



### Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 99-109

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/anajas.2015.30.2.99-109



## İnce tabaka mango dilimlerinin mikrodalga tekniği ile kurutulması

İlknur Alibaş

Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa

Sorumlu yazar/corresponding author: ialibas@uludag.edu.tr

Geliş/Received 12/02/2015

Kabul/Accepted 13/07/2015

### ÖZET

Bu çalışma kapsamında yaş baza göre nem içeriği %89.23±0.45 olan mango dilimleri 100±2 g ağırlığında tartılarak 1000, 750, 500 ve 90 W mikrodalga gücünde ve 50°C sıcaklığında sıcak havayla kurutma yöntemi ile yaş baza göre nem içeriği %12.75±0.17 oluncaya dek kurutulmuştur. Kurutma işlemleri 1000, 750, 500 ve 90 W mikrodalga kurutma seviyeleri için sırasıyla 7.5, 12, 18.5 ve 111 dakika; 50°C sıcaklık seviyesinde ise 255 dakika sürmüştür. Kurutma verileri 13 farklı ince tabaka kurutma modeli ile modellenmiştir. Regresyon katsayısının ( $R^2$ ) en büyük olduğu, standart hata ( $SEE$ ), ki kare ( $\chi^2$ ) ve ortalama karesel hatanın ( $RMSE$ ) en küçük olduğu model en iyi model olarak seçilmiştir. Buna göre 1000, 500 ve 90 W mikrodalga kurutma deneylerinden elde edilen verilere en yakın sonuçları veren kurutma modelinin Jena & Das modeli olduğu belirlenmiştir. Buna karşın 750 W mikrodalga gücünde ve 50°C sıcaklıktaki kurutma işlemlerinde deneysel verilere en yakın tahmin sonuçlarını veren modelin Alibas modeli olduğu saptanmıştır. Çalışmada ayrıca mikrodalga kurutma tekniği ve sıcak hava ile kurutulan mango dilimlerinin renk değerleri ( $L$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $C$  ve  $\alpha$ ) de saptanmış olup taze ürünün renk değerleri ile karşılaştırılmalı olarak verilmiştir. Buna göre taze ürüne en yakın renk değerinin 750 ve 500 W mikrodalga seviyelerinde elde edildiği, mikrodalga enerjisinin artırılması ya da azaltılmasının renk özellikleri üzerinde olumsuz etkilere neden olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Mango  
Mikrodalga kurutma  
Modelleme  
Renk  
Sıcak havayla kurutma

### Drying of thin layer mango slices with microwave technique

#### ABSTRACT

In this study, mango slices with 100 (±2) g weight and 89.23% (±0.45) moisture content on wet basis were microwave dried at 1000, 750, 500 and 90 W microwave powers and hot-air dried at 50°C temperature, until the moisture content fell down to 12.75% (±0.17) on wet basis. Microwave drying processes at 1000, 750, 500 and 90 W power levels were completed within 7.5, 12, 18.5 and 111 min, whereas hot-air drying process at 50°C temperature was completed within 255 min. Drying data were modeled with 13 different drying models. Models whose coefficient of regression ( $R^2$ ) are highest and standard error of estimated ( $SEE$ ), root mean square error ( $RMSE$ ) and chi-square ( $\chi^2$ ) are lowest were chosen to be the most appropriate models. According to this, the best model at 1000, 500 and 90 W microwave powers in terms of the closest values between experimental data and predicted data was determined to be Jena & Das model. On the other hand, the color parameters ( $L$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $C$  ve  $\alpha$ ) of dried mango slices were also determined and compared with color parameters of fresh mango slices in this study. According to this, the best color parameters were obtained in the microwave drying at 750 and 500 W microwave power levels. The decreasing or increasing of microwave power levels caused negative effects under the dried mango slices in terms of the color parameters.

