak çatlak bölgesi hassas olacak şekilde geometri belli oranlarda elemanlara bölünmüş ve daha sonra nokta yerleri tarif edilerek bir program makrosu yazılmıştır. Daha sonra bu noktalar birleştirilerek elemanlar oluşturulmuş ve böylece ana geometri elde edilmiştir (Şekil 4, Şekil5).

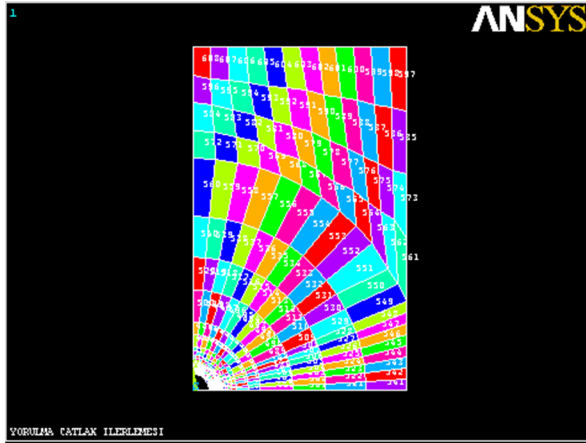


Şekil 4. Merkez çatlaklı numunenin ANSYS’de oluşturulması



Şekil 5. Merkez çatlaklı numunenin elemanlarının oluşturulması

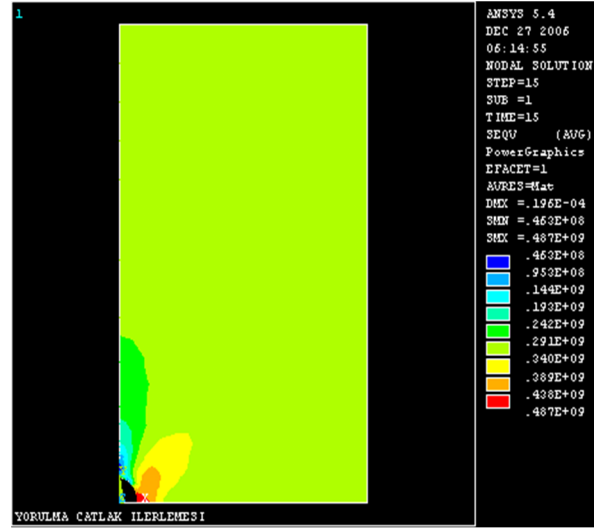
Geometri oluşturulduktan sonra, analiz için şekil 6'da görüldüğü gibi elemanlara bölünmüştür. Elemanlara bölündükten sonra çekme doğrultusunda sabit yük sinüsoidal olarak girilmiş ve belirli çevrim sayılarına göre malzemede dinamik gerilme analizi yapılmıştır.



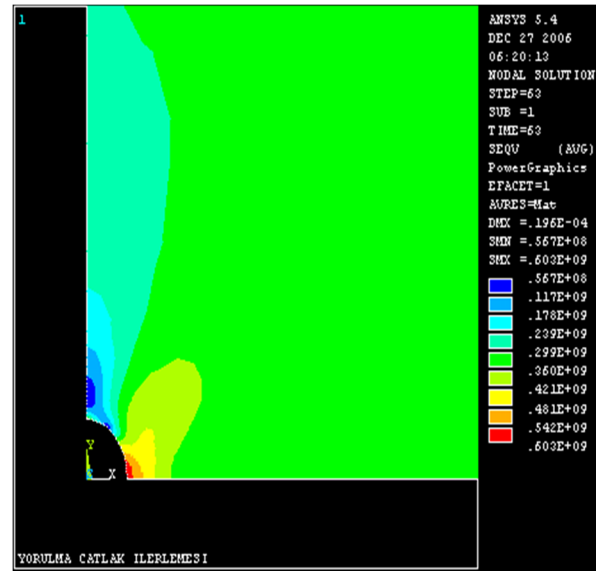
Şekil 6. Merkez çatlaklı numunenin elemanlara bölünmesi

3. Bulgular ve Tartışma

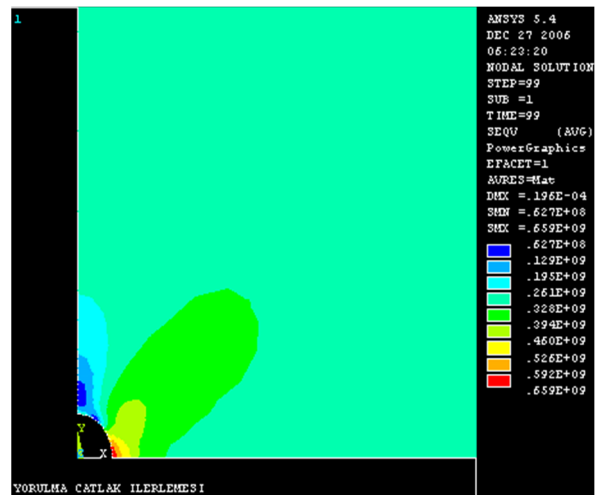
1070 çeliği için akma gerilmesi=430 MPa, Elastisite modülü=205 Gpa ve Poisson oranı=0,7 ve Uygulanan gerilme $S_{max}=310$ MPa olarak alınmış ve 10 çevrimlik yüklemeye sonucunda malzemede deformasyon ve maksimum gerilme durumu Şekil 7'deki gibi tespit edilmiştir ve her bir çevrimin maksimum değerinde malzemede plastik bölgenin değişimi ve maksimum gerilmedeki değişim tespit edilmiştir.



Şekil 7. 1070 Çelik için merkez çatlaklı numunedeki 1. çevrimdeki yükün maksimum değerindeki durum.

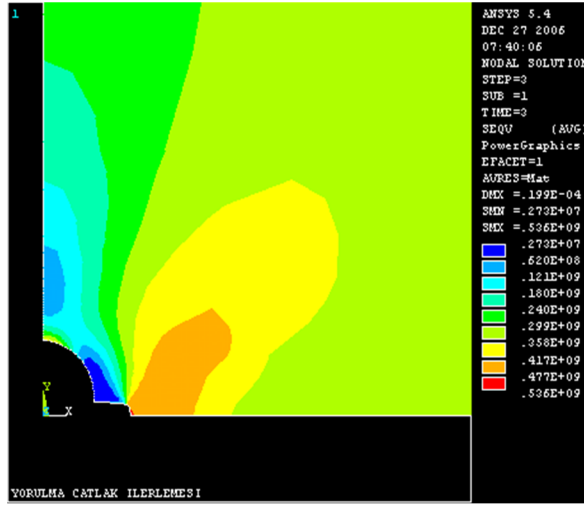


Şekil 8. 1070 Çelik için merkez çatlaklı numunedeki 6. çevrimdeki yükün maksimum değerindeki durum.



Şekil 9. 1070 Çelik için merkez çatlaklı numunedeki 9. çevrimdeki yükün maksimum değerindeki durum

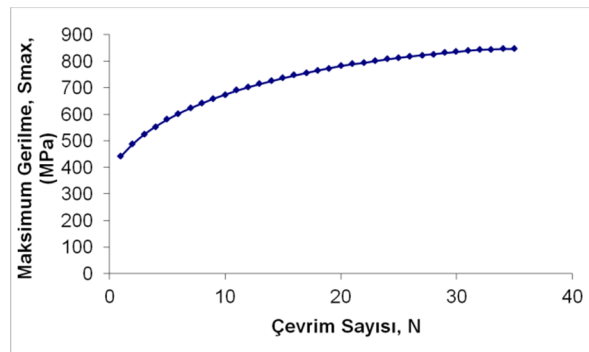
1070 çeliği için akma $l/c=0,6$ değerinde akma gerilmesi=430 MPa, Elastisite modülü=205 GPa ve Poisson oranı=0,7 ve Uygulanan gerilme $S_{max}=310$ MPa olarak alınmış ve 10 çevrim için çatlak ucundaki gerilme değişimi tespit edilmiştir. Aynı numunede çatlaklı ucundaki maksimum gerilme çatlaksız numuneye göre daha fazladır.



Şekil 10. 1070 Çelik için merkez çatlaklı numunede $l/c=0,6$ değerinde 1.çevrimde çatlak ucundaki gerilmenin değişimi

Merkezinde delik bulunan ve çatlaksız olan CCT numunesine $S_{max}=310e6$ Pa değerinde bir gerilme 40 çevrim için uygulanmış ve elde her bir çevrim için maksimum gerilmeler tespit edilip aşağıdaki grafikte verilmiştir. Çevrim sayısı arttıkça pekleşmeye bağlı olarak maksimum gerilme de artmakta, ancak belli bir çevrim sonra bu artış stabil duruma geçmektedir. ANSYS paket programında yorulma çatlaklarının ilerletilmesine maksimum gerilme değerinin stabil hale geldiği çevrim dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

Malzemede $l/c=0,6$ oranında çatlak ilerletilmiş ve bu durumda aynı gerilme 10 çevrim boyunca uygulanmıştır. Burada 10. çevrime gelen maksimum gerilme değerinin çatlaksız numunede 10. çevrimde meydana gelen maksimum gerilmeden yaklaşık 2,5 kat daha büyük olduğu ve çatlak ilerlemesinin gerilme değerine etkisinin büyük olduğu görülmüştür.



Şekil 11. 1070 çelik için $c=0,6$ değeri için çevrim sayısı ile maksimum gerilme arasındaki ilişki.

4. Sonuçlar

Yorulma çatlak gelişmesi ve sonucunda meydana gelen yorulma kırılması malzemede görülen en sık ve en ciddi hasar türlerinden biridir. Bu nedenle bu hasar türü üzerinde birçok araştırma yapılmıştır. Yorulmanın mekanizması

büyük oranda bilinmesine rağmen bu konuda yapılan deneylerin uzun zaman alması sebebi ile çeşitli matematiksel eşitlikler ve bağıntılar geliştirilmiştir. Ancak bu bağıntıların manuel olarak kullanılarak yorulmanın hesaplanması da oldukça güçtür. Bu nedenle araştırmacılar bu konuda çeşitli nümerik yöntemler geliştirmişlerdir.

ANSYS paket programı da bu alanda çok başarılı bir bilgisayar programıdır. Bu program kullanılarak elde edilen sonuçların, diğer araştırmacıların elde etmiş oldukları sonuçlara benzediği görülmüştür. Bu program ile malzemenin geometrisi oluşturulabilmekte ve her türlü yüklemeye kolayca uygulanabilmektedir. Çözüm sonucunda ise malzemenin her kesitinde gerilmenin üç boyutlu etkisi ve malzemedeki deformasyon kolayca görülebilmektedir.

Programla malzeme parametreleri girildiği ve program hesaplarını bu parametrelere göre yaptığı için her türlü malzemenin statik ve dinamik yüklemeler sonucundaki davranışları izlenebilmektedir. Ancak bu program çok kapsamlı bir program olduğundan programın öğrenilmesi ve geliştirilmesi hayli zaman almaktadır.

Bu program ve programın dili olan APDL'nin daha fazla geliştirilmesi ile daha komplike sistemlerin yorulma davranışları kolayca saptanabilir. Krank mili ve benzeri önemli ve hassas parçaların davranışları da bu program yardımıyla saptanabilmekte ve bu parçaların dizaynı için büyük kolaylık sağlanmaktadır.

Kaynaklar

- [1] Pommier, S., De Freitas, M., 2002, "Effect on fatigue crack growth of interactions between overloads" Fatigue and Fracture of Engineering Materials and Structures, 25(7), 709-722
- [2] Vardar, O., Yıldırım, N., 1990, "Crack growth retardation due to intermittent overloads" Int J Fatigue, 12, 283-287
- [3] Heper, R., Vardar, Ö., 'Sonlu Elemanlar Yorulma Çatlağı Modeli ile Yorulma Çatlağı İlerleyişinde Elastik-Plastik Malzeme Etkilerinin İncelenmesi' Boğaziçi Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü. 1999.
- [4] Sadananda, K., Vasudevan, A.K., Holtz, R.L., Lee, E.U., 1999, "Analysis of overload effects and related phenomena" International Journal of Fatigue, 21, 233-246
- [5] Tur, Y., Vardar, O., 1996, "Periodic Tensile Overloads in 2024-T3 Al-Alloy Engineering Fracture Mechanics, 53, 69-77
- [6] Borrego, L.P., Costa, J.M., Ferreira, J.M., 2005, "Fatigue Crack Growth in thin Aluminum Alloy Sheets under Loading Sequences with Periodic Overloads" Thin-Walled Structures, 43, 772-788
- [7] Keleştimur, H., 1998, 'Fatigue Crack Growth Behavior and Overload Effect of AISI 304 Stainless Steel in Different Atmospheres'. Dok. Tezi, Buffalo Üniversitesi New York.
- [8] Skorupa, M., 1998, "Load Interaction Effects During Fatigue Crack Growth under Variable Amplitude Loading" Fatigue & Fract. of Engng. Mater. & Struct, 21, 987-1006
- [9] Hammouda, M.M.I., Ahmad, S.S.E., Selem, M.H. ve Sallam H.E.M., 1998 "Fatigue crack growth due to two successive single overloads" Fatigue Fract Engng Mater Struct., 21, 1537-1547

- [10] Lalor, L.,P., an Sehitoglu, H., 1987 ‘Fatigue Crack Closure Outside a Small-Scale Yielding Regime’ Mechanics of Fatigue Crack Closure, ASTM STP 982
- [11] Sehitoglu, H., Gall, K., and, Garcia, A.M., 1996, ‘Recent advances in fatigue crack growth modeling’ Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, II. 61801, USA:
- [12] Suresh,S.,1992, ‘Fatigue of materials’ Cambridge Üniversitesi, USA



Şanlıurfa Koşullarında Bazı Kolza Çeşitleri için Optimum Azot Dozu ve Tohumluk Miktarının Belirlenmesi

Tamer ERYİĞİT^{*1}, Burhan ARSLAN²

Bu çalışma “Şanlıurfa İli Koşullarında Bazı Kolza Çeşitleri için Optimum Azot Dozu ve Tohumluk Miktarının Belirlenmesi” adlı doktora tezinin bir bölümüdür.

Özet

Bu çalışma, 2001 – 2002 ve 2002 – 2003 üretim yıllarında Şanlıurfa ekolojik koşullarında bazı kolza çeşitleri için optimum azot ve tohumluk miktarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma Şanlıurfa'nın Akçakale ilçesinde sulu şartlarda bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Denemede üç farklı kolza çeşidine (Bristol, Eurol ve Capitol) dört farklı azot dozu (0, 10, 15 ve 20 kg da⁻¹) ve üç değişik tohumluk miktarı (0,8, 1,0 ve 1,2 kg da⁻¹) uygulanmıştır. Denemede bitki boyu, ana dal sayısı, harnup sayısı, harnup uzunluğu, harnupta tohum sayısı, bin tane ağırlığı, dekara tohum verimi, ham yağ oranı, ham yağ verimi, ham protein oranı ve ham protein verimi gibi karakterler incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek tohum verimi sırasıyla 292,41 kg da⁻¹ ile Capitol çeşidinin 1,2 kg da⁻¹ tohumluk ve 20 kg da⁻¹ azot dozu uygulamasından elde edilmiştir. En düşük tohum verimi ise aynı çeşitten sırasıyla 167,33 kg da⁻¹ ile 0,8 kg da⁻¹ tohumluk ve 0 kg da⁻¹ azot dozu uygulamasından alınmıştır. Tohum verimi üzerine azot dozlarının istatistiksel olarak önemli derecede etkisi olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kolza, çeşit, azot, tohumluk miktarı, verim

The Determination of Optimum Seed Amount and Nitrogen Level for Some Rape Seed Cultivars in Sanliurfa Conditions

Abstract

The study was carried out in production years of 2001 – 2002 and 2002 – 2003 in Sanliurfa conditions in order to determine the optimum seed amount and nitrogen level for some rapeseed cultivars. The study was conducted with four replications according split split pilot under irrigation conditions in Akcakale county of Sanliurfa. In this trial, three rape seed cultivars (Bristol, Eurol and Capitol), four different nitrogen levels (0, 10, 15 and 20 kg da⁻¹) and three seed amounts (0.8, 1.0 and 1.2 kg da⁻¹) were applied. In this study, plant height, number of primary branches, number of capsule, length of capsule, seed per capsule, 1000 seed weight, seed yield, crude oil ratio, crude oil yield, crude protein ratio and crude protein yield were investigated. According to the results of this research, the highest seed yield was found for Capitol as 292.41 kg da⁻¹ with 1.2 kg da⁻¹ seed and 20 kg da⁻¹ of nitrogen applications. The lowest seed yield was found from the same cultivar (Capitol) as 167.33 kg da⁻¹ with 0.8 kg da⁻¹ seed and 0 kg da⁻¹ nitrogen applications. Nitrogen levels have significantly statistical effect on seed yield.

Keywords: Rape seed, cultivar, nitrogen, seed amount, yield

1. Giriş

Dünya yağ üretiminin yaklaşık %86'sı bitkisel yağlardan karşılanmaktadır. Bu yağlar sayısı 14'ü bulan yağ bitkilerinden elde edilmektedir. Bugün dünyada 390,4 milyon tonun üzerinde yağlı tohum üretimi yapılmaktadır. Dünya bitkisel yağ üretiminde %54,6'lık bir pay ile soya birinci sırada, %13,7 ile kolza ikinci sırada, onu sırasıyla pamuk çiğdi (%10,8), ayçiçeği (%9,0) ve yarfıstığı (%6,0)

izlemektedir. Diğer yağ bitkilerinin üretimi ise %5,9 olarak oldukça düşüktür [1].

Ülkemizde ise tarımı yapılan yağlı tohumlar grubuna giren ürünleri ayçiçeği, çiğit, soya, yarfıstığı, haşhaş, susam, kolza ve aspir olarak sıralayabiliriz. Bu ürünler içerisinde sadece pamuk tohumu (çiğit) yağ bitkisi olmayıp, ülkenin bitkisel yağ sanayinde önemli katkı sağlaması bakımından bu gruptandırma yer almaktadır. Ayrıca, bu grup içerisinde yer almayan mısır ve zeytin bitkilerinden de yıllara göre değişimle birlikte 100 – 200 bin ton bitkisel sıvı yağ elde edilmektedir. Türkiye'de yağ elde edilen bitkiler göz önüne alındığında, %45,97 ayçiçeğinden olup,

¹Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü,76000, Iğdır, TÜRKİYE

²Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 59000, Tekirdağ, TÜRKİYE

*Sorumlu yazar eposta: tamiyigit@hotmail.com

bunu sırasıyla %38,85 ile pamuk yağı, %5,43 soya yağı, %3,08 kolza ve %6,67 ile diğer yağlar takip etmektedir [2].

Yurdumuzda bitkisel yağ üretimi amacı ile çığit, ayçiçeği, susam, zeytin, haşhaş, yerfıstığı, soya ve mısır bitkilerinin tarımı uzun yıllardan beri yapılmaktadır. Bu bitkilerin çoğu sahil kuşağında veya iklimi mutedil olan yerlerde yetiştirilmektedir. Söz konusu bitkilerin üretim alanlarının doygunluk sınırına ulaşmış olması ve gelişen Türkiye'nin yağ ihtiyacını karşılayamaması nedeniyle, buğday ve arpanın yetiştirildiği yerlerde, kar örtüsü altında -15 – -25 °C gibi düşük sıcaklıklara dayanabilen kolza (*Brassica napus* L. ve *Brassica campestris* L.) haçlıgiller familyasına ait yazlık ve kışlık formları olan ve Türkiye'deki bitkisel yağ açığının kapatılmasında önemli bir yer alabilecek bir yağ bitkisidir [3].

Kolzanın diğer yağ bitkilerine göre birçok avantajları vardır. Başta ayçiçeği olmak üzere birçok yağ bitkisi yazlık olarak ekilmektedir. Kolzanın yazlık ve kışlık çeşitleri bulunmakta ve yetiştirme süresi daha kısadır. Yazlık olarak ekildiğinde Temmuz ve kışlık olarak ekildiğinde ise Haziran ayında hasat olgunluğuna gelmektedir. Bu aylarda hiçbir yağ bitkisinin hasadı söz konusu olamadığı için atıl kapasite ile çalışan yağ ve yem fabrikalarına hammadde sağlayarak, fabrikaların tam kapasite ile çalışmasına olanak sağlamaktadır. Birim alandan bazı yağ bitkilerine oranla daha yüksek tohum ve yağ vermektedir. Kolza bitkisi aynı zamanda geleneksel tahıl üretiminde kullanılan mekanizasyon ile yetiştirilebilir ve ilave bir üretim girdisine ihtiyaç göstermez. Kolza tarımının bir diğer avantajı ise, bu bitkinin buğday ve baklagillere göre daha erken hasat olgunluğuna gelmesi ve ikinci ürün tarımına olanak sağlamasıdır [4]. Fakat bütün bu avantajlarına rağmen arzu edilen üretim potansiyelini yakalayamayan kolzanın 2013 yılı verilerine göre ülkemizdeki ekim alanı 31127 ha, üretimi 102 bin ton, dekara verimi 328 kg olarak bildirilmiştir [2].

Genel olarak, birçok bitkide olduğu gibi kolza yetiştiriciliğinde de maksimum verime ulaşabilmek için yüksek dozda azot kullanımına başvurulmaktadır. Yüksek azot dozları ise gübre maliyetini arttırmakla kalmamakta, gelirin de azalmasına neden olmaktadır. Bitkilerde fazla miktarda azotlu gübre uygulamasının neden olacağı bir başka önemli problem, çevresel tehlike riskidir. Yüksek azot ve yoğun sulama, mobil bir element olan azotun yıkanarak kaybolmasına neden olduğundan hem ekonomik bir kayıp hem de çevresel kirlilik durumu, özellikle içme sularında kirlenme söz konusudur. Buna ilaveten, optimum azot dozuna yaklaştıkça azot kullanım etkinliği hızla azalmaktadır. Azotun uygulanma şekli ve formu, çeşit, ekim tarihi, iklim ve toprak özellikleri, bitki sıklığı vb. faktörler de bitkilerin azottan yararlanma etkinliklerini ve azot kayıplarını etkilemektedir. Belirtilen gerçeklerden dolayı,

uygun gübre dozlarının tespit edilmesi büyük önem arz etmektedir [5].

Bu çalışmanın amacı; GAP'ın devreye girmesiyle büyük bir üretim potansiyeli kazanan Harran Ovasında, yetiştirme periyodu kısa olduğu için ikinci ürün yetiştirme süresi kazandıran ve %50 atıl kapasiteyle çalışan yağ ve yem fabrikalarının tam kapasiteyle çalışmalarına olanak sağlayacak olan kolza bitkisini tanıtmak, sulamaya açıldığından beri buğday – pamuk, pamuk – pamuk ve pamuk – arpa gibi bir ekim nöbeti rotasyonu kazanan ovada daha bilinçli bir ekim nöbeti sistemi oluşturmak ve kolzanın üretimini teşvik etmektir.

2. Materyal ve Metot

Deneme, 2002 ve 2003 yıllarında Şanlıurfa ilinin güneyinde Suriye'ye sınır komşusu olan ve Şanlıurfa'ya 50 km uzaklıkta bulunan Akçakale ilçesi DSİ XV. Bölge Müdürlüğü İşletme – Bakım Başmühendisliği'ne ait arazide sulu şartlarda yürütülmüştür. Araştırmada tohumluk materyali olarak Karadeniz Tarımsal Araştırmalar (K.T.A.) Enstitüsü'nden temin edilen Bristol, Eurol ve Capitol çeşitleri kullanılmıştır.

Araştırmanın yapıldığı Şanlıurfa ili yağış bakımından, Akdeniz yağış rejimi karakterini taşır. Yağmurlar en çok kış ve ilkbahar aylarında görülür, yaz ayları ise tamamen kurak geçer. Şanlıurfa'nın toplam yağış miktarı 473,1 mm, buna karşılık en güneydeki Akçakale'nin yıllık yağış miktarı 330,9 mm'dir. Ovanın iklimini en iyi temsil eden Akçakale'de ortalama donlu gün sayısı 25'tir. Türkiye'nin en sıcak yeri olarak bilinen Şanlıurfa'da en yüksek sıcaklık Temmuz ayında (46,50 °C), en düşük sıcaklık ise Şubat ayında (-12,40 °C) ölçülmüştür [6].

Çizelge 1'den denemenin yürütüldüğü bölgenin yetiştirme periyoduna ait iklim verileri incelendiğinde, uzun yıllar ortalamasına göre toplam yağış 289,4 mm, ortalama sıcaklık 21,81 °C ve ortalama nispi nem miktarı %63,97'dir. Denemenin ilk yılında yağış miktarı (301,60 mm) uzun yıllar ortalamasından yüksek olurken, ikinci yıl 286,00 mm ile uzun yıllar ortalamasından daha düşük gerçekleşmiştir. Denemenin birinci yılının yetiştirme periyodu ortalama sıcaklık değeri (13,86 °C) ve denemenin ikinci yılının yetiştirme periyodu ortalama sıcaklık değeri (13,97 °C) uzun yıllar ortalamasına göre (14,13 °C) daha düşük gerçekleşmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü her iki yılın yetiştirme periyodunda da nispi nem miktarı oranları (%58,14 – %58,97), uzun yıllar ortalamasına göre (%63,97) daha düşük değerlerde olmuştur.

Araştırmanın yürütüldüğü toprakların farklı derinliklerinden alınan toprak örneklerinin Şanlıurfa Köy Hizmetleri laboratuvarında yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analizlerinin sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Şanlıurfa'nın Akçakale ilçesinin 2001 – 2002 ve 2002 – 2003 yılları ve uzun yıllara ait iklim değerleri*

Aylar	Hava Sıcaklığı (°C)									Nispi Nem (%)			Yağış (mm)		
	Minimum			Maksimum			Ortalama								
	2001	2002	UYO	2001	2002	UYO	2001	2002	UYO	2001	2002	UYO	2001	2002	UYO
Ekim	9,5	10,25	5,2	28,2	30,43	34,4	18,85	20,34	19,5	50	47,2	53,5	29,7	9,5	19,3
Kasım	4,4	5,26	-0,6	18,1	21,62	25,7	11,25	13,44	12,51	55,8	61,3	68,4	14,1	27,7	33,9
Aralık	4,9	3	-4,5	11,9	7,29	18	8,4	5,15	5,3	78,1	69	75,3	95,6	44,2	50
Ocak	0,8	1,32	-4,5	7,62	12,58	15,2	4,21	6,95	5,2	66,7	75,9	77,3	12,1	57,1	48
Şubat	1,65	1,11	-4,9	15,84	10,62	18,7	8,75	5,87	7,1	63,4	75,8	72,7	27,6	65,4	43,6
Mart	5,52	4,06	-2,2	18,33	13,48	24,2	11,93	8,77	10,9	63,1	67	67,3	64,6	33,2	41,4
Nisan	7,38	8,04	2,7	21,1	22,99	31,4	14,24	15,52	16,5	69,1	61,4	63	53,9	35,5	19
Mayıs	11,74	12,95	7,2	28,99	31,98	36,6	20,37	22,47	22,2	44,9	41,7	53,6	4	13,4	19,6
Haziran	17,04	17,34	13	36,53	37,17	40,7	26,79	27,26	28	32,2	31,4	44,6	-	-	14,6
Ort/Top	6,99	7,04	1,27	20,73	20,91	27,21	13,86	13,97	21,81	58,14	58,97	63,97	301,6	286	289,4

* Şanlıurfa İli Akçakale Meteoroloji İstasyonu Verileri

Çizelge 2. Denemenin yürütüldüğü 2001–2002 yıllarına ait deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Yıl	Derinlik (cm)	Su ile Doğyumluk (%)	Tekstür Sınıfı	pH	Kireç (CaCO ₃) (%)	Organik Madde (%)	Toplam Tuz (%)	Potasyum (K ₂ O) (Kg/da)	Fosfor (P ₂ O ₅) (Kg/da)
2001	0–20	53	Killi Tınlı	7,80	20,1	1,83	0,095	49,26	0,86
	20–40	66	Killi Tınlı	7,86	20,2	1,72	0,081	50,21	0,79
2002	0–20	57	Killi Tınlı	7,88	19,3	1,89	0,099	47,89	0,81
	20–40	67	Killi Tınlı	7,85	19,1	1,76	0,088	48,25	0,8

Çizelge 2’de izlendiği gibi; her iki deneme yılında da araştırma alanının farklı derinliklerinden alınan toprak numunelerinin analiz sonuçlarına göre, araştırmanın yürütüldüğü toprakların killi – tınlı yapıda olduğu, kireç oranının %19,1–20,2 arasında değiştiği ve toprakların kireç bakımından zengin toprak grubuna girdiği saptanmıştır [7]. Tuz oranı %0,081–0,099 arasında olup tuzluluk problemi olmayan topraklar sınıfına girdiği, pH değerlerinin 7,80 – 7,88 arasında değiştiği ve toprakların hafif alkali özelliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Organik madde içerikleri bakımından fakir durumda olduğu saptanan deneme alanı toprakları fosfor içeriği bakımından zayıf, potasyum içeriği bakımından ise zengin bulunmuştur.

Deneme, iki yıl süre ile bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Deneme materyali olarak kullanılan çeşitler (Bristol, Eurol ve Capitol) ana parsellere, azot dozları (0, 10, 15 ve 20 kg da⁻¹) alt parsellere ve tohumluk miktarları (0,8, 1,0 ve 1,2 kg da⁻¹) alt-alt parsellere gelecek şekilde uygulanmıştır. Denemenin yürütüldüğü her iki yılda da alt-alt parseller alt parseller içerisinde, alt parseller ana parseller içerisinde, ana parseller de bloklar içerisinde şansa bağlı olarak dağıtılmıştır.

Denemede sıra arası mesafe 30 cm olarak tasarlanmış ve en küçük parsel olan alt-alt parseller 5x1,5 = 7,5 m² ölçüsünde olacak şekilde düzenlenmiştir. Ekim işlemi birinci yıl 5 Kasım’da ve ikinci yıl 13 Kasım’da 5 sıra halinde markörle çizileri açılan parsellere 1,5 – 2 cm derinliğe düşecek şekilde el ile yapılmıştır. Her parselde sabit olarak 10 kg da⁻¹ (%42 TSP) fosforlu gübrenin tamamı ile azotlu (Amonyum nitrat) gübre dozlarının 1/3’lük kısmı ekimden hemen önce serpmeye olarak verildikten sonra tırmıkla toprağa karıştırılmıştır. Azotlu gübrenin kalan ikinci 1/3’lük kısmı bitkilerin sapa kalkma döneminde, son 1/3’lük kısmı ise çiçeklenme başlangıcında sıra aralarına elle verilip toprağa karıştırılarak uygulanmıştır. Her iki yılda da ilk iki sulama yağmurlama son iki sulama ise salma sulama şeklinde uygulanmıştır.

Çizelge 3. Kolza çeşitlerinde farklı azot ve tohumluk miktarlarının incelenen özelliklere ilişkin ortalamalara ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	Kareler Ortalaması									
		BB	ADS	HS	HU	HBTS	BTA	TV	HYO	HYV	
Bloklar (B)	3	27,389	0,130	9,945	0,017	0,792	0,001	5,814	0,018	1,456	
Yıllar (Y)	1	525,42	14,58 **	1,253	0,172 *	13,433 **	0,027 **	10177,959 **	348,043 **	7398,246 **	
Çeşitler (Ç)	2	10865,958 **	38,248 **	17676,384 **	6,537 **	44,513 **	3,289 **	3235,469 **	76,285 **	191,163 **	
Ç x Y	2	57,044	0,596	274,947 *	0,338 **	5,274 **	0,003	46,523	0,042 **	5,359 *	
Hata 1	12	27.962.000	0,141	23,981	0,050	0,752	0,002	4,802	0,004	0,727	
Azot (N)	3	3552,575 **	18,072 **	19785,876 **	0,352 **	7,813 **	0,292 **	175054,523 **	56,266 **	29628,821 **	
N x Y	3	59,451	0,618	81,222	0,017	3,596 **	0,001	300,074 **	0,065 **	194,299 **	
Ç x N	6	204,307 **	1,628 **	251,135 **	0,085 **	1,846 **	0,011 **	951,665 **	12,315 **	124,97 **	
Ç x N x Y	6	27,531	0,503	38,915	0,018	1,863 **	0,001	12,872	0,017	3,074 *	
Hata 2	54	28,951	0,144	44,127	0,018	0,230	0,002	6,079	0,005	0,977	
Tohumluk Miktarı (TM)	2	80,669 *	0,308	455,718 **	0,033	0,627	0,011 **	1258,614 **	0,004	193,586 **	
TM x Y	2	21,146	0,146	14,806	0,001	1,112	0,001	24,138	0,000	4,709	
TM x Ç	4	21,21	0,616	62,692	0,021	0,234	0,001	200,305 **	0,101 **	33,841 **	
TM x Ç x Y	4	15,117	0,192	69,152	0,007	0,307	0,002	28,322 **	0,004	4,82 *	
TM x N	6	24,615	0,270	91,325	0,025	0,198	0,001	82,031 **	0,076 **	12,198 **	
TM x N x Y	6	7,489	0,112	89,58	0,028	0,535	0,002	24,78 **	0,002	3,81 **	
TM x Ç x N	12	29,989	0,123	97,695	0,023	0,625	0,001	83,584 **	0,133 **	14,591 **	
TM x Ç x N x Y	12	29,052	0,294	39,684	0,021	0,482	0,003	4,815	0,001	0,899	
Hata 3	144	24,399	0,194	52,992	0,016	0,181	0,002	5,305	0,003	0,867	
Genel	287										

*: P<0,05 düzeyinde, **: P<0,01 düzeyinde önemli.

BB: Bitki boyu, ADS: Ana dal sayısı, HS: Harnup sayısı, HU: Harnup uzunluğu, HBTS: Harnup başına tane sayısı, BTA: Bin tane ağırlığı, TV: Tohum verimi, HYO: Ham yağ oranı, HYV: Ham yağ verimi

Çizelge 4. Kolza çeşitlerinde bitki boyuna, ana dal sayısına ve harnup sayısına ilişkin farklı dozlardaki azot ve tohumluk miktarı uygulamalarından elde edilen ortalamalar ve bu ortalamalar arasındaki farklılığı gösteren Duncan grupları

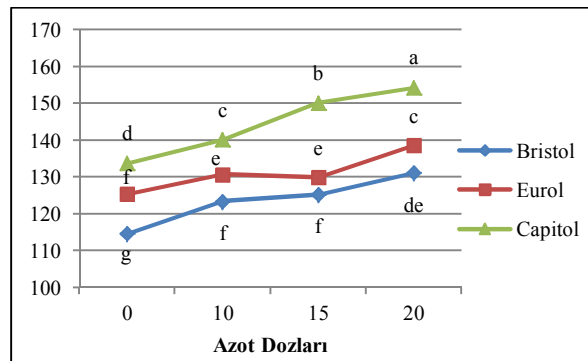
Çeşit	Gübre	BB				ADS				HS							
		Tohumluk Miktarları				Tohumluk Miktarları				Tohumluk Miktarları							
		0,80	1,00	1,20	C x N Ort.	Ç Ort.	0,80	1,00	1,20	C x N Ort.	Ç Ort.	0,80	1,00	1,20	C x N Ort.	Ç Ort.	
BRISTOL	0	113,41	111,16	119,24	114,60	g	3,11	3,40	3,55	3,35	g	96,22	91,03	85,81	91,02	g	
	10	124,83	122,62	122,67	123,37	f	4,20	4,27	3,82	4,09	e	120,57	124,59	123,16	122,77	de	
	15	124,72	125,19	125,82	125,24	f	3,95	3,85	3,77	3,86	ef	121,74	126,87	122,55	123,72	de	
	20	130,22	131,22	132,13	131,19	de	4,37	4,33	4,57	4,42	d	131,54	133,45	131,58	132,19	c	
	Ç x TM ort.	123,29	122,54	124,96			3,91	3,96	3,92			117,52	118,98	115,77			
EUROL	0	123,78	126,62	125,72	125,37	f	3,58	3,54	3,97	3,70	f	104,01	102,92	99,49	102,14	f	
	10	129,88	131,03	131,13	130,68	e	4,18	4,33	4,62	4,38	d	129,14	127,54	124,05	126,91	d	
	15	132,02	126,82	130,87	129,90	e	4,84	4,88	5,02	4,91	bc	134,91	129,93	129,67	131,50	c	
	20	137,15	137,84	140,88	138,62	c	5,32	5,27	5,73	5,44	a	140,10	137,93	137,50	138,51	b	
	Ç x TM ort.	130,71	130,57	132,15			4,49	4,50	4,83			127,04	124,58	122,68			
CAPİTOL	0	132,56	133,19	135,48	133,74	d	4,59	4,78	4,73	4,70	c	125,32	120,58	117,63	121,17	e	
	10	139,24	140,03	141,26	140,17	c	5,05	5,32	5,07	5,14	b	144,94	143,80	137,75	142,16	b	
	15	149,03	152,76	148,82	150,20	b	5,58	5,44	5,30	5,44	a	151,05	159,20	158,40	156,21	a	
	20	151,82	155,30	155,74	154,29	a	5,42	5,66	5,39	5,49	a	160,93	159,13	145,94	155,33	a	
	Ç x TM ort.	143,16	145,32	145,32			5,16	5,30	5,12			145,56	145,67	139,93			
TM ort.		132,39	B	132,81	B	134,14	A		4,51	4,59	4,63	130,04	A	129,74	A	126,12	B
Y ort.	Y1			134,50				4,80	A					128,60			
	Y2			131,76				4,35	B					128,70			
Genel ort.				133,11				4,58						128,63			
NxTM ort.	0	123,24	123,65	126,81	124,57	D	3,76	3,91	4,08	3,91	D	108,51	104,83	100,98	104,77	D	
	10	131,31	131,22	131,68	131,40	C	4,48	4,64	4,50	4,54	C	131,55	131,97	128,32	130,61	C	
	15	135,25	134,92	138,17	135,11	B	4,79	4,72	4,69	4,73	B	135,90	138,66	136,87	137,14	B	
	20	139,73	141,46	142,92	141,37	A	5,03	5,08	5,23	5,11	A	144,18	143,50	138,34	142,00	A	

* Aynı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark 0.05 düzeyinde önemli değildir.

Farklı azot dozu uygulamalarına göre kolza çeşitleri arasında bitki boyu yönünden önemli farklılıklar saptanmış ve uygulanan azot dozlarının bitki boyları üzerine olan etkisi önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 3). Azot dozu uygulamaları bakımından parsellerde ölçülen bitki boyu ortalamaları sırasıyla 124,57, 131,40, 135,11 ve 141,37 cm olarak tespit edilmiştir. En yüksek bitki boyu ortalama değeri 20 kg da⁻¹ N uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, uygulanan azotlu gübrenin bitkilerde vejetatif gelişmeyi arttırdığını ve bunun bir sonucu olarak da bitki boylarında artışlar meydana getirdiğini bildiren Gür [8] ve Lewis ve Night [9]'ın bulgularıyla uyum içerisindedir.

Çizelge 3'ün incelemesinden de anlaşılacağı üzere farklı tohumluk miktarı uygulamalarının bitki boyları üzerine olan etkisi istatistiksel ($P<0,05$) olarak önemli bulunmuştur. En yüksek bitki boyu ortalama değeri 134,14 cm olarak 1,2 kg da⁻¹ tohumluk uygulanan parsellerden ölçülmüştür.

Bristol ve Capitol çeşitlerinden farklı olarak Eurol çeşidinde 15 kg N da⁻¹ uygulaması sonucunda elde edilen değer (129,90 cm), 10 kg N da⁻¹ uygulamasından (130,89 cm) daha düşük olmuştur (Çizelge 4 ve Şekil 1). Bu da Ç x N etkisinin önemli ($P<0,05$) çıkmasına sebep olmuştur (Çizelge 3). Bunun diğer bir sebebi de çeşit özellikleri yanında bitki boyunun iklim şartlarına özellikle yağışa bağlı olarak da değişiklik gösterdiği bildirilmektedir [10].



Şekil 1. Bitki boyu değerlerine (cm) ilişkin Ç x N etkisi, aynı harfler ile etiketlenen sütunlar arasında 0,05 düzeyinde fark yoktur

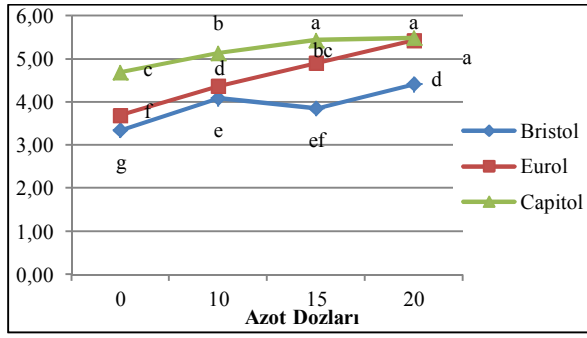
3.2. Ana Dal Sayısı

Çizelge 3'ten de izlendiği gibi, ana dal sayısı (adet/bitki) ortalama değerleri yönünden çeşitler arasındaki farklılık önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Araştırma sonucunda elde edilen çeşitlerin ana dal sayıları ortalama değerleri sırasıyla (Bristol, Eurol ve Capitol) 3,93, 4,60 ve 5,19 adet/bitki olarak saptanmıştır (Çizelge 4). Kolzada verimi doğrudan etkileyen komponentlerin başında gelen ana dal sayısı arasındaki farklılıkların kullanılan çeşitlerin çevre koşullarına tepkisinin farklılığından kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim kışlık kolza çeşitleri ile yürütülen araştırmalarda da araştırmacılar bulunan sonuçlara benzer şekilde ana dal sayısı üzerinde çeşitlerin hem genotipik yapısının ve hem de çevre şartlarının etkili olduğunu bildirmişlerdir [8].