Keywords:

Mango  
Microwave drying  
Modeling  
Color  
Hot-air drying

© OMU ANAJAS 2015

### 1. Giriş

İçeriğinde antioksidanlar, A, C, B6 ve diğer B vitaminleri, potasyum, bakır gibi temel besin elementleri, mineral, amino asit ve enzimler barındırdığı için pek çok

hastalığa karşı koruyucu özelliği olduğu düşünülen mango (*Mangifera indica* L.), taze veya kurutulmuş olarak tüketilen tropikal bir meyvedir (Chattopadhyay, 2001; Rathore ve ark., 2013; Fasoli ve Righetti, 2013; Korbel ve ark., 2013). Neredeyse her meyve ve sebze gibi mango da

hasattan sonra her hangi bir muhafaza işlemine tabi tutulmazsa kısa süre içinde bozulmaya başlar (Alibas, 2012; Sogi ve ark., 2014). Ürünün nem içeriğinin belli bir sınır değere kadar buharlaştırarak üründen uzaklaştırılması olarak tanımlanan kurutma, bilinen en eski muhafaza yöntemidir (Ozkan ve ark., 2007). Kurutma yapılarak materyal içerisindeki mikroorganizma faaliyetleri durdurulduğundan dolayı ürünün bozulmadan uzun süre muhafaza edilebilmesi sağlanır (Ertekin ve Yaldız, 2004; Alibas, 2012).

Sıcak havayla kurutma, taze meyve ve sebzelerin kurutulmasında yaygın olarak kullanılan bir kurutma yöntemidir (Soysal, 2004). Kuruma süresinin uzun olması, yüksek sıcaklık nedeniyle kuru ürünün bünyesinde çeşitli kalite kayıplarının meydana gelmesi, yeniden su çekme kapasitesinin azalması (Drouzas ve ark., 1999; Maskan, 2001), enerji tüketiminin yüksek olması ve eriyiklerin kurutma materyalinin iç kısmından materyallerin dış yüzeylerine doğru kayması (Feng ve Tang, 1998; Maskan, 2000) gibi ciddi hasarlanmalar sıcak havayla kurutma sürecinde karşılaşılan sorunların en başında gelmektedir.

Kurutma süresini önemli ölçüde kısaltması, enerji tasarrufu sağlaması, kalite kayıplarını en aza indirmesi ve materyalde tekdüze bir sıcaklık dağılımı sağlaması gibi avantajlarından dolayı mikrodalga ışınların kullanımı giderek daha yaygın bir hale gelmiştir (Torrington ve ark., 2001; Diaz ve ark., 2002; Feng, 2002; Soysal, 2004; Alibas, 2014a; Alibas ve Koksall, 2014).

Çalışmada, kurutulacak örnekler kurutma alanına tek tabaka olacak şekilde yerleştirilmiştir. İnce tabaka kurutma kuramını tanımlayan pek çok deneysel, yarı deneysel ve teorik model bulunmaktadır (Midilli ve Kucuk 2003; Alibas, 2014b). İnce tabaka kurutma sürecinin matematiksel olarak modellenmesinin kurutma sistemlerinin performansının artırılması açısından son derece önemli olduğu bilinmektedir (Alibas, 2012; Cihan ve ark., 2007).

Bu çalışmanın amacı; i) mango dilimlerinin ince tabaka kurutma kinetiğinin belirlenmesi, ii) deneysel olarak elde edilen kurutma verilerinin, literatürde daha önce tanımlanmış olan 13 farklı ince tabaka kurutma modeli ile tahmin edilmesi ve iii) kurutulan örneklerin renk parametrelerinin taze ürünlerle karşılaştırılmasıdır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Kurutma materyali

Kurutma materyali olarak kullanılan mango (*Magnifera indica* L.) Bursa'daki yerel bir marketten olgunlaşmış olanları seçilerek alınmıştır. Mango bitkisi kurutma işlemlerinden önce nem içeriğini kaybetmemesi için ıslak yastıklarla çevrelenerek  $4\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  sıcaklığında bekletilmiştir (Alibas, 2012). Sıcaklığı  $105^{\circ}\text{C}$  olan kurutma fırınında 24 saat süreyle bekletilen mango dilimlerinin ilk ve son nem içerikleri, söz konusu işlemler sırasında alınan ağırlık ölçümleri kullanılarak hesaplanmıştır.