Azotlu gübre dozlarının kolza çeşitlerinde ana dal sayısına etkisi önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 3). Farklı azot dozu (0, 10, 15 ve 20 kg N da⁻¹) uygulamalarından elde edilen ana dal sayıları sırasıyla 3,91, 4,54, 4,73 ve 5,11 adet/bitki olarak saptanmıştır. En yüksek ana dal sayısı ortalama değerinin 20 kg da⁻¹ N uygulamasından elde edildiği tespit edilmiştir (Çizelge 4). Lewis ve Night [9] azot dozları arttıkça vejetatif gelişmeye paralel olarak ana dal sayısının da artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuçların araştırmacıların bu bulguları ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

Farklı tohumluk miktarı uygulamalarının bitki başına ana dal sayısı üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 3). Farklı tohumluk miktarı uygulamalarından (0,8, 1,0 ve 1,2 kg da⁻¹) elde edilen ana dal sayısı ortalama değerlerinin 4,51, 4,59 ve 4,63 adet/bitki olduğu saptanmıştır (Çizelge 4). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, tohumluk miktarının ana dal sayısı üzerindeki etkisinin önemli olmadığını bildiren Gür [8]'ün bulguları ile uyum göstermektedir.

Bitki başına ana dal sayısına ait Ç x N etkisi önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 3). Şekil 2'nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi ana dal sayısına ait Ç x N dozu ikili etkisinde çeşitlerin azot dozlarına tepkisi farklı olmuştur. Bu durum Ç x N etkisinin önemli olmadığını bildiren Turan ve ark. [12] 1987-1988 yıllarında Bursa koşullarında yürüttükleri çalışma sonucunda bu araştırmada elde edilen bulgulara benzer sonuçlar bildirmişlerdir.



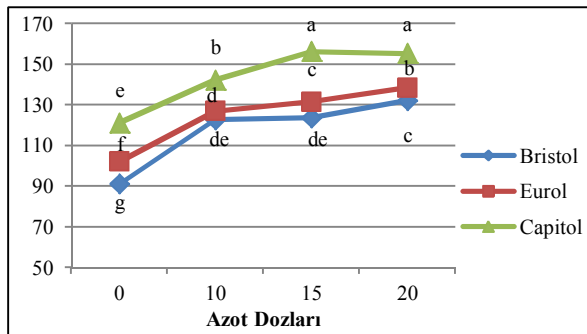
Şekil 2. Ana dal sayısına (adet/bitki) ilişkin Ç x N interaksiyonu, aynı harfler ile etiketlenen sütunlar arasında 0,05 düzeyinde fark yoktur

3.3. Harnup Sayısı

Kolzada verimi pozitif olarak etkileyen en önemli verim komponentlerinden biri olan harnup sayısı (adet/bitki) [3] ortalama değerleri incelendiğinde çeşitler arası farklılığın önemli ($P<0,01$) olduğu saptanmıştır (Çizelge 3). Araştırma sonucunda en yüksek harnup sayısı Capitol çeşidinden (143,72 adet/bitki) elde edilmiştir (Çizelge 4). Kolzada çeşitler arasında geniş farklılıklar görüldüğünü ve kolzada harnup sayısının belirlenmesinde çeşit özelliğinin önemli bir faktör olduğunu rapor eden Kural [13]'ün bulguları ile uyum içerisindedir.

Farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen harnup sayısı yönünden kolza çeşitleri arasında önemli farklılıklar saptanmış ve uygulanan azot dozlarının harnup sayısı üzerine olan etkisi önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 3). Azot dozu (0, 10, 15 ve 20 kg N da⁻¹) uygulamaları bakımından saptanan harnup sayısı ortalamaları sırasıyla 104,77, 130,61, 137,14 ve 142,00 adet/bitki olarak tespit edilmiştir. En yüksek harnup sayısı ortalama değeri 20 kg N da⁻¹ uygulamasından kaydedilmiştir (Çizelge 4). Azot dozlarının artmasıyla bitkideki harnup sayısının da arttığı görülmektedir. Denemede elde edilen bulgular, Gür [8], Şaman [14] ve Özgüven ve ark. [15]'nin bulgularıyla uyumlu, Kural [13]'ün saptadığı sonuçlardan daha yüksek olmuştur.

Çeşitlerin azot dozlarına olan tepkilerinin farklı olması Ç x N interaksiyonunun önemli ($P<0,01$) çıkmasına sebep olmuştur (Çizelge 3). Çizelge 4 ve Şekil 3'ten de izlenebileceği gibi en yüksek harnup sayısı Capitol çeşidinden 156,21 adet/bitki olarak 15 kg da⁻¹ azot dozu uygulamasından elde edilirken, Bristol ve Eurol çeşitlerinin en yüksek harnup sayısı ortalama değerlerinin 20 kg da⁻¹ azot dozu uygulamasından elde edilmesi çeşitlerin azot dozuna olan reaksiyonlarının farklı olduğunu destekler mahiyettedir.



Şekil 3. Bitki başına harnup sayılarına (adet/bitki) ait Ç x N interaksiyonu, aynı harfler ile etiketlenen sütunlar arasında 0,05 düzeyinde fark yoktur

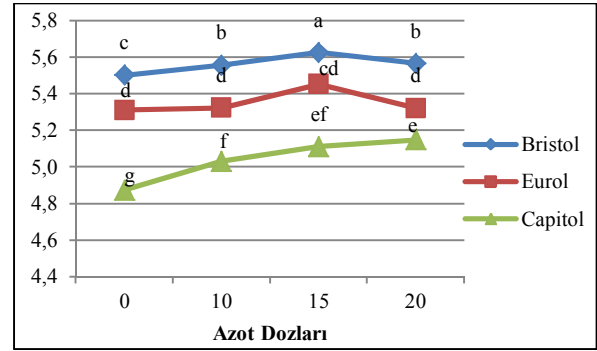
Çizelge 3'ün incelemesinden de anlaşılacağı üzere farklı tohumluk miktarı uygulamalarının harnup sayısı üzerine olan etkisi önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Farklı tohumluk miktarı uygulamalarından (0,8, 1,0 ve 1,2 kg da⁻¹) elde edilen harnup sayısı ortalamaları sırasıyla 130,04, 129,74 ve 126,12 adet/bitki olarak sayılmıştır (Çizelge 4). Çalışmada, tohumluk miktarının azalması bitki başına harnup sayısında artış meydana getirdiği gözlenmiştir. Nitekim Sağlam ve Arslanoğlu [16] ve Öz ve ark. [17] dekara tohumluk miktarı arttıkça bitki başına harnup sayısının azaldığını kaydetmişlerdir. Araştırmacıların bulguları deneme sonucunda elde edilen bulgularla uyum göstermektedir.

3.4. Harnup Uzunluğu

Çizelge 5 ve Şekil 4'ten izlendiği gibi araştırmanın çeşitlerin (Bristol, Eurol ve Capitol) ortalama harnup uzunluğu sırasıyla 5,56, 5,35 ve 5,04 cm olarak tespit edilmiştir. En yüksek harnup uzunluğuna Bristol çeşidinin sahip olduğu gözlenmiştir.

Farklı azot dozu uygulamalarına göre kolza çeşitleri arasında harnup uzunluğu yönünden önemli farklılıklar saptanmış ve uygulanan azot dozlarının harnup uzunluğu üzerine olan etkisi önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 3). Çizelge 5'te görüldüğü üzere azot dozu uygulamaları bakımından ölçülen harnup uzunluğu ortalamaları sırasıyla 5,23, 5,30, 5,39 ve 5,35 cm olarak ölçülmüştür. En yüksek harnup uzunluğu ortalama değeri 15 kg N da⁻¹ uygulamasından tespit edilmiştir.

Çeşitlerin farklı ekolojik koşullar altında azot dozlarına farklı reaksiyon göstermeleri [9, 11] neticesinde harnup uzunluğu bakımından Ç x N interaksiyonunun önemli çıkmasına sebep olmuştur (Şekil 4). Bristol ve Eurol çeşitleri 15 kg da⁻¹lık azot dozunda, Capitol çeşidi ise 20 kg da⁻¹lık azot dozunda en uzun boylu harnup oluşturmuşlardır.



Şekil 4. Harnup uzunluğuna (cm) ilişkin Ç x N interaksiyonu, aynı harfler ile etiketlenen sütunlar arasında 0,05 düzeyinde fark yoktur

Çizelge 3'ün incelemesinden de anlaşılacağı üzere farklı tohumluk miktarı uygulamalarının harnup uzunluğu üzerine olan etkisi önemsiz bulunmuştur. Farklı tohumluk miktarı uygulamalarından (0,8, 1,0 ve 1,2 kg da⁻¹) elde edilen harnup uzunluğu ortalamaları sırasıyla 5,30, 5,33 ve 5,33 cm değerlerinde ölçülmüş ve tohumluk miktarları harnup uzunluğu bakımından aynı Duncan grubunda yer almışlardır (Çizelge 5).

3.5. Harnup Başına Tohum Sayısı

Çizelge 3'te izlendiği gibi harnup başına tane sayısı yönünden çeşitler arasındaki farklılıklar önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Çeşitlerin (Bristol, Eurol ve Capitol) harnup başına tane sayısı ortalama değerleri sırasıyla (Bristol, Eurol

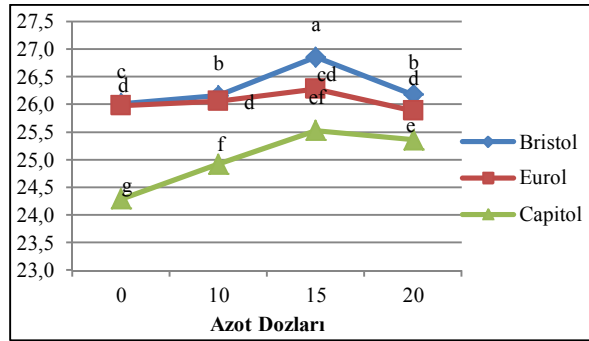
ve Capitol) 26,31, 26,06 ve 25,03 adet/harnup olarak tespit edilmiştir.

Sağlam ve ark. [23] yaptıkları çalışmalarında, Bristol çeşidinin 1996 yılında 25,82 adet/harnup, 1997 yılında ise 24,93 adet/harnup, Eurol ve Capitol çeşitlerinin ise 1997 yılında sırasıyla 24,71 ve 22,03 adet/harnup sayılarına sahip olduklarını saptamışlardır. Araştırma sonucunda aynı çeşitlerde saptanan bulgular araştırmacının bulgularından düşük olmuştur. Fakat çeşitler arasındaki farklılıkta ise paralellik olduğu görülmektedir.

Kolza çeşitleri arasında farklı azot dozu uygulamalarına göre harnup başına tane sayısı yönünden önemli farklılıklar saptanmış ve uygulanan azot dozlarının harnup başına tane sayısı üzerine olan etkisi önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 3). Çizelge 5'te görüldüğü üzere azot dozu uygulamaları bakımından (0, 10, 15 ve 20 kg/da) saptanan harnup başına tane sayısı ortalamaları sırasıyla 25,43, 25,72, 26,23 ve 25,81 adet/harnup olarak tespit edilmiştir. Azotlu gübre uygulamasıyla harnup başına tane sayısı bütün dozlarda kontrol parsellerine oranla daha yüksek olmuştur. En yüksek harnup başına tane sayısı ortalama değeri 26,23 adet/harnup ile 15kg da⁻¹ azot dozu uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 5'te görüldüğü gibi, yılların ortalamasına göre en yüksek harnup başına tane sayısı Bristol, Eurol ve Capitol çeşitlerinden (sırasıyla 26,86, 26,29 ve 25,53 adet) dekara 15kg azot dozundan saptanmış ve en düşük harnupta tane sayısı değerleri (sırasıyla 26,02, 25,09 ve 24,29 adet) ise bütün çeşitlerde kontrol parsellerinden elde edilmiştir.

Çeşitlerin azot dozlarına farklı reaksiyonlarının [9, 11] bir neticesi olarak Ç x N interaksiyonunun önemli ($P<0,01$) çıktığı söylenebilir (Çizelge 3). Çizelge 5 ve Şekil 5'ten Ç x N kombinasyonundan elde edilen dekara en yüksek harnup başına tane sayısı ortalama değerleri, Bristol ve Eurol çeşitlerinin 15 kg da⁻¹ azot dozu uygulamasından sırasıyla 26,86, 26,29 ve Capitol çeşidinin ise 20 kg N da⁻¹ uygulamasından 25,53 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir.



Şekil 5. Harnupta tane sayısına (adet/harnup) ait Ç x N interaksiyonu, aynı harfler ile etiketlenen sütunlar arasında 0,05 düzeyinde fark yoktur

Farklı tohumluk miktarı uygulamalarının harnup başına tane sayısı üzerine olan etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3). Farklı tohumluk miktarı uygulamalarından (0,8, 1,0 ve 1,2 kg/da) elde edilen harnup başına tane sayısı ortalamaları sırasıyla 25,73, 25,77 ve 25,89 adet/harnup değerlerinde olduğu saptanmıştır (Çizelge 5).

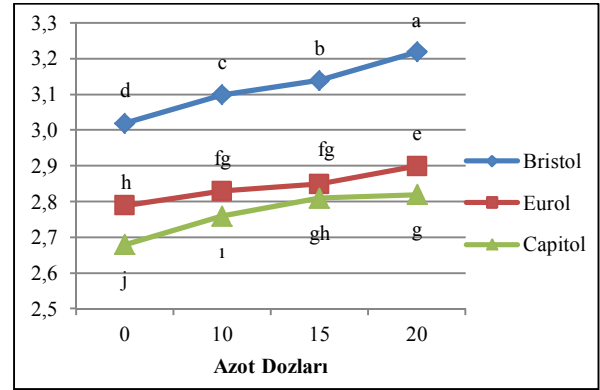
3.6. Bin Tane Ağırlığı

Çizelge 3'ten bin tane ağırlığı ortalama değerleri incelendiğinde çeşitler arası farklılığın önemli ($P<0,01$) olduğu saptanmıştır. Çizelge 5'te izlendiği gibi en yüksek bin tane ağırlığı Bristol çeşidinde (3,12 g) ve en düşük bin tane ağırlığı ise Capitol çeşidinde (2,76 g) tartılmıştır. Çeşitlerin fizyolojik tepkilerinin yanında, genetiksel

yapılarından kaynaklanan farklılıkları ile buna bağlı olarak ekolojik koşullara gösterdikleri tepkilerin de farklı olması, denemede yer alan çeşitlerin bin tane ağırlıklarında farklılığın oluşmasına neden olduğu görülmektedir [22].

Farklı azot dozu uygulamalarının bin tane ağırlığına olan etkisi önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 3). Çizelge 5 ve Şekil 6'da görüldüğü üzere azot dozu (0, 10, 15 ve 20 kg da⁻¹) uygulamaları bakımından ölçülen bin tane ağırlığı ortalamaları sırasıyla 2,83, 2,89, 2,93 ve 2,97 g olarak tespit edilmiştir. En yüksek bin tane ağırlığı ortalama değeri 20 kg N da⁻¹ uygulamasından tespit edilmiştir. Ortalama değerlere bakıldığında artan azot dozlarının bin tane ağırlığını da arttırdığı ve azot dozları ile bin tane ağırlığı arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu görülmektedir [8, 9, 12].

Çeşitlerin genotipik yapılarından dolayı azot dozlarına farklı ve değişken reaksiyon göstermesi Ç x N interaksiyonunun önemli ($P<0,01$) çıkmasına neden olmuştur (Çizelge 3 ve Şekil 6). En yüksek bin tane ağırlığı değerleri sırasıyla Bristol 3,22 g, Eurol 2,90 g, Capitol 2,82 g ve en düşük bin tane ağırlığı değerleri ise kontrol parsellerinden Bristol 3,02 g, Eurol 2,79 g ve Capitol 2,68 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5 ve Şekil 6).



Şekil 6. Bin tane ağırlığına (g) ilişkin Ç x N interaksiyonu, aynı harfler ile etiketlenen sütunlar arasında 0,05 düzeyinde fark yoktur

Çizelge 3'ten izlendiği gibi farklı tohumluk miktarı uygulamalarının bin tane ağırlığı üzerine olan etkisi önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Farklı tohumluk miktarı uygulamalarından elde edilen en yüksek bin tane ağırlığı değeri dekara 1,0 kg tohumluk uygulamasından sırasıyla 2,92 g olarak elde edilmiştir (Çizelge 5). Bitkilerin, sık ekim koşullarında az, seyrek koşullarda ise daha fazla ışık, su ve bitki besin elementlerinden yararlanmasının doğal bir sonucu olarak birim alandaki bitki popülasyonunun belli sayıya kadar artmasına olumlu tepki gösterdiği bilinmektedir [11].

3.7. Tohum Verimi

Çizelge 3'te tohum verimi ortalama değerlerine (kg da⁻¹) ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde çeşitler arasındaki farklılık önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Araştırmanın sonucunda çeşitlerin (Bristol, Eurol ve Capitol) dekara tohum verimleri sırasıyla 245,72, 251,82 ve 254,67 kg da⁻¹ olarak saptanmıştır (Çizelge 6).

Azot ihtiyacı yüksek olan ve gübre kullanımına paralel olarak verim artışı sağlanan bir yağ bitkisi olan [5] kolza çeşitleri arasında değişken azot dozu uygulamaları dekara tohum verimi yönünden önemli farklılıkların ortaya çıkmasına sebep olmuş ve uygulanan azot dozlarının tohum verimi üzerine olan etkisi önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 3). Çizelge 6'da görüldüğü üzere azot dozu (0, 10, 15 ve 20 kg N da⁻¹) uygulamaları bakımından tohum verimi

Çizelge 5. Kolza çeşitlerinde harnup uzunluğu, harnup başına tane sayısı ve bin tane ağırlığına ait farklı dozlardaki azot ve tohumluk miktarı uygulamalarından elde edilen ortalamalar ve bu ortalamalar arasındaki farklılığı gösteren Duncan grupları

Çeşit	Gübre	HU					HBTS					BDA				
		Tohumluk Miktarları			Ç x N	Ç Ort.	Tohumluk Miktarları			Ç x N	Ç Ort.	Tohumluk Miktarları			Ç x N	Ç Ort.
		0,80	1,00	1,20			0,80	1,00	1,20			0,80	1,00	1,20		
BRISTOL	0	5,54	5,50	5,48	5,50	bc	25,98	26,01	26,08	26,02	cd	3,01	3,04	3,02	3,02	d
	10	5,52	5,56	5,59	5,56	ab	26,12	26,11	26,27	26,16	bc	3,10	3,09	3,10	3,10	c
	15	5,56	5,66	5,66	5,63	a	26,79	27,09	26,71	26,86	a	3,13	3,15	3,14	3,14	b
	20	5,59	5,58	5,54	5,57	ab	26,11	26,23	26,22	26,18	bc	3,20	3,24	3,21	3,22	a
Ç x TM ort.		5,55	5,57	5,57			26,25	26,36	26,32			3,11	3,13	3,12		
EUROL	0	5,28	5,38	5,28	5,31	d	25,98	26,03	25,96	25,99	cd	2,78	2,80	2,78	2,79	h
	10	5,28	5,36	5,34	5,32	d	26,07	26,16	25,97	26,06	b-d	2,83	2,85	2,83	2,83	fg
	15	5,34	5,51	5,52	5,45	c	25,88	26,09	26,89	26,29	b	2,84	2,86	2,86	2,85	fg
	20	5,32	5,31	5,35	5,32	d	25,91	25,59	26,18	25,89	d	2,89	2,90	2,90	2,90	e
Ç x TM ort.		5,30	5,39	5,37			25,97	25,97	26,25			2,83	2,85	2,84		
CAPİTOL	0	4,84	4,93	4,87	4,88	g	23,87	24,44	24,58	24,29	g	2,65	2,70	2,69	2,68	j
	10	5,00	5,02	5,08	5,03	f	25,05	24,87	24,86	24,93	f	2,75	2,77	2,76	2,76	i
	15	5,17	5,01	5,17	5,11	e	25,28	25,44	25,37	25,36	e	2,80	2,82	2,80	2,81	gh
	20	5,14	5,18	5,13	5,15	e	25,78	25,22	25,59	25,53	e	2,82	2,83	2,83	2,82	g
Ç x TM ort.		5,04	5,03	5,06			24,99	24,99	25,10			2,75	2,78	2,77		
TM ort		5,30	5,33	5,33			25,73	25,77	25,89			2,90	2,92	2,91		
Y ort.		Y1	5,34 A				26,21 A					2,92				
Genel ort.		Y2	5,30 B				25,39 B					2,90				
Genel ort.			5,32				25,80					2,91				
NxTM ort.	0	5,22	5,27	5,21	5,23	D	25,27	25,49	25,54	25,43	C	2,81	2,85	2,83	2,83	D
	10	5,27	5,31	5,34	5,30	C	25,75	25,71	25,70	25,72	B	2,89	2,90	2,89	2,89	C
	15	5,35	5,39	5,43	5,39	A	26,15	26,14	26,40	26,23	A	2,93	2,94	2,93	2,93	B
	20	5,35	5,36	5,34	5,35	B	25,76	25,75	25,92	25,81	B	2,97	2,99	2,97	2,97	A

* Aynı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark 0.05 düzeyinde önemli değildir.

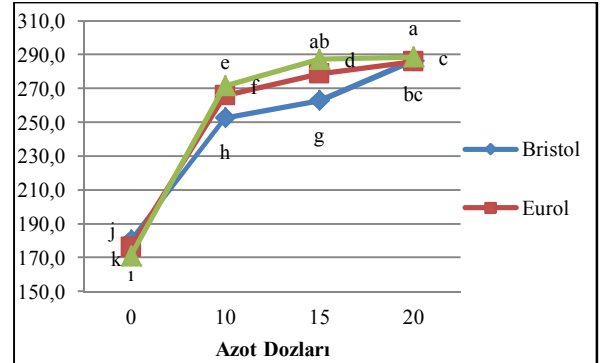
Çizelge 6. Kolza çeşitlerinde tohum verimine, ham yağ oranına ve ham yağ verimine ilişkin farklı dozlardaki azot ve tohumluk miktarı uygulamalarından elde edilen ortalamalar ve bu ortalamalar arasındaki farklılığı gösteren Duncan grupları

Çeşit	N	TV					HYO					HYV											
		Tohumluk Miktarları			Ç x N	Ç Ort.	Tohumluk Miktarları			Ç x N	Ç Ort.	Tohumluk Miktarları			Ç x N	Ç Ort.							
		0,80	1,00	1,20			0,80	1,00	1,20			0,80	1,00	1,20									
BRISTOL	0	176,74	r	182,24	q	180,41	i	38,08	r	38,14	q	38,29	p	38,17	h	67,33	q	69,55	op	69,82	o	68,90	g
	10	250,55	p	254,06	o	253,74	o	40,96	a	40,93	ab	40,90	b	40,93	a	102,69	m	103,97	kl	103,81	kl	103,49	g
	15	259,03	n	271,06	jk	258,94	n	40,01	f	40,17	d	40,07	e	40,08	b	103,70	kl	108,96	fg	103,81	kl	105,49	f
	20	284,07	g	289,26	bc	286,70	d-f	39,85	g	40,23	c	39,79	h	39,95	c	113,85	b	116,46	a	114,53	b	114,95	a
Ç x TM ort.		242,60	f	249,15	d	245,41	e	39,72	e	39,87	a	39,76	b	39,76	b	96,89	e	99,74	b	97,99	ed		
EUROL	0	172,97	s	177,83	r	176,50	j	37,22	u	37,48	s	37,47	s	37,39	j	64,41	r	66,68	q	67,01	q	66,03	k
	10	258,35	n	267,53	i	272,07	j	38,46	o	38,55	n	38,30	p	38,44	f	99,42	n	103,17	lm	104,29	kl	102,29	h
	15	269,64	kl	280,17	h	278,82	d	39,11	k	39,03	l	38,87	m	39,00	e	105,50	j	109,43	ef	111,53	s	108,82	d
	20	282,90	g	284,21	fg	285,99	c	37,34	t	37,18	u	37,44	s	37,32	k	107,32	hi	106,49	i	110,49	cd	108,10	e
Ç x TM ort.		245,96	e	252,43	b	257,07	a	38,03	g	38,06	f	38,02	g	38,02	g	94,16	f	96,44	e	98,33	cd		
CAPİTOL	0	167,33	t	173,37	s	170,92	k	37,45	s	37,42	s	37,47	s	37,45	i	66,70	q	68,70	p	68,78	p	68,06	j
	10	264,78	m	272,84	j	271,66	e	39,97	f	39,99	f	40,00	f	39,98	h	105,44	j	109,16	f	111,04	cd	108,54	de
	15	287,76	c-k	289,24	bc	285,39	e-g	39,59	i	39,47	j	39,49	j	39,52	d	110,36	c-e	110,35	c-e	109,79	d-f	110,17	b
	20	284,87	fg	288,59	b-d	292,41	a	38,34	p	38,12	q	38,45	o	38,30	g	108,15	gh	108,97	fg	111,34	cd	109,49	c
Ç x TM ort.		251,18	c	256,01	a	256,80	a	38,83	d	38,75	e	38,85	d	38,85	d	97,66	d	99,29	b	100,23	a		
TM ort		246,58	C	252,53	B	253,09	A	38,86		38,89		38,88				96,24	C	98,49	B	98,85	A		
Y ort.		Y1	256,31					39,96								102,73							
Genel ort.		Y2	245,16					37,76								92,79							
Genel ort.			250,74					38,88								97,86							
NxTM ort.	0	175,88	k	181,17	j	181,48	j	37,58	i	37,68	h	37,74	g	37,67	D	66,14	i	68,31	h	68,54	h	67,66	D
	10	257,51	i	264,81	h	267,73	g	39,79	a	39,82	a	39,73	b	39,78	A	102,51	g	105,43	f	106,38	e	104,77	C
	15	272,14	f	280,16	d	276,99	e	39,15	c	39,11	d	39,13	cd	39,13	B	106,52	e	109,58	c	108,38	d	110,17	B
	20	285,38	c	288,02	b	291,31	a	39,00	e	38,97	ef	38,95	f	38,97	C	109,77	c	110,68	b	112,12	a	110,86	A

* Aynı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark 0.05 düzeyinde önemli değildir.

ortalama değerleri sırasıyla 179,51, 263,35, 276,43 ve 288,24 kg da⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Azotlu gübre uygulamasıyla dekara tohum verimi çeşitler arasında fark olmaksızın bütün dozlarda kontrol parsellerine oranla daha yüksek olmuştur. Çizelge 6'dan izlendiği gibi, en yüksek tohum verimi ortalama değeri, dekara 20 kg N da⁻¹ uygulamasından 288,24 kg da⁻¹ olarak saptanmıştır. Ortalama değerlere bakıldığında artan azot dozlarının dekara tohum verimini arttırdığı ve azot dozları ile tohum verimi arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu görülmektedir [12].

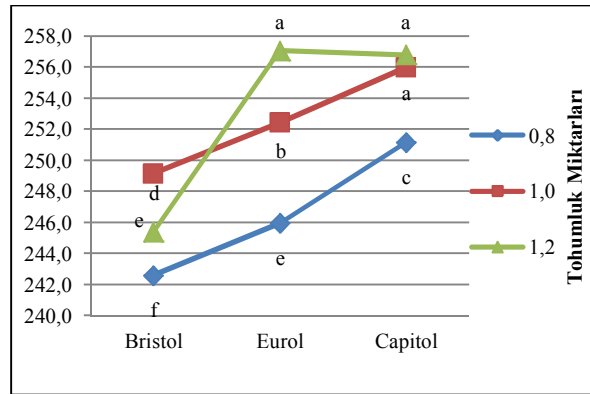
Çizelge 3'ün incelenmesinden anlaşıldığı gibi, çeşitlerin genotipik yapılarından dolayı azot dozlarına aynı çevre koşullarında farklı ve değişken reaksiyon göstermesi Ç x N interaksiyonunun önemli (P<0,01) çıkmasına neden olmuştur. Çizelge 6 ve Şekil 7'den Ç x N çeşit kombinasyonundan elde edilen dekara en yüksek tohum verimi değerlerine bakıldığında, bütün çeşitlerin (Bristol, Eurol ve Capitol) 20 kg N da⁻¹ dozu uygulamasından sırasıyla 286,68, 285,99 ve 288,62 kg olarak elde edilmiştir. En yüksek tohum verimi Capitol çeşidinde 20 kg N da⁻¹ uygulamasından (288,62 kg da⁻¹) gözlenmiştir.

**Şekil 7.** Tohum verimine (kg da⁻¹) ilişkin Ç x N interaksiyonu, aynı harfler ile etiketlenen sütunlar arasında 0,05 düzeyinde fark yoktur

Bu çalışmada tohumluk miktarındaki artış çimlenememe ve çıkış yapamama riskini azalttığı ve de çıkış yapan

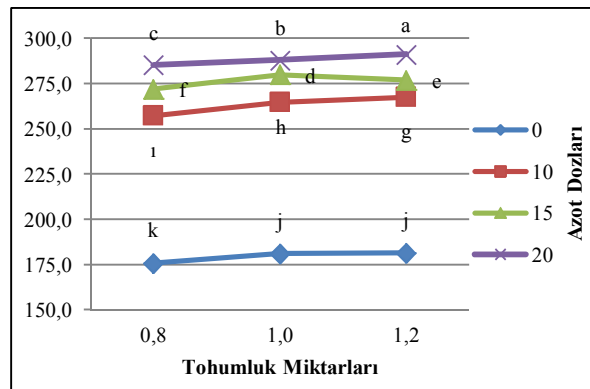
tohumluk sayısında artış meydana getirdiği için tohum verimi üzerinde kısmen etkili olduğu gözlemlendiğinden farklı tohumluk miktarı uygulamalarının tohum verimi üzerine olan etkisi önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 3). En yüksek tohum verimi $253,09 \text{ kg da}^{-1}$ olarak dekara $1,2 \text{ kg}$ tohumluk uygulamasından elde edilmiştir. En düşük tohum verimi ise dekara $0,8 \text{ kg}$ tohumluk uygulamasından $246,58 \text{ kg da}^{-1}$ olarak saptanmıştır (Çizelge 6).

Çeşitlerin farklı ekim normlarına olan reaksiyonlarının değişik olduğu [16] ve bunun bir sonucu olarak en yüksek tohum verimi Bristol çeşidinde dekara $1,0 \text{ kg}$ tohumluk uygulamasından ($249,15 \text{ kg da}^{-1}$), Eurol ve Capitol çeşitlerinden ise dekara $1,2$ tohumluk uygulamasından sırasıyla $257,07$; $256,80 \text{ kg da}^{-1}$ olarak elde edilmiştir (Çizelge 6 ve Şekil 8). Çeşitlerin bu farklı reaksiyonlarının $\text{Ç} \times \text{TM}$ etkisinin önemli ($P<0,01$) çıkmasına neden olduğu söylenebilir (Çizelge 3).



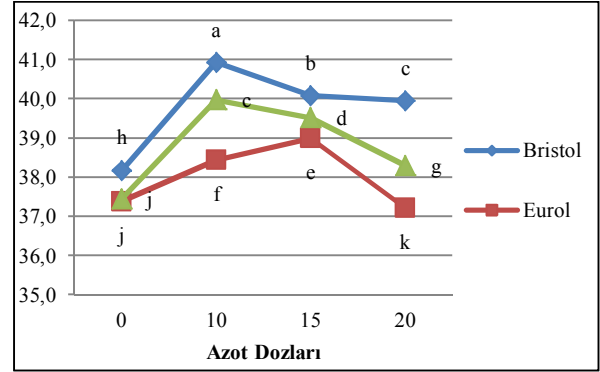
Şekil 8. Tohum verimine (kg da^{-1}) ait $\text{Ç} \times \text{TM}$ etkisinin grafiksel gösterimi, aynı harfler ile etiketlenen sütunlar arasında $0,05$ düzeyinde fark yoktur

Çizelge 3 incelendiğinde, $\text{N} \times \text{TM}$ etkisinin kolza çeşitlerinin tohum verimine olan etkisi önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Çizelge 6 ve Şekil 9'un incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, en yüksek tohum verimi ortalama değeri 20 kg N da^{-1} uygulaması ve $1,2 \text{ kg da}^{-1}$ tohumluk miktarı kombinasyonundan $291,31 \text{ kg da}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. En düşük tohum verimi ortalama değeri $175,88 \text{ kg da}^{-1}$ olarak kontrol parsellerinin $0,8 \text{ kg da}^{-1}$ tohumluk miktarı kombinasyonundan elde edilmiştir. Bitkilerin, sık ekim koşullarında güneşten, bitki besin elementlerinden, vb. daha az yararlanmasının doğal bir sonucu olarak birim alandaki bitki popülasyonunun artması halinde daha fazla azota ihtiyaç göstermektedir [11].



Şekil 9. Tohum verimine (kg da^{-1}) ait $\text{N} \times \text{TM}$ etkisinin grafiksel gösterimi, aynı harfler ile etiketlenen sütunlar arasında $0,05$ düzeyinde fark yoktur

Çizelge 6 ve Şekil 10'un incelenmesinden de anlaşılacağı üzere tohum verimi üzerinde $\text{Ç} \times \text{N} \times \text{TM}$ etkisinin önemli olduğu görülmüştür. En yüksek tohum verimi ortalama değeri; Capitol çeşidinde $292,41 \text{ kg da}^{-1}$ ile $1,2 \text{ kg da}^{-1}$ tohumluk miktarı ve 20 kg N da^{-1} uygulamasından, en düşük tohum verimi ise aynı çeşitten $167,33 \text{ kg da}^{-1}$ ile $0,8 \text{ kg da}^{-1}$ tohumluk miktarı ve 0 kg N da^{-1} kombinasyonundan elde edilmiştir. Bu da Capitol çeşidinin diğer çeşitlere oranla bitki popülasyonunu artması halinde daha fazla azot gereksinimi gösterdiğini ortaya koymaktadır. Çeşitlerin bu farklı reaksiyonları $\text{Ç} \times \text{N} \times \text{TM}$ etkisinin önemli çıkmasına sebep olmuştur.



Şekil 10. Farklı kolza çeşitlerinin tohum verimine (kg da^{-1}) ilişkin $\text{Ç} \times \text{N} \times \text{TM}$ etkisinin grafiksel gösterimi, aynı harfler ile etiketlenen sütunlar arasında $0,05$ düzeyinde fark yoktur

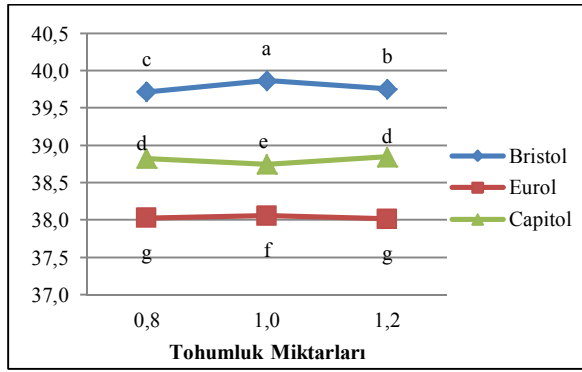
3.8. Ham Yağ Oranı

Çizelge 3'te ham yağ oranı (%) değerleri incelendiğinde, ham yağ oranına tesiri bakımından çeşitlerin etkilerine bakıldığında, çeşitlerin arasındaki farklılık önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Bu farklılıkların çevre koşullarından ve çeşitlerin genetik özelliklerinden kaynaklandığı sanılmaktadır [8, 11]. Çizelge 6 incelendiğinde, araştırma sonucunda ham yağ oranı Bristol; $\%39,78$, Eurol; $\%38,04$ ve Capitol; $\%38,81$ olarak tespit edilmiştir. Deneme sonuçlarından elde edilen bulgular, Kolsarıcı ve Başoğlu [3] ve Öktem [18]'in bulgularına benzer, İptaş ve Kolsarıcı [19]'nın sonuçlarından daha yüksek bulunmuştur.

Azotlu gübre dozlarının kolza çeşitleri arasında ham yağ oranına etkisi önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 3). Çizelge 6 incelendiğinde, farklı azot dozu uygulamaları sonucunda elde edilen en yüksek ham yağ oranı ortalama değeri 10 kg N da^{-1} uygulamasından $\%39,78$ olarak saptanmış ve en düşük ham yağ oranı ortalama değeri $\%37,67$ olarak kontrol parsellerinden elde edilmiştir.

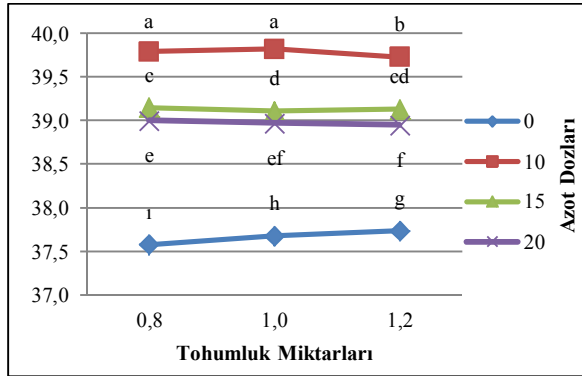
Çizelge 6 ve Şekil 11 incelendiğinde, artan azot dozları ile tohumdaki ham yağ oranının ters ilişki gösterdiği gözlemlenmiş ve azot dozundaki artışın aksine ham yağ oranında belirgin bir düşüşün yaşandığı, çeşitlerin azot dozlarına olan farklı tepkilerinin ise $\text{Ç} \times \text{N}$ etkisinin önemli ($P<0,01$) çıkmasına sebep olduğu saptanmıştır. Araştırmada elde edilen bu bulgular, Gür [8] ve Algan ve Emiroğlu [11]'nin bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Farklı tohumluk miktarı uygulamalarının ham yağ oranı üzerine olan etkisi önemli ($P<0,01$) bulunmamıştır. Lewis ve Night [9], Ayaç ve Çamaş [20], Gür [8] ve Cramer [21], yaptıkları çalışmalarda fazla tohumluk miktarının kolza için uygun olmadığını tespit etmişler ve birim alanda artan bitki sıklığının ham yağ oranı üzerinde ciddi bir tesirinin olmadığını kaydetmişlerdir. Farklı tohumluk miktarı uygulamalarından ($0,8$, $1,0$ ve $1,2 \text{ kg da}^{-1}$) elde edilen ham yağ oranı ortalama değerleri sırasıyla $\%38,86$, $38,89$ ve $38,88$ olduğu saptanmıştır (Çizelge 6).



Şekil 11. Ham yağ oranına (%) ilişkin $\text{Ç} \times \text{N}$ interaksiyonu, aynı harfler ile etiketlenen sütunlar arasında 0,05 düzeyinde fark yoktur

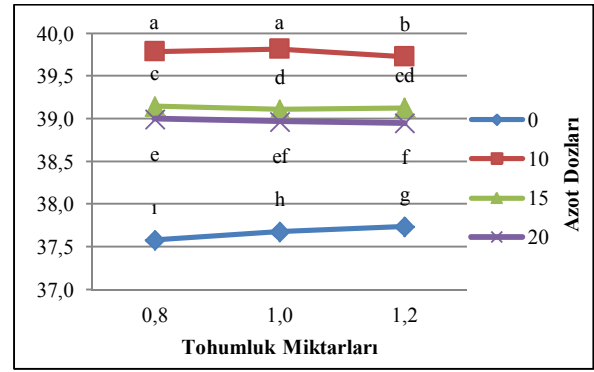
Çizelge 3'ten varyans analizi sonuçları incelendiğinde farklı $\text{N} \times \text{TM}$ interaksiyonun, kolza çeşitlerinin ham yağ oranına olan etkisi önemli ($P < 0,01$) bulunmuştur. Çizelge 6 ve Şekil 12'nin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, en yüksek ham yağ oranı değeri 10 kg N da^{-1} uygulaması ve $1,0 \text{ kg da}^{-1}$ tohumluk miktarı kombinasyonundan %39,79 olarak saptanmıştır. En düşük tohum verimi ortalama değeri ise %37,74 olarak kontrol parsellerinin $0,8 \text{ kg da}^{-1}$ tohumluk miktarı uygulamasından elde edilmiştir.



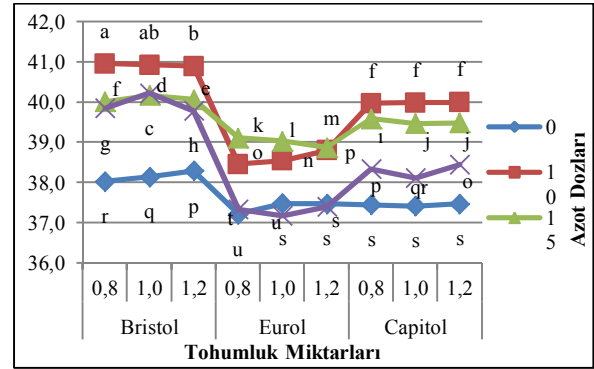
Şekil 12. Ham yağ oranına (%) ilişkin $\text{Ç} \times \text{TM}$ interaksiyonu aynı harfler ile etiketlenen sütunlar arasında 0,05 düzeyinde fark yoktur

Çizelge 3'ün incelenmesinden anlaşıldığı gibi $\text{Ç} \times \text{TM}$ ve $\text{Ç} \times \text{N} \times \text{TM}$ interaksiyonlarının etkisi önemli ($P < 0,01$) bulunmuştur. Şekil 13'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi $\text{Ç} \times \text{TM}$ interaksiyonun etkisine göre en yüksek ham yağ oranı ortalama değeri; Bristol çeşidinden %39,87 ile $1,0 \text{ kg da}^{-1}$ tohumluk miktarından, Eurol çeşidinden %38,06 ile $1,0 \text{ kg da}^{-1}$ tohumluk miktarından, Capitol çeşidinden %38,85 ile $1,2 \text{ kg da}^{-1}$ tohumluk miktarından elde edilmiştir (Çizelge 6). Çeşitlerin tohumluk miktarlarına olan bu farklı tepkileri $\text{Ç} \times \text{TM}$ interaksiyonunun önemli çıkmasına sebep olmuştur.