### 2.2. Ön muamele işlemleri

Kurutma işlemlerinden önce mango bitkisi bir

dilimleme makinası yardımıyla (Graef ECO146, Almanya)  $5\pm 0.5$  mm kalınlığında dilimlenmiştir. Kurutma öncesinde uygulanan kısa süreli sıcak uygulamaları ürünün hem kalite parametrelerinin korunmasına hem de kurutma işlemlerinin daha hızlı bir şekilde gerçekleşmesine sebep olduğundan mango dilimleri renklerinin ve diğer kalite parametrelerinin korunması amacıyla 1 dakika süre bir buharlı pişirici makinasında (Raks, Buharlım, Manisa, Türkiye)  $100^{\circ}\text{C}$  sıcaklığındaki buhara tabi tutulmuşlardır. Mangonun dilimlerinin dış yüzeylerinde havayla temas sırasında oluşan oksitlenme reaksiyonundan kaynaklanan kahverengimsi lekeleri ortadan kaldırmak için ürünler buhar uygulama işleminden önce %2'lik sitrik asit çözeltisine batırılmışlardır (Alibas, 2007).

### 2.3. Kurutma ekipmanları ve kurutma yöntemi

Hem mikrodalga hem de sıcak havayla kurutma denemeleri teknik özellikleri 230 V ~, 50 Hz ve 2900 W olan programlanabilir bir fırında (Arçelik MD 592, Türkiye) yapılmıştır. Kurutma fırınının alanı  $327\times 370\times 207$  mm boyutlarındadır ve kurutma alanının tabanının ortasında çapı 280 mm olan döner cam bir kurutma tablası bulunmaktadır. Kurutma zamanı fırının üzerindeki dijital bir saat aracılığıyla ölçülmektedir. Fırın, 1000 – 90 W mikrodalga güç aralığında 8 ayrı seviyede ve 250 –  $50^{\circ}\text{C}$  sıcaklık aralığında 9 farklı seviyede  $1\text{ m s}^{-1}$  fan hızında çalışabilmektedir. Kurutma denemeleri, 1000, 750, 500 ve 90 W mikrodalga güç ve  $1\text{ m s}^{-1}$  hava hızında  $50^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Kurutulan örnekler ağırlıkları  $100 (\pm 2)$  g olacak şekilde tartılmıştır. Denemeler üç tekrarlı olarak yapılmıştır. Mikrodalga kurutma işlemleri sırasında fırın içindeki fan devre dışı bırakılmıştır. Dolayısıyla mikrodalga kurutma işlemlerinin tümü içeride her hangi bir zoraki hava sirkülasyonu olmaksızın gerçekleştirilmiştir. Mikrodalga kurutma kinetiğinin belirlenmesi açısından her 30 saniyede, sıcak hava denemesinde ise her 5 dakikada bir fırın açılarak örneklerden 0.01 g hassasiyete sahip dijital bir tartım aleti (Aİsep EX 2000A, Almanya) yardımıyla ağırlık ölçümü alınmıştır. Tüm ağırlık ölçüm işlemleri 10 saniye içinde tamamlanmıştır (Alibas, 2012).

Ağırlık ölçümlerinden yola çıkılarak çeşitli hesaplamalar yapılmıştır. Kuru baza göre ilk nem içeriği aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır:

$$M_0 = \frac{(W_0 - W_k)}{W_k} \quad (1)$$

Burada;  $M_0$ , materyalin ilk nem içeriği [(kg su) (kg kuru madde<sup>-1</sup>)];  $W_0$ , örneklerin ilk andaki ağırlığı (kg) ve  $W_k$ , örneklerin toplam kuru ağırlığıdır (kg). Ayrılabilir nem içeriği (MR) aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Yağcıoğlu ve ark., 1999):

$$MR = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} \quad (2)$$

Burada;  $M$ , herhangi bir andaki nem içeriği [(kg su) (kg kuru madde<sup>-1</sup>)] ve  $M_e$ , denge nem içeriği [(kg su) (kg kuru madde<sup>-1</sup>)].  $M_e$ , değeri "0" olarak kabul edilmiştir (Maskan, 2000; Soysal, 2004). Çalışmada ayrılabilir nem içeriği değeri sadeleştirilerek  $MR=M/M_0$  olarak kullanılmıştır.

Kuruma hızı ( $DR$ ), aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmaktadır:

$$DR = \frac{M_{t+dt} - M_t}{d_t} \quad (3)$$

Burada;  $M_t$ , t anındaki ve  $M_{t+dt}$ , t+dt aralığındaki nem içeriği [(kg su) (kg kuru madde<sup>-1</sup>)] olup  $DR$  ise kuruma hızıdır [(kg su) (kg kuru madde s<sup>-1</sup>)] (Karaaslan ve Tunçer, 2008; Doymaz ve ark., 2006).

#### 2.4. Veri analizi

Çalışma, 3 tekerrürlü olarak kurulmuş olup elde edilen verilerin ortalamaları ve diğer istatistik hesaplamalar JMP 9.0.2 istatistik programıyla yapılmıştır. Deneysel veriler daha önceki araştırmalarda çeşitli araştırmacılar tarafından tanımlanmış olan 13 farklı ince tabaka kurutma modeli ile modellenmiştir. Bu modellere ilişkin eşitlikler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. İnce tabaka kurutma tahminleri için kullanılan matematiksel modeller

Model numarası	Model ismi	Model eşitliği	Eşitlik Numarası	İlgili Kaynak
1	Page	$M_R = \exp(-kt^n)$	(4)	Page, 1949
2	Düzenlenmiş Page	$M_R = a \exp[-(kt^n)]$	(5)	Wang ve Singh, 1978
3	Logaritmik	$M_R = a \exp(-kt) + c$	(6)	Yagcioglu ve ark., 1999
4	Two-term	$M_R = a \exp(-k_0 t) + b \exp(-k_1 t)$	(7)	Henderson, 1974
5	Thomson	$t = a \ln(M_R) + b [\ln(M_R)]^2$	(8)	Thomson ve ark., 1968
6	Verma et al.	$M_R = a \exp(-kt) + (1-a) \exp(-gt)$	(9)	Verma ve ark., 1985
7	Midilli et al.	$M_R = a \exp(-kt^n) + bt$	(10)	Midilli ve ark., 2002
8	Weibull dağılımı	$M_R = a - b \exp[-(kt^n)]$	(11)	Babalis ve ark., 2006
9	Aghbashlo et al.	$M_R = \exp(-k_1 t / 1 + k_2 t)$	(12)	Aghbashlo ve ark., 2009
10	Logistic	$M_R = a_0 / (1 + a \exp(kt))$	(13)	Chandra ve Singh, 1995
11	Jena & Das	$M_R = a \exp(-kt + b\sqrt{t}) + c$	(14)	Jena ve Das, 2007
12	Demir et al.	$M_R = a \exp(-kt^n) + c$	(15)	Demir ve ark., 2007
13	Alibas	$M_R = a \exp(-(kt^n) + bt) + c$	(16)	Alibas, 2012

$M_R$ , ayrılabilir nem içeriği;  $a, a_0, b, c, g, h$ , katsayılar;  $n$ , kurutma sabiti;  $k, k_0, k_1, k_2$ , kurutma sabiti ( $\text{min}^{-1}$ );  $t$ , zaman (s);  $L$ , numune kalınlığı.

Doğrusal olmayan regresyon analizleri NLREG Advanced istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Çizelge 1’de tanımlanan eşitliklere ait kurutma sabit ve katsayıları ( $k, a, a_0, b, c, g$  ve  $n$ ) doğrusal olmayan regresyon analizleri ile hesaplanmıştır.

Kurutma sabit ve katsayılarının varyasyonlarının ( $Y$ ) oluşturulması için mikrodalga kurutmada mikrodalga güç yoğunluğu, sıcak havayla kurutmada sıcaklık içeren 5 farklı eşitlik tanımlanmıştır (Guarte, 1996; Ertekin ve Yıldız, 2004). Bu eşitlikler, lineer tip ( $Y=a+bX$ ), logaritmik tip ( $Y=a+b \ln(X)$ ), güç tipi ( $Y=aX^b$ ), exponential tip ( $Y=a \exp(bX)$ ) ve arrhenius tip ( $Y=a \exp(b/X)$ ) şekilde tanımlanmıştır. Bu çalışmada regresyon katsayısının en yüksek olduğu model, optimum model olarak tanımlanmış ve optimum model eşitliği mikrodalga kurutmada güç yoğunluğu ve sıcak havayla kurutmada ise sıcaklık değerlerini içeren formülasyonlar oluşturulması amacıyla Arrhenius tip matematiksel eşitlikle, NLREG Advanced istatistik programı kullanılarak sabit ve katsayılarına ( $k_1, k_2, a_1, a_2, b_1, b_2, g_1, g_2, n_1$  ve  $n_2$ ) ayrılmıştır.