Çizelge 6 ve Şekil 14'ün incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, çeşitler bazında en yüksek ham yağ oranı değeri Bristol çeşidinin 10 kg N da^{-1} uygulaması ve $0,8 \text{ kg da}^{-1}$ tohumluk miktarı kombinasyonundan %40,96, Eurol çeşidinin 15 kg N da^{-1} uygulaması ve $0,8 \text{ kg da}^{-1}$ tohumluk miktarı kombinasyonundan %39,11 ve Capitol çeşidinin ise 10 kg N da^{-1} uygulaması ve $1,2 \text{ kg da}^{-1}$ tohumluk miktarı kombinasyonundan %40,00 olarak elde edilmiştir. Çeşitlerin, gerek tohumluk miktarlarına ve gerekse azot dozlarına farklı tepki göstermeleri $\text{Ç} \times \text{N} \times \text{TM}$ interaksiyonunun istatistikî olarak önemli çıkmasına neden olduğu söylenebilir.



Şekil 13. Ham yağ oranına (%) ait $\text{N} \times \text{TM}$ interaksiyonu, aynı harfler ile etiketlenen sütunlar arasında 0,05 düzeyinde fark yoktur



Şekil 14. Farklı kolza çeşitlerinin ham yağ oranına (%) ilişkin $\text{Ç} \times \text{N} \times \text{TM}$ interaksiyonu, aynı harfler ile etiketlenen sütunlar arasında 0,05 düzeyinde fark yoktur

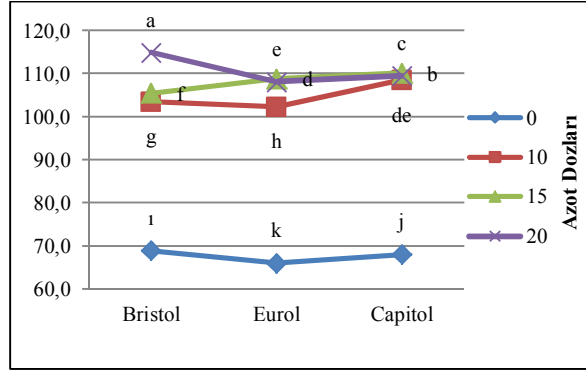
3.9. Ham Yağ Verimi

Çizelge 3'de görüldüğü gibi ham yağ verimi (kg da^{-1}) ortalama değerleri incelendiğinde, ham yağ verimine tesiri bakımından çeşitlerin etkilerine bakıldığında, çeşitler arası farklılık önemli ($P < 0,01$) bulunmuştur. Çizelge 6 incelendiğinde, sırasıyla çeşitlerin (Bristol, Eurol ve Capitol) ham yağ verimi ortalama değerleri 98,21, 96,31 ve 99,06 kg da^{-1} olarak tespit edilmiştir. En yüksek ham yağ verimine Capitol çeşidinin sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6). Deneme sonuçlarından elde edilen bulgular, Öktem [18]'in bulgularına benzer, İptaş ve Kolsarıcı [19]'nın sonuçlarından daha yüksek bulunmuştur.

Değişik kolza çeşitleri ile yapılan çalışmada, dekara ham yağ verimi yönünden azot dozları (0, 10, 15 ve 20 kg da^{-1}) arasında önemli farklılıklar saptanmış ve uygulanan azot dozlarının ham yağ verimi üzerine olan etkisi önemli ($P < 0,01$) bulunmuştur (Çizelge 3). Çizelge 6'dan ortalama değerlere bakıldığında, artan azot dozlarının dekara tohum verimini ve buna bağlı olarak da ham yağ verimini artırdığı ve azot dozları ile ham yağ verimi arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Azotlu gübre uygulamasıyla dekara ham yağ verimi bütün dozlarda kontrol parsellerine oranla daha yüksek olmuştur. En yüksek tohum verimi ortalama değeri 20 kg N da^{-1} uygulamasından sırasıyla $110,86 \text{ kg da}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. En düşük ham yağ verimi ortalama değeri $67,66 \text{ kg da}^{-1}$ olarak kontrol parsellerinden elde edilmiştir (Çizelge 6). Gür [8], Lewis ve Night [9] ve Turan ve ark. [12] yaptıkları çalışmalarında, artan azot dozu uygulamalarının tohum verimini ve dolayısı ile ham yağ verimini artırdığını kaydetmişlerdir.

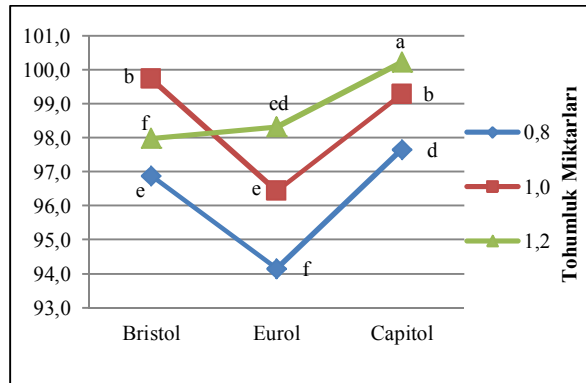
Çizelge 3'ün incelenmesinden anlaşıldığı gibi, çeşitlerin genotipik yapılarından dolayı azot dozlarına aynı çevre koşullarında farklı ve değişken reaksiyon göstermesi $\text{Ç} \times \text{N}$

interaksiyonunun önemli ($P<0,01$) çıkmasına neden olmuştur. Çizelge 6 ve Şekil 15'ten $\text{Ç} \times \text{N}$ kombinasyonundan elde edilen dekara en yüksek ham yağ verimi ortalama değerleri, Bristol çeşidinin 20 kg da^{-1} azot dozu uygulamasından $114,95$, Eurol ve Capitol çeşitleri ise 15 kg N da^{-1} uygulamasından sırasıyla $108,82$ ve $110,17 \text{ kg da}^{-1}$ olarak elde edilmiştir.



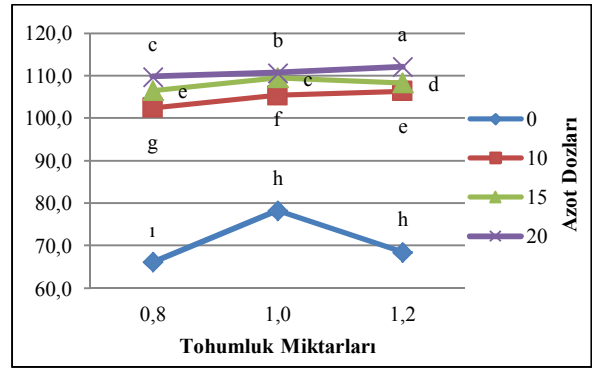
Şekil 15. Ham yağ verimine (kg da^{-1}) ait $\text{Ç} \times \text{N}$ interaksiyonu, aynı harfler ile etiketlenen sütunlar arasında $0,05$ düzeyinde fark yoktur

Farklı tohumluk miktarı uygulamalarının ham yağ verimi üzerine olan etkisi önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 3). En yüksek ham yağ verimi dekara $1,2 \text{ kg}$ tohumluk uygulamasından $98,85 \text{ kg da}^{-1}$ olarak elde edilmiştir. En düşük ham yağ verimi dekara $0,8 \text{ kg}$ tohumluk uygulamasından $96,24 \text{ kg da}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 6). Çeşitlerin farklı ekim normlarına olan reaksiyonlarının değişik olduğu [16] ve bunun bir sonucu olarak da Bristol çeşidinden en yüksek ham yağ verimi $1,0 \text{ kg}$ tohumluk uygulamasından alınmışken, Eurol ve Capitol çeşitlerinde ise dekara $1,2$ tohumluk uygulamasından elde edilmiştir. Çeşitlerin bu farklı reaksiyonlarının $\text{Ç} \times \text{TM}$ interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olduğu söylenebilir (Çizelge 6 ve Şekil 16).



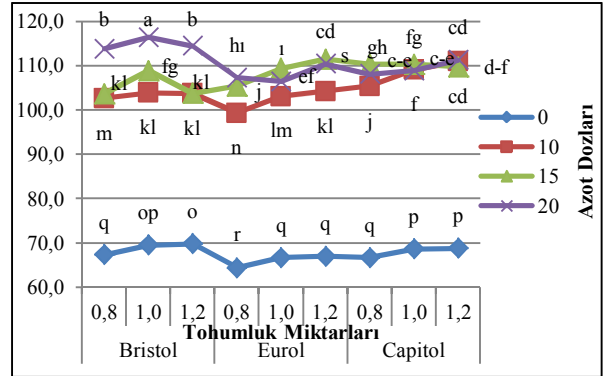
Şekil 16. Ham yağ verimine (kg da^{-1}) ilişkin $\text{Ç} \times \text{TM}$ interaksiyonu, aynı harfler ile etiketlenen sütunlar arasında $0,05$ düzeyinde fark yoktur

Çizelge 3'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, $\text{N} \times \text{TM}$ interaksiyonu önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Şekil 17'den $\text{N} \times \text{TM}$ interaksiyonunun ham yağ verimi üzerindeki etkisine bakıldığında, en yüksek ham yağ verimi değeri dekara 20 kg N ile $1,2 \text{ kg da}^{-1}$ tohumluk miktarı uygulamasından ($112,12 \text{ kg da}^{-1}$) ve en düşük ham yağ verimi değerinin ise dekara 0 kg N ve $0,8 \text{ kg}$ tohumluk miktarı kombinasyonundan ($66,14 \text{ kg da}^{-1}$) elde edildiği görülmektedir (Çizelge 6).



Şekil 17. Ham yağ verimine (kg da^{-1}) ilişkin $\text{N} \times \text{TM}$ interaksiyonu, aynı harfler ile etiketlenen sütunlar arasında $0,05$ düzeyinde fark yoktur

Çizelge 3'te görüldüğü gibi, $\text{Ç} \times \text{N} \times \text{TM}$ interaksiyonunun ham yağ verimine etkisinin önemli ($P<0,01$) çıktığı saptanmıştır. Çizelge 6 ve Şekil 18'in incelenmesinden görüldüğü gibi ham yağ verimi üzerinde $\text{Ç} \times \text{N} \times \text{TM}$ interaksiyonunun etkili olduğu görülmüş ve en yüksek ham yağ veriminin; Bristol çeşidinde $116,46 \text{ kg da}^{-1}$ ile $1,0 \text{ kg da}^{-1}$ tohumluk miktarı ve 20 kg N da^{-1} uygulamasından, Eurol çeşidinde $111,53 \text{ kg da}^{-1}$ ile $1,2 \text{ kg da}^{-1}$ tohumluk miktarı ve 15 kg N da^{-1} uygulamasından, Capitol çeşidinde ise $111,34 \text{ kg da}^{-1}$ ile $1,2$ tohumluk miktarı ve 20 kg N da^{-1} uygulamasından elde edilmiştir. En düşük ham yağ verimi bütün çeşitlerde kontrol parsellerinden alınmıştır. Bu farklı reaksiyonlar $\text{Ç} \times \text{N} \times \text{TM}$ interaksiyonunun önemli çıkmasına sebep olmuştur.



Şekil 18. Farklı kolza çeşitlerinin ham yağ verimine (kg da^{-1}) ilişkin $\text{Ç} \times \text{N} \times \text{TM}$ interaksiyonu, aynı harfler ile etiketlenen sütunlar arasında $0,05$ düzeyinde fark yoktur

4. Sonuç ve Öneriler

GAP'ın devreye girmesiyle büyük bir üretim potansiyeli kazanan Harran Ovasında, yetiştirme periyodu kısa olduğu için ikinci ürün yetiştirme süresi kazandıran ve %50 atıl kapasiteyle çalışan yağ ve yem fabrikalarının tam kapasiteyle çalışmalarına olanak sağlayacak olan kolza bitkisini tanıtmak, sulamaya açıldığından beri buğday – pamuk, pamuk – pamuk ve pamuk – arpa gibi bir ekim nöbeti rotasyonu kazanan ovada daha bilinçli bir ekim nöbeti sistemi oluşturmak ve kolzanın üretimini teşvik etmek amacıyla Şanlıurfa ekolojik koşullarında 2001–2002 ve 2002 – 2003 yetiştirme sezonunda yürütülen bu çalışmada, farklı kolza çeşitleri için optimum gübre dozu ve tohumluk miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmada, değişik azot dozları ile farklı tohumluk miktarlarının kolza çeşitlerinde bitki boyu, ana dal sayısı, harnup sayısı, harnup uzunluğu, harnupta tane sayısı, bin

tane ağırlığı, tohum verimi, ham yağ oranı ve ham yağ verimi üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Deneme faktörleri birlikte değerlendirildiğinde, Şanlıurfa ekolojik koşullarında araştırma materyali olarak kullanılan üç kolza çeşidi de (Bristol, Eurol ve Capitol) olmak üzere özellikle de Capitol çeşidinin dekara 20 kg N ve 1,2 kg da⁻¹ tohumluk miktarı uygulaması ile yetiştirilebileceğini önerebiliriz.

Kaynaklar

- [1] Anonim. OECD and FAO Secretariats. <http://dx.doi.org/10.1787/888932861358>, 2013a.
- [2] Anonim. TÜİK. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>, (Erişim tarihi: 2013b).
- [3] Kolsarıcı, Ö., Başoğlu, F. Yağ Kalitesi ve Yağ Oranı Yüksek Kışlık Kolza Çeşit ve Hatlarının Verim Komponentleri Yönünden Karşılaştırılması. A. Ü. Z. F. Yıllığı, 66 – 76, 1985.
- [4] Özgüven, M. Türkiye’de Kanola Tarımı Potansiyeli ve Geleceği. Toprak Mahsulleri Ofisi Yem Maddeleri Toplantısı. T.M.O. Ankara. Kanola Sempozyumu “Türkiye’de Kanola Araştırmaları” Adlı Tebliğden 10 Temmuz 1997, Ankara, 1990.
- [5] Özer, H., Peker, K. Erzurum Ekolojik Koşullarında Kolza Üretiminde Optimum Azot Kullanımının Belirlenmesi, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 29(1), 50-57, 1998.
- [6] Anonim. Şanlıurfa İli Akçakale Meteoroloji İstasyonu Verileri, 2003.
- [7] Demiralay, İ. Toprakta Bazı Fiziksel Analiz Yöntemi. Atatürk Üniv. Z. F. Toprak Böl. Seminer Notları, Erzurum, 1981.
- [8] Gür, M. A. Çukurova Koşullarında Farklı Gübre Dozu ve Tohumluk Miktarının Kolzada Verim ve Kaliteye Etkisi İle Ön Bitki Değeri Üzerinde Araştırmalar. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Doktora Tezi, Adana, 1993.
- [9] Lewis, C. E., Knight, C. W. Yield Response of Rapeseed to Row Spacing and Rates of Seeding and N – Fertilizing in Interior Alaska. Can. J. Plant Sci. 67. S. %3 – 57, 1986.
- [10] Karaaslan, D., Özgüven, M. GAP Bölgesinde Farklı Kolza Çeşitlerinin tohum Verimi ve Yağ Kalitesi Üzerine azot Dozlarının Etkisi. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 13 (3) : 175 – 184, 1998.
- [11] Algan, N., Emiroğlu, H. Ş. Islah Edilmiş Bazı Kolza (Brassica napus L. ssp. oleifera) Çeşitlerinin Değişik Yetiştirme Koşulları Altındaki Reaksiyonları Üzerinde Araştırmalar. E. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 22/3 s. 65 – 82, 1985.
- [12] Turan, M. Z., Ekingen, R. H., Göksoy, T. A. Farklı Azot Dozlarının Kolzada Verim ve Verim ile İlgili Bazı Özelliklere Etkileri Üzerinde Bir Araştırma. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 7: 1 – 12, Bursa, 1990.
- [13] Kural, A. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Koşullarında Uygun Kanola Çeşitleri ve Ekim Zamanının Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı – Adana. Kanola Sempozyumu “Türkiye’de Kanola Araştırmaları” Adlı Tebliğden, Ankara, 10 Temmuz 1997.
- [14] Şaman, S. II. Ürün Tarımı Araştırma ve Yayım Projesi Kolza Dilimi, 1982 – 1983 Yılı Gelişme Raporu. T.C. T.O.K.B. Projeleri ve Uygulama Genel Müdürlüğü, Antalya, 1983.
- [15] Özgüven, M., Kırıcı, M. Bazı Kolza Çeşitlerinin Çukurova Bölgesinde Verim ve Verim Komponentlerinin Belirlenmesi. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 14 (1) : 41 – 48, 1999.
- [16] Sağlam, C., Arslanoğlu, F. Kışlık Kolza Çeşitlerinde Ekim Sıklıklarının Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15–18 Kasım Cilt II, Endüstri Bitkileri, 88–91, Adana, 1999.
- [17] Öz, M., Karan, Ş., Göksoy, T. A. Bursa Koşullarında Farklı Bitki Sıklıklarında Kolza Çeşitlerinde Verim ve Bazı Verim Unsurları Üzerine Etkileri. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15 – 18 Kasım, Cilt II, Endüstri Bitkileri, 334 – 338, Adana, 1999.
- [18] Öktem, O. M. Tarsus Yöresinde Yetiştirilen Kışlık Kolza Çeşitleri Ve Erusik Asit Miktarları. T.C. T.O.B. Köy Hizmetleri Genel Müd. Tarsus Araştırma Ens. Yayın No: 149, Tarsus, 1988.
- [19] İptaş, S., Kolsarıcı, Ö. Yabancı Kökenli Yağlık ve Yemlik Kanola (Brassica napus ssp. oleifera L.) Çeşitlerinin Tarımsal Özelliklerinin Karşılaştırılması. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı. C: 39 (1 – 2), 1988.
- [20] Aytaç, S., Çamaş, N. Samsunda Yazlık İki Kolza Çeşidi için En Uygun Ekim Zamanı ve Sıklığının Belirlenmesi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15 – 18 Kasım, Cilt II, Endüstri Bitkileri, 76 – 81, Adana, 1999.
- [21] Cramer, N. Supply of Nitrogen to winter Rape Experience in Silesia-Holstein. Field Crop Abstracts, Vol. 38, No: 7, s.426, 1985.
- [22] Çalışkan, M. E., A. Mert, M. Mert ve N. İşler. Hatay ekolojik koşullarında bazı kolza çeşitlerinin önemli tarımsal özellikleri ile bu özelliklerin verim oluşumuna etkisi. MKÜ Ziraat Fak. Derg., 3 (2): 127-142, 1998.
- [23] Sağlam, C., Arslanoğlu, F., Kaba, S. Kışlık Kolza Çeşitlerinin Tekirdağ Koşullarına Adaptasyonu. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15 – 18 Kasım 1999, Cilt II, Endüstri Bitkileri, 344 – 347, Adana, 1999.



Türk Doğa ve Fen Dergisi Turkish Journal of Nature and Science

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



Essential Oil Composition of Two Apiaceae Species From Bingöl (Turkey)

Ömer KILIÇ*¹

Abstract

In this study aerial parts essential oil of *Chaerophyllum crinitum* Boiss. and *Zosima absinthifolia* (Vent.) Link were analyzed by HS-SPME/GC-MS. As a result twenty three and twenty six components were identified representing 95.46% and 95.30% of the oil, respectively. α -pinene (28.3%), sabinene (28.95%) and β -caryophyllene (10.87%) were detected main compounds of *C. crinitum*; octyl acetate (32.50%), octanol (20.60%) and α -pinene (10.90%) were detected the major constituents of *Z. absinthifolia*. With this study, chemotypes of *C. crinitum* were detected α -pinene and sabinene; whereas octylacetate and octanol were found to be the chemotypes of *Z. absinthifolia*. In addition studied plant samples were found to be rich in respect to essential oils and the results discussed natural product, renewable resources and chemotaxonomy.

Keywords: *Chaerophyllum*, *Zosima*, essential oil, HS-SPME/GC-MS.

Bingöl'de (Türkiye) Bulunan iki Apiaceae Türünün Uçucu yağ Kompozisyonu

Özet

Bu çalışmada *Chaerophyllum crinitum* Boiss. ve *Zosima absinthifolia* (Vent.) Link türlerinin toprak üstü kısımlarının uçucu yağ içerikleri HS-SPME/GC-MS ile analiz edildi. Sonuçta *Chaerophyllum crinitum* ve *Zosima absinthifolia* türlerine ait %95.46 ve %95.30' lük toplam yağ miktarından sırasıyla yirmiüç ve yirmialtı bileşen tespit edildi. *C. crinitum*' un ana bileşenleri α -pinene (%28.3), sabinene (%28.95) ve β -caryophyllene (%10.87) olarak tespit edildi; octyl acetate (%32.50), octanol (%20.60) ve α -pinene (%10.90) ise *Z. absinthifolia*' nın ana bileşenleri olarak bulundu. Bu çalışma ile *C. crinitum*' un kemotipleri α -pinen ve sabinen; *Z. absinthifolia*' nın kemotipleri ise octylacetate ve octanol olarak tespit edildi. Buna ek olarak çalışılan bitkilerin uçucu yağ içerikleri bakımından zengin olduğu tespit edilmiş olup, elde edilen sonuçlar doğal ürünler, yenilenebilir kaynaklar ve kemotaksonomi açılarından tartışıldı.

Anahtar Kelimeler: *Chaerophyllum*, *Zosima*, uçucuyag, HS-SPME/GC-MS.

1. Introduction

Apiaceae (Umbelliferae) family is rich in secondary metabolites and embodies numerous genera of high economic and medicinal value yielding flavonoids, coumarins, acetylenes, terpenes and essential oils. It is well known that occurrence of essential oils and oleoresins is a characteristic feature of this family [1-3].

The genus *Zosima* Hoffm., which belongs to Apiaceae family, is represented in Turkey by only *Zosima absinthifolia*. *Z. absinthifolia* is a monotypic and perennial herbs for Turkey that are distributed in different parts of Turkey [4]. Synonyms of *Z. absinthifolia* are, *Heracleum absinthifolia* Vent. and *Zosima orientalis* Hoffm. *Z. absinthifolia* is indigenous to Iran, Turkey, Iraq and different countries of Caucasia, the Middle East and Central Asia [5]. This plant has grooved pubescent stems that reach up to 100 cm in height and this widespread plant has tripinnate leaves,

10-25 rayed umbels, greenish to pale yellow flowers and elliptic to obovate fruits with tumid margin [4]. *Zosima absinthifolia*' s fruits are used for food flavouring and as a spice in Iran [6]. The genus *Chaerophyllum* L. which also in the Apiaceae family, is comprised of about 110 species [3], 14 are described in the Flora of Turkey, among which two are endemic: *C. hakkiaricum* Hedge & Lamond; *C. leucolaenum* Boiss. [4,7]. *C. crinitum* is branched, \pm pubescent biennial with \pm globose tuberous roots and erect, branched solid stems 21-60 cm. [4]. Few investigations have been made on the composition of *Chaerophyllum* species [8] in the literature. Some *Chaerophyllum* taxa are also used in traditional healing practices in Turkey and Iran, fresh stems and leaves are sometimes added to salads, while tea made of dried leaves and roots is used as herbal remedy to soothe cough, allergies and sore throat. The essential oil compositions of two *Chaerophyllum* species growing in Azerbaijan, *C. bulbosum* L. and *C. macrospermum* (Sprengel) Fisch & Mey. were reported [9]. Essential oils

¹Bingöl University, Technical Sciences Vocational School, 12000, Bingöl, TURKEY

*Corresponding author, email: omerkilic77@gmail.com

are highly concentrated, volatile, hydrophobic mixtures of chemicals extracted from plants and have characteristic flavour and fragrance properties and many also possess other biological activities; for these reasons essential oils are used in many industries as flavorings, cosmetics industry uses them for their fragrance and the pharmaceutical industry uses them for functional properties [10]. The name essential derives from very aromatic nature of the oils, so that the oil captures the “essence” of the plant from which it was extracted; essential oils are widely used for aromatherapy and in other alternative healthcare products and used as insect repellents, and as detergents [10]. The largest consumer of essential oils is the USA, followed by western European countries like France, Germany and Japan [11]. For ages, indigenous plants have been used in herbal medicine for curing various diseases and there is a popularity and scientific interest to for screen essential oils of plants used medicinally all over the world [12]. Many illness are known to be treated with herbal remedies throughout the history of mankind. Even today, plant materials continue to play a major role in primary health care as therapeutic remedies in many countries [13].

C. crinitum and *Z. absinthifolia* are lacks detailed essential oil composition investigation. Therefore, the aim of this study is to provide essential oil composition of *C. crinitum* and *Z. absinthifolia*, that might be helpful in potential usefulness and chemotaxonomy of these species.

2. Materials and Methods

2.1. Plant material

C. crinitum was collected from south of Yelesen village, steppe, Bingol / Turkey, on 26.06.2013, at an altitude of 1600-1650 m., by O. Kılıç, collect no: 4905. *Z. absinthifolia* was collected east of Şaban village, steppe areas, Bingol / Turkey, on 30.06.2013, at an altitude of 1550-1600 m., by O. Kılıç, collect no: 5014. Plant materials were identified with volume 4 of Flora of Turkey and East Aegean Islands [4]. Voucher specimens of plant samples kept at the Bingol University Herbarium (BIN) with 2957 and 2958 herbarium numbers, respectively.

2.2. HS-SPME Procedure

Dried aerial part powder of five grams plant samples were carried out by a (HS-SPME) head space solid phase microextraction method using a divinyl benzene/carboxen/polydimethylsiloxane fiber, with 50/30 μ m film thickness; before the analysis the fiber was conditioned in the injection port of the gas chromatography (GC) as indicated by the manufacturer. For each sample, 5 g of plant samples, previously homogenized, were weighed into a 40 ml vial; the vial was equipped with a “mininert” valve. The vial was kept at 35°C with continuous internal stirring and the sample was left to equilibrate for 30 min; then, the SPME fiber was exposed for 40 min to the headspace while maintaining the sample at 35°C. After sampling, the SPME fiber was introduced into the GC injector, and was left for 3 min to allow the analytes thermal desorption. In order to optimize the technique, the effects of various parameters, such as sample volume, sample headspace volume, sample heating temperature and extraction time were studied on the extraction efficiency as previously reported by Verzera et al., [14].

2.3. GC-MS Analysis

A Varian 3800 gas chromatograph directly interfaced with a Varian 2000 ion trap mass spectrometer was used with injector temperature, 260°C; injection mode, splitless;

column, 60 m, CP-Wax 52 CB 0.25 mm i.d., 0.25 μ m film thickness. The oven temperature was programmed as follows: 45°C held for 5 min, then increased to 80°C at a rate of 10°C/min, and to 240°C. at 2°C/min. The carrier gas was helium, used at a constant pressure of 10 psi; the transfer line temperature, 250°C; the ionisation mode, electron impact (EI); acquisition range, 40 to 200 m/z; scan rate, 1 us^{-1} . The compounds were identified using the NIST library, mass spectral library and verified by the retention indices which were calculated as described by Van den Dool and Kratz [15]. The relative amounts were calculated on the basis of peak-area ratios. The identified constituents of studied species are listed in Table 1 and Table 2.

3. Results and Discussion

The chemical composition essential oil of dried aerial parts of *C. crinitum* and *Z. absinthifolia* were analyzed by HS-SPME/GC-MS. 23 and 26 compounds were identified in *C. crinitum* and *Z. absinthifolia* respectively, accounting from 95.46% and 95.30% of the whole oil. The main compounds of *C. crinitum* were α -pinene (32.05%), sabinene (28.95%) and β -caryophyllene (10.87%), while in the *Z. absinthifolia* octyl acetate (32.50%), octanol (20.60%) and α -pinene (10.90%). *C. crinitum* and *Z. absinthifolia* included high concentrations of α -pinene (32.05% - 10.90%, respectively). *C. crinitum* had, 28.95% of sabinene, but low content of octylacetate (0.55%) and no content of octanol. *Z. absinthifolia* was described by their lower content of β -caryophyllene (3.2%) and no percentage of sabinene, but showed high amounts of octylacetate (32.50%) and octanol (20.60%) (Table 1). Among the monoterpenes, α -pinene was found principal constituents of *C. crinitum* (32.05%) (Table 1), this compound also principal constituents of *C. macropodium* Boiss. from Iran (23.0%) [16].

The water-distilled essential oils from aerial parts of *Chaerophyllum macropodium* Boiss. and *Chaerophyllum crinitum* Boiss. were analyzed by GC and GC/MS. The oil of *C. macropodium* was found to contain α -pinene (23.0%), β -pinene (17.3%) and fenchyl acetate (13.8%) as the major constituents; the oil of *C. crinitum* was characterized by a higher amount of (E)- β -ocimene (50.5%) [16]. In our study *C. crinitum* has different chemical properties from cited study, producing high concentration of α -pinene (32.05%), sabinene (28.95%) and β -caryophyllene (10.87%), followed by low percentages of β -pinene and fenchyl acetate (Table 1). In another research, the water-distilled essential oil from seeds of *C. macrospermum* was analyzed by GC-MS and the major compounds were found to be E- β -farnesene (27.1 %), Z- β -ocimene (18.8 %), p-cymene (14.3 %), α -fenchyl acetate (12.7%) and spathulenol (8.8 %) [6]. In this study dried aerial parts of *C. crinitum* was analyzed by HS-SPME/GC-MS and the main constituents were determined α -pinene (32.05%), sabinene (28.95%) and β -caryophyllene (10.87%) (Table 1). The essential oil of aerial parts of *C. macropodium* rich in β -caryophyllene, hexyl octanoate and octyl acetate [17], whereas in our study *C. crinitum* rich in β -caryophyllene (10.87%), poor in octyl acetate (0.55%) and no percentage of hexyl octanoate (Table 1). The chemical composition of essential oil obtained by hydrodistillation from the dried fruits of *Z. absinthifolia* was analysed by GC-MS and the major components of the oil were octyl acetate (87.48%), octyl octanoate (5.03%) and 1-octanol (2.37%) [6]. Like this study, octyl acetate (32.50%) and octanol (20.60%) were the main compounds of aerial parts of *Z. absinthifolia*, however octyl octanoate was not detected in our study (Table 2). In another research with *Z. absinthifolia* octyl acetate (32.50%) was also found to be the major compound [18]. The comparison between two species

Table 1. Essential oil composition of *Chaerophyllum crinitum*

Compounds	RRI*	<i>C. crinitum</i> (%)
α -pinene	1105	32.05
Sabinene	1115	28.95
β -pinene	1122	2.01
1,3,6-Octatriene	1156	1.53
<i>p</i> -cymene	1179	0.34
γ -terpinene	1245	0.21
Terpilonolene	1287	1.02
β -ocimene	1355	0.20
Octylacetate	1482	0.55
α -terpineol	1495	0.12
Fenchyl acetate	1513	1.08
α -copaene	1575	0.85
γ -elemene	1594	3.02
β -bourbenene	1602	2.05
β -Caryophyllene	1616	10.87
Trans- β -farnesene	1646	0.65
γ -cadinene	1679	0.23
α -humulene	1694	3.90
Germacrene D	1725	0.85
β -bisabolene	1749	1.60
Thymol	2201	1.06
Carvacrol	2229	2.30
Ericosane	2690	0.02
RRI*: Relative Retention Index	Total	95.46

Table 2. Essential oil composition of *Zosima absinthifolia*

Compounds	RRI*	<i>Z. absinthifolia</i> (%)
α -pinene	1112	10.90
β -pinene	1120	1.52
β -phellandrene	1215	0.60
Terpinolene	1285	2.43
Octanal	1290	1.30
Octyl acetate	1475	32.50
Decanal	1504	0.85
β -bourbonene	1532	0.22
β -cubebene	1549	1.59
Linalool	1556	0.70
Octanol	1568	20.60
Pinocarvone	1584	0.15
β -elemene	1595	1.03
β -caryophyllene	1610	3.20
Octyl butyrate	1625	5.51
Z-(β)-farnesene	1663	0.17
α -humulene	1694	1.36
Germacrene D	1722	0.10
β -bisabolene	1746	0.33
β -sesquiphellandrene	1789	0.54
Octyl hexanoate	1813	6.80
Caryophyllene oxide	2010	1.42
Thymol	2201	0.53
Carvacrol	2235	0.30
Heptacosane	2695	0.44
Hexadecanoic acid	2930	0.20
RRI*: Relative Retention Index	Total	95.30

evidenced a similarity, at least with reference to the presence of the main constituents: in fact α -pinene was among the principal one in both species. Also the percentages of sabinene, β -caryophyllene, octylacetate and octanol were

comparable. The only differences between two species were substantially due to sabinene (28.95%) and β -caryophyllene (10.87%) found high amounts only in *C. crinitum* (Table 1); and due to octylacetate (32.50%) and octanol (20.60%) found high amounts only in *Z. absinthifolia* (Table 2). This

study demonstrates the occurrence of α -pinene/sabinene/ β -caryophyllene chemotype of *C. crinitum* and octylacetate/octanol/ α -pinene chemotype of *Z. absinthifolia* in Eastern Anatolian region of Turkey.

4. Conclusion

In conclusion, the essential oil results have given some clues on the chemotaxonomy of the genus patterns and usability of these species as natural product. According to these results, studied plants were found to be rich in respect to essential oils. So these plants can be used different purposes in industry, ethnobotany and can be cultivated to richened natural products. In addition, many plant species are threatened due to overharvesting for medicinal or other use, so there is great need to protect plant diversity. There is also a need to develop more sustainable ways of obtaining industrial products from renewable resources. The cultivation of medicinal and aromatic plants for industrial products can address these issues.

Acknowledgements

The authors thank the financial support from the Bingol University Scientific Research Project Unit, Bingol/Turkey, Project no. BAP-203-129-2013.

References

- [1] Gijbels M.J.M., Scheffer J.J.C. Baerheim A. and Svendsen.A., Riv. Ital.Essenze., 61, 335, 1979.
- [2] Hegnavar R. In Chemotaxonomic der planzen 6, Birkhaeuser, Basel., 1973.
- [3] Kubeczka K.H. In: aromatic plants, Basic and applied aspects, Martinus Nijhoff publishers, the Hague, Boston, London, 165, 1982.
- [4] Davis P.H. Flora of Turkey. Edinburgh: Edinburgh University Press., 4, 1972.
- [5] Rechinger K.H., Hedge I.C. Flora Iranica, Graz: Akademische Druke Verlagsanstalt, 162, 1987.
- [6] Razavi S.M., Nejad-Ebrahimi S. Chemical composition, allelopathic and antimicrobial potentials of the essential oil of *Zosima absinthifolia* (Vent.) Link fruits from Iran, Nat.Prod. Res., 24 (12), 1125-1130, 2010.
- [7] Ozhatay N., Kultur Ş. Check-list of add. taxa to the supp. Flora of Turkey III, Turkish J.of Bot., 30, 281-316, 2006.
- [8] Shafaghat A. Antibacterial Activity and Composition of Essential Oils from Flower, Leaf and Stem of *Chaerophyllum macropodum* Boiss. from Iran, Nat. Prod. Commun., 4 (6), 861-864, 2009.
- [9] Mamedova SA. Essential oil of *Chaerophyllum macrospermum*, Chem. Nat. Comp., 30, 267-277, 1994.
- [10] Lubbe A., Verpoorte R. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials, Indust. Crops and Prod., 34, 785-801, 2011.
- [11] Holmes C.A. 2005. IENICA summary report for the European Union 2000-2005. Interactive European Network for Industrial Crops and their Applications.
- [12] Cowan MM. Plant products as antimicrobial agents, Clinic. Mic. Reviews., 564-582, 1999.
- [13] Zakaria M. Isolation and characterization of active compounds from med. plants, Asia Pacific J. Pharm., 6, 15-20, 1991.
- [14] Verzera A., Zino M., Concurso C., Romeo V., Zappala M. Solid-phase microextraction and gas chromatography/mass spectrometry for the rapid characterisation of semi-hard cheeses, Anal. Bioanal. Chemistry., 380, 930-936, 2004.
- [15] Van Den Dool H., Kratz PD. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography, J. Chromatog., 11, 463-471, 1963.
- [16] Nematollahi F., Akhgar M.R., Larijani K., Rustaiyan A., Masoudi S. Essential oils of *Chaerophyllum macropodum* Boiss. and *Chaerophyllum crinitum* Boiss. from Iran, J. Essent. oil Res., 17, 1, 2005.
- [17] Shafaghat A. Chemical Constituents of the Essential Oil of *Chaerophyllum macropodum* Boiss. from Iran, JSIAU., 19, 72, 2009.
- [18] Baser K.H.C., Ozek T., Demirci, B., Kurkcuoglu, M., Aytac Z., Duman H. Composition of the essential oils of *Zosima absinthifolia* (Vent.) Link and *Ferula elaeochytris* Korovin from Turkey, Flav. Frag. J., 15, 371-372, 2000.



Türk Doğa ve Fen Dergisi Turkish Journal of Nature and Science

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



Japon Bildircinlarında Çeşitli Ağırlık Ölçüleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Şenol ÇELİK^{*1}, Hakan İNCİ¹, Bünyamin SÖĞÜT¹, M. Reşit TAYSI¹

Özet

Bu çalışmada Japon bildircinlerinde çeşitli ağırlık ölçüleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla deneme hayvanı olarak kullanılan 60 adet Japon bildircinına ait canlı ağırlığı (g) karkas ağırlığı (g), göğüs ağırlığı (g), but ağırlığı (g) ve iç organ ağırlığı (g) değerleri alınmıştır. Canlı ağırlık ile diğer ağırlıklar değerleri arasındaki ilişkileri belirlemek için korelasyon katsayıları araştırılmıştır. Yetiştirme sistemi (kafes ve yer) ve cinsiyete (erkek ve dişi) göre ayrı ayrı olarak iki regresyon ve iki korelasyon katsayısı arasındaki farkın anlamlılığı test edilmiştir. Hem yetiştirme sistemine hem de cinsiyete göre incelenen vücut ağırlıkları arasındaki iki regresyon katsayısı benzer olduğundan genel bir regresyon katsayısı belirlenmiştir. Genel regresyon katsayısı yetiştirme sistemine göre en yüksek göğüs-iç organ (1,688), en düşük canlı-but (0,18); cinsiyete göre en yüksek canlı-karkas (1,237), en düşük canlı-but (0,243) ağırlıkları arasında olmuştur. Genel korelasyon katsayısı yetiştirme sistemine göre en yüksek canlı-karkas (0,926), en düşük iç organ-but (0,476); cinsiyete göre en yüksek canlı-karkas (0,932), en düşük iç organ-but (0,447) ağırlıkları arasında olmuştur. Ancak, yetiştirme sistemine göre but-canlı, but-karkas ve but-göğüs ağırlıkları arasında; cinsiyete göre karkas-but ağırlığı arasında test edilen iki korelasyon katsayısı benzer olmadığından genel bir korelasyon katsayısı belirlenememiştir.

Anahtar Kelimeler: Japon bildircini, ağırlık ölçüleri, regresyon katsayısı, korelasyon katsayısı

Investigation of the Relationship Between the Various Weight Measurement in the Japanese Quail

Abstract

In this study, Japanese quail were studied to determine the relationships between variety of weight measurements. For this purpose, as the trial animal 60 of Japanese quail of live weight (g) carcass weight (g), breast weight (g), is the weight (g) and internal organ weight (g) were taken. Body weight and various other weight the relationship between in the determination of the correlation coefficient were investigated. According to, rearing systems (lattice and floor), and gender (male and female), significance of difference between two regression and two correlation coefficient was tested separately. The two regression coefficients according to both growing system and sex between examined body measurements is to similar are determined in a general regression coefficients. General regression coefficient according to rearing systems the highest chest- internal organs (1.688), the lowest live-croupe (0.18); according to gender highest live-carcass (1.237), the lowest live-but (0.243) was among weight. General correlation coefficient according to rearing systems the highest live-carcass (0.926), is the lowest internal organs-croupe (0.476); according to gender the highest live-carcass (0.932), the lowest internal organs-croupe (0.447) has been among weight. However, a general correlation coefficient is not ascertained according to the rearing systems croupe-live, croupe-carcass and croupe- breast between weight; by sex carcass-croupe between wight isn't to similar to the two correlation coefficient tested.

Keywords: Japanese quail, weight measurements, regression coefficient, correlation coefficient

1. Giriş

İnsanoğlu ürünlerinden ve hizmetlerinden yararlanmak için yabani hayvanları evcilleştirerek kendi kontrolünde yetiştirmiştir. Evcilleştirme hayvanların karakteri üzerine olumlu etkiler yapmaktadır. Nitekim yapılan çalışmalarda insanlar tarafından evcilleştirilip yetiştiriciliği yapılan

hayvan türlerinin vahşi atalarına göre, daha üstün verimlere sahip oldukları ortaya konmuştur [1]. Bu gelişmeleri takip eden en güzel örnek, tavuk yetiştiriciliğinde geliştirilen metotların model alınarak, evcilleştirilen bildircinların entansif üretimine geçirilmesidir. Bu alanda en başarılı uygulama Japon bildircinlarında gerçekleştirilmiştir. Evcilleştirilmesi çok uzun zaman öncesine dayanan (11. yüzyıl) bildircin, daha önce olduğu gibi günümüzde de hala av hayvanı olarak insanlar tarafından avlanmakta ve eti

¹Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, 12000 Bingöl, TÜRKİYE

*Sorumlu yazar eposta: senolcelik@bingol.edu.tr

sevilerek tüketilmektedir. Bakımı, barındırılması, beslenmesi ve üretilmesi kolay, hastalıklara karşı direncinin diğer kümes hayvanlarına oranla daha fazla olması, generasyonlar arası sürenin kısa oluşu (65-75 gün) nedeni ile biyolojik araştırmalar için deney hayvanı olarak kullanılması, zevk ve eğlence amacı için yetiştirilmesi önemli nedenlerdendir. Ayrıca bildırcın eti genelde yağ ve protein içeriği bakımından etlik piliçlere göre daha zengindir [2, 3].

Japon bildırcınları geliştirmekte olan ülkelerde hayvansal protein açığını karşılamak için pratik ve uygulanabilir bir seçenek olarak tavsiye edilmektedir. Çünkü bildırcınların vücut yapıları küçüktür, birkaç yüz adet bildırcının küçük bir alanda muhafaza edilmesi mümkün olup, barınak ve binalarının yapımı ve gerekli malzemelerinin temin edilme maliyetleri ucuz olabilmektedir

Bıldırcınlar coturnix familyasına ait olup bu türün 12 den fazla alt türü bulunur. En iyi bilinen alt türlerin başında Japon Bıldırcını olarak bilinen Coturnix coturnix japonica gelir. Erkekler dişilerden daha düşük bir canlı ağırlık ve beden yapısına sahiptir [4].