#### 2.5. Matematiksel hesaplamalar

Regresyon katsayısı ( $R^2$ ) mango dilimlerinin mikrodalga ve sıcak havayla kurutulmasında en uygun matematiksel modelin seçiminde başlıca kriter olmuştur. Tahminin standart hatası ( $SEE$ ) kurutma işlemleri boyunca tüm ölçüm aralıklarında ölçülen ve tahmin edilen veriler arasındaki farkı vermektedir ve ideal değeri “0” olmalıdır. Tahminin regresyon katsayısı ( $R^2$ ) ve standart hatası ( $SEE$ ) aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmaktadır:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (M_{R_{exp,i}} - M_{R_{exp,mean,i}})^2 - (M_{R_{pre,i}} - M_{R_{exp,i}})^2}{\sum_{i=1}^N (M_{R_{exp,i}} - M_{R_{exp,mean,i}})^2} \quad (17)$$

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (M_{R_{exp,i}} - M_{R_{pre,i}})^2}{N - n_i}} \quad (18)$$

Burada;  $M_{R_{exp,i}}$ , deneyler sırasında ölçülen ayrılabilir nem içeriği (%),  $M_{R_{pre,i}}$ , modelin tahmin ettiği ayrılabilir

nem içeriği (%),  $N$ , gözlem sayısı,  $n_i$  sabit ve katsayıların sayısıdır. Modelin kısa vadeli performansını belirlemede kullanılan ortalama karesel hata ( $RMSE$ ) ve aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (M_{R_{pre,i}} - M_{R_{exp,i}})^2}{N}} \quad (19)$$

Ki kare ( $\chi^2$ ) is deneysel ve tahmin verileri ortalamalarının karesidir ve modelin etkinliği için bu değer mümkün olduğunca küçük olması gerekmektedir. Ki kare değeri aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (M_{R_{exp,i}} - M_{R_{pre,i}})^2}{N - n_i} \quad (20)$$

### 2.6. Renk ölçüm yöntemi

Renk okumaları Macintosh tabanlı bir bilgisayar programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (MAC, Renk sayısallaştırıcısı, versiyon 2014). Taze ve kuru numunelere ilişkin fotoğraflar 18 Mp bir kameranın makro çekim objektifi ile her bir dozaj için 20 şer adet olacak şekilde çekilerek bilgisayara aktarılmış ve numunelerin  $L$  (parlaklık),  $a$  (yeşillik-kırmızılık),  $b$  (sarılık-mavilik) renk değerlerinin tespit edilmesi sağlanmıştır. Her bir dozaj için 20'şer adet fotoğraf kullanılmış ve renk değerlerinin ortalaması alınmıştır. Fotoğraflar yüksek ışık şiddeti ile aydınlatılmış kapalı bir ortamda, ışığın çekilecek olan materyallere ön cepheden temas etmesini sağlayacak şekilde ve flaş kullanılmaksızın çekilmiştir. Böylece gölgeleme faktörü ortadan kaldırılmıştır. Bu değerlerden yararlanılarak diğer renk kriterleri olan rengin kroması ( $C$ ) ve renk açısı ( $\alpha$ ) ise aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplama yöntemi ile bulunmuştur (Alibas, 2007):

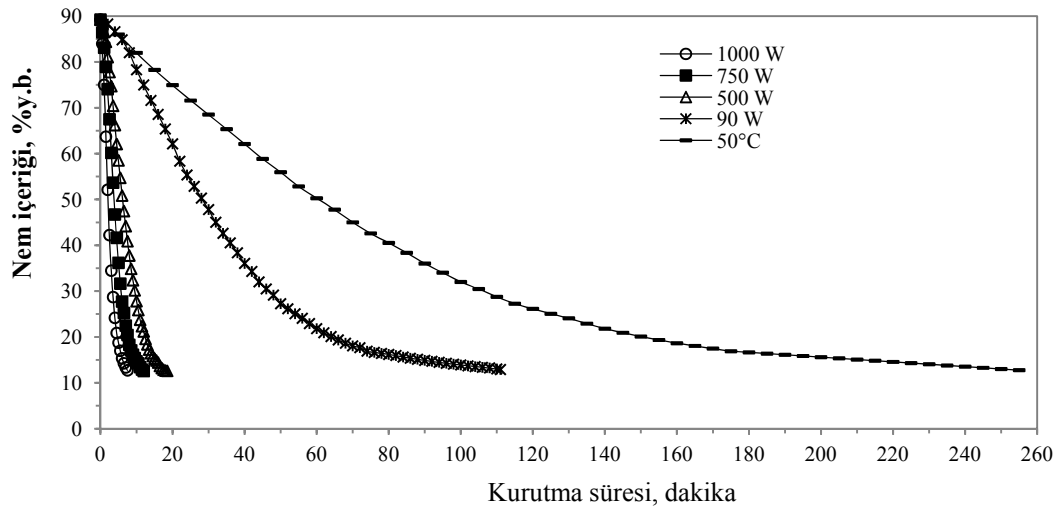
$$C = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (21)$$

$$\alpha = \tan^{-1}(b/a) \quad (22)$$

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Kurutma eğrileri ve matematiksel modelleme

Mango dilimlerinin mikrodalga ve sıcak hava ile kurutulmasındaki nem içeriği-zaman diyagramı Şekil 1'de verilmiştir. İlk nem içeriği yaş baza göre % 89.23 ( $\pm 0.45$ ) olan mango dilimleri nem içeriği yaş baza göre % 12.75 ( $\pm 0.17$ ) oluncaya dek 1000, 750, 500 ve 90 W mikrodalga güç seviyelerinde ve 50°C sıcak havada kurutulmuştur. Mikrodalga güç seviyesinin 90, 500, 750 ve 1000 W olduğu kurutma işlemlerinin toplam süresinin sırasıyla 111, 18.5, 12 ve 7.5 dakika; 50°C sıcaklıkta gerçekleştirilen sıcak havayla kurutma işleminin süresinin ise 255 dakika olduğu saptanmıştır. Mikrodalga enerjisinin artmasıyla kurutma zamanında azalma meydana gelmiştir (Sarimeseli, 2011; Evin, 2012; Demirhan ve Ozbek, 2011; Al-Harashsheh, 2009). Meyve ve sebzelerin kurutulmasında gerek sanayi koşullarında gerekse literatürde çok sık rastlanılan 50°C sıcaklıkta sıcak havayla kurutmaya göre mikrodalga enerjisinin kullanımı ile kurutma süresinde önemli ölçüde azalma meydana geldiği belirlenmiştir (Soysal, 2004; Alibaş, 2014a). Mikrodalga gücünün 90 W'dan 1000 W'a çıkarılması ile kurutma süresinin 14.8 kat azaldığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde 50°C sıcaklıkta sıcak havayla kurutma yerine 1000 W ve 90 W mikrodalga güç seviyelerinin kullanılması ile kurutma süresinin sırasıyla 34 ve 2.3 kat kısaldığı belirlenmiştir.