Bıldırcınların vücut ölçüleri arasındaki ilişkilerin bilinmesi, ıslah ve seleksiyon çalışmalarında vücut özelliklerinin kriter alınması ve verimliliği artırması açısından önemlidir. Yıldırım ve Yetişir [5], çalışmalarında kuluçkalık yumurta ağırlığı ve civciv çıkış ağırlığı arasında önemli ($P<0,01$) korelasyon ($r=0,67$) ve regresyon ($b=0,703$) katsayıları tespit etmişlerdir. Gürcan ve ark. [6], bıldırcınların özellikleri arasında en yüksek korelasyon katsayılarını canlı ağırlık ile vücut uzunluğu arasında ($r=0,47$) ve gaga genişliği ile gaga yüksekliği arasında ($r=0,47$) belirlemişlerdir. Canlı ağırlık ile karkas ağırlığı arasında (Stino ve ark. [7]; Tresveni-Gousi ve Yannakopoulos [8]) ve göğüs ağırlığı ile but ağırlığı arasında da (Tresveni-Gousi ve Yannakopoulos, [8]) yüksek pozitif korelasyonlar bildirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, bıldırcınlarda farklı yetiştirme sistemleri ve cinsiyete göre vücut ağırlık ölçüleri arasındaki ilişkinin belirlenmesidir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Araştırmanın materyalini Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü kanatlı hayvan yetiştirme ünitesinde elde edilen günlük yaşta 60 adet Japon bıldırcını (*Coturnix coturnix japonica*) oluşturmuştur. Çalışmada, 60 adet bıldırcın civcivi her grupta 30'ar bıldırcın bulunacak şekilde yer ve kafes olmak üzere iki gruba tesadüfi olarak dağıtılmıştır. Denemede kullanılan kafes sisteminde yetiştirilen bıldırcınlar, Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü'ne ait kanatlı üretim ünitesinde bulunan çok katlı bıldırcın kafeslerinde barındırılmışlardır. Yer sisteminde yetiştirilen grup ise yine kanatlı üretim ünitesinde bulunan alanda yer kafeslerinde büyütülmüşlerdir. Yer tipi gruplar 360x200 cm taban alanı ve 200 cm yükseklikte helezon çit telleri ile sabit olarak inşa edilmiş olan bir odada büyütülmüştür. Deneme odasının aydınlatması için, ikiye adet 60 Watt'lık ampul, ısıtma için ise otomatik olarak ısıya ayarlanabilen elektrikli soba kullanılmıştır. Oda üç eşit bölmeye ayrılmış ve her bölmede 8 cm kalınlıkta odun talaşı ve saman karışımı altlık kullanılmıştır. Bölmeler içerisine özel kavanoz tipi suluk ve yem kaybını önlemek amacıyla da üzerine tel ızgara bulunan plastik yemlikler yerleştirilmiştir. Hayvanlar ilk bir hafta süresince ana makinelerin de büyütülmüş ve daha sonra gruplara ayrılarak yetiştirme kafeslerine ve yer sistemine alınmıştır. Deneme süresince, canlı ağırlıklar bireysel olarak haftada bir, yem tüketimleri ise grup düzeyinde haftada bir 1

g hassasiyetli tartılarak belirlenmiştir. Rasyonlar toz yem formunda verilmiş olup, hayvanların önlerinde daima temiz su bulundurulmasına özen gösterilmiştir. Bıldırcınların deneme süresince canlı ağırlık artışlarına ait ortalama değerler, yem tüketimi ve karkas özellikleri olarak; sıcak-soğuk tüm karkas, but, göğüs, kanat, sırt, boyun ve yenilebilir iç organ ağırlıkları tespit edilmiştir (karkas öğelerine ayırma işlemi "Kentucky Fry Chicken, 9 piece Cuttig" yöntemine göre yapılmıştır).

2.2. Metot

Bu çalışmada kullanılan iki regresyon katsayısının karşılaştırılması ve iki korelasyon katsayısı arasındaki farka ilişkin hipotez kontrolünün iyi anlaşılabilmesi için açıklayıcı bilgiler genel hatlarıyla verilmiştir.

İki farklı örnekte X (bağımsız değişken) ve Y (bağımlı değişken) özellikleri arasında hesaplanan regresyon katsayılarının aynı olup olmadığının belirlenmesi istenir. Bu hipotezin test edilmesinde;

$$t = \frac{b_{yx1} - b_{yx2}}{S_{b1-b2}}$$

şeklinde hesaplanan t-istatistiğinden yararlanılır [9]). Hesaplanan t-değeri $(n_1 - 2) + (n_2 - 2)$ serbestlik dereceli t-dağılımı gösterir. Standart hata ise

$$S_{b1-b2} = \sqrt{\frac{(S_{yx}^2)_{top} + (S_{yx}^2)_{top}}{(\sum d_x^2)_1 + (\sum d_x^2)_2}}$$

şeklinde hesaplanır. Buradaki $(S_{yx}^2)_{top}$ toplanmış hata kareler ortalamasıdır ve

$$(S_{yx}^2)_{top} = \frac{(HKT_1) + (HKT_2)}{(HSD_1) + (HSD_2)}$$

şeklinde hesaplanır. Burada;

HKT_1 : Birinci örneğe ait hata kareler toplamı

HKT_2 : İkinci örneğe ait hata kareler toplamı

HSD_1 : Birinci örneğe ait hata serbestlik derecesi

HSD_2 : İkinci örneğe ait hata serbestlik derecesidir.

İki korelasyon katsayısı arasındaki farka ilişkin hipotez kontrolüne ait test istatistiği

$$Z = \frac{|g_1 - g_2|}{\sqrt{\frac{1}{n_1 - 3} + \frac{1}{n_2 - 3}}}$$

şeklinde dir. Burada;

$$g_1 = 0,5 \ln \frac{1+r_{xy1}}{1-r_{xy1}}, \quad g_2 = 0,5 \ln \frac{1+r_{xy2}}{1-r_{xy2}}$$

olup, $|Z| < 1,96$ ise X ve Y özellikleri arasındaki korelasyon katsayısının aynı olduğuna karar verilir. Bu durumda genel korelasyon katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$Z_G = \frac{(n_1 - 3)g_1 + (n_2 - 3)g_2}{(n_1 - 3) + (n_2 - 3)}$$

Bu şekilde hesaplanan Z değerine karşılık korelasyon katsayısı "Pearson korelasyon katsayısı için Fisher'in Z-dönüşümü değerleri" tablosundan bulunur [9]. g_1 ve g_2

değerleri ise R. A. Fisher tarafından belirlenen r ile g değerleri arasındaki ilişkidir [10].

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada, Japon bildircinlarının canlı, karkas, göğüs, but ve iç organ ağırlıkları (g) Çizelge 1’de verilmiştir. Buna göre, 7 hafta sonunda kafeste yetişen 30 bildircin ortalama olarak 215,44 g canlı, 148,22 g karkas, 59,74 g göğüs, 33,93 g but ve 36,65 g iç organ ağırlığına; yerde yetişen 30 bildircin ortalama olarak 209,93 g canlı, 140,29 g karkas, 58,27 g göğüs, 30,75 g but ve 36,25 g iç organ ağırlığına; 30 erkek bildircin ortalama 194,07 g canlı, 137,16 g karkas, 55,67 g göğüs, 31,35 g but ve 28,87 g iç organ ağırlığına; 30 dişi bildircin ortalama 231,29 g canlı, 151,35 g karkas, 62,35 g göğüs, 33,31 g but ve 44,02 g iç organ ağırlığına; genel olarak 60 bildircin 212,68 g canlı, 144,26 g karkas, 59,01 g göğüs, 32,34 g but ve 36,45 g iç organ ağırlığına sahip olmuştur. Bilal ve Bostan [11]’in çalışmalarında, 8 haftalık yaştaki japon bildircinlarında karkas ağırlığı erkeklerde 196,91 gram, dişilerde 215,10 gram elde edilmiştir. Alkan ve ark. [12]’nin çalışmalarında, ortalama olarak erkek bildircinların karkas ağırlığı 116,01 gram, dişi bildircinların ise 125,14 gram bulunmuştur. Alkan ve ark. [13]’nin çalışmalarında dişi bildircinların erkeklerden daha yüksek canlı ağırlık ve karkas ağırlığına sahip oldukları saptanmıştır. Nariç ve ark. [14]’nin çalışmalarında 56

günlük yaştaki dişi japon bildircinların erkeklerden daha fazla canlı ağırlığa sahip olduğu saptanmıştır.

Dişi bildircinlar erkeklerden daha fazla karkas ağırlığına sahip olduğundan bu çalışmada bulunan sonuçlar sözü edilen çalışmalarda elde edilen sonuçlarla uyum içindedir.

Çizelge 2’de değişkenler arasında uygun olan ve gerekli varsayımları sağlamış olan doğrusal regresyon modelleri verilmiştir. Yetiştirme sistemlerine göre değişkenler arasında iki ayrı regresyon modeli belirlenmiş ve bu iki regresyon modeline göre elde edilen iki regresyon katsayılarının karşılaştırılması yapılmıştır. Yetiştirme sistemlerine göre, bütün ağırlık ölçülerine ilişkin değişkenler için iki regresyon katsayısı arasındaki ilişkide önemli bir değişim görülmemiştir. Bundan dolayı genel yani ortak bir regresyon katsayısı belirlenmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda; canlı ağırlık -karkas ağırlığı arasındaki genel regresyon katsayısı 1,035’dir. Canlı ağırlıktaki 1 gramlık artış karşılık karkas ağırlığında 1,035 gramlık artış beklenmektedir. Canlı-göğüs ağırlığı 0,417, canlı-but ağırlığı 0,180, canlı-iç organ ağırlığı 0,565, karkas-göğüs ağırlığı 0,786, karkas-but ağırlığı 0,349, karkas-iç organ ağırlığı 0,750, göğüs-but ağırlığı 0,724, göğüs-iç organ ağırlığı 1,688 ve iç organ-but ağırlığı arasındaki genel regresyon katsayısı 0,357 olarak belirlenmiştir. İpek ve ark. [16]’nin çalışmalarında yetiştirme sistemlerinin canlı ağırlık ve canlı ağırlık artış ortalamaları üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 1. Bildircinların ortalama ağırlık ölçüleri (g) ve standart sapma değerleri

Değişken	n	Canlı ağırlık	Karkas ağırlığı	Göğüs ağırlığı	But ağırlığı	İçorganağırlığı
Kafes	30	215,44±5,40	148,22±3,03	59,74±1,44	33,93±0,79	36,65±1,98
Yer	30	209,93±6,10	140,29±3,44	58,27±1,35	30,75±0,76	36,25±1,98
Erkek	30	194,07±4,31	137,16±3,20	55,67±1,28	31,35±0,92	28,87±0,81
Dişi	30	231,29±4,95	151,35±2,90	62,35±1,23	33,31±0,67	44,02±1,80
Genel	60	212,68±4,06	144,26±2,33	59,01±0,98	32,34±0,58	36,45±1,39

Çizelge 2. Yetiştirme sistemine göre ağırlık ölçülerine ait iki regresyon katsayısının karşılaştırılması

Değişken	Yetiştirme sistemi	Model	b_{yx1} b_{yx2}	p	t	b_{yx}
Canlı ağırlık-karkas ağırlık	Kafes	Y=40,691+0,499X	0,499	0,000	-0,638	1,035
	Yer	Y=27,667+0,536X	0,536	0,000		
Canlı ağırlık- göğüs ağırlık	Kafes	Y=13,027+0,217X	0,217	0,000	0,507	0,417
	Yer	Y=16,36+0,2X	0,2	0,000		
Canlı ağırlık-but ağırlık	Kafes	Y=19,106+0,069X	0,069	0,000	1,636	0,180
	Yer	Y=7,457+0,111X	0,111	0,000		
Canlı ağırlık-iç organ ağırlık	Kafes	Y=-29,170+0,306X	0,306	0,000	-0,875	0,565
	Yer	Y=-18,054+0,259X	0,259	0,000		
Karkas ağırlık-göğüs ağırlık	Kafes	Y=-1,958+0,416X	0,416	0,000	0,954	0,786
	Yer	Y=6,302+0,370X	0,370	0,000		
Karkas ağırlık-but ağırlık	Kafes	Y=12,965+0,141X	0,141	0,000	1,604	0,349
	Yer	Y=1,591+0,208X	0,208	0,000		
Karkas ağırlık-iç organ ağırlık	Kafes	Y=-14,639+0,346X	0,346	0,000	-0,449	0,750
	Yer	Y=-20,378+0,404X	0,404	0,000		
Göğüs ağırlık-but ağırlık	Kafes	Y=18,795+0,25X	0,25	0,000	-2,034	0,724
	Yer	Y=3,132+0,474X	0,474	0,000		
Göğüs ağırlık-iç organ ağırlık	Kafes	Y=-7,798+0,744X	0,744	0,000	-0,653	1,688
	Yer	Y=-18,747+0,944X	0,944	0,000		
İç organ ağırlık-but ağırlık	Kafes	Y=29,648+0,117X	0,117	0,000	-1,344	0,357
	Yer	Y=22,055+0,24X	0,24	0,000		

Model: Regresyon modeli, b_{yx1} : Birinci örneğe ait regresyon katsayısı, b_{yx2} : İkinci örneğe ait regresyon katsayısı, p: Regresyon parametrelerinin anlamlılığı (p<0,01) t: Regresyon t istatistiği, b_{yx} : Genel regresyon katsayısı. İlk değişken bağımsız, ikinci değişken bağımlı değişkendir.

Çizelge 3'te değişkenler arasında uygun olan doğrusal regresyon modelleri verilmiştir. Cinsiyete göre değişkenler arasında iki ayrı regresyon modeli belirlenmiş ve bu iki regresyon modeline göre elde edilen iki regresyon katsayısının karşılaştırması yapılmıştır. Cinsiyete göre, bütün ağırlık ölçülerine ilişkin değişkenler için iki regresyon katsayısı arasındaki ilişkide önemli bir değişim görülmemiştir. Bundan dolayı genel bir regresyon katsayısı belirlenmiştir. Buna göre; canlı-karkas ağırlığı 1,237, canlı-göğüs ağırlığı 0,457, canlı-but ağırlığı 0,243, canlı-iç organ ağırlığı 0,392, karkas-göğüs ağırlığı 0,73, karkas-but ağırlığı 0,349, karkas-iç organ ağırlığı 0,484, göğüs-but ağırlığı 0,789, göğüs-iç organ ağırlığı 0,974 ve iç organ-but ağırlığı arasındaki genel regresyon katsayısı 0,604 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4'te yetiştirme sistemlerine göre, bildiricilerin vücut ağırlıkları arasındaki korelasyon katsayıları verilmiştir. Vücut ağırlığı değişkenlerine göre hesaplanan iki korelasyon katsayısı arasındaki farka ilişkin hipotez kontrolü yapılmıştır. Korelasyon katsayıları benzer olan değişkenlere ait genel bir korelasyon katsayısı belirlenmiştir. Genel regresyon katsayıları canlı-karkas ağırlığı ilişkisinde 0,926 olarak bulunurken; canlı-göğüs ağırlığı 0,898, canlı-iç organ ağırlığı 0,814, karkas-göğüs ağırlığı 0,917, karkas-iç organ ağırlığı 0,622, göğüs-iç organ ağırlığı 0,594 ve iç organ-but ağırlığı ilişkisi için 0,476 bulunmuştur. Canlı-but, karkas-but ve göğüs-but ağırlığı ilişkilerinde korelasyon katsayıları benzer olmadığından dolayı genel bir korelasyon katsayısı belirlenmemiştir.

Çizelge 3. Cinsiyete göre ağırlık ölçülerine ait iki regresyon katsayısının karşılaştırılması

Değişken	Cinsiyet	Model	b_{yx1} b_{yx2}	p	t	b_{yx}																																																																																																
Canlı ağırlık-karkas ağırlık.	Erkek	Y=1,993+0,696X	0,696	0,000	2,410	1,237																																																																																																
	Dişi	Y=26,148+0,541X	0,541	0,000			Canlı ağırlık- göğüs ağırlık.	Erkek	Y=3,928+0,267X	0,267	0,000	1,924	0,457	Dişi	Y=18,292+0,190X	0,190	0,000	Canlı ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=6,356+0,129X	0,129	0,000	0,336	0,243	Dişi	Y=6,982+0,114X	0,114	0,000	Canlı ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	Y=4,136+0,127X	0,127	0,000	2,448	0,392	Dişi	Y=-17,284+0,265X	0,265	0,000	Karkas ağırlık-göğüs ağırlık.	Erkek	Y=7,546+0,351X	0,351	0,000	0,542	0,73	Dişi	Y=4,988+0,379X	0,379	0,000	Karkas ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=4,570+0,195X	0,195	0,000	0,192	0,399	Dişi	Y=2,417+0,204X	0,204	0,000	Karkas ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	Y=11,532+0,126X	0,126	0,000	2,286	0,484	Dişi	Y=-10,152+0,358X	0,358	0,000	Göğüs ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=10,824+0,369X	0,369	0,000	0,375	0,789	Dişi	Y=7,123+0,42X	0,42	0,000	Göğüs ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	Y=8,683+0,363X	0,363	0,000	0,933	0,974	Dişi	Y=5,950+0,611X	0,611	0,000	İç organ ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=19,640+0,406X	0,406	0,000	1,107	0,604	Dişi
Canlı ağırlık- göğüs ağırlık.	Erkek	Y=3,928+0,267X	0,267	0,000	1,924	0,457																																																																																																
	Dişi	Y=18,292+0,190X	0,190	0,000			Canlı ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=6,356+0,129X	0,129	0,000	0,336	0,243	Dişi	Y=6,982+0,114X	0,114	0,000	Canlı ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	Y=4,136+0,127X	0,127	0,000	2,448	0,392	Dişi	Y=-17,284+0,265X	0,265	0,000	Karkas ağırlık-göğüs ağırlık.	Erkek	Y=7,546+0,351X	0,351	0,000	0,542	0,73	Dişi	Y=4,988+0,379X	0,379	0,000	Karkas ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=4,570+0,195X	0,195	0,000	0,192	0,399	Dişi	Y=2,417+0,204X	0,204	0,000	Karkas ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	Y=11,532+0,126X	0,126	0,000	2,286	0,484	Dişi	Y=-10,152+0,358X	0,358	0,000	Göğüs ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=10,824+0,369X	0,369	0,000	0,375	0,789	Dişi	Y=7,123+0,42X	0,42	0,000	Göğüs ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	Y=8,683+0,363X	0,363	0,000	0,933	0,974	Dişi	Y=5,950+0,611X	0,611	0,000	İç organ ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=19,640+0,406X	0,406	0,000	1,107	0,604	Dişi	Y=24,581+0,198X	0,198	0,000								
Canlı ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=6,356+0,129X	0,129	0,000	0,336	0,243																																																																																																
	Dişi	Y=6,982+0,114X	0,114	0,000			Canlı ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	Y=4,136+0,127X	0,127	0,000	2,448	0,392	Dişi	Y=-17,284+0,265X	0,265	0,000	Karkas ağırlık-göğüs ağırlık.	Erkek	Y=7,546+0,351X	0,351	0,000	0,542	0,73	Dişi	Y=4,988+0,379X	0,379	0,000	Karkas ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=4,570+0,195X	0,195	0,000	0,192	0,399	Dişi	Y=2,417+0,204X	0,204	0,000	Karkas ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	Y=11,532+0,126X	0,126	0,000	2,286	0,484	Dişi	Y=-10,152+0,358X	0,358	0,000	Göğüs ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=10,824+0,369X	0,369	0,000	0,375	0,789	Dişi	Y=7,123+0,42X	0,42	0,000	Göğüs ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	Y=8,683+0,363X	0,363	0,000	0,933	0,974	Dişi	Y=5,950+0,611X	0,611	0,000	İç organ ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=19,640+0,406X	0,406	0,000	1,107	0,604	Dişi	Y=24,581+0,198X	0,198	0,000																			
Canlı ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	Y=4,136+0,127X	0,127	0,000	2,448	0,392																																																																																																
	Dişi	Y=-17,284+0,265X	0,265	0,000			Karkas ağırlık-göğüs ağırlık.	Erkek	Y=7,546+0,351X	0,351	0,000	0,542	0,73	Dişi	Y=4,988+0,379X	0,379	0,000	Karkas ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=4,570+0,195X	0,195	0,000	0,192	0,399	Dişi	Y=2,417+0,204X	0,204	0,000	Karkas ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	Y=11,532+0,126X	0,126	0,000	2,286	0,484	Dişi	Y=-10,152+0,358X	0,358	0,000	Göğüs ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=10,824+0,369X	0,369	0,000	0,375	0,789	Dişi	Y=7,123+0,42X	0,42	0,000	Göğüs ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	Y=8,683+0,363X	0,363	0,000	0,933	0,974	Dişi	Y=5,950+0,611X	0,611	0,000	İç organ ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=19,640+0,406X	0,406	0,000	1,107	0,604	Dişi	Y=24,581+0,198X	0,198	0,000																														
Karkas ağırlık-göğüs ağırlık.	Erkek	Y=7,546+0,351X	0,351	0,000	0,542	0,73																																																																																																
	Dişi	Y=4,988+0,379X	0,379	0,000			Karkas ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=4,570+0,195X	0,195	0,000	0,192	0,399	Dişi	Y=2,417+0,204X	0,204	0,000	Karkas ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	Y=11,532+0,126X	0,126	0,000	2,286	0,484	Dişi	Y=-10,152+0,358X	0,358	0,000	Göğüs ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=10,824+0,369X	0,369	0,000	0,375	0,789	Dişi	Y=7,123+0,42X	0,42	0,000	Göğüs ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	Y=8,683+0,363X	0,363	0,000	0,933	0,974	Dişi	Y=5,950+0,611X	0,611	0,000	İç organ ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=19,640+0,406X	0,406	0,000	1,107	0,604	Dişi	Y=24,581+0,198X	0,198	0,000																																									
Karkas ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=4,570+0,195X	0,195	0,000	0,192	0,399																																																																																																
	Dişi	Y=2,417+0,204X	0,204	0,000			Karkas ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	Y=11,532+0,126X	0,126	0,000	2,286	0,484	Dişi	Y=-10,152+0,358X	0,358	0,000	Göğüs ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=10,824+0,369X	0,369	0,000	0,375	0,789	Dişi	Y=7,123+0,42X	0,42	0,000	Göğüs ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	Y=8,683+0,363X	0,363	0,000	0,933	0,974	Dişi	Y=5,950+0,611X	0,611	0,000	İç organ ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=19,640+0,406X	0,406	0,000	1,107	0,604	Dişi	Y=24,581+0,198X	0,198	0,000																																																				
Karkas ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	Y=11,532+0,126X	0,126	0,000	2,286	0,484																																																																																																
	Dişi	Y=-10,152+0,358X	0,358	0,000			Göğüs ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=10,824+0,369X	0,369	0,000	0,375	0,789	Dişi	Y=7,123+0,42X	0,42	0,000	Göğüs ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	Y=8,683+0,363X	0,363	0,000	0,933	0,974	Dişi	Y=5,950+0,611X	0,611	0,000	İç organ ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=19,640+0,406X	0,406	0,000	1,107	0,604	Dişi	Y=24,581+0,198X	0,198	0,000																																																															
Göğüs ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=10,824+0,369X	0,369	0,000	0,375	0,789																																																																																																
	Dişi	Y=7,123+0,42X	0,42	0,000			Göğüs ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	Y=8,683+0,363X	0,363	0,000	0,933	0,974	Dişi	Y=5,950+0,611X	0,611	0,000	İç organ ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=19,640+0,406X	0,406	0,000	1,107	0,604	Dişi	Y=24,581+0,198X	0,198	0,000																																																																										
Göğüs ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	Y=8,683+0,363X	0,363	0,000	0,933	0,974																																																																																																
	Dişi	Y=5,950+0,611X	0,611	0,000			İç organ ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=19,640+0,406X	0,406	0,000	1,107	0,604	Dişi	Y=24,581+0,198X	0,198	0,000																																																																																					
İç organ ağırlık-but ağırlık.	Erkek	Y=19,640+0,406X	0,406	0,000	1,107	0,604																																																																																																
	Dişi	Y=24,581+0,198X	0,198	0,000																																																																																																		

Çizelge 4. Yetiştirme sistemlerine ait iki korelasyon katsayısının karşılaştırılması

Değişken	Yetiştirme sistemi	r	g_1 g_2	Z	Z_G	r_G																																																																																						
Canlı ağırlık-karkas ağırlık.	Kafes	0,890	1,422	1,54	1,632	0,926																																																																																						
	Yer	0,951	1,842				Canlı ağırlık- göğüs ağırlık.	Kafes	0,816	1,445	1,214	1,46	0,898	Yer	0,901	1,478	Canlı ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,471	0,511	3,365	---	---	Yer	0,891	1,427	Canlı ağırlık-iç organ ağırlık.	Kafes	0,832	1,195	0,383	1,142	0,814	Yer	0,797	1,090	Karkas ağırlık-göğüs ağırlık.	Kafes	0,878	1,367	1,461	1,566	0,917	Yer	0,943	1,764	Karkas ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,542	0,607	4,222	---	---	Yer	0,942	1,756	Karkas ağırlık-iç organ ağırlık.	Kafes	0,528	0,587	1,036	0,728	0,622	Yer	0,701	0,869	Göğüs ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,460	0,497	2,699	---	---	Yer	0,843	1,231	Göğüs ağırlık-iç organ ağırlık.	Kafes	0,538	0,601	0,602	0,684	0,594	Yer	0,644	0,765	İç organ ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,293	0,302	1,586	0,518
Canlı ağırlık- göğüs ağırlık.	Kafes	0,816	1,445	1,214	1,46	0,898																																																																																						
	Yer	0,901	1,478				Canlı ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,471	0,511	3,365	---	---	Yer	0,891	1,427	Canlı ağırlık-iç organ ağırlık.	Kafes	0,832	1,195	0,383	1,142	0,814	Yer	0,797	1,090	Karkas ağırlık-göğüs ağırlık.	Kafes	0,878	1,367	1,461	1,566	0,917	Yer	0,943	1,764	Karkas ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,542	0,607	4,222	---	---	Yer	0,942	1,756	Karkas ağırlık-iç organ ağırlık.	Kafes	0,528	0,587	1,036	0,728	0,622	Yer	0,701	0,869	Göğüs ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,460	0,497	2,699	---	---	Yer	0,843	1,231	Göğüs ağırlık-iç organ ağırlık.	Kafes	0,538	0,601	0,602	0,684	0,594	Yer	0,644	0,765	İç organ ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,293	0,302	1,586	0,518	0,476	Yer	0,625	0,733						
Canlı ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,471	0,511	3,365	---	---																																																																																						
	Yer	0,891	1,427				Canlı ağırlık-iç organ ağırlık.	Kafes	0,832	1,195	0,383	1,142	0,814	Yer	0,797	1,090	Karkas ağırlık-göğüs ağırlık.	Kafes	0,878	1,367	1,461	1,566	0,917	Yer	0,943	1,764	Karkas ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,542	0,607	4,222	---	---	Yer	0,942	1,756	Karkas ağırlık-iç organ ağırlık.	Kafes	0,528	0,587	1,036	0,728	0,622	Yer	0,701	0,869	Göğüs ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,460	0,497	2,699	---	---	Yer	0,843	1,231	Göğüs ağırlık-iç organ ağırlık.	Kafes	0,538	0,601	0,602	0,684	0,594	Yer	0,644	0,765	İç organ ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,293	0,302	1,586	0,518	0,476	Yer	0,625	0,733																
Canlı ağırlık-iç organ ağırlık.	Kafes	0,832	1,195	0,383	1,142	0,814																																																																																						
	Yer	0,797	1,090				Karkas ağırlık-göğüs ağırlık.	Kafes	0,878	1,367	1,461	1,566	0,917	Yer	0,943	1,764	Karkas ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,542	0,607	4,222	---	---	Yer	0,942	1,756	Karkas ağırlık-iç organ ağırlık.	Kafes	0,528	0,587	1,036	0,728	0,622	Yer	0,701	0,869	Göğüs ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,460	0,497	2,699	---	---	Yer	0,843	1,231	Göğüs ağırlık-iç organ ağırlık.	Kafes	0,538	0,601	0,602	0,684	0,594	Yer	0,644	0,765	İç organ ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,293	0,302	1,586	0,518	0,476	Yer	0,625	0,733																										
Karkas ağırlık-göğüs ağırlık.	Kafes	0,878	1,367	1,461	1,566	0,917																																																																																						
	Yer	0,943	1,764				Karkas ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,542	0,607	4,222	---	---	Yer	0,942	1,756	Karkas ağırlık-iç organ ağırlık.	Kafes	0,528	0,587	1,036	0,728	0,622	Yer	0,701	0,869	Göğüs ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,460	0,497	2,699	---	---	Yer	0,843	1,231	Göğüs ağırlık-iç organ ağırlık.	Kafes	0,538	0,601	0,602	0,684	0,594	Yer	0,644	0,765	İç organ ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,293	0,302	1,586	0,518	0,476	Yer	0,625	0,733																																				
Karkas ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,542	0,607	4,222	---	---																																																																																						
	Yer	0,942	1,756				Karkas ağırlık-iç organ ağırlık.	Kafes	0,528	0,587	1,036	0,728	0,622	Yer	0,701	0,869	Göğüs ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,460	0,497	2,699	---	---	Yer	0,843	1,231	Göğüs ağırlık-iç organ ağırlık.	Kafes	0,538	0,601	0,602	0,684	0,594	Yer	0,644	0,765	İç organ ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,293	0,302	1,586	0,518	0,476	Yer	0,625	0,733																																														
Karkas ağırlık-iç organ ağırlık.	Kafes	0,528	0,587	1,036	0,728	0,622																																																																																						
	Yer	0,701	0,869				Göğüs ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,460	0,497	2,699	---	---	Yer	0,843	1,231	Göğüs ağırlık-iç organ ağırlık.	Kafes	0,538	0,601	0,602	0,684	0,594	Yer	0,644	0,765	İç organ ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,293	0,302	1,586	0,518	0,476	Yer	0,625	0,733																																																								
Göğüs ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,460	0,497	2,699	---	---																																																																																						
	Yer	0,843	1,231				Göğüs ağırlık-iç organ ağırlık.	Kafes	0,538	0,601	0,602	0,684	0,594	Yer	0,644	0,765	İç organ ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,293	0,302	1,586	0,518	0,476	Yer	0,625	0,733																																																																		
Göğüs ağırlık-iç organ ağırlık.	Kafes	0,538	0,601	0,602	0,684	0,594																																																																																						
	Yer	0,644	0,765				İç organ ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,293	0,302	1,586	0,518	0,476	Yer	0,625	0,733																																																																												
İç organ ağırlık-but ağırlık.	Kafes	0,293	0,302	1,586	0,518	0,476																																																																																						
	Yer	0,625	0,733																																																																																									

r:Korelasyon katsayısı, g_1 :Birinci örneğe ait dönüşüm, g_2 :İkinci örneğe ait dönüşüm, |Z|:Fisher'in Z dönüşümü, Z_G :Genel korelasyon katsayısını belirleyen tablo değeri, r_G : Genel korelasyon katsayısı

Çizelge 5'te cinsiyete göre, bıldırcımların vücut ağırlıkları arasındaki korelasyon katsayıları verilmiştir. Vücut ağırlığı değişkenlerine göre hesaplanan iki korelasyon katsayısı arasındaki farka ilişkin hipotez kontrolüne göre; genel korelasyon katsayıları canlı-karkas ağırlığı ilişkisinde 0,932 olarak bulunurken; canlı-göğüs ağırlığı 0,846, canlı-but ağırlığı 0,719, canlı-iç organ ağırlığı 0,705, karkas-göğüs ağırlığı 0,885, karkas-iç organ ağırlığı 0,537, göğüs-but ağırlığı 0,658, göğüs-iç organ ağırlığı 0,493 ve iç organ-but ağırlığı ilişkisi için 0,447 bulunmuştur. Karkas-but ağırlığı ilişkisinde korelasyon katsayıları benzer olmadığından dolayı genel bir korelasyon katsayısı belirlenememiştir.

Genel olarak incelenen 60 adet bıldırcımın ağırlık ölçülerine ilişkin korelasyon katsayıları korelasyon matrisi yardımıyla belirlenmiş ve Çizelge 6'da verilmiştir. 60 bıldırcımın canlı ağırlığı ile karkas ağırlığı arasındaki korelasyon (ilişki) katsayısı 0,918 iken, canlı ağırlık-göğüs ağırlığı arasında 0,858, canlı-ağırlık-but ağırlığı arasında 0,671 ve canlı ağırlık-iç organ ağırlığı arasında 0,810'luk bir korelasyon mevcuttur. Karkas ağırlığı-göğüs ağırlığı arasında 0,903, karkas ağırlığı-but ağırlığı arasında 0,761 ve karkas ağırlığı-iç organ ağırlığı arasında 0,608'lik bir korelasyon vardır. Göğüs ağırlığı-but ağırlığı arasında 0,632

ve göğüs ağırlığı-iç organ ağırlığı arasında 0,588 değerinde bir korelasyon varken, but ağırlığı-iç organ ağırlığı arasında 0,433 değerinde bir korelasyon vardır ($P<0,01$). Çalışmada elde edilen bu değerler Akıncı ve ark. [15]'nin çalışmasında canlı ağırlık ile karkas ağırlığı arasında ($r = 0,92$) göğüs eti ağırlığı arasında ($r = 0,90$), but eti ağırlığı arasında ($r = 0,86$); karkas ağırlığı ile göğüs eti ağırlığı arasında ($r = 0,97$) ve but eti ağırlığı arasında ($r = 0,95$); göğüs eti ağırlığı ile toplam but eti ağırlığı arasında ($r = 0,91$) yüksek ve pozitif korelasyon katsayıları değerleriyle paralellik göstermektedir. Ancak, Gürcan ve ark. [6]'nın canlı ağırlık ile vücut ölçüleri arasındaki korelasyon katsayıları değerlerinden yüksek bulunmuştur.

Çizelge 7'ye göre, kafeste yetiştirilmiş 30 bıldırcımın vücut ağırlıklarına ilişkin korelasyon katsayıları incelendiğinde, canlı-karkas ağırlığı arasında 0,890 ($P<0,01$), canlı-göğüs ağırlığı arasında 0,816 ($P<0,01$), canlı-but ağırlığı arasında 0,471 ($P<0,01$), canlı-iç organ ağırlığı arasında 0,832 ($P<0,01$), karkas-göğüs ağırlığı arasında 0,878 ($P<0,01$), karkas-but ağırlığı arasında 0,542 ($P<0,01$), karkas-iç organ ağırlığı arasında 0,528 ($P<0,01$), göğüs-but ağırlığı arasında 0,460 ($P<0,05$), göğüs-iç organ ağırlığı arasında 0,538 ($P<0,01$) ve but-iç organ ağırlığı arasında 0,293 değerinde bir korelasyon vardır.

Çizelge 5. Cinsiyete ait iki korelasyon katsayısının karşılaştırılması

Değişken	Yetiştirme sistemi	r	g_1 g_2	Z	Z_G	r_G
Canlı ağırlık-karkas ağırlık.	Erkek	0,939	1,730	0,418	1,673	0,932
	Dişi	0,924	1,616			
Canlı ağırlık- göğüs ağırlık.	Erkek	0,899	1,467	1,695	1,236	0,846
	Dişi	0,764	1,006			
Canlı ağırlık-but ağırlık.	Erkek	0,601	0,694	1,873	0,95	0,719
	Dişi	0,835	1,204			
Canlı ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	0,680	0,829	0,35	0,877	0,705
	Dişi	0,728	0,924			
Karkas ağırlık-göğüs ağırlık.	Erkek	0,878	1,367	0,22	1,397	0,885
	Dişi	0,891	1,427			
Karkas ağırlık-but ağırlık.	Erkek	0,676	0,822	2,003	---	---
	Dişi	0,878	1,367			
Karkas ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	0,501	0,551	0,389	0,604	0,537
	Dişi	0,576	0,656			
Göğüs ağırlık-but ağırlık.	Erkek	0,51	0,563	1,672	0,79	0,658
	Dişi	0,769	1,018			
Göğüs ağırlık-iç organ ağırlık.	Erkek	0,574	0,653	0,765	0,549	0,493
	Dişi	0,418	0,445			
İç organ ağırlık-but ağırlık.	Erkek	0,355	0,371	0,805	0,481	0,447
	Dişi	0,53	0,590			

Çizelge 6. Bıldırcımlarda ağırlık ölçüleri arasındaki korelasyon katsayıları

	Canlı	Karkas	Göğüs	But	İç organ
Canlı	1,000	0,918**	0,858**	0,671**	0,810**
Karkas	0,918**	1,000	0,903**	0,761**	0,608**
Göğüs	0,858**	0,903**	1,000	0,632**	0,588**
But	0,671**	0,761**	0,632**	1,000	0,433**
İç organ	0,810**	0,608**	0,588**	0,433**	1,000

$P<0,01$ **

Çizelge 7. Kafeste yetiştirilen bıldırcımların ağırlık ölçüleri arasındaki korelasyon katsayıları

	Canlı	Karkas	Göğüs	But	İç organ
Canlı	1,000	0,890**	0,816**	0,471**	0,832**
Karkas	0,890**	1,000	0,878**	0,542**	0,528**
Göğüs	0,816**	0,878**	1,000	0,460*	0,538**
But	0,471**	0,542**	0,460*	1,000	0,293
İç organ	0,832**	0,528**	0,538**	0,293	1,000

$P<0,01$ ** , $P<0,05$ *

Çizelge 8. Yerde yetiştirilen bildircınların vücut ağırlık ölçüleri korelasyon katsayıları

	Canlı	Karkas	Göğüs	But	İç organ
Canlı	1,000	0,951**	0,901**	0,891**	0,797**
Karkas	0,951**	1,000	0,943**	0,942**	0,701**
Göğüs	0,901**	0,943**	1,000	0,843**	0,644**
But	0,891**	0,942**	0,843**	1,000	0,625**
İç organ	0,797**	0,701**	0,644**	0,625**	1,000

P<0,01**

Çizelge 9. Erkek bildircınların vücut ağırlık ölçüleri korelasyon katsayıları

	Canlı	Karkas	Göğüs	But	İç organ
Canlı	1,000	0,939**	0,899**	0,601**	0,680**
Karkas	0,939**	1,000	0,878**	0,676**	0,501**
Göğüs	0,899**	0,878**	1,000	0,510**	0,574**
But	0,601**	0,676**	0,510**	1,000	0,355
İç organ	0,680**	0,501**	0,574**	0,355	1,000

P<0,01**

Çizelge 10. Dişi bildircınların vücut ağırlık ölçüleri korelasyon katsayıları

	Canlı	Karkas	Göğüs	But	İç organ
Canlı	1,000	0,924**	0,764**	0,835**	0,728**
Karkas	0,924**	1,000	0,891**	0,878**	0,576**
Göğüs	0,764**	0,891**	1,000	0,769**	0,418*
But	0,835**	0,878**	0,769**	1,000	0,530**
İç organ	0,728**	0,576**	0,418*	0,530**	1,000

P<0,01**, P<0,05*

Yerde yetiştirilen 30 Japon bildircının vücut ağırlıkları arasındaki korelasyon katsayıları Çizelge 8’de verilmiştir. Buna göre canlı-karkas, canlı-göğüs, canlı-but, canlı-iç organ, karkas-göğüs, karkas-but, karkas-iç organ, göğüs-but, göğüs-iç organ ve but-iç organ ağırlıkları arasındaki korelasyon katsayıları sırasıyla 0,951, 0,901, 0,891, 0,797, 0,943, 0,942, 0,701, 0,843, 0,644, 0,625 (P<0,01) olarak belirlenmiştir.

Otuz erkek Japon bildircınının vücut ağırlıkları arasındaki korelasyon katsayıları canlı-karkas ağırlığı için 0,939, canlı-göğüs ağırlığı için 0,899, canlı-but ağırlığı için 0,601, canlı-iç organ ağırlığı için 0,680, karkas-göğüs ağırlığı için 0,878, karkas-but ağırlığı için 0,676, karkas-iç organ ağırlığı için 0,501, göğüs-but ağırlığı için 0,510, göğüs-iç organ ağırlığı için 0,574 (P<0,01) ve but-iç organ ağırlığı için 0,355 olarak belirlenmiştir (Çizelge 9).

Diğer yandan 30 dişi Japon bildircınının vücut ağırlıkları arasındaki korelasyon katsayıları canlı-karkas ağırlığı için 0,924 (P<0,01), canlı-göğüs ağırlığı için 0,764 (P<0,01), canlı-but ağırlığı için 0,835 (P<0,01), canlı-iç organ ağırlığı için 0,728 (P<0,01), karkas-göğüs ağırlığı için 0,891 (P<0,01), karkas-but ağırlığı için 0,878 (P<0,01), karkas-iç organ ağırlığı için 0,576 (P<0,01), göğüs-but ağırlığı için 0,769 (P<0,01), göğüs-iç organ ağırlığı için 0,418 (P<0,05) ve but-iç organ ağırlığı için 0,530 (P<0,01) olarak belirlenmiştir (Çizelge 10). Alkan ve ark. [12]’nin çalışmalarında elde edilen canlı ağırlık-karkas ağırlığı korelasyonu 0,968 değeriyle paralellik göstermektedir.