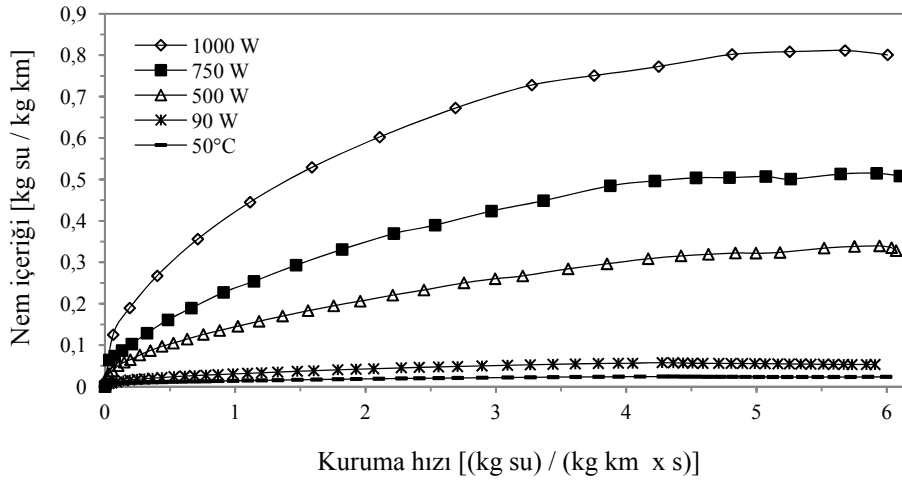


Şekil 1. Mango dilimlerinin mikrodalga ve sıcak havayla kurutulmasındaki yaş baza göre nem içeriği



Farklı mikrodalga güç seviyelerindeki ve 50°C sıcaklıktaki havayla kurutma işlemlerine ilişkin kuruma hızları ( $\text{kg (H}_2\text{O) kg}^{-1}(\text{DM) s}^{-1}$ ) kuru baza göre nem içeriğine bağlı olarak Şekil 3’de verilmiştir. Mango dilimlerinin 1000, 750, 500 ve 90 W mikrodalga güç seviyesindeki ortalama kuruma hızları sırasıyla 0.541247, 0.323090, 0.196459 ve 0.0400777  $\text{kg (H}_2\text{O) kg}^{-1}(\text{DM) s}^{-1}$  olarak saptanmıştır. Buna karşın 50°C sıcaklıktaki kuruma hızının ise 0.01832  $\text{kg (H}_2\text{O) kg}^{-1}(\text{DM) s}^{-1}$  olduğu

belirlenmiştir. Mikrodalga gücünün artması ile kuruma hızının da arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca en düşük mikrodalga gücü olan 90 W ve en yüksek güç olan 1000 W seviyelerinde belirlenen kuruma hızlarının, 50°C sıcaklıktaki kuruma hızına göre sırasıyla 2.30 ve 34 kat daha yüksek olduğu da belirlenmiştir. Bu bulgular literatürdeki çeşitli araştırmacıların bulgularıyla paralellik göstermektedir (Sharma ve Prasad, 2001; Maskan, 2000; Soysal, 2004; Ozkan ve ark., 2007).



Şekil 2. Mikrodalga kurutma ve sıcak havayla kurutmada mango dilimlerinin kuruma hızı

Çizelge 1’de tanımlanmış olan 13 farklı kurutma modeline ilişkin regresyon katsayısı ( $R^2$ ), standart hata ( $SEE$ ), ortalama karesel hata ( $RMSE$ ) ve ki kare ( $\chi^2$ ) değerleri Çizelge 2a ve 2b’de verilmiştir. Çalışmada, ( $R^2$ ) değerinin “1” değerine en yakın olduğu ve  $RMSE$ ,  $\chi^2$  ve  $SEE$  değerlerinin ise en küçük olduğu ince tabaka kurutma modelinin 1000 W, 500 W ve 90 W mikrodalga güç seviyeleri için Jena ve Das modeli; 750 W ve 50°C için ise Alibas Modeli olduğu belirlenmiştir. Jena ve Das

Modelinin en uygun model olarak belirlendiği 1000 W, 500 W ve 90 W mikrodalga güç seviyeleri için regresyon katsayısının ( $R^2$ ) sırasıyla 0.9997, 0.9993 ve 0.9997 olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın Alibas Modelinin en iyi model olduğu 750 W ve 50 °C kurutma seviyeleri için regresyon katsayısının ( $R^2$ ) sırasıyla 0.9998 ve 0.9994 olduğu belirlenmiştir. Çalışmada, en küçük regresyon katsayısına sahip olan bu bakımdan da deneysel verilere en uzak

Çizelge 2a. Mikrodalga kurutma için farklı ince tabaka kurutma modelleri ile elde edilen istatistiksel sonuçlar