4. Sonuç

Sonuç olarak bu çalışmada yetiştirme sistemlerine ait vücut ağırlık ölçülerine ilişkin iki regresyon katsayısının karşılaştırılması ile ilgili bilgilere göre en büyük değişim göğüs-iç organ ağırlıkları (1,688 g) arasında olurken, ikinci büyük değişim canlı-karkas ağırlıkları (1,035 g) ve üçüncü büyük değişim karkas-göğüs ağırlığı (0,786 g) arasında olmuştur. En küçük değişim ise canlı-but ağırlıkları (0,180

g) arasında olmuştur. En yüksek genel korelasyon katsayısı canlı-karkas ağırlığı (0,926 g) ilişkisinde olurken, en düşük genel korelasyon katsayısı iç organ-but (0,476 g) ilişkisinde gerçekleşmiştir. Korelasyon matrisine göre, kafeste ve yerde yetiştirilen bildircınlar için en yüksek korelasyonlar canlı-karkas ağırlığı ilişkisinde (sırasıyla 0,890 ve 0,951), en düşük korelasyonlar iç organ-but ilişkisinde (sırasıyla 0,293 ve 0,625) olmuştur. Göğüs ağırlığı en fazla iç organ ağırlığını, canlı ağırlık en fazla karkas ağırlığını ve karkas ağırlığı da en fazla göğüs ağırlığını etkilediğinden dolayı bildircın yetiştiriciliğinde canlı ağırlık, karkas ağırlığı, göğüs ağırlığı ve iç organ ağırlığı kriter olarak değerlendirilebilir.

Cinsiyete ait vücut ölçülerine ilişkin iki regresyon katsayısının karşılaştırılması ile ilgili bilgilere en büyük değişim canlı-karkas ağırlıkları (1,237 g) arasında olurken, ikinci büyük değişim göğüs-iç organ ağırlıkları (0,974 g) ve üçüncü büyük değişim göğüs-but ağırlığı (0,789 g) arasında olmuştur. En küçük değişim ise canlı-but ağırlıkları (0,243 g) arasında olmuştur. En yüksek genel korelasyon katsayısı canlı-karkas ağırlığı (0,932 g) ilişkisinde olurken, en düşük genel korelasyon katsayısı iç organ-but ağırlığı (0,447 g) ilişkisinde gerçekleşmiştir. Korelasyon matrisine göre, erkek ve dişi bildircınlar için en yüksek korelasyonlar canlı-karkas ağırlığı ilişkisinde (sırasıyla 0,939 ve 0,924), en düşük korelasyonlar erkek bildircınlarda iç organ-but ağırlığı ilişkisinde (0,355), dişi bildircınlarda ise göğüs-iç organ ağırlığı ilişkisinde (0,418) olmuştur. Canlı ağırlık en fazla karkas ağırlığını, göğüs ağırlığı en fazla iç organ ağırlığını ve göğüs ağırlığı da en fazla but ağırlığını etkilediğinden dolayı bildircın yetiştiriciliğinde canlı ağırlık, karkas ağırlığı, göğüs ağırlığı, iç organ ağırlığı ve but ağırlığı kriter olarak değerlendirilebilir.

Erkek yetiştirme sistemleri gerekse cinsiyete göre bildircın yetiştiriciliğinde canlı ağırlık, karkas ağırlığı ve göğüs ağırlığının önemli bir kriter oluşturduğu sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- [1] Akçapınar, H., Özbeyaz, C. Hayvan yetiştiriciliği temel bilgileri, Kariyer Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara, s: 148-150, 1999.
- [2] Koçak, Ç., Sevgican, F., Altan, Ö. Japon Bildiricilerinin Çeşitli Verim Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Uluslararası Tavukçuluk Kongresi Bildirileri. 22-26 Mayıs 1991, İstanbul. 74-84, 1991.
- [3] Woodward, A.E., Abplanalp, H., Wilson, W.O., Vohra, P. Japanese quail husbandry in the laboratory, Dept. Of Avian sci. Univ. Of California. Davis 85616, 1973.
- [4] Vatansver, H. Bildircin Üretim Sistemleri. Tarım Bakanlığı, Ankara, 100 s. 1998.
- [5] Yıldırım, İ., Yetişir. R. Japon Bildiricilerinde (Coturnix coturnix japonica) Kuluçkalık Yumurta Ağırlığı ve Ebeveyn Yasının Cıvıv Çıkış Ağırlığı ve 6. Hafta Canlı Ağırlığı Üzerine Etkileri. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 22(4), 315-319, 1998.
- [6] Gürcan, E. K., Soysal, M. İ., Genç, S. Japon Bildiricilerinde Canlı Ağırlık ile Çeşitli Vücut Ölçüleri Arasındaki İlişkilerin Temel Bileşenler Analizi ile Belirlenmesi. Tavukçuluk Araştırma Dergisi 9 (1): 27-33, 2010.
- [7] Stino, F.K.R., Salem, M.A.I., Kicka, M.A. Carcass characteristics and meat quality of chickens in the subtropics. Research Bulletin, Faculty of Agriculture, Ain Shams University. No: 1783. A.BA. 51 (2): 1239, 1982.
- [8] Tserveni-Gousi A.S, Yannakopoulos A.L. (1986). Carcass characteristics of Japanese quail at 42 days of age. British Poultry Sci., 27: 123-127.
- [9] Düzgüneş, O., Kesici, T., Gürbüz., F. İstatistik Metotları, Ankara Üniversitesi Yayınları:1291, ders kitabı:369, Ankara, 1993.
- [10] Mendeş, M. Uygulamalı Bilimler İçin İstatistik ve Araştırma Yöntemleri. Kriter Yayınevi, İstanbul, s 644, 2012.
- [11] Bilal, T., Bostan, K. Bildiricilerde (Coturnix coturnix japonica) Yaş ve Cinsiyetin Bazı Karkas Özellikleri ve Kimyasal Kompozisyonuna Etkileri. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 22 (2): 323-329, 1996.
- [12] Alkan, S., Karabağ, K., Galiç, A., Karşlı, K., Balcıoğlu, M. S. Determination of Body Weight and Some Carcass Traits in Japanese Quails (Coturnix coturnix japonica) of Different Lines. Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg. 16 (2): 277-280, 2010.
- [13] Alkan, S., Karşlı, T., Karabağ, K., Galiç, A. Farklı Hatlardaki Japon Bildiricilerinde (Coturnix coturnix japonica) Farklı Kesim Yaşı ve Cinsiyetin Karkas Özelliklerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 8 (1):12-18, 2013.
- [14] Narinç, D., Aksoy, T., Karaman, E., Karabağ, K. Japon Bildiricilerinde Yüksek Canlı Ağırlık Yönünde Uygulanan Seleksiyonun Büyüme Parametreleri Üzerine Etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (2): 149-156, 2009.
- [15] Akıncı, Z., Poyraz, Ö., Özçelik, M. Bildiricilerde Beden Ölçüleri ile Canlı Ağırlık, Karkas ve Parçalarının Ağırlıkları Arasındaki Korelasyonlar. Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 38 (1): 49-55, 1998.
- [16] İpek, A., Şahan, Ü., Yılmaz, B. Japon Bildiricilerinde (Coturnix coturnix japonica) Yetiştirme Sistemleri ve Yerleşim Sıklığının Gelişme Performansları Üzerine Etkisi. Tavukçuluk Araştırma Dergisi, 4(1-2), 29-34, 2002.



Türk Doğa ve Fen Dergisi Turkish Journal of Nature and Science

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



Ararot (*Maranta arundinacea* L.)

Muharrem ERGUN*¹, Nusret ÖZBAY¹, Abdullah OSMANOĞLU¹, Atilla ÇAKIR¹

Özet

Ararot (*Maranta arundinacea* L.) tropikal ülkelerde, nişasta taşıyan rizomları için yetiştirilen otsu bir bitkidir. Ararot unu özellikle kaliteli bisküvi, fırın ürünleri ve çocuk maması üretiminde kullanıldığı için uluslararası marketlerde yüksek bir ticari değere sahiptir. Bitki bu kaliteli nişasta içeriğinden dolayı nişasta bitkileri içerisinde özel bir yere sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Ararot, rizom, nişasta, *Maranta arundinacea* L.

Arrowroot Root Vegetable (*Maranta arundinacea* L.)

Abstract

Arrowroot (*Maranta arundinacea* L.) is an herbaceous plant grown for its starchy rhizomes in tropical countries. Arrowroot flour has a very high commercial value in the international market because it is best ingredients in making high quality biscuits, cookies and baby food. The plant has a special place among starchy plants due to its superior starch characteristics.

Keywords: Araruta, rhizome, starch, *Maranta arundinacea* L.

1. Giriş

Ararot, rizomları ya taze olarak tüketilen yada rizomlarından un elde edilen farklı bitki türlerine verilen ortak bir isim olarak algılanmaktadır [1]. Gerçekte ararot bitkisi *Maranta arundinacea*'dır ve ismi ülkelere göre aloro (Filipinler), amaranta (Porto Riko), araru (Filipinler), ararut (Bangladeş), araruta (Brazilya), aroro (Filipinler), arraroet (Curaçao), arruruz (Fransa), aru-aru (Breziya), aarai mako (Güney Amerika), anvers blanco (Antiler), auae (Venezualla), hoangting (Vietnam), kuzuukon (Japonya), marante (Güney Amerika), mouçasse (Saint Lukia), pfelwuruz (Almanya), pijlwortel (Hollanda), sagao (Karayibler), salao (Güney Amerika), uraro (Filipinler) veya yukuilla (Güney Amerika) olarak değişmektedir [2]. Ararot ayrıca Bermuda ararotu, Saint Vincent ararotu veya Batı Hindistan ararotu olarak ta adlandırılmaktadır [2]. Ülkemizde ise daha çok ararot bitkisi olarak bilinmektedir; bu isim dilimize muhtemelen Brezilya Portekizcesi'nden (araruta) girmiştir. Ararot ayrıca gerçekte bir bambu olmamasına rağmen birçok ülkede bambu rizomu olarak ta isimlendirilmektedir [1].

Amerika'daki arkeolojik kazılar ararot yetiştiriciliğinin 7000 yıl öncesine kadar dayandığını ifade etmektedir [3]. Bitkinin İngilizce ismi "Arrowroot" kelimesi ile defa 1696 yılında kayıtlara geçmiştir [4]. Literatürlerde "Arrowroot" kelimesinin nereden geldiğine dair farklı ifadeler mevcuttur. Bazı araştırmacılar "Arrowroot" isminin Karayibler'de

yaşayan Arawak yerlilerinin dilindeki "aru-aru" (ana yemek) anlamından geldiğini ifade etmektedirler [3]. Bazıları bitkinin isminin zehirli ok yaralarındaki zehiri dışarı çıkarabilme inancından ileri geldiğini öne sürmektedirler [3]. Bazı araştırmacılar da sivri rizom yapısından dolayı bitkinin bu isimle anıldığı ifade etmektedirler [1]. Ayrıca Güney Amerika yerlileri bu bitkiye kendi dillerinde kök unu anlamına gelen ve İngilizce "arrowroot" telaffuzuna çok benzeyen "araruta" adını vermişlerdir [4].

Bitki, üstün nitelikli nişasta kaynağı olan rizomlar için yetiştirilse de aynı zamanda bir süs bitkisi olarak ta değerlendirilmektedir [4]. Ararot rizomlarından elde edilen nişasta oldukça değerlidir; bu yüzden bir baharat ürünü gibi muamele görmekte, küçük paketler halinde marketlerin baharat reyonunda satılmaktadır [4].

Çok yıllık otsu bir yapıya sahip olan ararot bitkisinin yoğun olarak yetiştirildiği bölgeler yağmur ormanlarıdır. Yetiştiriciliği en fazla Karayipler [özellikle Jamaika ve St. Vincent), Avustralya, Güneydoğu Asya, Güney ve Doğu Afrika'da yapılmaktadır [3]. Güncel üretim değerleri hakkında herhangi bir kayıta rastlanılmamasına karşın 25 yıl öncesine kadar Kay [5] dünya üretiminin % 95'nin (yaklaşık 1000 ton) Saint Vincent ülkesi tarafından karşılandığını, Zarate ve Ark. [6] ise 1996 yılı itibarı ile Brezilya'nın 1141 ton ararot ürettiğini bildirmişlerdir. Unundan yüksek kaliteli bisküvi, fırın ürünleri ve bebek maması elde edilmesinden dolayı, ararot uluslararası pazarda yüksek ticari değeri olan bir üründür [7].

Eski Hindistan'da hekimler ararotu seçkin bir tıbbi bitki olarak tedavilerinde kullanmışlardır [3]. Yine Mayalar çiçek hastalığı nedeni ile ortaya çıkan yaraları tedavi etmek için

¹Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 12000, Bingöl, TÜRKİYE

*Sorumlu yazar: muharrem.ergun@yahoo.com

ararot lapası ve yine bu hastalığı tedavi etmek için bir çeşit ararot ieeği hazırladıkları literatürlerde belirtilmiştir [7].

2. Tanımı, Sınıflandırması ve Anavatanı

Maranta cinsi ilk defa İtalyan botanikçi Bartolomeo Maranto (1500?-1571) tarafından tanımlanmıştır [4]. Bitkinin tür adı *arundinacea* kelimesi, kırmızımsı çiçek sapından ötürü bitkiye atfedilmiştir [4]. Bitkinin anavatanı Güney Amerika'dan, Karayipler (özellikle Saint Vincent) ve Meksika'ya kadar uzanmaktadır [1, 5].

Ararot bitkisi özellikle rizomları için yetiştirilen bambu (*Canna*) cinsi ile karıştırılmakta ve yerel halkın bu bitkilere ararot ismi verildiği ifade edilmektedir [1]. *Canna* cinsi çok sayıda yenilebilir ve nişasta elde edilen türlere sahiptir [1]. Örneğin tuğla kamışı (*C. discolor*), Inka ararotu (*C. languinosa*), And kamışı (*C. paniculata*), geniş yapraklı kamış (*C. latifolia*), süsen kamışı (*C. iridiflora*) veya Meksika kamışı (*C. glouca*) gibi [1]. Yine bir bambu türü olan *Canna edulis* Queensland Avustralya'da yetiştirilmekte ve "pembe ararot" olarak isimlendirilmektedir [1].

Zencefil familyasına ait olan *Curcuma* cinsine ait olan bitkilerin köklerinden de ararota benzer maddeler elde edilmekte bu yüzden gerçek ararot ile karıştırılmaktadır [1]. Aynı zamanda Tibur nişastası olarak ta adlandırılan "doğu Hindistan ararotu" gerçekte *C. angustifolia* veya *C. leuchorrhiza*'dır [1]. Hindçini'nde "yalancı ararot" olarak adlandırılan bitki *C. Pierreana* ve Güney Endonezya'daki ise *C. Xanthorrhiza*'dır [1]. Yine çiğ olarak zehirli bir etkiye sahip olan ve "güney denizi ararotu" adlandırılan bitki gerçekte bir salep (*Tacca pinnatifida*) bitkisidir. Son olarak ta "Hawaii ararotu", *Tacca hawaiiensis* adlı bir bitkiyi tanımlar [1].

3. Botanik Tanımlanması

Ararot familyası 30 cins ve 350 türden teşekkül etmekte ve bu bitkilerin görünüşleri az da olsa birbirlerine benzemektedirler [8]. Bitkiler toprak altında rizom, toprak üstüne kamışa benzer bir yapılanma göstermekte ve 1.8 m'ye kadar boylanabilmektedirler [1, Şekil 1]. Düz, sivri uçlu ve mızrağı andıran yaprakları, tipik bir kamış veya zencefil andırır şekilde, gövdede yukarı veya aşağıca yönelecek şekilde bağlanmışlardır [1] (Şekil 1). Yapraklar karşılıklı olarak ikili bir şekilde gövde üzerinde dizilmişlerdir [8]. Yapraklardaki damarlar genelde ana damara paralel bir şekilde yerleşmişlerdir [8]. Yaprak sapları, yaprakların gündüz ışığa yönelmelerine gecede kapanmalarını sağlayan bir mekanizma içermekte; bu özelliğinden dolayı bitkiye bazı ülkelere "dua bitkisi" adı da verilmektedir [9].



Şekil 1. Brezilya'da bir ararot bahçesinden görünüm [10]

Beyaz renkli olan çiçekler erselik yapıda olması ile birlikte 1 - 5 arasında değişen erkek organlardan sadece bir tanesi fertil durumdadır [8] (Şekil 2). Dişi organ 3 tane ovaryum içerir fakat bunlardan sadece bir tanesi aktiftir [8]. Tozlanma böcekler tarafından gerçekleştirilir [11]. Kırmızı renkli olan ararot meyvesi üzümü bir meyveyi andırır ve tohumların etrafı nar tanesi gibi sulu bir meyve eti ile kaplıdır [8] (Şekil 3).



Şekil 2. Ararot çiçeklerinden bir görünüm [12]



Şekil 3. Ararot meyvelerinden bir görünüm [13]

Kabuğu sarımsı beyaz renkte ve üzeri pullu bir yapılanma (brakte yaprakları) gösteren rizomlar [14] yaklaşık olarak 2.5 cm çapına ve 30 cm uzunluğına kadar büyüebilmektedirler [15] (Şekil 4). Rizomlar toprak içinde 35 cm derinliğe kadar inebilmektedir [14]. Rizomların yapısı incelendiğinde epidermis hücrelerinin küçük ve kalın hücre duvarlarına sahip olduğu görülür; bu yapılanma rizomun su kaybetmemesini ve zararlı saldırılarına karşı korunmasını sağlar [11]. Nişastanın bolca bulunduğu bölüm beyaz renkli parankima dokusudur [11].

4. Ekolojik İstekleri ve Yetiştiriciliği

Yağışın yeterli olduğu tropikal bölgelerde rahatlıkla yetişebilmesi ile birlikte yağışın yıl içinde eşit bir şekilde dağılımı verimi artırabilmektedir [18]. Yıllık yağış miktarının 950-1500 mm olduğu tropikal bölgelerde sulamaya gerek kalmadan yetiştirilebilir [5]. Bitki her ne kadar deniz yüksekliğinden 900 m'ye kadar olan bölgelerde yetişse de yüksekliğin 60-90 m olduğu bölgelerde en iyi gelişmeyi göstermektedir [5]. Tropikal bir bitki olan ararot için optimum gelişme sıcaklık değerleri 20 - 30 °C arasında değişmektedir [5].



Şekil 4. Ararot rizomlarından görünüm. Üstte 'Creoula' [16] ve altta 'Comum' [17] çeşitleri

Bitki gevşek, iyi drene olabilen tınlı, hafif asidik topraklarda iyi şekilde gelişir [5, 18]. Dağ etekleri, vadiler ve yeni ekim alanları bahçe tesisi için tercih edilebilecek yerlerdir. Kumlu tınlı topraklarda yetiştiricilik yapılacaksa toprak neminin muhafazası için hafif bir gölgeleme tercih edilebilir [5]. Kireçli topraklar rizomlarda şekil bozukluğuna neden olacağı için tercih edilmez. İyi bir verim için toprak mutlaka yeterli nemi taşımalıdır [3].

Ararot bitkisi göz içeren rizom parçalarından (genellikle 4-7 cm uzunluğunda), kök filizlerinden veya anaçlardan çoğaltılırlar [1, 5, 18]. Çoğaltma materyalleri 30-40 x 75-100 cm aralıklarla bahçeye dikilirler [1, 7]. Rizom parçaları ise aynı aralıklarla 8-15 cm derinliğe dikilirler [1, 5]. Asya ülkelerinde bazen çimlenmenin hızlanması için rizomlar ekim öncesi dumanla muamele edilirler [5]. Dikim için hektara yaklaşık olarak 3000-4000 kg rizom parçası gerekebilir [5]. Bitkiler arasındaki mesafenin dar olması halinde, örneğin 15 x 30 cm, her ne kadar yüksek yaprak alanı ve hasat indeksi ve büyüme oranı elde edilebilir ise de, rizomların irileşmesi engellenir [19]. Dikimden itibaren ilk 3-4 ay içerisinde bilhassa yabancı otlarla iyi mücadele edilmeli ve bu dönemde gelişen çiçekler bitkiden uzaklaştırılmalıdır [5]. Hasat esnasında bırakılan küçük rizomlar sayesinde bahçede aynı yerde 5-7 yıl süre ile ararot yetiştiriciliği yapılabilir [5].

Çin'de sürgün uçları, gövde kısımları, çiçek sapı, yaprak sapı ve yaprakların kullanıldığı bir doku kültürü çalışmasında gövde kısımlarından alınan parçaların en iyi sonuç verdikleri ve yaprak sapı ve yaprağın hiçbir şekilde bitki oluşturmadığı belirtilmiştir [20].

Rizomların hasat olgunluğuna oluşabilmesi için 10 - 12 aylık sıcak ve nemli bir döneme ihtiyacı vardır [1]. Sıcaklığın ve nemin istenilen düzeyde olduğu koşullarda dekardan 4-6 ton ürün elde edilebilmektedir [1]. Gölgelek alanlarda da ekimi yapılabilir fakat verim azalacağı için tercih edilmez. Hindistan'da Hindistan cevizi aralarında yetiştiriciliği başarılı bir şekilde yapılabilmektedir [18].

Bitki özellikle azot gübrelemesine çok iyi tepki vermektedir. Filipinlerde yapılan bir çalışmada hektara 180 kg azot uygulaması, 90 kg azot uygulamasına göre verimi 18,47 tondan 26,73 tona çıkarmıştır [7]. Bitkiye hem organik hem de inorganik gübrelemede uygulanabilmektedir. Hektara 300-900 kg NPK (14:14:14; 8:5:14) gübresi tavsiye edilmektedir [5, 18].

Karayıpler'de iki 'Banana' ve 'Creoula' Brezilya'da bir 'Comum' ararot çeşidinden bahsedilmektedir [5, 6]. 'Creoula' çeşidi uzun ince bir rizoma sahiptir, bu rizom toprakta daha geniş bir alana yayılır ve daha derine inebilir [18] (Şekil 4). 'Banana' çeşidi kısa, kalın ve daha az lifli bir yapılanma gösterir ve toprak yüzeyine yakın bir dağılımı vardır [18]. 'Comum' çeşidi Brezilya'da en fazla ekimi yapılan çeşittir ve bitki aşağı yukarı 60 cm'ye kadar uzamakta ve rizom uzunluğu 30 cm'ye kadar ulaşabilmektedir [6] (Şekil 3).

5. Hasat ve Muhafazası

Bitki, dikimden itibaren 10 - 12 ay sonra yapraklar solup sararmaya ve gövdede eğilmeler başladığında hasat olgunluğuna ulaşır [15, 18]. Hasat elle veya modifiye edilmiş patates söküçüleri ile topraktan sökülerek yapılır [15]. Bitkinin verimi iklim, toprak ve kültürel koşullara bağlı olarak hektara 35 tona kadar çıkabilmektedir [18]. Her ne kadar yetersiz depolama koşulları nedeni ile rizomlar sökülmeden toprakta bekletilebilir ise de uzun süre toprakta bırakma rizomlarda kalite kaybının sebebi olan liflenme ve nişastanın şekere dönüşümüne neden olur [15]. Oda koşullarında depolama ömrü oldukça kısıtlıdır, çeşitlere bağlı olmak üzere en fazla 7 gün depolanabilmektedirler [15]. Diğer yandan Martin [21] bazı ararot rizomlarının havalanması iyi kuru depolarda 6 ay kadar depolanabileceğini belirtmiştir.

6. Rizomun Besin Değeri ve Kullanım Alanları

Ararot rizomları yaklaşık olarak, %23,0 - 27,0 nişasta, %10,8 - 21,1 protein, % 1,2 - 1,9 yağ, % 3,48 - 4,0 lif, %2,7 - 3,0 kül içermektedir [3, 14, 22]. Rizomlar nişastaya ek olarak selüloz, albümin ve şeker de taşımaktadırlar [11].

Bitkinin rizomları taze olarak değerlendirilecek ise genelde haşlanarak veya kızartılarak tüketilmektedir. Eğer rizomlardan nişasta elde edilecek ise, ıslak değirmen yöntemi kullanılarak ararot unu (nişastası) elde edilir [14]. Islak değirmen yönteminde rizomlar önce yıkanır, sonra nişastanın ortaya çıkması için mekanik olarak parçalanır, en son olarak ta özellikle içindeki lifler ve diğer maddeler nişastan ayrıştırılır [14]. Ayrıştırma için su kullanılır: nişasta su ile temasa geçtiğinde dibe çöker ve diğer maddeler yüzer durumda kalır. En son aşmada nişasta kurutularak paketlenir [14]. Ararot nişastası yüksek kaliteli bir nişasta tipidir: çorbalara, soslara, pudinglere vb. gıdalara kıvam kazandırıcı olarak eklenirler; dondurmada kristalleştirmeyi önleyici etkisi vardır [3]. Glüten içermemesi nedeni ile özel fırın ve bisküvi ürünlerinin elde edilmesine hatta fazla glutenden ileri gelen çölyak hasatlığın tedavisinde kullanılmaktadır [7]. Ararot rizomları ayrıca antioksidan özelliği de taşımaktadır [23].

Bitki yerli halk tarafından yatıştırıcı, kızarıklık giderici, antiinflamatuar ve antiseptik amaçlı olarak kullanılmaktadır [7]. Bitki yine bazı ülkelerde özellikle bağırsak

rahatsızlıklarının, çiçek hastalığının ve idrar yolları iltihaplarının tedavisi içinde tüketilmektedir [3, 4].

Endüstride rizomlardan elde edilen nişasta ayrıca kâğıt, karton, yapıştırıcı ve sabun sanayiinde de kullanılmaktadır [24]. Kozmetik ürünlerinden yüz pudralarına da ararot nişastası ilave edilmektedir [5]. Bilgisayarlar için üretilen karbon içermeyen kâğıtların üretiminde de ararot nişastası kullanılmaya başlanmıştır; bu yüzden ABD özellikle kâğıt endüstrisi için en fazla ararot nişastası ithal eden ülke durumuna yükselmiştir [24].

Bazı kaynaklar bitkinin yem bitkisi ve yeşil gübre olarak ta değerlendirilebileceğini ifade etmektedirler. Kahverengipembe yaprakları nedeni ile de süs bitkisi olarak ta yetiştirilmektedir [24].

7. Hastalık ve Zararlıları

Bitkinin kötü hava koşullarına dayanımı oldukça iyi olması nedeni ile çok fazla hastalık ve zararlı taşımamaktadır [21]. Şimdiye kadar rapor edilen hastalıklar Ararot yanıklığı (*Rosillinea bunodes*) [21], bakteriyel çürüklük (*Xanthomonas marantae*) [7], çizgili yaprak yanıklığı (*Thanatephorus cucumeris*) [7] ve yaprak yanıklıkları (*Rhizoctonia solani* Author ve *Pellicularia filamentosa*) [21]; zararlılar ise sadece Ararot yaprak kıvrırma güvesidir (*Calpodes ethleus*) [7]. Brezilya ve Filipinler'de en fazla görülen hastalık bakteriyel çürüklük olmuştur [7]. Bakteriyel çürüklükten korunmak için çoğaltma materyalinin hastalık etmeni taşımaması, hastalığın görüldüğü toprağa ekim yapılmaması yâda hastalık etmenini yok edecek tedbirlerin alınması gerekmektedir [7]. Yaprak kıvrırma güvesi ilk defa 1946 yılında Hindistan'ın Kuzey Malabar bölgesinde rapor edilmiştir [7]. Pirinç, mısır, şeker kamışı hatta turuncgillerde bile görülen zararlı ilk görülmesinden iki yıl sonra üreticilere büyük kayıplar yaşatmışlardır [7]. Güve yaprakta nekrozlar oluşturmaya başlar ve ileri aşamada ikincil mikroorganizmalar tarafından istila edilecek yaprak çürümelerine neden olur [7].

Karayip ülkelerinde rizomlar bazen “sigara kökü” olarak adlandırılan fizyolojik bir bozukluk gösterebilmektedir [5]. Uzun ve lifli olması nedeni ile düşük bir kaliteye sahip olan “sigara kökü” görünümlü rizomlarının oluşma sebebi ise bitki besin eksiklikleridir [5].

8. Sonuç

Ararot ülkemizde hemen hemen hiç tanınmayan bir sebze grubu olmasına karşın bazılarının süs bitkisi olarak ülkemize girmiş olabileceği muhtemeldir. Özellikle çok saf bir değere sahip olan ve karbon içermeyen nişastası bitkiye özel önem kazandırmaktadır. Ocak 2014 itibarı ile amazon sitesinde 454 g ararot (unu) nişastasının fiyatı 10 USD olarak listelenmiştir. Bitkilerin ekolojik istekleri dikkate alındığında ülkemizde yetiştirilme olasılığı sadece Doğu Karadeniz bölgesinde mevcuttur. Fiyatının yüksek olması, ecza ve kâğıt endüstrisinden talep görmesi, başta doğu Karadeniz olmak üzere, sulama imkânı bulunabilen Akdeniz bölgesinin bazı yerlerinde bitkinin yetiştirilmesi ile ilgili araştırmalar düşünülebilir.

Kaynaklar

[1] Stephens J.M., Arrowroot - *Maranta arundinacea* L. A serie of the Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/FILES/MV/MV00900.pdf>, 1994, Erişim tarihi: 09.01.2014.

- [2] USDA GRIN Taxonomy, Taxon: *Maranta arundinacea* L. <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?233393>, 1998, Erişim tarihi: 09.01.2014.
- [3] Anonim, Arrowroot, <http://kathleenleavy.com/onlineclassroom/wp-content/uploads/2009/07/herbs-arrowroot.pdf>, 2009, Erişim tarihi: 13.01.2014.
- [4] Small E., Top 100 Exotic Food Plants, CRC Publishing, Boca Raton, FL, USA, pp 51-54, 2012.
- [5] Kay D.E., Crop and Product Digest No. 2 - Root Crops 2nd edn, revised by Gooding, E.G.B. Tropical Development and Research Institute, London, pp 380, 1987.
- [6] Zarate N.A.H., Vieira M.C., Giuliani A.R., Klamt M.F.S., Moreno L.B., Souza C.M., Production of Comum Arrowroot Obtained from three types of Propagules. *Ciência e Agrotecnologia*, 29(5), 995-1000, 2005.
- [7] Anonim 2014a, Arrowroot Production, <http://www.darfu4b.da.gov.ph/pdf/FILES/arrowroot.pdf>, Erişim tarihi: 10.01.2014.
- [8] Glim-Lacy J., Kaufman P.B., Botany Illustrated, Introducing to Plants, Major Groups, Flowering Plant Families, Springer, USA, p 126, 2006.
- [9] Neves M.C.P., Coelho I.S., Almeida D.L., Araruta: Resgate de um Cultivo Tradicional. *Comunicado Tecnico*, 79, 1-4, 2005.
- [10] Lider Agronomia, Araruta. <http://www.lideragronomia.com.br/2012/07/araruta.htm>, 2012. Erişim tarihi: 24.01.2014.
- [11] Anonim 2014b, Projeto: “Extrativismo Não-madeireiro e Desenvolvimento Sustentável na Amazônia (itto – pd 31/99 ver. 3 (i))”. Banco de Dados “Non Wood”, http://www.ittorolac.org/enciclopedia-botanica/Myristicaceae/Osteophloeum_platyspermum.pdf, Erişim tarihi: 23.01.2014.
- [12] Indianature, Monsoon Finale 2011 - Kas Plateau, Satara, Panchgani, Mahabaleshwar. <http://www.bcmtoing.com/forum/travelogues-west-india-f62/monsoon-finale-2011-kas-plateau-satara-panchgani-mahabaleshwar-t38437/>, 2011. Erişim tarihi: 24.01.2014.
- [13] Hayden W.C., *Maranta arundinacea* L.; chaank 'ala, arrowroot. http://chalk.richmond.edu/flora-kaxilkiuic/m/maranta_arundinacea.html, 2014. Erişim tarihi: 24.01.2014.
- [14] Erdman M.D., Erdman B.A., Arrowroot (*Maranta arundinacea*), food, feed, fuel, and fiber resource, *Economic Botany*, 38(3), 332-341, 1984.
- [15] Thompson A.K., Fruit and Vegetable Harvesting, Handling and Storage, 2nd Edition, Blackwell Publishing, Oxford, UK, p 136, 2003.
- [16] Anonim 2014c, Araro. <http://www.maribehlla.com/vegetables/araro/>, Erişim tarihi: 24.01.2014.
- [17] Anonim, Polvilho de araruta pode ser feito com tecnologia da fécula de mandioca, <http://www.asbraer.org.br/noticias.php?n=47568>, 2014, Erişim tarihi: 25.01.2014.
- [18] Castillo R.F., Comparison on the Growth and Yield Performance of Arrowroot (*Maranta arundinacea* L.) under Science and Technology Based Farming and

- Traditional Farmer's Practice, PhD thesis, Southern Luzon State University, Philippines.
- [19] Suja G., Nayar T.V.R., Growth analysis of arrowroot (*Maranta arundinacea* L.) under different spacing and mulches. *Journal of Root Crops*, 32(1), 47-52, 2007.
- [20] Simin W., In vitro propagation of *Maranta arundinacea* and *M. Leuconeura* var. *erythroneura*. *Journal of Sichuan Normal University, Natural Science* 2006-2, 2006.
- [21] Martin C., Arrowroot Industry in St. Vincent: A Case Study of a Unique Root Crop Industry. St. Vincent, India: Ministry of Trade and Production, 1986.
- [22] Shanthakumari S., Mohan V.R., De Britto A., John, Chemical analysis of the rhizome of *Maranta arundinacea* L. *Journal of Economic and Taxonomic Botany*, 31(1), 19-23, 2007.
- [23] Nishaa S., Vishnupriya M., Sasikumar J.M., Cristabel H.P, Gopalakrishnav V.K., Antioxidant activity of ethanolic extract of *Maranta arundinacea* L. tuberous rhizomes. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 5(4), 85-88, 2012.
- [24] Sanderson H., Roots and Tubers. In, G. Prance, M. Nesbitt (Eds): *The Cultural History of Plants*, Routledge, New York, USA, pp 61-76, 2005.



Türk Doğa ve Fen Dergisi
Turkish Journal of Nature and Science

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



Nitrik Oksit'in Mısır (*Zea mays* L) Bitkisinde Oksidatif Stres ve Antioksidan Enzimler Üzerine Etkisi

Nevzat Esim^{*1}, Ökkeş Atıcı²

Özet

Bu araştırmada, mısır (*Zea mays* L.) bitkisi yapraklarında hidrojen peroksit (H_2O_2) ile süperoksit ($O_2^{\cdot-}$) miktarı, lipid peroksidasyon seviyesi ve antioksidan enzimlerden peroksidaz (POD) ve süperoksit dismutaz (SOD) aktiviteleri üzerine nitrik oksit'in (NO) etkileri araştırılmıştır. Ekim gününe göre bitki yapraklarına 10. gün 0,0, 0,1, 1 ve 100 μM sodyum nitroprusid (SNP), (NO vericisi), konsantrasyonları püskürtülerek uygulanmış ve bitkiler 14 günlük olduklarında yaprakları hasat edilmiştir. Uygulanan SNP konsantrasyonları kontrole göre H_2O_2 , $O_2^{\cdot-}$ ve lipid peroksidasyon seviyelerini düşürmüştür. SNP uygulamaları aynı zamanda hem SOD hem de POD antioksidan enzim aktivitelerini de artırmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mısır, nitrik oksit, antioksidan enzim, lipid peroksidasyon, hidrojen peroksit

Effects of Nitric Oxide on oxidative stress and Antioxidant Enzyme Activities in Maize (*Zea mays* L.)

Abstract

In this study, effects nitric oxide on the activities of antioxidant enzymes (superoxide dismutase and peroxidase), hydrogen peroxide (H_2O_2) and superoxide anion ($O_2^{\cdot-}$) contents, lipid peroxidation level on the leaves of maize (*Zea mays* L.) were investigated. According to planting day, sodium nitroprusid (SNP), (a donor NO) concentrations of 0.0, 0.1, 1 and 100 μM were applied by spraying on the plant leaves at 10th day and 14 days plants were harvested. H_2O_2 , $O_2^{\cdot-}$ and lipid peroxidation levels reduced by application SNP concentration compared to the control. At the same time, SNP concentrations also increased the activities of antioxidant enzymes such as SOD, POD.

Keywords: *Zea mays*, nitric oxide, antioxidant enzyme, lipid peroxidation, H_2O_2 hydrogen peroxide

1. Giriş

Uzun yıllardan beri canlılarda varlığı bilinen nitrik oksit (NO: azot monoksit), son yıllarda hem memelilerde hem de bitkilerde anahtar haberci molekül olarak dikkatleri üzerine çekmiştir [1-5]. NO, düşük molekül ağırlıklı, lipofilik özellikte olduğundan dolayı hücre membranlarından kolayca difüzyona uğrayabilen, renksiz ve gaz yapısında bir moleküldür [3-6]. Ayrıca çiftlenmemiş elektron taşıması nedeniyle serbest radikal olarak kabul edilen NO, başka moleküllerle kuvvetli reaksiyonlara girebilen, birkaç saniye yarı ömrü olan "fizyolojik haberci molekül" olarak tanımlanmaktadır [7, 8]. NO, normal koşullarda bitki hücrelerinde az miktarda sentezlenip salınmakta [9] olup, NO sentezi bitki türüne, dokusuna, bitkinin yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişmektedir [1,2].

Birçok biyolojik süreçte görev alan NO, hem bitki savunma mekanizmasında bir sinyal molekül olarak hem de

büyüme ve gelişmede hormonal özelliklere sahip bir bileşik olarak rol oynamaktadır [10]. Bitki büyümesi üzerine NO'nun etkilerinde, NO konsantrasyonunun son derece önemli olduğu vurgulanmıştır [2, 11, 10]. NO'nun yüksek konsantrasyonlarının (40-80 pphm) domates, marul ve bezelye bitkisinde büyümeyi inhibe ettiği, düşük konsantrasyonlarının (0-20 pphm) ise büyümeyi teşvik ettiği ileri sürülmüştür [12, 13]. Eksojen olarak uygulanan NO veya NO donörlerinin, patojen [7], ışık [14], yerçekimi [15] ve oksidatif strese [14, 16, 17, 6] karşı bitki cevaplarını etkilemektedirler. Stres koşulları altında sinyal iletim yolunda görev alan NO reaktif oksijen türleri ile karşılıklı etkileşim halindedir. NO tarafından lipid peroksidasyonunun inhibisyonu, NO'nun potansiyel antioksidan rolüne işaret etmektedir [14, 10]. Eksojen olarak uygulanan NO, antioksidan enzimlerin aktivitelerine etki ederek süperoksit anyonunu elimine eder ve bitkiyi oksidatif zarardan korur [6].

Reaktif oksijen türleri (ROT) bir veya daha fazla eşleşmemiş elektrona sahip, kısa ömürlü, kararsız, molekül ağırlığı düşük ve çok reaktif moleküller olarak tanımlanabilir. ROT'lar hücre içerisinde redoks sinyali ve

¹Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, 12000 Bingöl, TÜRKİYE

²Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 25240Erzurum, TÜRKİYE

*Sorumlu yazar eposta: nevzatesim@hotmail.com

antioksidan savunma mekanizmasını harekete geçirmede önemli rol oynarlar [10]. Normal koşullarda bitki hücrelerinde ROT'lar çok düşük konsantrasyonlar da bulunur. Özellikle çevresel stresler hücrel redoks dengesini bozarak oksidatif zarara ve ROT'ların fazla miktarda üretilmesine neden olur [18]. Oksidatif stres süresince, ROT'lar bitki hücresinin mitokondri, kloroplast, peroksizom ve nükleus gibi farklı kısımlarında meydana gelerek hücrede zarar ve hatta ölüme bile neden olabilirler. ROT'lar lipid, protein, karbohidrat ve nükleik asitler gibi hücrelerin temel bileşenleri üzerinde etkili olurlar. Özellikle çift bağların bulunduğu doymamış yağ asitlerini içeren lipidler, ROT'lar ile kolayca reaksiyona girmektedirler [19]. Membran yapısı ve fonksiyonu üzerinde ROT'ların etkilerinin en çok araştırılanlarından birisi lipid peroksidasyonudur. Lipid peroksidasyonu doymamış yağ asitlerinin oksidatif yıkımıdır [19].

Bitki hücreleri ROT miktarını kontrol etmek ve stres koşullarında hücreleri artan ROT etkisinden korumak için ROT'u temizleyen bazı enzimler ihtiva ederler. Antioksidan enzimler olarak adlandırılan bu enzimler reaktif oksijen türlerini kademeli bir şekilde daha az toksik olan bileşiklere parçalayarak temizlerler. Bu enzimlerin bazıları süperoksit dismutaz, katalaz ve peroksidazlardır [19]. Süperoksit dimutaz (SOD) (E.C.1.15.1.1) enzimi, süperoksit radikalinin (O_2^-), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve moleküler oksijene dönüşümünü katalizleyen metal içeren bir enzimdir [20]. Peroksidaz (POD) (E.C.1.11.1.7); H_2O_2 'yi kullanarak fenoller ve hidrokinonlar gibi çok sayıda aromatik bileşenlerin dehidrojenasyonunu katalizleyen ve HEM prostetik grubuna sahip bir proteindir [20].

Bu çalışmamızın amacı; bir sinyal molekül olarak NO'nun normal şartlarda dışsal olarak mısır bitkisinin yapraklarına uygulandığında, yapraklardaki ROT'ların miktarı, lipid peroksidasyonu ve antioksidan enzim aktivitesini nasıl etkilediğini belirlemektir.

2. Materyal ve Metod

2.1. Bitkilerin Büyütülmesi

Araştırmamızda bölgemizde de ekimi yapılan soğuğa hassas bir bitki olan mısır (*Zea mays* L. cv. Arifiye-2) kullanılmıştır. Tohumlar Sakarya Mısır Araştırma İstasyonundan temin edilmiştir. Mısır bitkisine ait tohumlar, ekimden önce etanol (%96) ile kısa süreli hızlıca yıkandı ve %5'lik sodyum hipoklorit içerisinde 5 dk. yüzey sterilizasyonuna tabi tutuldu. Daha sonra 5 kez saf su ile yıkanarak, oda şartlarında saf su içerisinde 6 saat şişmeye bırakıldı. Her saksıya saf su ile şişirilmiş tohumlar eşit miktarda ekildi. Bitkiler iklim dolabında kontrol şartlarında (25/22 °C) sıcaklık ve 16/8 saat ışık-karanlık periyodunda (20.000 lüks, %70 nem) 14 gün süreyle büyütüldü. Her saksı, kesileceği güne kadar, günlük eşit miktarda sulandı. 10. gün bitkilerin yapraklarına (0,0, 0,1, 1 ve 100 μ M) Sodyum nitroprüssid (SNP), (NO vericisi), konsantrasyonları uygulandı. 14. günde bitki yaprakları kesildikten sonra deneysel analizler için -80 °C de saklandı.

2.2. Hidrojen Peroksit [H_2O_2] Miktarının Belirlenmesi

Hidrojen peroksit (H_2O_2) miktarının belirlenmesi için; 0,5 gram yaprak alınarak 10 mL soğuk aseton içinde homojenize edildikten sonra homojenat 10,000 x g'de 10 dakika santrifüj edilir. Daha sonra elde edilen süpernatantın 1,5 mL'si, sırasıyla 0,15 mL %5'lik $Ti(SO_4)_2$ (titanium disülfat) ve 0,3 mL %19'luk NH_4OH (amonyum hidroksit) ile karıştırılır. Çökelek oluştuktan sonra karışım 10,000 x g'de 10 dakika daha santrifüj edilir. Tüpün süpernatant kısmı uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen pelet 3 mL 2 M'lık

H_2SO_4 (sülfürik asit) içinde çözülür ve 415 nm'de absorbanı ölçülerek kaydedilir. Bu ortalama absorban değerleri, daha önceden hazırlanmış standart grafik yardımıyla nanogram cinsinden H_2O_2 miktarına dönüştürülür. Sonuçlar g yaprak başına düşen H_2O_2 miktarı (ngram /g yaprak) olarak sunulur [21].

2.3. Süperoksit Anyon Miktarının Belirlenmesi

0,5 g yaprak sıvı azot ile toz haline getirildikten sonra üzerine 2 mL 65 mM (pH: 7,8) fosfat tamponu ile homojenize edilir. Homojenat 5000 x g'de 10 dk. ve + 4 °C de santrifüj edilir. Süpernatanttan 1 mL, 10 mM hydroxilamin'den 0,1 mL ve aynı fosfat tamponundan 0,9 mL alınır karıştırılır ve 25°C' de 20 dk. inkübe edilir. İnkübasyona bırakılan karışımın 1 mL'si alınır üzerine 1 mL 17 mM aminobenzene sülfonik asit ve 1 mL 17 mM 1-naftilamin eklenir ve tekrardan 25°C de 20 dk. inkübe edildikten sonra spektrofotometre de 530 nm'de ölçülür. Sonuçlar $NaNO_2$ standart grafiğine bakılarak değerlendirilir [22].

2.4. Lipid Peroksidasyon Aktivitesinin Belirlenmesi

Lipid peroksidasyonu için 0,5 g yaprak alınarak 5 mL %5 lik TCA içinde homojenize edildikten sonra elde edilen homojenat 10,000 x g'de 15 dakika santrifüj edilir. Tüpün süpernatant kısmından 4 mL alınarak üzerine 1 mL %0.5 lik TBA çözeltisi ilave edilir. Reaksiyon karışımı kaynar suda 30 dakika inkübe edilir ve reaksiyon tüplerini buz banyosuna alınmasıyla durdurulur. Örnekler tekrar 10,000 x g'de 10 dakika santrifüj edilir. Süpernatant kısmı alınarak absorbanı 532 nm de okunur ve daha sonra 600 nm deki non-spesifik absorpsiyon için absorbanı değeri belirlenir. Lipid peroksidasyonun hesaplanması için; 532 nm'de ölçülen absorbanı değerinden 600 nm'de belirlenen değeri çıkarılır ve 1 ml çözeltideki MDA (nmol/g): $[(A532-A600)/155000] \times 10^6$ formülüyle hesaplanır. Sonuçlar MDA (nmol/gram doku) şeklinde verilir [23].

2.5. Süperoksit Dismutaz Aktivitesinin Belirlenmesi

Süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi, nitro blue tetrazoliumun (NBT) süperoksit radikalleri ile mavi renkli formazona fotokimyasal indirgenmesi reaksiyonunun SOD enzimi tarafından engellenmesinin spektrofotometrik olarak belirleme esasına dayanır. Reaksiyon karışımı (3 mL); 50 mM KH_2PO_4 (pH: 7,8), 13 mM metiyonin, 63 μ M NBT, 13 μ M riboflavin ve 0.1 mM EDTA içermektedir. Aktivite ölçümü için 3 mL spektrofotometre kuvetine yukarıdaki riboflavin içermeyen reaksiyon karışımından 2,58 mL alınmış ve üzerine 30 μ L enzim ekstraktı pipetlenmiştir. Reaksiyon, tüp üzerine 13 μ M'lık riboflavin çözeltisinden 390 μ L pipetlenip karıştırıldıktan hemen sonra, beyaz bir ışık kaynağı önüne yerleştirmek suretiyle başlatılmıştır. Tüp, ışık kaynağının karşısında 15 dk. tutulmuş ve reaksiyon ışık kaynağının kapatılmasıyla durdurulmuştur. 15 dk. içerisinde NBT'nin renk açılma yoğunluğu 560 nm'de köre karşı okunmuştur. Köre; aynı işlemin enzimsiz örneğinden oluşmaktadır. SOD aktivitesinin 1 ünitesi, 560 nm'de gözlenen NBT indirgenmesinin %50 inhibisyonuna neden olan enzim miktarı, 1 enzim ünitesi olarak kabul edilmiş ve değerler EU/g yaprak olarak sunulmuştur [24].

2.6. Peroksidaz Aktivitesinin Belirlenmesi

Peroksidaz (POD) aktivite tayini, guaikol ve H_2O_2 'nin substrat olduğu reaksiyonun ürünü olan renkli bileşiğin meydana getirdiği absorban artışının 470 nm'de izlenmesi

esasına dayanmaktadır. Aktivite ölçümü için spektrofotometre kuvetine; 100 mL 0,1 M, NaH₂PO₄ (pH: 5,5) ve 5 mM guaiacol ve 5mM H₂O₂ içeren substrat çözeltisinden 3 mL konulduktan sonra, üzerine 10 µL enzim ekstraktı ilave edilmiştir. 470 nm'de 5 dakika boyunca absorbans artışı 1 dakika aralıklarla kaydedilmiş ve absorbansın doğrusal olarak arttığı kısımdaki absorbans artışı 1 dakikaya oranlanmıştır. 25 °C'de 1 dakikada, absorbans 0,01 abs artıran enzim miktarı 1 enzim ünitesi olarak kabul edilmiş ve sonuçlar g yaprak başına düşen enzim ünitesi (EU/g yaprak) olarak sunulmuştur [25].

2.7. İstatistiksel Analiz

Sonuçların karşılaştırılması, SPSS 13.0 paket programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile yapılmış $P < 0,05$ önem seviyesinde Duncan'ın Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılarak belirlenmiştir.

3. Bulgular

Bitki yapraklarına normal şartlarda uygulanan farklı oranlardaki SNP konsantrasyonları hidrojen peroksit (H₂O₂) miktarını etkilemiştir. 0,1, 1 ve 100 µM SNP uygulamaları kontrol bitkilerine göre H₂O₂ miktarını sırasıyla % 10, % 11 ve % 9 olarak düşürmüştür (Tablo 1). Kontrol bitkisinin yapraklarında 47,3 ng.g⁻¹ olarak belirlenen H₂O₂ miktarı 0,1, 1 ve 100 µM SNP uygulamaları ile sırasıyla 42,3, 42 ve 43,1 ng.g⁻¹'a kadar azaldığı belirlenmiştir (Tablo 1).

SNP konsantrasyonları kontrol uygulamasına göre süperoksit anyonu (O₂⁻) miktarını önemli ($P < 0,05$) oranlarda sırasıyla %13, %16 ve %23 olarak düşürmüştür. Kontrol bitkilerinde 5,92 µg.g⁻¹ olarak belirlenen O₂⁻ miktarı 0,1, 1 ve 100 µM SNP uygulamaları ile sırasıyla 5,12, 4,94 ve 4,54 µg.g⁻¹'a kadar azaldığı belirlenmiştir (Tablo 1).

Lipid peroksidasyonunun bir göstergesi olan malondialdehid (MDA) miktarını kontrole göre SNP konsantrasyona bağlı olarak farklı şekillerde etkilemiştir. Kontrol uygulamasında 1,6 nmol.g⁻¹ olarak belirlenen MDA miktarı 0,1 µM, 1 ve 100 µM SNP uygulamaları ile sırasıyla 1,4, 1,2 ve 1,4 nmol.g⁻¹'ye kadar azaldığı belirlenmiştir (Tablo 1).

14 günlük bitki yapraklarında kontrole göre SNP konsantrasyonları SOD aktivitesinde önemli artışa neden olmuştur. Kontrol bitkisinin yapraklarındaki SOD aktivitesi 110 EU.g⁻¹ iken, 0,1 µM SNP uygulaması SOD aktivitesini %31 oranında artırarak 144 EU.g⁻¹ olarak tespit edilmiştir. 1 µM SNP uygulaması da SOD aktivitesi %27 oranında artırarak 140 EU.g⁻¹'e yükseltmiştir. 100 µM SNP uygulamasının ise kontrole göre aktivite üzerinde % 12'lik bir artışa neden olduğu belirlenmiştir (Tablo 1).

Çalışmada aktivitesi ölçülen diğer bir antioksidan enzim olan POD aktivitesi de SNP konsantrasyonları ile farklı oranlarda etkilenmiştir. 0,1 µM SNP uygulaması POD

aktivitesinin aktivitesi üzerine önemli bir etki yapmamıştır. Ancak 1 ve 100 µM SNP uygulamaları POD aktivitesini önemli oranlarda artırdığı belirlenmiştir. 1 µM SNP uygulaması kontrole göre aktivite üzerinde % 55'lik bir artışa neden olurken, 100 µM SNP uygulaması % 100 den daha fazla oranda aktiviteyi artırmıştır (Tablo 1).

4. Tartışma ve Sonuç

Bitkilerde çeşitli biyokimyasal ve fizyolojik olaylarda ikincil haberci molekül olarak rol oynayan NO, eksojen uygulamaları bitkilerde büyüme ve gelişme, çimlenme, de-etiyolasyon, klorosis, senesens gibi fizyolojik olayların yanında, bazı stres koşullarında oluşturulan savunma mekanizmalarında da yer aldığı çeşitli araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur [14, 8, 27]. Birçok çalışmada dışarıdan NO veya NO donörleri (SNP gibi) uygulamasının bitkiyi birçok çevresel strese karşı koruyabildiği ile ilgili bilgiye rastlanılmaktadır [14, 8, 27].

Mevcut çalışmada mısır yapraklarına dışsal olarak uygulanan SNP konsantrasyonları H₂O₂ ve O₂⁻ seviyelerini düşürmüştür (Tablo 1). Hem normal şartlarda hem de abiyotik stres şartlarındaki bitkilerde dışsal olarak uygulanan NO'nun H₂O₂ miktarını azalttığına dair pek çok çalışma mevcuttur. Tuzluluk [12, 26], düşük sıcaklık [28], ağır metal [29] gibi abiyotik streslerde artan H₂O₂ miktarının uygulanan NO tarafından azaltıldığı belirtilmiştir. Diğer bir ROT olan O₂⁻ miktarının da uygulanan NO ile pamuk kullularında [30], arpada [31], yabani hardal süspansiyon kültüründe [28], *Hydrilla verticillata* bitkisinde [32] azaldığı rapor edilmiştir. Çalışmamızın sonuçları literatür ile paralellik göstermektedir.

Bir reaktif oksijen türü olan H₂O₂ biyolojik sistemlerde normal metabolizma sonucu üretilmekte ve birçok biyokimyasal ve fizyolojik sürece etki etmektedir. Bir stres indikatörü olarak kullanılan bu bileşiğin düşük miktarları, bitki savunma sisteminin aktive edilmesine pozitif bir etki göstermekte iken, antioksidan enzim aktivitesinin yeterince aktive edilemediği veya yetersiz kaldığı durumlarda hücrede yüksek miktarlarda bulunduğu zaman dokularda oksidatif hasarlara yani strese neden olmaktadır [28]. Diğer bir ROT molekülü olan O₂⁻ oldukça reaktif olup lipidlerin yanı sıra diğer biyokimyasal bileşenlerin de oksidasyonuna sebep olur. Bu molekülün artışı önemli hücre hasarlarına neden olmaktadır [5]. Çalışmamızın sonuçlarına göre; NO uygulaması ile artan antioksidan enzim aktivitesinin, bitki büyümesiyle birlikte üretimi artan ve H₂O₂ ile O₂⁻ 'yi de içeren ROT miktarlarını önemli derecede azaltarak, özellikle H₂O₂' nun bitki savunma sisteminin uyarılmasındaki sinyal görevini aktive etmesiyle bitki büyüme hızının devamlılığının sağlandığını gösterici nitelikte olmuştur.

Tablo 1. Mısır yapraklarının biyokimyasal parametreleri üzerine farklı SNP konsantrasyonlarının etkisi

Bitki grupları	H ₂ O ₂ miktarı (ng.g ⁻¹)	O ₂ ⁻ miktarı (ng.g ⁻¹)	MDA miktarı (nmol.g ⁻¹)	SOD aktivitesi (EU.g ⁻¹)	POD aktivitesi (EU.g ⁻¹)
Kontrol	47,3 ± 1,78 ^a	5,92 ± 0,062 ^b	1,6 ± 1,09 ^a	110 ± 2,98 ^c	3320 ± 41,8 ^c
0,1 µM SNP	42,3 ± 1,67 ^c	5,12 ± 0,043 ^c	1,4 ± 0,98 ^b	144 ± 3,6 ^{ab}	3210 ± 37,5 ^c
1 µM SNP	42,1 ± 1,04 ^c	4,94 ± 0,071 ^d	1,2 ± 0,85 ^c	140 ± 3,2 ^{ab}	5160 ± 53,1 ^b
100 µM SNP	43,1 ± 1,99 ^b	4,54 ± 0,086 ^a	1,4 ± 0,77 ^b	124 ± 2,6 ^b	6940 ± 43,2 ^a

Mevcut araştırma sonuçları, SNP uygulaması sonrasında mısır bitkilerinin kök ve yapraklarında ki MDA içeriklerinde önemli azalmaların meydana geldiğini göstermiştir. Mısır bitkilerinde en düşük MDA seviyesi, maksimum antioksidan enzim aktivitelerinin kaydedildiği konsantrasyonda belirlenmiştir. Bu konsantrasyon 1 μM SNP olarak kaydedilmiştir. MDA içeriğindeki azalmalar artan antioksidan enzim aktivitelerine bağlanabilir. Zira en düşük MDA içeriklerinin en yüksek antioksidan aktivitesinin belirlendiği konsantrasyonda belirlenmesi, bu düşüncüyü destekleyici nitelikte olmuştur. Tüm bu sonuçlar göz önüne alındığında, eksojen olarak uygulanan NO'nun MDA seviyesini azaltarak hücre zarlarının hasar görmesini engellediği ve artan bitki büyümesiyle birlikte hücre zarlarının üzerlerine düşen görevleri daha etkin bir şekilde yerine getirebilmesine katkıda bulunduğu sonucu çıkarılabilir. MDA miktarının dolayısıyla lipid peroksidasyon seviyesinin uygulanan NO uygulaması ile azaldığına dair literatürde bazı çalışmalar mevcut olup; yabancı hardal süspansiyon kültüründe [28], salatalıkta [6, 26], kanola da [33], çeltikte [34] MDA miktarının, dışsal uygulanan NO tarafından azaltıldığı belirtilmiştir. Çalışmamızın sonuçları literatür ile iyi bir uyum göstermiştir.

Çalışmamızın sonucunda mısır yapraklarına uygulanan SNP'nin hem SOD hem de POD enzim aktivitelerini artırdığı belirlenmiştir (Tablo 1). Başlıca antioksidan enzimlerden olan SOD ve POD aktivitelerinin birbirlerine göre dengede bulunması; hücrelerdeki O_2^- ve H_2O_2 'in kararlı düzeylerde tutularak zararlı etkilerinin önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır [19, 4]. Literatürde eksojen uygulamalarla NO'nun SOD ve POD aktiviteleri üzerine etkisi ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Yabancı hardal süspansiyon kültüründe ortama ilave edilen NO'nun SOD aktivitesini artırdığı belirlenmiştir [28]. Aynı şekilde çeltikte [35], salatalıkta [6] NO'nun SOD aktivitesini artırdığı belirtilmiştir. Bununla beraber NO'nun salatalık, çeltik, buğday ve *Hydrilla verticilla*' da POD aktivitesini artırdığı tespit edilmiştir [35, 36, 6, 32].

Hem normal hem de stres şartlarında metabolizmada oluşan ROT'ların temizlenmesinde görev alan SOD ve POD enzimlerinin aktive olması, bitkinin oksidatif strese karşı tolerans sağlamasında büyük bir öneme sahiptir. Bu antioksidan enzimlerin tek başına aktive olması, her zaman yeterli olmayabilir. Oksidatif strese tolerans sağlanması, büyüme ve gelişmenin olması içi, hem antioksidan enzimlerin aktive olması, hem de ROT'ların miktarı ve LPO seviyesinin düşmesi beklenir. Çalışmamızda kullandığımız NO konsantrasyonları (0,1, 1 ve 100 μM), SOD ve POD aktivitelerini artırırken, aynı zamanda ROT'ların miktarını ve LPO seviyesini düşürmüştür. Antioksidan enzim aktivitelerinde ki artış, olumsuz çevresel faktörler nedeniyle ROT'ların bitki hücrelerinde ortaya çıkışında ki artışa bağlı olarak gerçekleşebilmekte ve bu durum bitkinin değişen çevre şartlarına uyum sağlamasına yardımcı olmaktadır. Bu sebeple, NO'nun antioksidan enzim aktivitelerini uyarıcı etki göstermesi ve çok düşük konsantrasyonlarda bile söz konusu enzim aktivitelerinde önemli artışlara sebep olması oldukça önemlidir. NO'nun antioksidan enzimlerin aktivitelerini artırıcı yöndeki etkisi, bitkinin olumsuz çevre koşullarına karşı direncinin artmasına ve adaptasyonunun kolaylaşmasını sağlayabilir.

Sonuç olarak, NO'nun mısır bitkisinin antioksidan aktivitelerinde artışlar sağlaması ve lipid peroksidasyon seviyesini düşürmesi, stres şartlarında yetişen bitkilerin direncini artırmada kullanılabileceği fikrini ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle çalışmamız, günümüzde artan stres şartlarına karşı bitkilerin direncini artırmak için

NO'nun kullanılabilirliği ile ilgili çalışmalara bir ön ayak olabilir.

Kaynaklar

- [1] Barroso JB., Corpas FJ., Carreras A., Sandalio LM., Valderrama R., Palma JM., Lupianez JA., del Rio LA. Localization of Nitric Oxide Synthase in Plant Peroxisomes. *Journal of Biological Chemistry* 274: 36729-36733, 1999.
- [2] Pedroso MC., Magalhaes JR., Durzan D. A Nitric Oxide Burst Precedes Apoptosis in Angiosperm and Gymnosperm Callus Cells and Foliar Tissues, *Journal of Experimental Botany* 51: 1027-1036, 2000.
- [3] Lamattina C., Garcia-Mata M., Graziano & G. Pagnussat. Nitric oxide: The versatility of an extensive signal molecule. *Annuals Reviews Plant Biology* (54) 109-136, 2003.
- [4] Esim N., Nitrik oksitin mısırdaki (*Zea mays*) düşük sıcaklık stresi toleransı üzerine etkisi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora Tezi), Erzurum, 2011.
- [5] Esim N., Atıcı Ö. Nitric oxide improves chilling tolerance of maize by affecting apoplastic antioxidative enzymes in leaves. *Plant Growth Regulation* 72 (1):29-38, 2014.
- [6] Shi Q., Ding F., Wang X., Wei M. Exogenous nitric oxide protect cucumber roots against oxidative stress induced by salt stress. *Plant Physiol Biochem* 45: 542-550, 2007.
- [7] Durner J., Klessig DF. Nitric Oxide as a Signal in Plants. *Current Opinion in Plant Biology* (2): 369-374, 1999.
- [8] Neill SJ., Desikan R., Hancock JT. Nitric Oxide Signalling in Plants, *New Phytologist* 159: 1469-1481, 2003.
- [9] Wildt J., Kley D., Rockel A., Rockel P., Segsneider HJ. Emission of NO from several higher plant species. *Journal of Geophysical Research* 102: 5919-5927, 1997.
- [10] Siddiqui MH., Al-Wahaibi MH., Basalah MO. Role of nitric oxide in tolerance of plants to abiotic stress. *Protoplasma* 248(3):447-55, 2010.
- [11] Zottini M., Formentin E., Scattolin M., Carimi F., Schiavo FL., Terzi M. Nitric oxide affects plant mitochondrial functionality in vivo. *FEBS Lett* 515: 75-78, 2002.
- [12] Huaifu F., Shirong G., Yansheng J., Runhuna Z., Juan L. Effects of exogenous nitric oxide on growth, active oxygen species metabolism and photosynthetic characteristics in cucumber seedlings under NaCl stress. *Front. Agric. China*, (1): 308-314, 2007.
- [13] Leshem YY., Haramaty E. The Characterisation and Contrasting Effects of the Nitric Oxide Free Radical in Vegetative Stress and Senescence of *Pisum sativum* Linn. *Foliage. Journal of Plant Physiology* (148): 258-263, 1996.
- [14] Beligni MV., Lamattina L. Nitric oxide in plants: the history is just beginning. *Plant, Cell and Environment* (24): 259-264, 2001.

- [15] Pedroso MC., Durzan DJ. Effect of Different Gravity Environments on DNA Fragmentation and Cell death in Kalanchoë Leaves, *Ann. Bot* 86: 983–994, 2000.
- [16] Xing H., Tan LL., An LZ., Zhao ZG., Wang SM., Zhang CL. Evidence for the involvement of nitric oxide and reactive oxygen species in osmotic stress tolerance of wheat seedlings: Inverse correlation between leaf abscisic acid accumulation and leaf water loss. *Plant Growth Regulation* 42: 61–68, 2004.
- [17] Zhao MG., Chen L., Zhang LL., Zhang WH. Nitric Reductase-Dependent Nitric Oxide Production Is Involved In Cold Acclimation and Freezing Tolerance In Arabidopsis. *Plant Physiology* 151: 755–767, 2009.
- [18] Mittler R., Oxidative Stress, Antioxidants and Stress Tolerance, *Trends Plant Sci.*, 7, 405–410, 2002.
- [19] Halliwell B., Reactive species and antioxidants. Redox biology is a fundamental theme of aerobic life. *Plant Physiology* (141): 312–322, 2006.
- [20] Sairam RK., Srivastava GC. Induction of oxidative stress and antioxidant activity by hydrogen peroxide treatment in tolerant and susceptible wheat genotypes. *Biologia Plantarum* 43(3): 381–386, 2000.
- [21] He YL., Liu YL., Cao WX., Huai MF., Xu BG., Huang BG. Effects of salicylic acid on heat tolerance associated with antioxidant metabolism in Kentucky bluegrass. *Crop Science* 45: 988–995, 2005.
- [22] Elstner EF., Heupel A. Formation of hydrogen peroxide by isolated cell walls from horseradish. *Planta* 130: 175–180, 1976.
- [23] Ananieva EA., Alexieva VS., Popova LP. Treatment with salicylic acid decreases the effects of paraquat on photosynthesis. *Journal of Plant Physiology* 159: 685–693, 2002.
- [24] Agarwal S., Pandey V Antioxidant enzyme responses to NaCl stress in *Cassia angustifolia*. *Biologia Plantarum* 48(4): 555–560, 2004.
- [25] Yee Y., Tam NFY., Wong YS., Lu CY., Growth and physiological responses of two mangrove species (*Bruguira gymnorrhiza* and *Kandelia candel*) to waterlogging. *Environ. Exp. Bot.* 1–13, 2002.
- [26] Li QY., Niu HB., Yin J., Wang MB., Shao HB., Deng DZ., Chen XX., Ren JP., Li YC. Protective role of exogenous nitric oxide against oxidative-stress induced by salt stress in barley (*Hordeum vulgare*). *Colloids and Surfaces B; Biointerfaces* 65: 220–225, 2008.
- [27] Crawford NM., Guo FQ. New Insights into Nitric Oxide Metabolism and Regulatory Functions. *Trends in Plant Science* 10: 195–200, 2005.
- [28] Liu Y., Jiang H., Zhao Z., An L. Nitric oxide synthesis like activity-dependent nitric oxide production protects against chilling induced oxidative damage in *Chorispora bungeana* suspension cultured cells. *Plant physiology and Biochemistry* 48: 936–944, 2010.
- [29] Hsu YT., Kao CH. Cadmium toxicity is reduced by nitric oxide in rice leaves. *Plant Growth Regulation* 42: 227–238, 2004.
- [30] Vital SA., Fowler RW., Virgen A., Gossett DR., Banks SW., Rodriguez J. Opposing Roles for Superoxide and Nitric Oxide in the NaCl-Induced Up-Regulation of Antioxidant Enzyme Activity In Cotton Callus Tissue. *Environ Exp Bot* 62: 60–68, 2008.
- [31] Chen F., Wang F., Sun H., Cai Y., Mao W., Zhang G., Vincze E., Wu F. Genotype- dependent effect of exogenous nitric oxide on Cd-induced changes in antioxidative metabolism, ultra structure, and photosynthetic performance in barley seedlings (*Hordeum vulgare*). *Journal of Plant Growth Regulation* 29: 394–408, 2010.
- [32] Wang C., WeiLi S., Wang L. Nitric oxide supplementation alleviates ammonium toxicity in the submerged macrophyte *Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 74: 67–73, 2011.
- [33] Kazemi N., Khavari-Nejad AR., Fahimi H., Saadatmand S., Nejad-Sattari T. Effects of exogenous salicylic acid and nitric oxide on lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities in leaves of *Brassica napus* L. under nickel stress. *Scientia Horticultura*, 126, 402–407, 2010.
- [34] Singh PH., Kaur S., Daizy R., Batish Ved P., Sharma N., Ravinder K. Nitric oxide alleviates arsenic toxicity by reducing oxidative damage in the roots of *Oryza sativa* (rice). *Nitric Oxide* 20: 289–297, 2009.
- [35] Uchida A., Jagendorf AT., Hibino T., Takabe T., Takabe T. Effects of hydrogen peroxide and nitric oxide on both salt and heat stress tolerance in rice. *Plant Sci* 163: 515–523, 2002.
- [36] Yu CC., Hung KT., Kao CH. Nitric oxide reduces Cu toxicity and Cu-induced NH₄⁺ accumulation in rice leaves. *Journal of Plant Physiology* (162): 1319–1330, 2005.



Türk Doğa ve Fen Dergisi
Turkish Journal of Nature and Science

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



Piyasadan Temin Edilen Meyve Suları ve Soğuk Çaylarda C vitamini, Fe, Zn, Na ve K Minerallerinin Düzeylerinin Tespiti

Aydın Şükrü BENGÜ*¹

Özet

Meyve suları insan için önemli bir C vitamini ve mineral kaynağıdır ve hazır meyve sularına ulaşılması kolay olduğundan kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Türkiye’de zincir mağazalara sahip 3 değişik marketten alınan 11 çeşit meyve suyu ve 3 çeşit soğuk çayda HPLC tekniği ile C vitamini ve AAS tekniği ile mineral analizi yapılmıştır. Aynı tür meyvelerde bile C vitamini düzeylerinde anlamlı düzeyde farklılık ($p<0,01$) tespit edilmiştir. Soğuk çaylarda Fe miktarı tespit edilememiş ve C vitamini minimum düzeyde olduğu görülmüştür. Buna karşın soğuk çaylarda meyve sularına kıyasla Na ve K miktarının fazla olduğu görülmüştür. Meyve sularında da tüm mineraller yönünden anlamlı farklılıklar ($p<0,05$ ve $p<0,01$) tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Meyve suyu, C vitamini, HPLC, AAS, mineral

The Determination of Vitamin C, Fe, Zn, Na, K Minerals Levels in Commercially Available Fruit Juices and Cold Teas

Abstract

Fruit juice is an important source of vitamin C and minerals and it is getting common since it is easy to reach them. Mineral analysis by AAS technique and vitamin C by HPLC technique were performed in three different cold teas and 11 different fruit juices bought from three different supermarkets having chains in Turkey. In vitamin C levels, significant difference was found ($p<0,01$) even in the same kind of fruits. Fe content was not found in cold teas and vitamin C was seen in minimum level. However, compared to fruit juices, more Na and K contents were found. In terms of all minerals, significant differences were observed ($p<0,05$ and $p<0,01$) in fruit juices, too.

Keywords: Fruit juice, vitamin C, HPLC, AAS, mineral

1. Giriş

Bilindiği üzere vitaminler çeşitli biyokimyasal fonksiyonlar için gerekli olan ve birçoğu vücutta sentez edilemediğinden dışarıdan alınması zorunlu olan besin maddeleridir. Diyetle vitaminlerin yokluğu ve/veya eksikliği çeşitli hastalıklara yol açmaktadır [1].

C vitamini (L-askorbik asit) suda çözünen bir vitamindir ve taze meyvelerde ve meyve sularında değişen miktarlarda bulunur. Bağışıklık sistemimizi korur ve direncimizi artırır. C vitamini eksikliği kapiller duvarda kırılabilirliğe, dişetlerinde malformasyona ve eklem rahatsızlıklarına sebep olur [2]. Bahsi geçen belirtiler ancak plazma C vitamini düzeyi $0,2 \text{ mg}/100\text{mL}$ ’nin altına düştüğünde gözlemlenebilir [3]. C vitamini günlük alınımı (RDA) $100\text{-}120 \text{ mg/gün}$ olarak önerilmektedir. Günlük C vitamini alınımı yeterli ve düzenli olduğunda kalp hastalıkları, kanser ve felç riskleri azalır [4]. Diyetle alınması gereken günlük C vitamini miktarı çeşitli faktörlere göre $35\text{-}100 \text{ mg}$ arasında değişiklik göstermektedir. Bu miktar bebeklerde 35 mg , yetişkinlerde

60 mg ve emziren annelerde 100 mg olarak öngörülmüştür [5].

Son yıllarda biyokimyasal ara ürünler ve stres sonucu meydana gelen serbest radikallerin birçok hastalıkla ilişkisi tespit edildiğinden antioksidan vitaminlere karşı olan ilgiyi arttırmıştır [6].

Hücrenin serbest radikallere karşı enzimatik ve nonenzimatik olmak üzere iki savunma mekanizması bilinmektedir [7]. Süperoksit radikalleri enzimatik dismutasyonla bertaraf edilir [8]. Antioksidan olarak bilinen bileşikler de canlı vücudunda oksijen radikallerinin bertaraf edilmesini sağlarlar. Bu kimyasal bileşiklerden en önemlilerinden biri suda çözünen bir vitamin olan C vitamindir [9].

Eser elementler, biyolojik dokularda mg/kg veya daha az miktarda bulunan elementlerdir. Bir eser elementin çok küçük miktarlarının etkisi tüm organizmanın tam olarak çalışması için gereklidir. Demir ve çinko insan için önemli iki eser elementtir [10].

Demir; hemoglobin, miyoglobin ve enzim üretimi için gereklidir. Vücutta büyümeye yardım eder, yorgunluğa karşı ve hastalıklardan korunmada kullanılır. Vücuttaki B grubu

¹Bingöl Üniversitesi Merkezi Laboratuvarı, 12000, Bingöl, TÜRKİYE

*Sorumlu yazar eposta: abengu@bingol.edu.tr

vitaminlerinin kullanımını arttırır [11]. Günlük RDA değeri 15 mg'dır [12].

Çinko; proteinlerin enerjiye dönüştürülmesi için gereklidir. Zihinsel fonksiyonlarda, vücudun kendini iyileştirmesi ve yenilemesi gereken durumlarda, bağışıklık sisteminin gelişmesinde, hormonal dengede önemli yere sahiptir. Kalp, beyin ve üreme sisteminin çalışması için gereklidir [11]. Günlük RDA değeri 15 mg'dır [12].

Sodyum; bu mineral sinir ve kas fonksiyonlarının devamı için çok önemlidir. Asıl görevi sıvı pompalanmasını ve gıdaların hücre zarından geçişini sağlamaktır [11]. Günlük RDA değeri 2400 mg'dır [12].

Potasyum; sodyumla birlikte vücuttaki su dengesinin sağlanmasına yardımcı olur, besinlerin hücre içine geçişini sağlar, sinir sistemindeki mesajları iletir. Beyne oksijen gönderilmesi için önemlidir. Kalp ve diğer kasların sağlıklı yapısını korumaları potasyuma bağlıdır [11]. Günlük RDA değeri 3500 mg'dır [12].

RDA (Recommended Daily Allowance), önerilen günlük alım miktarıdır. Besin öğelerinde yaşa, cinsiyete ve vücut ağırlığına bağlı olarak değişen, günlük asgari ihtiyaç duyulan miktarlardır [13].

2. Materyal ve Metot

2.1. Reaktifler ve Çözeltiler

Formik asit (Sigma-Aldrich, Germany) ve L-askorbik asit (Carlo Erba Group, Rodano) ticari olarak temin edildi. Kullanılan su, Human power I ultra saf su sisteminden üretildi. L-askorbik asitin stok çözeltileri amber şişelerde hazırlandı ve % 0,1'lik formik asit günlük olarak hazırlandı. Amber şişeler kromatografik analize kadar 4 °C de muhafaza edildiler. Çalışma standartları, stok çözeltiler seyreltilerek hazırlandı.

2.2. Örneklerin Toplanması ve Hazırlanması

11 meyve suyu ve 3 soğuk çay, yurtiçinde zincir mağazaları bulunan 3 farklı marketten ticari olarak temin edildi. Ticari markalara A,B,C ve D ile kodlama yapıldı ve öyle adlandırıldı.

Örnekler HPLC'de C vitamini analizi için 4,6 mikron PTFE membran filtreden geçirilerek ve gerekiyorsa seyreltilerek direk analiz edildi.

AAS'de mineral analizi için 20 mL örnek alınarak 100 mL'lik balon jöjeye kondu ve üzerine 10 mL HCl ilave edildikten sonra ultra saf su ile hacim tamamlandı. Karıştırılıp filtre edildikten sonra analizi yapıldı. Bu işlem için McHard 1976 metodu [14] referans olarak kullanıldı.

2.3. Cihazlar

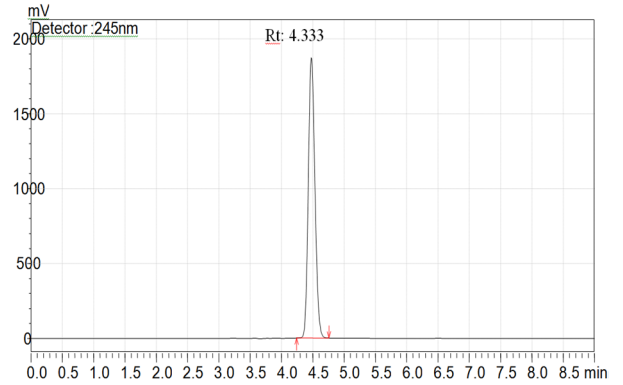
C vitamini analizinde kullanılan HPLC sistemi olarak Shimadzu (Japan) marka LC-20AT kromatografi cihazı, SIL-20A HT otosampler, CTO-10AS kolon fırını ve SPD-20A UV-VİS dedektör kullanıldı.

Mineral analizinde ise AAS sistemi olarak Perkin Elmer (USA) marka AAnalyst 800 modeli kullanıldı.

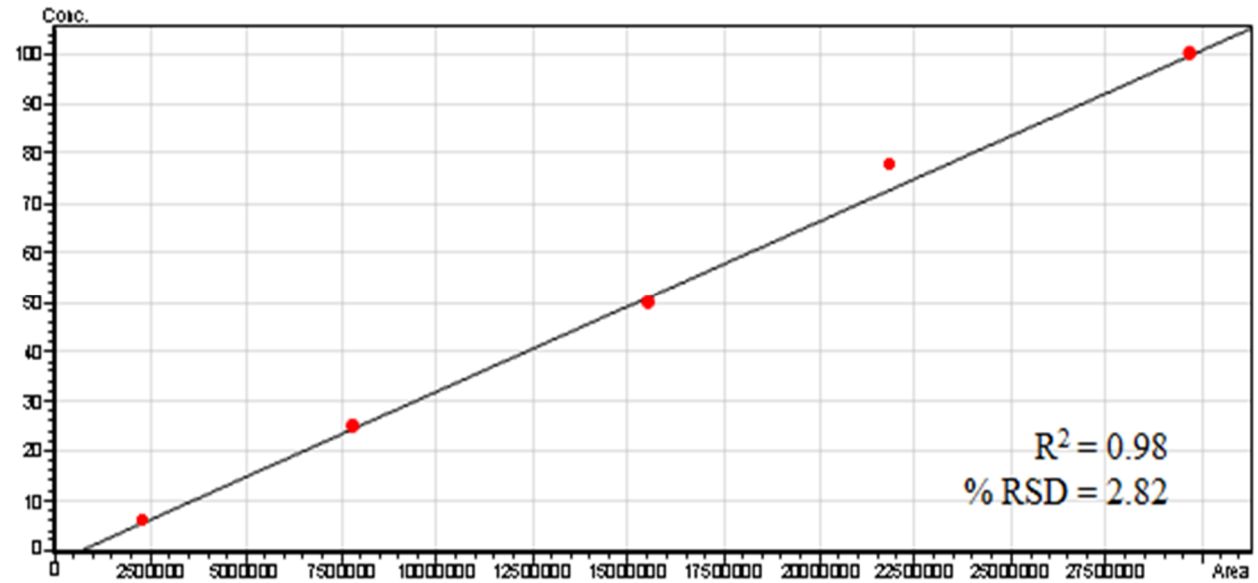
2.4. Kromatografik Analiz

Kromatografik şartlar; izokrotik sistem kullanılarak, mobil faz % 0,1 formik asit, kolon akış hızı 1 mL/dakika, enjeksiyon hacmi 10 µL, kolon sıcaklığı 25 °C ve dedeksiyon dalga boyu 245 nm olarak ayarlandı. GL Sciences marka ODS-3, 25 mm x 4,6 x 3µm kolon kullanıldı. Bu işlem için Quiros 2009'un metodu (15) modifiye edilerek kullanılmış oldu.

1, 5, 20, 50 ve 100 ppm (milyonda bir konsantrasyon) lik standart grafiğe karşı okuma yapıldı. Şekil 1'de alıkonma zamanı (Rt: retention time) ve Şekil 2'de kullanılan standart grafik verilmiştir. Her örnek iki kez çalışılmıştır.



Şekil 1. C vitamini standardının Alıkonma zamanı (Rt)



Şekil 2. C vitamini analizinde kullanılan standart grafik

2.5 Atomik Absorbsiyon Spektrometrik Analiz

Perkin Elmer marka HCL (oyuk katot lamba) kullanılarak alev ünitesi ile Fe ve Zn atomik absorpsiyon, Na ve K ise emisyon modunda analiz yapıldı. Her örnek üç kez okunarak ortalaması alındı. Her bir element için kullanılan dalga boyu, lamp intensity ve split aşağıdaki Tablo 1’de toplu olarak verilmiştir.

Tablo 1. Elementlerin spektrofotometrik koşulları

	Fe	Zn	Na	K
Dalga boyu (λ)	248,3	213,9	589	766,5
Lamp intensity(mA)	30	15	8	12
Split (nm)	0,3	0,7	0,2	0,7

2.6 İstatistiksel Analiz

Sayısal değişkenler ortalama±standart sapma olarak ifade edilmiştir. İstatistik analizi SPSS 20 programı ile Student t testi ve Man-Whitney U testi kullanılarak, tablolar ve grafikler ise Microsoft Excel 2007 programı kullanılarak yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

11 adet meyve suyu ve 3 adet soğuk çaydaki C vitamini ve mineral sonuçları Tablo 2’de grup içi ve Tablo 3’te toplu olarak verilmiştir.

C vitamini düzeylerinin meyve sularının aynı türünde bile çok büyük farklılık ve standart sapma gösterdiği (A,B,C,D Şeftali 28,37±42,11 mg/L, $p<0,01$) tespit edildi, toplu halde Şekil 3’te görülmektedir. Bu durumun meyvenin orjininden ve/veya meyve suyu haline geldikten sonra saklanma ve taşıma esnasındaki sıcaklık koşullarının farklılığından kaynaklandığını düşünebiliriz. Ambalaj kutusu üzerindeki verilmiş olan C vitamini değerleri ile ciddi sapmalar göstermesi de bu düşüncemizi desteklemektedir.

Tablo 2. Meyve suyu ve soğuk çaylarda C vitamini ve minerallerin grup içi sonuçları

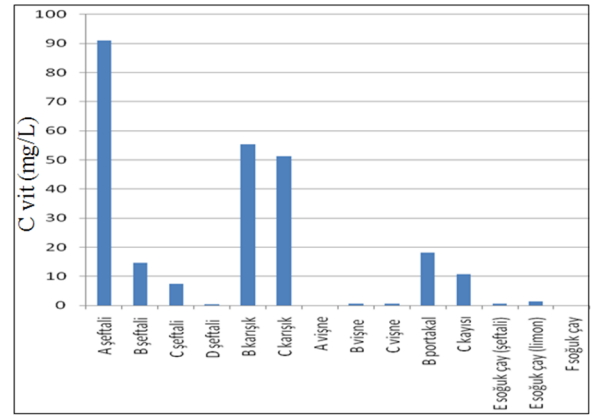
	C vit (mg/L)	K (ppm)	Zn (ppm)	Na (ppm)	Fe (ppm)
A,B,C,D Şeftali	28,37±42,11	28,37±2,30	0,46±0,37	120,0±97,25	0,50±0,50
B,C Karışık meyve suyu	53,26±2,87	110,33±30,44	1,93±2,56	152,28±83,47	0,99±0,05
A,B,C vişne	0,44±0,38	123,06±5,94	0,18±0,09	102,73±58,31	1,39±0,53
B portakal	18,23	143,65	0,47	88,65	0,28
C kayısı	10,75	146,25	0,45	88,55	1,10
E1,E2,F soğuk çay	0,713±0,71	111,46±50,37	0,199±0,20	312,15±71,74	*

* Tespit edilemeyecek kadar az veya yok

Tablo 3. Meyve suyu ve soğuk çaylarda C vitamini ve minerallerin toplu sonuçları

	C vit (mg/L)	K (ppm)	Zn (ppm)	Na (ppm)	Fe (ppm)
11 farklı meyve suyu	22,75±9,03	131,05±5,05	0,65±0,31	115,45±20,64	0,86±1,67
3 farklı soğuk çay	0,713±0,71	111,46±50,37	0,199±0,20	312,15±71,74	*
Tüm içecekler	18,03±7,45	126,85±6,95	0,55±0,25	157,60±28,55	0,68±0,16
p değeri	$p>0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p<0,01$	$p<0,05$

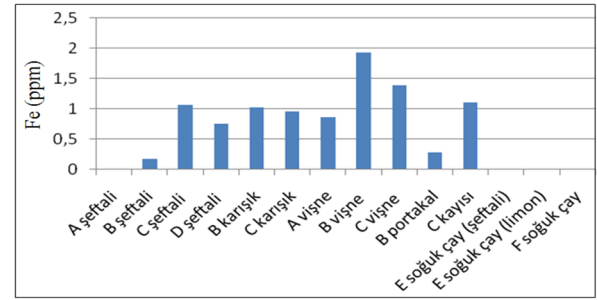
* Tespit edilemeyecek kadar az veya yok



Şekil 3. Tüm örneklerde C vitamini düzeyleri

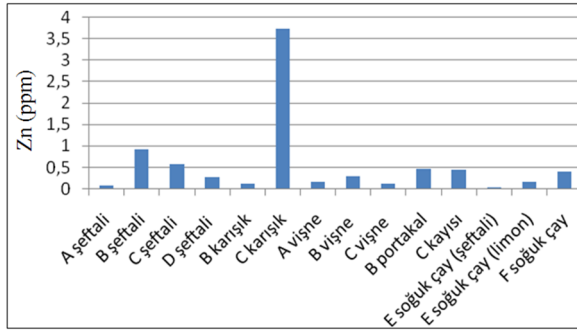
İki farklı markaya ait karışık meyve sularında ise C vitamini düzeyleri 53,26±2,87 mg/L olarak tespit edilmiştir. Dikkate değer bir başka husus vişne suları ve soğuk çaylarda C vitamini düzeylerinin çok az miktarda tespit edilmiş olmasıdır.

Demir eser elementine soğuk çaylarda rastlanmazken, meyve sularında 0,165-1,925 ppm aralığında değişen miktarlarda tespit edildi, bu durum Şekil 4’te görülmektedir.



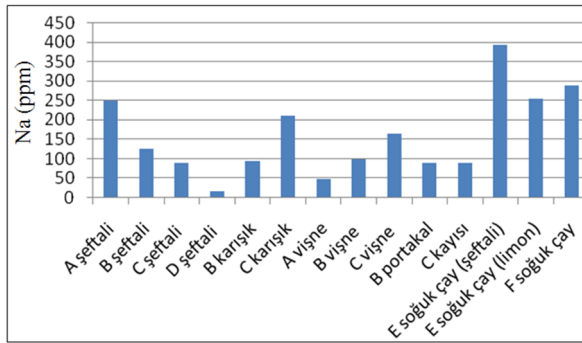
Şekil 4. Tüm örneklerde Fe düzeyleri

Çinko eser elementine meyve sularında 0,065-3,74 ppm arasında değişen oranlarda, soğuk çaylarda ise 0,02-0,41 ppm arasında tespit edildi, bu durum Şekil 5'te görülmektedir.



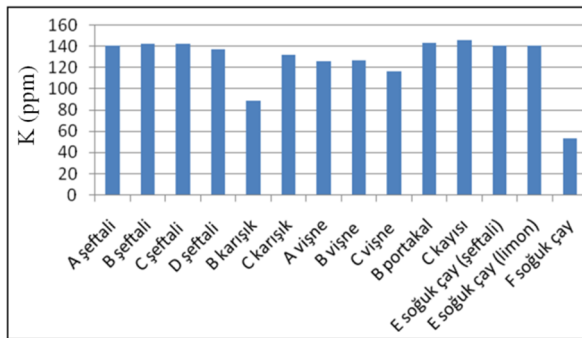
Şekil 5. Tüm örneklerde Zn düzeyleri

Sodyum mineraline meyve sularında 47,1-249,2 ppm arasında değişen oranlarda, soğuk çaylarda ise 255-392,85 ppm arasında tespit edildi, bu durum Şekil 6'da görülmektedir. Burada soğuk çaylardaki sodyum fazlalığı tansiyon ve böbrek hastaları açısından dikkat edilmesi gereken bir husustur.



Şekil 6. Tüm örneklerde Na düzeyleri

Potasyum mineraline meyve sularında 88,8-146,25 ppm aralığında ve soğuk çaylarda ise 53,3-140,8 ppm aralığında tespit edildi, bu durum Şekil 7'de görülmektedir. Potasyum mineraline tüm içeceklerde dikkate değer miktarda rastlandığı üzerinde durulması gereken bir husustur.



Şekil 7. Tüm örneklerde K düzeyleri

4. Sonuç

Sonuç olarak günlük C vitamini ihtiyacının karşılanmasında hazır meyve suları tercih edilebilir, bu amaçla şeftali ve karışık meyve suları daha avantajlı görülmüştür. Bu meyve suları tüketilirken aynı zamanda

eser element ve mineral de alındığı unutulmamalı, tansiyon ve böbrek hastalarının bu konuda dikkatli olması gerekmektedir.

Kaynaklar

- [1] Murray R.K., Mayes P A., Granner D K., Rodwell V W., Harper'in Biyokimyası, İstanbul, Barış Kitapevi, 704-713, 1993.
- [2] Cemeroglu B, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, 1. cilt, 3. baskı, Ankara, Gıda Teknolojisi Dergisi yayınları, no:38, Bizim Grup basımevi, 2009.
- [3] Saldamlı I, Sağlam F, Vitaminler ve Mineraller. Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 365-425, 2005.
- [4] Naidu K A, Vitamin C in Human Health and Disease is Stil Mystery? An overwiev. Journal of Nutrition 2, 7-16, 2003.
- [5] Yıldız H, Nergiz C, Bir Gıda Maddesi Olarak Kuşburnu, Kuşburnu Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Gümüşhane, 5-6 Eylül 1996, 309-318, 1996.
- [6] Cheesman K H., Slater, T.F., Indroduction to Free Radical Biochemistry, Br. Med. Bull., 49 (3), 481-493. 1993.
- [7] Fridovic I., Freeman Bruce, Antioxidant Defense in the Lung. Ann. Rev. Physiol. Vol.48, 693-702, 1986.
- [8] Wilson R L., Peroxy Free Radicals and Enzyme Inactivation in Radiation Injury and Oxygen Toxicity: Protection by Superoxide Dismutase and Antioxidants. The Lancet. April 7; 10:804, 1984.
- [9] Diplock A T., Antioxidant Nutrients and Disease Prevention: An. Overview. The American Journal of Clinical Nutrition, 53: 1895-1935, 1991.
- [10] Atatürk Üniveristesi Tıp fak. Biyokimya ABD, Prof.Dr. Mevlüt Sait KELEŞ'in ders notları.
- [11] <http://www.sagligimiza.com/beslenme/minerallerin-vucuttaki-etkileri-ve-gorevleri-nelerdir.html>, (erişim tarihi 29.04.2014).
- [12] <http://www.lenntech.com/recommended-daily-intake.htm>, (erişim tarihi 29.04.2014).
- [13] <http://www.vitamiks.com/?p=617&page=onemlibilgi&c=9>, (erişim tarihi 29.04.2014).
- [14] J A McHard, J D Winefordner and J A Attaway, J Agric, Food Chemistry, A new hydrolisis procedure for preparation of orange juice for trace element analysis by atomic absorption spectroscopy, 24,41,1976.
- [15] A Rodriguez-Bernaldo de Quiros, M Fernandez-Arias, J Lopez-Hernandez, A screening method for the determination of ascorbic acid in fruit juices and soft drinks, Food Chemistry, 116, 509-512, 2009.



Türk Doğa ve Fen Dergisi Turkish Journal of Nature and Science

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



Malatya İlinin Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Kullanılabilirliği

Rasim BEHÇET*¹, Hasan GÜL¹, Hakan ORAL¹

Özet

Fiyatları hızla artan petrol gibi bazı enerji kaynakları zamanla azalırken nüfusun artması ile birlikte enerji ihtiyacı da artmaktadır. Artan enerji ihtiyacı, yeni, temiz, düşük maliyetli ve azalmayan enerji kaynaklarını gündeme getirmiştir. Dünyada az kullanılan, yenilenebilir ve tükenmeyen enerji kaynaklarından biri de güneş enerjisidir. Güneş, temiz ve sürekli bir enerji kaynağıdır. Türkiye, coğrafi konumu itibarıyla yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahip bir ülkedir. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasına (GEPA) göre, yıllık toplam güneşlenme süresi 2737 saat (günlük toplam 7,5 saat) ve yıllık toplam gelen güneş enerjisi 1527 kWh/m².yıl (günlük toplam 4,2 kWh/m²) dir. Güneşlenme süreleri bakımından Türkiye'nin bölgeleri dikkate alındığında Malatya ilinin dâhil olduğu Doğu Anadolu Bölgesi beşinci sırada yer almaktadır. Doğu Anadolu Bölgesindeki iller arasında ise Malatya Güneşlenme süreleri bakımından üçüncü sırada bulunmaktadır. Bu çalışmada, Malatya ilinin sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yeri olan güneş enerjisi potansiyeli ve kullanılabilirliği araştırıldı. Bu amaca yönelik olarak Malatya ilinin güneş kaynak bilgileri araştırılarak bu enerji kaynağının en verimli şekilde kullanılabilmesi için yerler belirlendi. Ayrıca üretim teknolojileri bakımından Malatya'nın güneş enerjisi potansiyeli ve bu potansiyeli kullanma derecesi ve yöntemi üzerinde duruldu. Bununla beraber Malatya için güneş enerjisinden etkin ve yaygın bir şekilde faydalanmak için önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjisi, enerji potansiyeli, kullanılabilirlik, Malatya

Solar Energy Potential and Its Availability of Malatya Province

Abstract

Some energy sources, such as oil with rapidly rising prices, decrease over time, energy needs is increasing while the population is also increasing. Growing energy needs has revived new, clean, low-cost and non-reducing energy resources. One of obsolescent in the world, renewable and inexhaustible source of energy is the solar energy. Solar is clean and continuous energy source. Turkey is a country which has high solar energy potential with its geographical location. According to Turkey's Solar Energy Potential Atlas (GEPA), the annual sunshine duration is 2737 hours (daily total of 7.5 hours), and total annual incoming solar energy is 1527 kWh/m². year (daily total of 4.2 kWh/m²). In terms of sunshine duration while considering regions of Turkey, Eastern Anatolia Region that involve Malatya province ranks fifth. Between provinces in Eastern Anatolia Region, Malatya ranks third in terms of sunshine duration. In this study, solar energy potential and availability, which has an important place among renewable energy sources of Malatya, are investigated. For this purpose, by investigating information of solar sources of Malatya, the places where this energy is used most efficiently are determined. Also in terms of production technology, solar energy potential of Malatya and the degree and method of its potential use are focused. However, the suggestions are made to utilize from solar energy for Malatya by effective and common way.

Keywords: Solar Energy, Energy Potential, Availability, Malatya

1. Giriş

Dünya enerji talebindeki hızlı artış, konvansiyonel enerji kaynaklarının tükenme endişesi ve bu kaynakların çevre üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi artmıştır [1]. Güneş enerjisi, yenilenebilir, çevre ile dost ve temiz enerji kaynağı olarak bilinmektedir. Yenilenebilir özelliğe sahip olan bu enerji kaynağı atmosferde hem bol miktarda bulunmakta hem de temin edilmesi kolay ve bedava enerji

kaynağıdır. Dünyanın sahip olduğu enerji kaynakları ve potansiyelleri incelendiğinde konvansiyonel enerji kaynaklarına kıyasla yenilenebilir enerji kaynaklarının ve özellikle de güneş enerjisinin çok büyük bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Bu enerji, günümüzde konut ve iş yerlerinin iklimlendirilmesi (ısıtma-soğutma), yemek pişirme, sıcak su temin edilmesi ve yüzme havuzu ısıtılmasında; tarımsal teknolojide, sera ısıtması ve tarım ürünlerinin kurutulmasında; sanayide, güneş ocakları, güneş fırınları, pişiricileri, deniz suyundan tuz ve tatlı su üretilmesi, güneş pompaları, güneş pilleri, güneş havuzları, ısı borusu uygulamalarında; ulaşım-iletişim araçlarında,

¹İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 44000, Malatya, TÜRKİYE

*Sorumlu yazar eposta: rbehcet23@gmail.com

sinyalizasyon ve otomasyonda, elektrik üretimi gibi birçok alanda kullanılabilmektedir [2-5].

Günümüzde enerji üretim birim maliyetinin artması nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi daha da artmaktadır. Son zamanlarda bütün dünyada olduğu gibi Türkiye’de de güneş enerjisinden yararlanma konusunda faydalanmak amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların bir kısmı sadece güneş enerjisinin kullanımı ile ilgili iken bir kısmı da hibrit sistem olarak isimlendirilen rüzgar ve güneş enerjilerinin birlikte kullanımları ile ilgili çalışmalardır. Gençoğlu ve arkadaşları [6], Doğu Anadolu Bölgesindeki güneş enerjisi potansiyelini değerlendirmek amacıyla fotovoltaik bir kaynaktan beslenen su pompalama sistemlerinin kullanım imkânlarını araştırmışlar. Yeşilata ve Aktacir [7], güneş enerjisinden yararlanmak amacıyla fotovoltaik (PV) güç sistemli su pompalarının dizayn esaslarını incelemek için oluşturdukları tasarım grafiklerinin fotovoltaik güneş paneli seçimindeki etkisini araştırmışlar. Akyüz ve arkadaşları [8], elektrik şebekesinden bağımsız Balıkesir iline ait güneş radyasyonu ve rüzgar hızı verileri kullanarak ticari bir tavuk çiftliğinin enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla hibrid bir sistemin tekno-ekonomik uygulanabilirliği ve çevresel performansını değerlendirmek için çalışma yapmışlar. Köroğlu arkadaşlarının çalışması [9], uygulama alanı her geçen gün artan fotovoltaik hücrelerle elektrik enerjisi üreten sistemlerin tasarımı ile ilgilidir. Bu çalışmada yük ihtiyacına en uygun donanımlar seçilerek; en verimli ve en ekonomik sistemin kurulabilmesi için gerekli detayları ayrıntılı olarak araştırılmıştır. Brian ve Byron [10], rüzgar ve güneş enerjilerinden üretilen elektrik enerjisini su pompalama sisteminde kullanarak sistemin performans analizini araştırmışlar. Getachew ve Palm [11], Etiyopya’da güneş-rüzgar enerji sistem uygulamalarının fizibilite çalışmasını araştırmışlar. Reichling ve Kulacki’nin çalışması [12] ise Minnesota’da faydalı ölçekteki rüzgar ve güneş enerjilerinde elektrik üretimi ile ilgilidir. Bu çalışmada, Malatya ili için yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yere sahip olan güneş enerjisinin hem sahip olduğu mevcut potansiyel hem de bu potansiyeli kullanma derecesi ve yöntemleri araştırılmıştır. Ayrıca Malatya için güneş enerjisinden etkin ve yaygın bir şekilde faydalanma yolları hakkında önerilerde bulunulmuştur.

2. Güneş Enerjisi

Dünyanın en önemli enerji kaynağı güneştir. Güneş enerjisi, yer ve atmosfer sistemindeki fiziksel oluşumları etkileyen başlıca enerji kaynağıdır. Güneş enerjisinden en iyi şekilde yararlanabilmek için, “Güneş Kuşağı” olarak isimlendirilen ve 45° kuzey-güney enlemleri arasında kalan bölgede yer almak gerekmektedir [5]. Dünyadaki madde ve enerji akışları güneş enerjisi sayesinde mümkün olmaktadır [9]. Güneş enerjisi eski çağlardan beri insanlar tarafından kullanılıyor olmasına rağmen bu alandaki ilk gelişmeler 18. ve 19. yüzyıllarda olmuştur. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970’lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri, teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme göstermiş ve çevresel bakımdan temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir. Küresel ısınma ve karbondioksit emisyonlarının azaltılması ile gündeme gelen temiz ve yenilenebilir enerji gün geçtikçe önem kazanmıştır. Bu gelişmelerin sonucunda, ilk endüstriyel tip enerji üretimi 1984 yılında Los Angeles’ta kurulan parabolik aynalı sistem ile 354 MW’lık güç üretimi sağlanmıştır. 1990’lı yıllarda biri 10 MW’lık Kaliforniya’da, diğeri de 30 MW’lık Ürdün’de olmak üzere iki adet güneş kulesi sistemi kurulmuştur. Daha sonra, 2000’li yılların hemen başında güneş enerjisi konusundaki çalışmalar ve yatırımlar artarak devam etmiştir. Özellikle fotovoltaik sanayi üretimi büyük

bir gelişme göstermiş ve 2006 yılına gelindiğinde dünya fotovoltaik üretimi, toplam 2.520 MWp modül kapasitesine ulaşmıştır [14]. Güneş enerjisinden elektrik üretimi, Türkiye’de uzun zamandan beri ihmal edilmiş olmakla birlikte, son yıllarda, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2013 yılı sonuna kadar 600 MW kapasitede elektrik üretim sisteminin kurulacağını belirterek çalışmalara başlamıştır [15]. Bununla ilgili birçok ilde çalışmalar devam ederken Malatya ilinde de farklı amaçlar için hizmet verecek güneş enerjisi uygulama ve araştırma çalışmaları devam etmektedir. Güneş enerjisi sistemleri, düşük sıcaklık ve yüksek sıcaklık uygulamaları olmak üzere ikiye ayrılabilir. Düşük sıcaklık uygulamalarının en yaygın düzlemsel kolektörlerdir. Düzlemsel güneş kolektörleri, güneş enerjisini ısı enerjisi olarak bir akışkana (su, hava veya herhangi bir akışkan) aktaran aygıtlardır. Basitliği ve ucuzluğu nedeniyle en yaygın kullanılan güneş enerjisi uygulamasıdır. Evlere, yüzme havuzlarına ve sanayi tesislerine sıcak su sağlamakta kullanılırlar. Bununla birlikte güneş enerjisi, bitkisel ürünlerin soğutulması ve kurutulması, pişirilmesi, deniz suyunun damıtılması, elektrik üretimi, hacim ısıtılması ve soğutulması, sulama suyunun pompalanması, endüstriyel işlem ısıtı üretme, fotokimyasal ve fotosentetik çevrimlerin gerçekleştirilmesi gibi işlemler için de kullanılabilmektedir [4,14]. Yüksek sıcaklık uygulamaları ise yoğunlaştırma yapan termal sistemlerdir. Yoğunlaştırıcı sistemler direkt güneş ışıımından yararlanarak yüksek sıcaklıkta buhar üretirler ve elektrik üretiminde kullanılırlar. Yoğunlaştırıcı termal sistemlerin en yaygın parabolik oluk kolektörlerdir. Kesiti parabolik olan kolektörlerin iç kısmındaki yansıtıcı yüzeyler, güneş ışınlarını, odakta yer alan siyah bir absorban boruya odaklarlar. Absorban boruda dolaştırılan sıvıda toplanan ısı ile elde edilen buhardan elektrik üretilir. Diğer bir tür yoğunlaştırıcı sistem olan parabolik çanak sistemler, iki eksende güneşi takip ederek, güneş ışınlarını odaklama bölgesine yoğunlaştırırlar. Merkezi alıcı sistemlerde ise; tek tek odaklama yapan ve heliostat adı verilen aynalardan oluşan bir alan, güneş ışınlarını, bir kule üzerine monte edilmiş ısı eşanjörüne yansıtarak yoğunlaştırma yaparlar [4,16,17]. Düşük sıcaklık uygulamaları çok eski zamanlardan beri kullanılırken yüksek sıcaklık uygulamaları, 1973 yılında yaşanan petrol krizinden sonra hızla artmış ve 1980’li yıllarda güneş enerjisi güç santral projeleri hayata geçirilmiştir. Dünyada güneş enerjisinden yararlanılan bir diğer alan da elektrik enerjisi üreteçleri olarak kullanıldıkları fotovoltaik (FV) güç sistemleridir. Bu sistemler, şebeke bağlantısı olmayan bir evin ya da küçük yerleşim alanının (köy vb.) ihtiyaç duyduğu elektrik enerjisini karşılama, su pompalama, sokak aydınlatma, baz istasyonları, sinyalizasyon sistemleri gibi şebekeden uzak bağımsız uygulamalar için, kişisel (ev, bina vb.), kamuya ait (üniversiteler vb.) veya ticari işletmelerin (süpermarketler vb.) şebekeye bağlı uygulamalar ve “güneş tarlası” olarak isimlendirilen geniş alanlarda merkezi olarak kurulan şebeke bağlantılı elektrik üretim amaçlı kullanılmaktadırlar. Ayrıca FV sistemler, hibrid güç sistemi bileşeni olarak diğer enerji kaynakları ile birlikte de kullanılmaktadır [4, 6,15].

3. Malatya İlinin Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Kullanımı

Bedava, sürekli, yenilenebilir, temiz ve çevre dostu bir enerji kaynağı olan güneş, tüm Türkiye’de olduğu gibi Malatya’da da konut ve iş yerlerinin iklimlendirilmesi, sıcak su temini, yüzme havuzlarının ısıtılması, seraların ısıtması, tarım ürünlerinin kurutulması, elektrik üretimi ve sanayideki birçok alanda kullanılabilecek hale gelmiştir. Malatya’da güneş enerjisinin en yaygın kullanımı sıcak su ve sera ısıtma sistemleridir. Tablo 1’ de verilen güneş

enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi değerlerinin bölgelere göre dağılımı göz önünde bulundurulduğunda Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan yeri Güney Doğu Anadolu Bölgesi ve en az güneş enerjisi alan ise Karadeniz Bölgesidir. Ortalama yıllık toplam güneşlenme süreleri bakımından bölgeler sıralandığında, Güney Doğu Anadolu Bölgesi 2993 saatle birinci, 2956 saatle Akdeniz bölgesi ikinci ve Malatya ilinin dâhil olduğu Doğu Anadolu Bölgesi 2664 saatle üçüncü sırada yer almaktadır.

Tablo 1. 1954-2013 Yılları arasında Türkiye'nin yıllık ısıtma ve güneşlenme değerlerinin bölgelere göre dağılımı [13]

Bölge	Toplam Güneş Enerjisi (KWh/m ² yıl)	Güneşlenme Süresi (saat/yıl)
Güney Doğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1304	2738
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971

Doğu Anadolu Bölgesindeki illerin güneşleme süreleri yıllık toplam bazda sıralanacak olursa Tablo 2 ve Şekil 1'de de görüldüğü gibi Malatya en çok güneş alan iller arasında bulunmaktadır. Malatya ili, coğrafi konumu itibarıyla sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından bölgedeki birçok ile göre avantajlı durumdadır. Güneşleme süresi bakımından bölgenin en çok güneş alan ili Van ilk sırayı alırken en son sırada ise Ardahan bulunmaktadır. Doğu Anadolu Bölgesindeki iller arasında Malatya ise üçüncü sırada yer almaktadır. Doğu Anadolu Bölgesinde bulunan üst sıralardaki iller, güneş enerjisinden faydalanılabilecek en uygun yerlerdir.

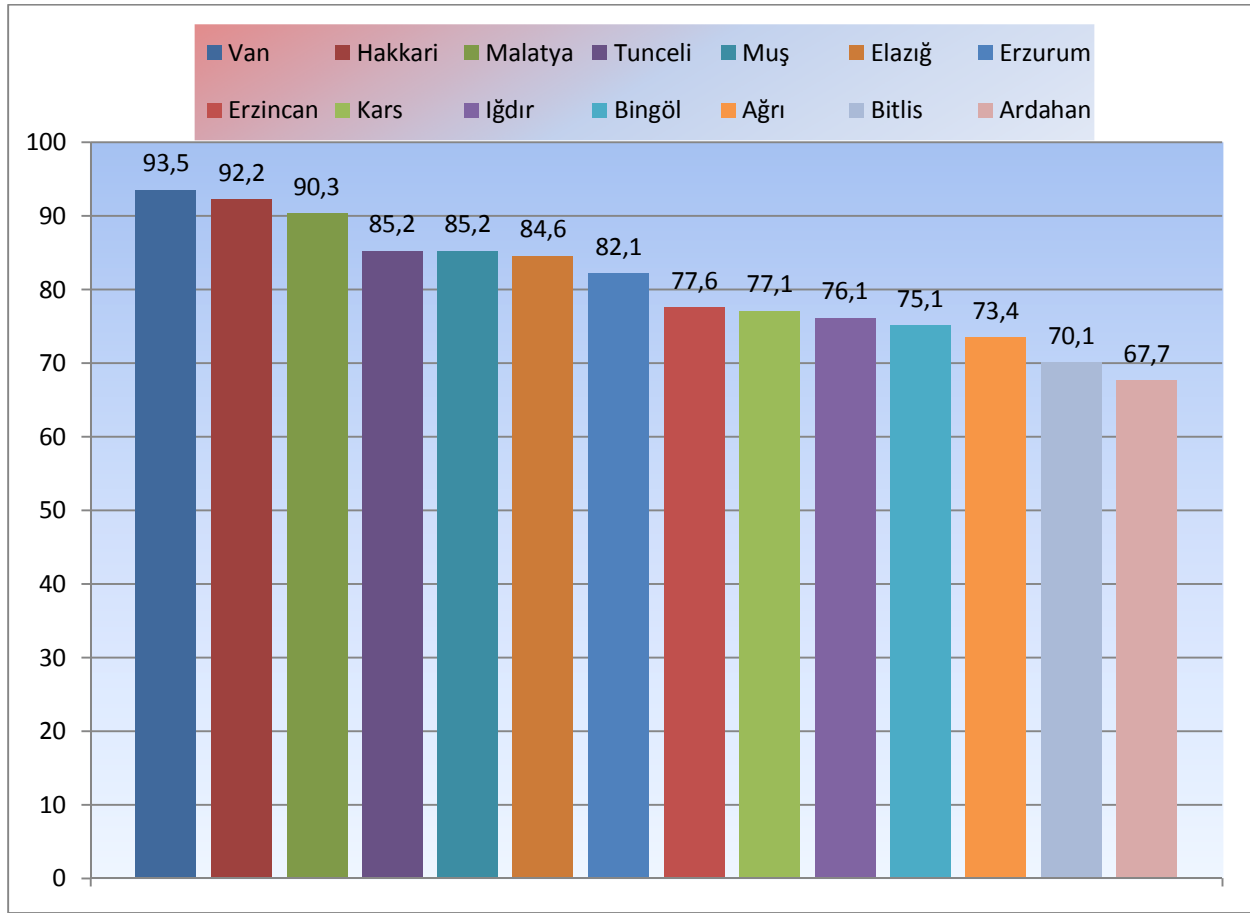
Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünde mevcut bulunan 1954-2013 yılları arasında ölçülen güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti verilerinden yararlanarak elde edilen sonuca göre ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi Doğu Anadolu bölgesinde 2664 saat (günlük toplam 7,3 saat) iken Malatya'da bu değer 2873 (günlük toplam 7,87 saat) saattir.

Ayrıca ortalama toplam ışınım şiddeti değerleri ise sırasıyla 1365 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3,74 kWh/m²) ve 1599 kWh/m² (günlük toplam 4,38 kWh/m²) dir. Türkiye'de olduğu Malatya'da da Güneş enerjisi, daha çok binalarda ısıtma, sera ısıtma ve sıcak su elde etmek amaçlı kullanılmaktadır. Sıcak su elde etmek amacıyla kullanım, en yaygın olan kullanım biçimidir.

Malatya da, yaz aylarında iklimlendirme ve kış aylarında ısıtma başta olmak üzere güneş enerjisinin kullanılabilmesi için diğer bir uygulama alanı ise gıda sektöründe önemli bir yere sahip olan tavuk üretim çiftlikleridir. Bu merkezlerde kullanılacak enerjinin güneşten temin edilmesi ile tesisin enerji maliyeti azaltılmış olacaktır. Bununla beraber ilin kamu kurum ve kuruluşlarında güneş enerjisinden faydalanmak üzere çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Güneş enerjisinden yararlanmak amacıyla İnönü Üniversitesi, 100 dönümlük alan üzerinde 5 MW'lık enerji üretimi sağlayacak güneş enerjisi santrali kurulması çalışmalarına başlamış bulunmaktadır. Tesisin faaliyete geçmesi ile şu anda Türkiye'de Kurulu güneş enerjisi kaynaklı gücün tek başına %60'ını oluşturmuş olacaktır. Yaklaşık 1650 evin elektrik ihtiyacını karşılayabilecek güce sahip olan güneş enerjisi santrali Türkiye'nin en büyük güneş enerjisi santrali olup, tesiste yılda 8,5 milyon kWh elektrik üretimi sağlanarak Turgut Özal Tıp Merkezi'nin enerji ihtiyacının yüzde 32'si karşılanması hedeflenmektedir. Malatya da güneş enerjisinden faydalanılan ikinci alan ise İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi bünyesinde güneş enerjisi ile çalışan araba üretilecek TÜBİTAK tarafından düzenlenen güneş arabaları yarışına katılım sağlanmıştır. Diğer taraftan **Malatya Merkez Hacıyusuflar Köyü Elektro Pompaj Sulama Tesisi için Şebekeye Bağlı Fotovoltaik 1000 m² lik Güneş Enerjisi Santrali** kurulma çalışmaları devam etmektedir. Hâlihazırda Malatya ilinde güneş enerjisinden yararlanmanın diğer bir şekli ise mevsimlik gezici tarım işçilerinin çalışma ve sosyal hayatlarının iyileştirilmesi amacıyla çadır kentler kurularak çadırların enerji ihtiyacı güneş enerjisinden karşılanması çalışmalarıdır. Malatya ilinin en fazla güneş enerjisi alan bölgeleri sırasıyla Yeşilyurt ve Doğanşehir ilçeleridir.

Tablo 2. 1954-2013 Yılları arasında Doğu Anadolu Bölgesi illerindeki ortalama güneşlenme sürelerinin aylara göre dağılımı [13]

	Güneşlenme Süreleri (saat)												Yıllık ortalım	Yıllık Toplam saat
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık		
Van	4,4	5,2	6,6	7,1	9,2	11,5	12,1	11,3	9,5	7,1	5,3	4,2	7,79	93,5
Hakkari	4,1	5,1	5,5	6,4	9	11,5	12,2	11,3	10,1	7,2	5,2	4,6	7,68	92,2
Malatya	3,3	4,2	5,4	7,2	9,3	11,4	12,4	11,6	10	7,3	5,1	3,1	7,53	90,3
Tunceli	3,2	4,1	5,3	6,3	8,5	11,2	11,6	11,1	9,4	6,5	5	3	7,10	85,2
Muş	2,1	3,1	4,5	6,4	9,1	11,5	12,3	12,6	10,3	7,1	4,1	2,1	7,10	85,2
Elazığ	2,4	3,5	5,2	6,4	9,1	11,3	12,1	11,3	9,5	7,1	4,4	2,3	7,05	84,6
Erzurum	3,1	4,2	5	6,3	8	10,3	11,2	10,7	9	6,7	4,7	2,9	6,84	82,1
Erzincan	3,6	3,6	5,1	5,5	7,4	9,6	11	10,2	8,6	6,3	4,3	2,4	6,47	77,6
Kars	3,1	4,1	5,1	5,6	7,2	9,2	10,6	10,2	8,3	6,3	4,3	3,1	6,43	77,1
Iğdır	2,3	4,6	5,2	6,6	7,3	9,4	10,1	9,5	8,4	6,2	4,2	2,3	6,34	76,1
Bingöl	3,2	4,2	5	5,3	7,3	9,4	9,6	9,2	8,3	6,2	4,3	3,1	6,26	75,1
Ağrı	2,1	2,5	4,2	5,4	7,5	10	10,2	10,1	9,1	6,3	4	2	6,12	73,4
Bitlis	2,2	3,2	5	5,5	7,2	9,2	9,5	9,4	9,1	5,2	2,6	2	5,84	70,1
Ardahan	2,5	3,3	4,6	5,1	7	8,4	8,6	8,3	7,3	5,6	4,6	2,4	5,64	67,7



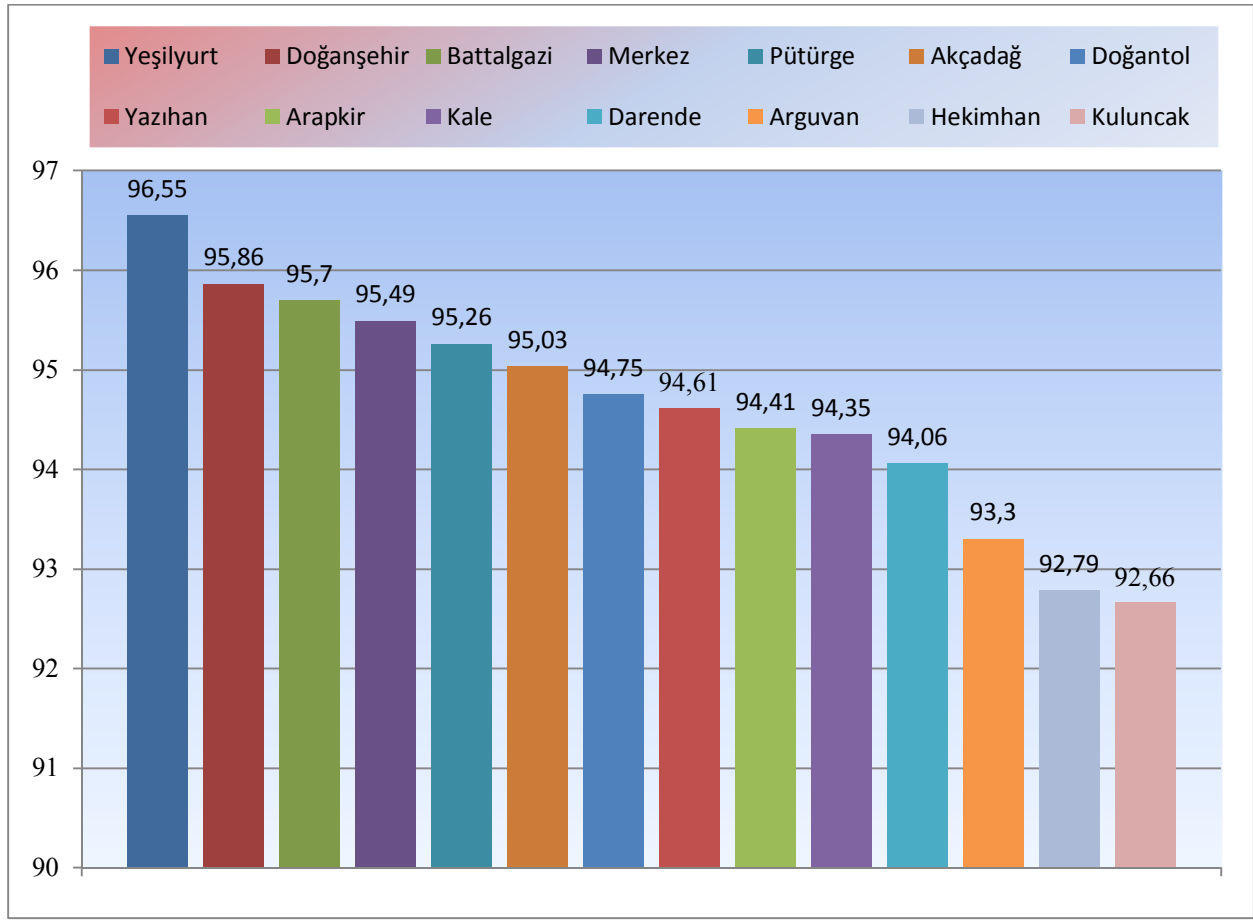
Şekil 1. Doğu Anadolu Bölgesindeki illerin yıllık ortalama toplam güneşleme süreleri (saat) [13]

Malatya ili için Tablo 3'te aylara göre güneş enerjisi değerleri incelendiğinde Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında oldukça yüksek bir güneş ışımalarının olduğu ve güneş ışımalarının en düşük olduğu zamanların ise Ocak ve Aralık ayları olduğu görülmektedir. Malatya ilinde yıllık güneşlenme süreleri dikkate alındığında ortalama olarak günde 8,05 saat ile Yeşilyurt ilçesi birinci sırayı alırken Kuluncak ilçesi 7,72 saat ile son sırada bulunmaktadır. Malatya'nın aylara göre güneşleme süreleri incelendiğinde Kuluncak ilçesi 3,49 saatle Aralık ayında en düşük güneş ışımalarına maruz kalırken 12,4 saatle Yeşilyurt ilçesi en çok

güneşi Temmuz ayında almaktadır. Tablo 3 ve Şekil 2'de görüldüğü gibi yıllık toplamda Malatya'nın en fazla güneş enerjisi alan yerleri; 96,55 saatle Yeşilyurt birinci sırada, 95,86 saatle Doğanşehir ikinci sırada, 95,7 saatle Battalgazi üçüncü sırada ve Malatya merkez 95,49 saatle dördüncü sırada yer almaktadır. İlin en az güneş alan bölgesi ise 92,66 saatle Kuluncak ilçesidir. Güneşlenme süresi ve güneş enerjisinden yararlanma potansiyeli bakımından Malatya ili Doğu Anadolu Bölgesinin diğer illeri (Van ve Hakkari illeri hariç) ile karşılaştırılacak olursa bu ildeki Kuluncak ilçesi bile hepsinden önce gelmektedir.

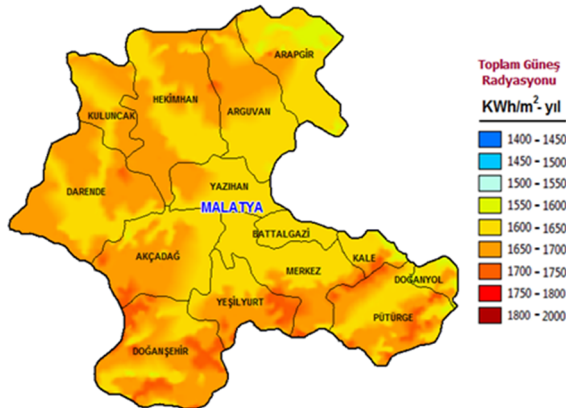
Tablo 3. Malatya ilinin merkez ve ilçelerinde toplam güneş enerjisi potansiyelinin aylara göre dağılımı [13].

	Güneşlenme Süreleri (saat)												Yıllık Toplam saat	
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık		Yıllık ortlm
Yeşilyurt	4,26	5,39	6,66	8,02	9,76	11,66	12,4	11,68	10,14	7,5	5,33	3,75	8,05	96,55
Doğanşehir	4,28	5,39	6,68	7,96	9,52	11,59	12,2	11,51	10,13	7,43	5,39	3,78	7,99	95,86
Battalgazi	4,19	5,29	6,54	7,9	9,66	11,67	12,34	11,59	10,1	7,37	5,31	3,74	7,98	95,7
Merkez	4,23	5,29	6,58	7,94	9,56	11,65	12,29	11,56	10,07	7,34	5,28	3,7	7,96	95,49
Pütürge	4,25	5,24	6,53	7,89	9,5	11,7	12,24	11,51	10,03	7,33	5,31	3,73	7,94	95,26
Akçadağ	4,21	5,33	6,64	7,89	9,44	11,51	12,19	11,51	10,04	7,33	5,3	3,64	7,92	95,03
Doğanyol	4,1	5,17	6,46	7,81	9,61	11,63	12,29	11,56	10	7,3	5,22	3,6	7,90	94,75
Yazhan	4,24	5,3	6,6	7,88	9,38	11,45	12,13	11,47	9,98	7,28	5,28	3,62	7,88	94,61
Arapkir	4,46	5,38	6,75	8,02	9,54	11,2	11,86	11,26	9,78	7,27	5,13	3,76	7,87	94,41
Kale	4,15	5,17	6,49	7,85	9,44	11,61	12,2	11,47	9,99	7,21	5,19	3,58	7,86	94,35
Darende	4,11	5,32	6,52	7,74	9,31	11,36	12,07	11,46	9,97	7,29	5,34	3,57	7,84	94,06
Arguvan	4,29	5,23	6,64	7,87	9,21	11,23	11,88	11,29	9,81	7,13	5,15	3,57	7,78	93,3
Hekimhan	4,18	5,23	6,55	7,73	9,17	11,18	11,85	11,29	9,81	7,14	5,17	3,49	7,73	92,79
Kuluncak	4,09	5,26	6,44	7,64	9,18	11,18	11,88	11,31	9,82	7,16	5,21	3,49	7,72	92,66



Şekil 2. Malatya ilinin merkez ve ilçelerinde yıllık ortalama toplam güneşlenme sürelerinin gösterilişi [13]

Şekil 3 incelendiğinde Malatya ilinde güneş ışınması ortalamasının yaklaşık olarak 1600-1700 kWh/m²-yıl arasında olduğu görülmektedir. Şekilde turuncu ile gösterilen yerler, güneş enerjisinden daha iyi yararlanılabilecek noktaları göstermektedir. Global güneş ışınması dağılım aralığının 1400-2000 kWh/m²-yıl arasında olduğu dikkate alınır Malatya ili için global güneş ışınmasının dağılımının ortalamasının üstünde olduğu sonucu çıkarılabilir.



Şekil 3. Malatya Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası [13]

4. Sonuç

Nüfusun sürekli artması ile birlikte artan enerji ihtiyacını karşılayabilecek en uygun, yenilenebilir, çevre ile dost, temiz ve bedava enerji kaynağı güneş enerjisidir. Bölgeler ve yerel bazda değişiklik gösteren Türkiye'nin

sahip olduğu bu potansiyelin değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Güneş enerjisinden yararlanma bakımından Malatya ili Doğu Anadolu Bölgesindeki iller arasında Van ve Hakkari'den sonra üçüncü sırada bulunmaktadır. Malatya ilinde güneş enerjisi sistemleri, başta su ısıtma ve tarımsal ürünlerin kurutulması olmak üzere; tarımsal sulama, yerleşim yerlerinin elektrik ihtiyacını karşılama, binaların ısıtılması gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bu çalışmadan elde edilen araştırma sonuçlarından da görüleceği gibi, Malatya'nın güneş enerjisi potansiyelinin en iyi olduğu yerler sırasıyla Yeşilyurt, Doğanşehir ve Battalgazi ilçeleri güneş enerjisi santrali kurulması için uygun bölgelerdir. Bu bölgelere kurulacak güneş santralleriyle, Türkiye'nin diğer bölgelerinde yoğunlaşan enerji üretim santralleri bu bölgede yaygınlaşarak bölgenin ekonomisine katkı sağlayacaktır. Böylece, bölgede üretilen enerjide kaynak çeşitliliği sağlanacağı gibi, Türkiye'nin diğer bölgelerinde üretilen elektrik enerjisinin Doğu Anadolu bölgesine taşınması sırasında oluşan kayıplar ortadan kaldırılacaktır. Aynı zamanda, Malatya ilinde kurulacak güneş enerji santralleri ile yeni istihdam sahaları açılacaktır. Ayrıca çevreye dost bu santrallerin kurulmasıyla bölgenin mevcut doğal yapısının korunması sağlanacaktır.

Kaynaklar

- [1] İlkılıç C, Aydın H, Behçet R., The current status of wind energy in Turkey and in the world, Energy Policy, 39(2), pp.961-967, 2011.
- [2] <http://www.izmiriplanliyorum.org>
- [3] <http://www.emo.org.tr> (Erişim: 14.04.2014)

- [4] Varınca K.B., Varank G., Güneş kaynaklı farklı enerji üretim sistemlerinde çevresel etkilerin kıyaslanması ve çözüm önerileri, Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi, İçel, 24-25 Haziran 2005.
- [5] Tsoutsos, T., Frantzeskaki N., Gekas V., Environmental impacts from the solar energy technologies, *Energy Policy*, 33, 289-296, 2005.
- [6] Gençoğlu MT, Cebeci, Güneş M, Güneş enerjisi ile çalışan plc kontrollü su pompası sistem tasarımı, -perweb.firat.edu.tr, 2000.
- [7] Yeşilata B., Aktacir MA., Fotovoltaik güç sistemli su pompalarının dizayn esaslarının araştırılması. *Mühendis ve Makina Dergisi*, 42 (493): 29-34, 2001.
- [8] Akyüz E., Bayraktar M., Oktay Z., Hibrid yenilenebilir enerji sistemlerinin endüstriyel tavukçuluk sektörü için ekonomik açıdan değerlendirilmesi: Bir uygulama, *BAÜ FBE Dergisi* 11(2):44-54, 2009.
- [9] Köroğlu T, Teke A, Bayındır K.Ç, Tümay M, Güneş Paneli Sistemlerinin Tasarımı, *Elektrik Mühendisliği Dergisi*, Sayı: 439, Sayfa: 98-104, Temmuz 2010.
- [10] Brian D.V., Byron A., Neal, Analysis of off-grid hybrid wind turbine/solar PV water pumping systems, *Solar Energy*, 86, 1197-1207, 2012.
- [11] Getachew Bekele, Björn Palm, Feasibility study for a standalone solar-wind-based hybrid energy system for application in Ethiopia, *Applied Energy* 87 487-495, 2010.
- [12] Reichling J.P., Kulacki F.A., Utility scale hybrid wind-solar thermal electrical generation: A case study for Minnesota, *Energy*, 33, 626-638, 2008.
- [13] <http://www.eie.gov.tr> (Erişim: 14.04.2014)
- [14] <http://www.dektmk.org.tr> (Erişim: 14.04.2014)
- [15] Altuntop N., Erdemir D., Dünyada ve Türkiye’de güneş enerjisi ile ilgili gelişmeler, *Mühendis ve Makine*, cilt 54, 639, 69-77, 2013.
- [16] Çakar M.C., Başaran F.Ü., Kurban M.Y., Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Ulaşım Sistemlerinde Kullanım Uygulaması, Anadolu Üniversitesi İki Eylül Kampüsü Mühendislik-Mimarlık Fakültesi 26555, Eskişehir.
- [17] Kurban, M., Hocoğlu, F.O., Anadolu Üniversitesi İki Eylül Kampüsü’nde rüzgar ve güneş potansiyelini belirleyerek hibrid (rüzgar-güneş) enerji santral modeli kurmak, bilimsel araştırma projesi, Anadolu Ü., *mbdergi.pau.edu.tr*, 2004.



Diyarbakır Ekolojik Koşullarında Bazı Macar Fiği Genotiplerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi

Seyithan SEYDOŞOĞLU*¹

Özet

Bu araştırma, Diyarbakır ekolojik koşullarında bazı Macar fiği genotiplerinin verim ve verim unsurlarını belirlemek amacıyla 2011-2012 ve 2012-2013 yetiştirme sezonunda yürütülmüştür. GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü deneme alanında Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 (üç) tekerrürlü olarak deneme kurulmuştur. Araştırmada 6 çeşit ve 6 hat olmak üzere toplam 12 Macar fiği genotipi kullanılmıştır. Araştırmada incelenen karakterlerin bazılarında iki yıllık ortalamaya göre istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Araştırma sonucunda; %50 çiçeklenmeye kadar geçen süre 172,6-184,3 gün, bitki boyu 46,3-55,1 cm, ana sap uzunluğu 65,2-78,3 cm, ana sap sayısı 1,8-2,0 adet, bitkide bakla sayısı 15,6-29,5 adet, baklada tohum sayısı 2,5-3,2 adet, yeşil ot verimi 1986,3-3094,6 kg da⁻¹, kuru ot verimi 523,6-816,1 kg da⁻¹, tohum verimi 76,1-153,5 kg da⁻¹ ve bin tane ağırlığı 29,8-47,2 g arasında değişim göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Macar fiği, *Vicia pannonica*, yeşil ot verimi, kuru ot verimi, tohum verimi, verim unsurları

Determination of Yield and Yield Components of Some Hungarian Vetch Genotype in Diyarbakir Ecological Conditions

Abstract

This study was conducted to determine yield and yield components of some Hungarian vetch genotypes in Diyarbakır during 2011-2012 and 2012-2013 growing seasons. The study was carried out as Randomized Complete Block Design with 3 three replications in field crops research area of GAP International Agricultural Research and Training Center. In the study, a total of 12, including six varieties and 6 six lines Hungarian vetch genotype were used. In the study there was statistically significance between some characters due to two years average. According to the average of two years result; days to %50 flowering duration, plant height, main stem length, main stem number, pod number per plant, grain number per pod, herbage yield, hay yield, seed yield, 1000 seed weight were changed between 172.6-184.3 days, 46.3-55.1 cm, 65.2-78.3 cm, 1.8-2.0 units, 15.6-29.5 units, 2.5-3.2 units, 1986.3-3094.6 kg da⁻¹, 523.6-816.1 kg da⁻¹, 76.1-153.5 kg da⁻¹, 29.8-47.2 g respectively.

Keywords: Hungarian vetch, *Vicia pannonica*, herbage yield, hay, seed yield, yield components

1. Giriş

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde sulanabilir tarım alanı gün geçtikçe artış göstermektedir. Sulu tarıma geçişle birlikte, bölgenin tarım alanlarında pamuk ve mısır gibi topraktan aşırı derecede besin maddesi kaldıran bitkilerin tarımı yoğunluk kazanmıştır. Bu bitkilerin sulamasında yanlış sulama tekniklerinin kullanılması ve aşırı gübreleme neticesinde toprakta tuzluluk, alkalilik ve organik madde eksiklikleri gibi sorunlar baş göstermiştir. Bu sorunların giderilmesi, tarım topraklarının erozyona karşı korunması, fiziksel ve kimyasal özelliklerin iyileştirilmesi için, ara ürün tarımı şeklinde tek yıllık baklagil yem bitkilerinin

gerek saf ve gerekse tek yıllık buğdaygillerle karışım şeklinde yetiştirilmesi, kaba yem üretimi yanında, toprağın organik madde ve azot içeriğinin zenginleştirilmesine katkı sağlayacaktır [1].

Kışın sert geçtiği bölgelerde kışlık ekimlerde riski azaltmak için kış koşullarına dayanıklı olan Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz.) ekimi önerilmektedir [2]. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde kışlık yapılan ekimlerde bazı yıllarda hava sıcaklığı eksinin çok altındaki değerlere düşebildiği için adi fiğ (*Vicia sativa*) gibi fiğ türlerinin kışlık tarımını riskli hale getirmektedir. Bu türler sadece yazlık olarak ekilebilecek durumda kalmaktadırlar. Özellikle yazlık ekimler kurak yıllarda verimin çok düşük düzeylerde kalmasına neden olmaktadır. Bu yönüyle Macar fiği küresel ısınma nedeniyle oluşan kuraklıkların gündemde olduğu günümüzde kuraklığa karşı, kışlık ekildiğinden adi fiğ göre daha dayanıklı bir yem bitkisi olarak önem arz etmektedir.

¹GAP Uluslar Arası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi, 21000, Diyarbakır, TÜRKİYE

*Sorumlu yazar eposta: ege_university47@hotmail.com

Macar fiğinde daha önce yapılan çalışmalarda; Sayar ve ark.[3], Diyarbakır koşullarında Macar fiğinde doğal bitki boyunu 46,53-53,66 cm, ana sap sayısını 2,60-3,63 sap bitki⁻¹, ana sap kalınlığını 1,89 -2,08 mm, yeşil ot verimini 2472-3500 kg da⁻¹, kuru ot verimi 484,80-690,76 kg da⁻¹ olarak bildirmektedirler. Tahtacıoğlu ve ark. [4], Erzurum ekolojik koşullarında yetiştirdikleri Macar fiği genotiplerinde bitki boyunun 72-75 cm kuru ot veriminin ise 433,8-452,7 kg da⁻¹ arasında değiştiğini saptamışlardır. Taş ve ark. [2], Erzurum koşullarında yaptıkları başka bir çalışmada Macar fiğinde kuru ot verimini 586,0-761,2 kg da⁻¹ olarak bildirmişlerdir. Kendir ve Sevimay [5], Ankara koşullarında Macar fiğinin 1994 ve 1995 yıllarında sırasıyla ortalama yeşil ot veriminin 1586,0-1632,5 kg da⁻¹, kuru ot veriminin ise 425,01-508,21 kg da⁻¹ olduğunu saptamışlardır. Orak ve Nizam [6], Trakya bölgesi koşullarında Macar fiği hatlarının ortalama bitki boylarının 63,83-79,46 cm, yan dal sayısının 2,61-3,12 adet, yeşil ot verimini 1594,30-1644,0 kg da⁻¹ ve kuru ot verimini 456,12-510,92 kg da⁻¹ olarak bildirmişlerdir. Yılmaz ve ark. [7], Amik ovası koşullarında Ege beyazı-79 Macar fiği çeşidinde bitki boyunun 44,33 cm, yeşil ot veriminin 2985,0 kg da⁻¹ ve kuru ot veriminin 405,33 kg da⁻¹ olduğunu saptamışlardır. Uzun ve ark. [8], Bursa koşullarında yaptıkları diğer bir çalışmada bitki boyunun 78,9-80,9 cm, kuru madde veriminin 390,8-452,7 kg da⁻¹ olduğunu bildirmektedirler.

Çalışmanın amacı; Diyarbakır ekolojik koşullarında bazı Macar fiği genotiplerinin verim ve verim unsurlarını belirlemektir.

2. Materyal ve Metot

Denemede Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitü Müdürlüğünden 3 çeşit (Tarm Beyazı-98, Anadolu Pembesi-2002, Oğuz-2002), Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğünden 5 hat (Hat-3, Hat-10, Hat-15, Hat-18, Hat-55), Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğünden 1 çeşit (Budak), Ege Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğünden 1 çeşit (Ege Beyazı-79), GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkez Müdürlüğünden 1 hat (Hat-2109) ve Debrecen Üniversitesinden 1 hat (Beta) olmak üzere toplam 12 Macar fiği genotipi kullanılmıştır. Deneme 2011-2012 ve 2012-2013 yıllarına ait yetiştirme sezonunda yürütülmüştür. Bitkiler her iki yılda da Kasım ayının sonunda ekilmiş, Mayıs ayının ortasında hasat edilmiştir. Denemede ekimle birlikte 3 kg N da⁻¹ ve 6 kg P₂O₅ da⁻¹ gelecek şekilde gübreleme yapılmıştır. Dekara tohumluk miktarı bin tane

ağırlıklarına göre hazırlanmıştır. Sıra arası 20 cm ve parsel genişliği 6x1.2 m olacak şekilde belirlenmiştir. Her parselin başından ve sonundan 0,5 m'lik kısmı kenar tesiri olarak atıldıktan sonra geriye kalan 6 m²'lik parselin yarısı tam çiçeklenme döneminde ot ile ilgili gözlemler, kalan diğer yarısı ise fizyolojik olum döneminde, tohum ile ilgili gözlemler için elle hasat edilmiştir. Tüm lokasyonlarda denemelerin yabancı ot mücadelesi elle yapılmıştır.

Denemelerin yürütüldüğü, Diyarbakır GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü Deneme alanlarının toprak tekstürü killi-tınlı, toprak rengi ise kırmızı kahverengidir. Bu lokasyonlardaki topraklar, kil oranının yüksek olması nedeniyle geçirgenliği az, ağır bünyeli topraklardır. Denemenin kurulduğu yerin 0-30 cm toprak derinliğinden alınan toprak örneklerinden, toplam tuz içeriğinin %0,06; organik madde içeriği %1,45; kireç oranı %12; fosfor miktarı (P₂O₅) 2,85; potasyum miktarı 46 kg da⁻¹ ve toprak pH'sı 7,80 arasında değişim göstermiştir. Bu verileri değerlendirdiğimizde toprakların tuz oranı düşük, organik madde ve fosfor miktarı bakımından fakir, potasyum miktarı ve kireç oranı bakımından ise zengin, hafif alkali karakterde topraklardır.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi genellikle Akdeniz ve Doğu Anadolu karasal ikliminin etkisi altında bulunmaktadır. Araştırmanın yürütüldüğü aylara ait Diyarbakır ilinin bazı iklim değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. 2011-2012 vejetasyon döneminde ortalama sıcaklık 10,3 °C, toplam yağış 487,2 mm ve ortalama nisbi nem %64 iken, 2012-2013 döneminde bu değerler sırasıyla 11,1 °C, 384,1 mm ve %65 olmuştur. Uzun yıllar ortalaması ise sırasıyla 10,8 °C, 453,6 mm ve %64 olup denemenin ilk yılında, ikinci yıl ve uzun yıllar ortalamasına göre daha fazla yağış düşmüştür (Çizelge 1).

Araştırma sonucu elde edilen bulgular, Jump paket programından yararlanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Bulunan ortalamalar arasındaki farkın önemli olup olmadığı LSD testi ile belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. %50 Çiçeklenmeye Kadar Geçen Süre

Çizelge 2 incelendiğinde; genotipler ve yıllar %50 çiçeklenmeye kadar geçen süreyi istatistiksel olarak çok önemli derecede etkilerken, genotip x yıl interaksyonu ise istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur. Genotiplerin ortalamasına bakıldığında; 2011 yılında %50 çiçeklenmeye

Çizelge 1. Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nün 2012 yılında Diyarbakır İli'ne ait bazı iklim verileri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)			Yağış (mm)			Nisbi Nem (%)		
	2011-2012	2012-2013	Uzun Yıllar	2011-2012	2012-2013	Uzun Yıllar	2011-2012	2012-2013	Uzun Yıllar
Kasım	6,4	12,0	9,6	0	73,0	54,1	59	77	68
Aralık	2,3	5,1	4,1	48,0	40,2	71,5	74	85	77
Ocak	3,5	2,4	1,7	40,0	78,3	73,6	73	85	77
Şubat	4,7	1,9	3,5	49,9	74,4	67,0	70	68	73
Mart	9,0	5,1	8,2	46,6	44,0	67,9	56	60	66
Nisan	13,0	15,2	13,8	209,0	26,2	70,5	76	59	63
Mayıs	17,7	19,6	19,2	80,1	41,0	42,1	68	58	56
Haziran	25,5	27,7	26,0	13,6	7,0	6,9	38	28	31
Ort./Top	10,3	11,1	10,8	487,2	384,1	453,6	64	65	64

Çizelge 2. Macar fiğ genotiplerinde %50 çiçeklenmeye kadar geçen süre ve bitki boyuna ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar.

Genotipler	%50 Çiçeklenmeye kadar geçen süre (gün)			Bitki boyu (cm)		
	Yıllar		Ortalama	Yıllar		Ortalama
	2011	2012		2011	2012	
1-TARM BEYAZI-98	178,6	184,6	181,67b	53,8 a-d	47,0 c-h	50,4 a-c
2-HAT-3	180,3	186,3	183,3 ab	48,6 a-h	42,5 h	45,5 c
3-ANADOLU PEMBESI-2002	169,6	175,6	172,6 d	52,6 a-e	56,6 a	54,6 a
4-BUDAK	180,6	186,6	183,6 ab	54,6 a-c	45,4 e-h	50,0 a-c
5-HAT-10	179,6	185,6	182,6 ab	47,0 c-h	45,8 d-h	46,4 bc
6-EGE-BEYAZI-79	179,3	185,3	182,3 ab	55,7 ab	54,5 a-c	55,1 a
7-HAT-2109	180,6	186,6	183,6 ab	54,3 a-c	44,4 f-h	49,3 a-c
8-HAT-15	180,3	186,3	183,3 ab	56,2 a	44,4 f-h	50,3 a-c
9-OGUZ-2002	170,0	176,0	173,0 d	44,5 f-h	51,8 a-g	48,2 bc
10-HAT-18	173,3	179,6	176,5 c	52,2 a-f	50,8 a-g	51,5 ab
11-BETA	181,3	187,3	184,3 a	48,8 a-h	43,8 gh	46,3 bc
12-HAT-55	181,0	187,0	184,0 a	49,2 a-h	47,97b-h	48,6 bc
Ortalama	177,7 B	183,9 A	180,9	51,5 A	47,9 B	49,7
DK (%)		0,9			9,9	
Lsd_(genotip)		2,0**			5,7*	
Lsd_(yıl)		0,8**			2,3**	
Lsd_(genotip x yıl)		ÖD			8,1*	

*:P<0.05 olasılıkla önemli, **:P<0.01 olasılıkla çok önemli

kadar geçen süre 177,7 gün iken, 2012 yılında 183,9 gün olduğu saptanmıştır. İki yıllık ortalama değerler dikkate alındığında ise; %50 çiçeklenmeye kadar geçen süre 172,6-184,3 gün arasında değiştiği, Anadolu Pembesi-2002 çeşidinin diğer genotiplere göre daha erkenci olduğu, Oğuz-2002 çeşidinin de istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı saptanmıştır (Çizelge 2). Araştırmamızda elde ettiğimiz bulgularımız Sayar ve ark. [3]'ün bulguları ile uyumlu iken, Taş ve ark. [2]'nin bulgularından düşük çıkmıştır. Araştırmacıların denemelerinin yürütüldüğü ekolojik koşulların ve ekim zamanlarının farklı olması %50 çiçeklenme gün sayısının farklı olmasına neden olduğu söylenebilir.

3.2. Bitki Boyu

Çizelge 2 incelendiğinde; yıllar, genotipler ve genotip x yıl interaksyonu bitki boyunu istatistiksel olarak çok önemli derecede etkilemiştir. Genotiplerin ortalamasına bakıldığında; 2011 yılında bitki boyu 51,5 cm iken, 2012 yılında 47,9 cm olarak saptanmıştır. İki yıllık ortalama değerler dikkate alındığında; en yüksek bitki boyu 55,1 cm ile Ege Beyazı-79 çeşidinden elde edilirken, en düşük bitki boyu 45,5 cm ile Hat-3 genotipinden elde edilmiştir. Genotip x yıl interaksyonunda ise bitki boyu değerleri 42,5-56,6 cm arasında değiştiği, en yüksek bitki boyu 2012 yılında Anadolu Pembesi-2002 çeşidinden elde edilirken, en düşük bitki boyu ise 2012 yılında Hat-3 genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 2). Bu araştırmamızda Macar fiği genotiplerinde saptamış olduğumuz bitki boyuna ilişkin bulgularımız; Tahtacıoğlu ve ark. [4], Yılmaz ve ark. [7], Sayar ve ark. [3]'ün bulguları ile uyum göstermiştir.

3.3. Ana Sap Uzunluğu

Çizelge 3 incelendiğinde; genotipler, yıllar ve genotip x yıl interaksyonu ana sap uzunluğu istatistiksel olarak çok önemli derecede etkilemiştir. Genotiplerin ortalamasına bakıldığında; 2011 yılında ana sap uzunluğu 64,4 cm iken, 2012 yılında 78,4 cm olarak saptanmıştır. İki yıllık ortalama değerler dikkate alındığında; en yüksek ana sap uzunluğu 78,3 cm ile Anadolu Pembesi-2002 çeşidinden elde

edilirken, en düşük ana sap uzunluğu 65,2 cm ile Beta çeşidinden elde edilmiştir.

Genotip x yıl interaksyonunda ise ana sap uzunluğu değerleri 59,4-93,7 cm arasında değiştiği, en yüksek ana sap uzunluğu 2012 yılında Anadolu Pembesi-2002 çeşidinden elde edildiği, bunu 2012 yılında 93,7 cm ile istatistiki olarak aynı grupta yer alan Ege Beyazı-79 çeşidi izlemiştir. En düşük ana sap uzunluğu ise 2011 yılında Budak çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 3). Bu araştırmamızda Macar fiği genotiplerinde saptamış olduğumuz ana sap uzunluğuna ilişkin bulgularımız; Taş ve ark.[2], Bağcı [9], Sayar [10]'ün bulguları ile uyum içerisindedir.

3.4. Ana Sap Sayısı

Çizelge 3 incelendiğinde; iki yıllık ortalamalar ve genotip x yıl interaksyonunun ana sap sayısı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Diğer taraftan, ana sap sayısı tüm genotiplerin ortalaması olarak birinci yılda (1,8 adet bitki⁻¹) ikinci yıla (2,0 adet bitki⁻¹) göre istatistiksel olarak önemli derecede artış göstermiştir (Çizelge 3).

3.5. Yeşil Ot Verimi (kg/da)

Çizelge 4 incelendiğinde; genotipler, yıllar ve genotip x yıl interaksyonu yeşil ot verimini istatistiksel olarak çok önemli derecede etkilemiştir. Genotiplerin ortalamasına bakıldığında; 2011 yılında yeşil ot verimi 2638,7 kg da⁻¹ iken, 2012 yılında 2241,3 kg da⁻¹ olarak saptanmıştır. İki yıllık ortalama değerler dikkate alındığında; en yüksek yeşil ot verimi 3094,6 kg da⁻¹ ile Anadolu Pembesi-2002 çeşidinden elde edilirken, en düşük yeşil ot verimi 1986,3 kg da⁻¹ ile Hat-15 genotipinden elde edilmiştir. Genotip x yıl interaksyonunda ise yeşil ot verimleri değerleri 1438,0-3466,0 kg da⁻¹ arasında değiştiği, en yüksek yeşil ot verimi 2012 yılında Anadolu Pembesi-2002 çeşidinden elde edilirken, en düşük yeşil ot verimi ise 2012 yılında Beta çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4). Bu araştırmamızda Macar fiği genotiplerinde saptamış olduğumuz yeşil ot verimine ilişkin bulgularımız; Kendir ve Sevimay [5], Başbağ ve ark. [11], Orak ve Nizam [6]'ın bulgularından yüksek çıkmıştır.

Çizelge 3. Macar fiği genotiplerinde ana sap uzunluğu ve ana sap sayısına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

Genotipler	Ana Sap Uzunluğu (cm)			Ana Sap Sayısı (adet bitki ⁻¹)		
	Yıllar		Ortalama	Yıllar		Ortalama
	2011	2012		2011	2012	
1-TARM BEYAZI-98	65,9 h-k	75,7 ef	70,8 d-f	1,8	2,0	1,9
2-HAT-3	69,1 g-l	70,1 gh	69,6 ef	1,7	1,9	1,8
3-ANADOLU PEMBESI-2002	62,9 j-l	93,7 a	78,3 a	1,8	2,0	1,9
4-BUDAK	59,4 l	84,8 cd	72,1 c-f	1,7	1,9	1,8
5-HAT-10	64,2 i-l	73,2 fg	68,7 e-g	1,8	2,0	1,9
6-EGE-BEYAZI-79	63,4 j-l	91,5 ab	77,4 ab	1,9	2,1	2,0
7-HAT-2109	68,2 g-j	79,0 e	73,6 b-d	1,7	1,9	1,8
8-HAT-15	64,1 i-l	80,5 de	72,3 c-e	1,9	2,1	2,0
9-OGUZ-2002	67,2 h-k	64,2 i-l	65,7 g	1,8	2,0	1,9
10-HAT-18	60,2 l	76,4 ef	68,3 fg	1,8	2,0	1,9
11-BETA	66,4 h-k	64,0 i-l	65,2 g	1,7	1,9	1,8
12-HAT-55	62,3 kl	87,2 bc	74,8 a-c	1,8	2,0	1,9
Ortalama	64,4 B	78,4 A	71,4	1,8 B	2,0 A	1,9
DK (%)		4,7			6,7	
Lsd_(genotip)		3,8**			ÖD	
Lsd_(yıl)		1,5**			0,1**	
Lsd_(genotip x yıl)		5,5**			ÖD	

*:P<0,05 olasılıkla önemli, **:P<0,01 olasılıkla çok önemli

Çizelge 4. Macar fiği genotiplerinde yeşil ot verimi ve kuru ot verimine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

Genotipler	Yeşil Ot Verimi (kg da ⁻¹)			Kuru Ot Verimi (kg da ⁻¹)		
	Yıllar		Ortalama	Yıllar		Ortalama
	2011	2012		2011	2012	
1-TARM BEYAZI-98	2770,7 b-d	2552,3 de	2661,5 b	773,8 a-c	653,4 d-f	713,6 bc
2-HAT-3	2472,3 d-f	1630,0 h	2051,1 e	605,6 e-g	441,6 h-j	523,6 f
3-ANADOLU PEMBESI-2002	2723,3 d	3466,0 a	3094,6 a	793,0 ab	839,2 a	816,1 a
4-BUDAK	2794,3 b-d	2514,6 d-f	2654,5 b	723,4 b-d	624,2 d-g	673,8 cd
5-HAT-10	2703,3 d	2197,3 fg	2450,3 bc	698,2 b-e	410,5 ij	554,4 ef
6-EGE-BEYAZI-79	2501,3 d-f	2801,3 b-d	2651,3 b	609,6 e-g	697,4 b-f	653,5 cd
7-HAT-2109	3094,0 b	1611,3 h	2352,7 c	794,0 ab	439,5 h-j	616,8 de
8-HAT-15	2256,9 e-g	1715,6 h	1986,3 e	597,1 fg	451,9 h-j	524,5 f
9-OGUZ-2002	3067,2 bc	2758,0 cd	2912,6 a	853,5 a	668,4 d-f	760,9 ab
10-HAT-18	2547,4 de	2105,6 g	2326,5 cd	626,9 d-g	485,2 hi	556,0 ef
11-BETA	2650,0 d	1438,0 h	2044,0 e	691,3 c-f	359,0 j	525,2 f
12-HAT-55	2083,6 g	2106,0 g	2094,8 de	537,6 gh	495,5 hi	516,6 f
Ortalama	2638,7 A	2241,3 B	2440,0	692,0 A	547,2 B	619,6
DK (%)		8,2			9,8	
Lsd_(genotip)		233,1**			70,8**	
Lsd_(yıl)		95,1**			28,9**	
Lsd_(genotip x yıl)		329,7**			100,1**	

*:P<0,05 olasılıkla önemli, **:P<0,01 olasılıkla çok önemli

3.6. Kuru Ot Verimi

Çizelge 4 incelendiğinde; genotipler, yıllar ve genotip x yıl etkileşimini kuru ot verimini istatistiksel olarak çok önemli derecede etkilemiştir. Genotiplerin ortalamasına bakıldığında; 2011 yılında kuru ot verimi 692,0 kg da⁻¹ iken, 2012 yılında 547,2 kg da⁻¹ olarak saptanmıştır. İki yıllık ortalama değerler dikkate alındığında; en yüksek kuru ot verimi 816,1 kg da⁻¹ ile Anadolu Pembesi-2002 çeşidinden elde edilirken, en düşük kuru ot verimi 516,6 kg da⁻¹ ile Hat-55 genotipinden elde edilmiştir. Genotip x yıl etkileşiminde ise kuru ot verimleri değerleri 359,0-853,5 kg da⁻¹ arasında değiştiği, en yüksek kuru ot verimi 2011 yılında Oğuz-2002 çeşidinden elde edilirken, en düşük kuru ot verimi 2012 yılında Beta çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4). Bu çalışmamızda Macar fiği genotiplerinde saptanmış olduğumuz kuru ot verimine ilişkin bulgularımız; Taş ve ark. [2]'nin bulgularıyla uyum içerisinde iken, Kendir ve Sevimay [5], Orak ve Nizam [6], Tahtacıoğlu ve ark. [4]'nin bulgularından yüksek çıkmıştır. Bu farklılığın

nedeni olarak kullanılan genotiplerin ve denemelerin yürütüldüğü ekolojilerin farklı olması gösterilebilir.

3.7. Tohum Verimi

Çizelge 6 incelendiğinde; genotipler, yıllar ve genotip x yıl etkileşimini tohum verimini istatistiksel olarak çok önemli derecede etkilemiştir. Genotiplerin ortalamasına bakıldığında; 2011 yılında tohum verimi 81,9 kg da⁻¹ iken, 2012 yılında 117,4 kg da⁻¹ olarak saptanmıştır. İki yıllık ortalama değerler dikkate alındığında; en yüksek tohum verimi 153,5 kg da⁻¹ ile Anadolu Pembesi-2002 çeşidinden elde edilirken, en düşük tohum verimi 76,1 kg da⁻¹ ile Budak çeşidinden elde edilmiştir. Genotip x yıl etkileşiminde ise tohum verimi değerleri 56,8-138,3 kg da⁻¹ arasında değiştiği, en yüksek tohum verimi 2012 yılında Anadolu Pembesi-2002 çeşidinden elde edilirken, en düşük tohum verimi ise 2011 yılında Budak çeşidinden elde edilmiştir. Tohum verimi bakımından saptanmış olduğumuz bulgular, Akkeçili [12], Başbağ ve ark. [11], İptaş [13], Orak ve Nizam [6], Uzun ve ark. [8]'nin bulgularıyla uyumludur.

Çizelge 5. Macar fiği genotiplerinde bitkide bakla sayısı ve baklada tohum sayısına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

Genotipler	Bitkide bakla sayısı (bakla bitki ⁻¹)			Baklada tohum sayısı (tohum bakla ⁻¹)		
	Yıllar		Ortalama	Yıllar		Ortalama
	2011	2012		2011	2012	
1-TARM BEYAZI-98	25,7 a-e	23,0 c-g	24,3 bc	3,4 a	3,0 b-f	3,2 a
2-HAT-3	21,6 e-j	20,6 e-k	21,1 c-e	2,8 c-h	2,6 gh	2,7 de
3-ANADOLU PEMBESI-2002	27,7 a-d	31,3 a	29,5 a	3,2 ab	2,7 d-h	2,9 a-c
4-BUDAK	15,9 jk	15,3 k	15,6 f	3,0 b-f	3,2 ab	3,1 ab
5-HAT-10	27,9 a-c	19,0 f-k	23,4 b-d	3,1 a-d	2,7 d-h	2,9 b-d
6-EGE-BEYAZI-79	28,2 a-c	22,1 d-i	25,1 b	3,0 b-f	2,8 c-h	2,9 b-d
7-HAT-2109	22,5 c-h	24,0 c-g	23,2 b-d	2,6 f-h	3,2 ab	2,9 b-d
8-HAT-15	24,6 b-f	25,3 b-e	25,0 bc	2,9 b-g	3,0 b-f	2,9 b-d
9-OGUZ-2002	16,9 h-k	30,1 ab	23,5 bc	2,5 h	2,6 gh	2,5 e
10-HAT-18	15,0 k	22,8 c-g	18,9 ef	2,7 e-h	2,9 b-h	2,8 c-e
11-BETA	16,6 i-k	18,7 g-k	17,6 ef	3,0 b-e	3,1 a-c	3,1 ab
12-HAT-55	23,7 c-g	15,2 k	19,4 d-f	2,8 c-h	2,7 e-h	2,7 c-e
Ortalama	22,2	22,3	22,2	2,9	2,9	2,9
DK (%)		15,5			7,8	
Lsd_(genotip)		4,0**			0,3**	
Lsd_(yıl)		ÖD			ÖD	
Lsd_(genotip x yıl)		5,6**			0,4*	

*:P<0,05 olasılıkla önemli, **:P<0,01 olasılıkla çok önemli

Çizelge 6. Macar fiği genotiplerinde tohum verimi ve bin tane ağırlığı sayısına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

Genotipler	Tohum Verimi (kg da ⁻¹)			Bin tane ağırlığı (g)		
	Yıllar		Ortalama	Yıllar		Ortalama
	2011	2012		2011	2012	
1-TARM BEYAZI-98	62,6 i-k	109,6 de	86,1 ef	29,7 g-i	32,3 c-g	31,0 cd
2-HAT-3	70,4 ij	117,6 d	94,0 c-e	28,5 h-j	33,3 c-f	30,9 cd
3-ANADOLU PEMBESI-2002	138,3 c	168,6 a	153,5 a	45,2 b	48,0 ab	46,6 a
4-BUDAK	56,8 k	95,4 fg	76,1 g	34,3 cd	34,1 cd	34,2 b
5-HAT-10	86,2 gh	108,3 d-f	97,2 cd	30,7 e-i	33,1 c-f	31,9 cd
6-EGE-BEYAZI-79	90,6 g	115,8 d	103,2 c	29,2 g-i	34,3 cd	31,7 cd
7-HAT-2109	74,1 hi	111,9 d	93,0 de	32,1 c-g	33,5 c-e	32,8 bc
8-HAT-15	60,3 jk	110,6 de	85,5 e-g	25,5 j	34,4 cd	29,9 d
9-OGUZ-2002	133,3 c	154,2 b	143,7 b	45,9 ab	48,5 a	47,2 a
10-HAT-18	74,8 hi	105,6 d-f	90,2 de	33,8 c-e	35,1 c	34,4 b
11-BETA	71,9 ij	113,3 d	92,6 de	27,6 ij	32,0 c-g	29,8 d
12-HAT-55	63,1 i-k	98,3 e-g	80,7 fg	30,2 f-i	31,3 d-h	30,8 cd
Ortalama	81,9 B	117,4 A	99,7	33,5 B	36,8 A	34,3
DK (%)		8,1			5,5	
Lsd_(genotip)		9,3**			2,2**	
Lsd_(yıl)		3,8**			0,8**	
Lsd_(genotip x yıl)		13,2*			3,1*	

*:P<0,05 olasılıkla önemli, **:P<0,01 olasılıkla çok önemli

3.8. Bin Tane Ağırlığı

Çizelge 6 incelendiğinde; genotipler, yıllar ve genotip x yıl etkileşimini bin tane ağırlığını istatistiksel olarak çok önemli derecede etkilemiştir. Genotiplerin ortalamasına bakıldığında; 2011 yılında bin tane ağırlığı 33,5 g iken, 2012 yılında 36,8 g olarak saptanmıştır. İki yıllık ortalama değerler dikkate alındığında; en yüksek bin tane ağırlığı 47,2 g ile Oğuz-2002 çeşidinden elde edilirken, en düşük bin tane ağırlığı 29,8 g ile Beta çeşidinden elde edilmiştir. Genotip x yıl etkileşiminde ise bin tane ağırlığı değerleri 25,5-48,5 g arasında değiştiği, en yüksek bin tane ağırlığı her iki yılda da Oğuz-2002 çeşidinden ve 2012 yılında istatistiksel olarak aynı grupta yer alan Anadolu Pembesi-2002 çeşidinden elde edilirken, en düşük bin tane ağırlığı ise 2011 yılında Hat-15 genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 6). Araştırmamızda Macar fiği genotiplerinde bin tane ağırlığı bakımından saptanmış olduğumuz bulgularımız, Ağgünlü [14], Akkeçili [12], Uzun ve ark, [8], Sayar ve ark, [3]'ün bulgularıyla uyum içerisindedir.

4. Sonuç

Diyarbakır ekolojik koşullarında uygun macar fiği genotiplerinin belirlenmesi amacıyla 12 macar fiği genotipiyle yürütülen bu çalışmada ot verimi yönünden 1,3 ve 9 no'lu macar fiği genotiplerinin yüksek verimli olduğu saptanmıştır, Tohum verimi bakımından ise, 3,6 ve 9 no'lu genotipler öne çıkmıştır, Yeşil ot ve kuru ot verimi elde etmek amacıyla Diyarbakır koşullarına benzer ekolojide sahip yerlerde yapılacak macar fiği yetiştiriciliğinin, öne çıkan Anadolu Pembesi-2002 ve Oğuz-2002 çeşitleriyle yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- [1] Sayar M S, Karahan H ve Başbağ M (2011). Kızıltepe Ekolojik Koşullarında Bazı Macar Fiği (*Vicia sativa* L.) Genotiplerinin Verim ve Verim Unsurlarını İle Özellikler Arası İlişkilerin Belirlenmesi, *IV. GAP Tarım Kongresi*, 09–12 Mayıs, *Poster Bildiriler Kitabı*, s: 663-669, Şanlıurfa.

- [2] Taş N, Tahtacıoğlu L ve Aygün C (2007). Doğu Anadolu Bölgesi Fiğ Islah Çalışmaları, *Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi*, 25-27 Haziran, Erzurum, (Sunulu Bildiri) s: 102-105.
- [3] Sayar M S, Tekdal S, Han Y, Yasak M Ş, Anlarsal A E, Başbağ M ve Gül İ (2010).Diyarbakır Koşullarında Bazı Macar Fiği (*Vicia pannonica* Crantz,) Genotiplerinin Verim Ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi, Dicle Üniversitesi Uluslararası Katılımlı Kamu Üniversite-Sanayi İşbirliği Sempozyumu, 24-26 Mayıs, s:351-356.
- [4] Tahtacıoğlu L, Avcı M, Mermer A, Şeker H ve Aygün C (1996). Bazı Kışlık Fiğ Çeşitlerinin Erzurum Ekolojik Koşullarına Adaptasyonu, *Türkiye 3, Çayır-Mera –Yem Bitkileri Kongresi*, 17-19 Haziran, Erzurum, s: 661-667.
- [5] Kendir H ve Sevimay C S (1996). Ankara Koşullarında Kışlık Yetiştirilen Fiğ Çeşitlerinin Yem verimleri, *Türkiye 3, Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kongresi*, 17-19 Haziran, Erzurum, s:472-478.
- [6] Orak A ve Nizam İ (2003). Trakya Bölgesinde Macar Fiği (*Vicia pannonica* Crantz,) Hatlarının Önemli Bazı Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesine İlişkin Bir Araştırma, *Türkiye 5, Tarla Bitkileri Kongresi*, 13-17Ekim, Diyarbakır, Cilt I Tarla Bitkileri Islahı, s: 331-335.
- [7] Yılmaz Ş, Günel E ve Sağlamtimur T (1996). Amik Ovası Ekolojik Koşullarında Yetiştirilebilecek Uygun Fiğ (*Vicia spp.*) Türlerinin Saptanması Üzerinde Bir Araştırma, *Türkiye 3, Çayır-Mera ve Yem BitkileriKongresi*, 17-19 Haziran, Erzurum, s: 627-631.
- [8] Uzun A, Bilgili U, Sincik M ve Açıkgöz E (2004).Effect of seeding rates on Yield and Yield Components of Hungarian Vetch (*Vicia pannonica* Crantz,), *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 28: 179-182.
- [9] Bağcı M (2010). Orta Anadolu Koşullarında Macar Fiğinde (*Vicia Pannonica* Crantz, Cv, Tarm Beyazı-98) Sıra Arası ve Tohum Miktarının Ot Verimine Etkileri, Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 51 sayfa.
- [10] Sayar M S (2011). Diyarbakır Ekolojik Koşullarında BazıMacar Fiği (*Vicia Pannonica* Crantz,) Çeşit ve Hatlarının Önemli Tarımsal Özellikleri Yönünden Genotip X Çevre İnteraksiyonları ve Stabilitelerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 272 sayfa.
- [11] Başbağ M, Saruhan V ve Gül İ (2001), Diyarbakır Koşullarında Bazı Tek Yıllık Baklagil Yem bitkilerinin Adaptasyonu Üzerine Bir Araştırma, *Türkiye 4, Tarla Bitkileri Kongresi*, 17-21 Eylül, Çayır-Mera Yem Bitkileri, 3, Cilt, Tekirdağ, s:169-173.
- [12] Akkeçili N (2001), Farklı Gübre Dozu Uygulamalarının Bazı Fiğ (*Vicia Spp.*) Türlerinin Verim ve Verim Ögelerine Etkileri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek lisanstezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 48 sayfa.
- [13] İptaş S (2002). Effect of Row Spacing, Support Plant And Mixture Ration The Seed Yield Some Yield Characteristics of Hungarian Vetch, *Journal of Agronomy and Crop Sciences*, 118: 37-362.
- [14] Ağgünlü H (1999). Isparta Ekolojik Şartlarında Bazı Macar Fiği Çeşit Ve Hatlarının Verim ve Verim Ögeleri Üzerinde Bir Araştırma, Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 28 sayfa.