Model Numarası	1000 W				750 W			
	$R^2$	SEE	RMSE	$\chi^2$	$R^2$	SEE	RMSE	$\chi^2$
1	0.9964	0.0173	3.6079 $10^{-02}$	1.4877 $10^{-03}$	0.9979	0.0123	3.1578 $10^{-02}$	1.0839 $10^{-03}$
2	0.9964	0.0178	3.4292 $10^{-02}$	1.4473 $10^{-03}$	0.9979	0.0125	2.9807 $10^{-02}$	1.0096 $10^{-03}$
3	0.9990	0.0095	5.5629 $10^{-04}$	3.8087 $10^{-07}$	0.9993	0.0074	7.8388 $10^{-12}$	6.9826 $10^{-23}$
4	0.9990	0.0099	1.4848 $10^{-05}$	2.9394 $10^{-10}$	0.9994	0.0069	4.3091 $10^{-04}$	2.2105 $10^{-07}$
5	0.9750	0.3899	1.8070 $10^{-01}$	3.7316 $10^{-02}$	0.9741	0.6051	3.7153 $10^{-01}$	1.5004 $10^{-01}$
6	0.9989	0.0099	2.6481 $10^{-03}$	8.6307 $10^{-06}$	0.9993	0.0072	2.2346 $10^{-03}$	5.6746 $10^{-06}$
7	0.9991	0.0092	3.2218 $10^{-03}$	1.3840 $10^{-05}$	0.9937	0.0047	1.0171 $10^{-03}$	1.2316 $10^{-06}$
8	0.9996	0.0063	5.2862 $10^{-09}$	3.7259 $10^{-17}$	0.9998	0.0039	5.3716 $10^{-13}$	3.4351 $10^{-25}$
9	0.9972	0.0152	2.0010 $10^{-02}$	4.5761 $10^{-04}$	0.9981	0.0118	2.2079 $10^{-02}$	5.2987 $10^{-04}$
10	0.9963	0.0180	3.8487 $10^{-02}$	1.8231 $10^{-03}$	0.9979	0.0126	3.0862 $10^{-02}$	1.0824 $10^{-03}$
11	<b>0.9997</b>	<b>0.0051</b>	<b>6.2231 <math>10^{-11}</math></b>	<b>5.1636 <math>10^{-21}</math></b>	0.9997	0.0048	1.3956 $10^{-14}$	2.3185 $10^{-28}$
12	0.9990	0.0099	2.6200 $10^{-09}$	9.1527 $10^{-18}$	0.9993	0.0076	3.8496 $10^{-12}$	1.7642 $10^{-23}$
13	0.9996	0.0064	4.0653 $10^{-12}$	2.4039 $10^{-23}$	<b>0.9998</b>	<b>0.0028</b>	<b>1.0486 <math>10^{-09}</math></b>	<b>1.3745 <math>10^{-18}</math></b>

Çizelge 2a.(devam)

Model Numarası	500 W				90 W			
	R <sup>2</sup>	SEE	RMSE	$\chi^2$	R <sup>2</sup>	SEE	RMSE	$\chi^2$
1	0.9946	0.0194	2.1875 10 <sup>-02</sup>	5.0511 10 <sup>-04</sup>	0.9892	0.0202	7.3842 10 <sup>-02</sup>	5.6847 10 <sup>-03</sup>
2	0.9952	0.0185	4.8868 10 <sup>-02</sup>	2.5928 10 <sup>-03</sup>	0.9896	0.0200	6.7528 10 <sup>-02</sup>	4.8574 10 <sup>-03</sup>
3	0.9968	0.0152	1.5146 10 <sup>-14</sup>	2.4906 10 <sup>-28</sup>	0.9971	0.0105	2.8328 10 <sup>-10</sup>	8.5480 10 <sup>-20</sup>
4	0.9968	0.0153	2.5868 10 <sup>-04</sup>	7.4786 10 <sup>-08</sup>	0.9975	0.0099	1.0368 10 <sup>-04</sup>	1.1705 10 <sup>-08</sup>
5	0.9852	0.6855	6.0806 10 <sup>-01</sup>	3.9028 10 <sup>-01</sup>	0.9563	6.5453	9.9713 10 <sup>-02</sup>	1.0366 10 <sup>-02</sup>
6	0.9965	0.0158	5.2423 10 <sup>-02</sup>	2.9837 10 <sup>-03</sup>	0.9875	0.0220	9.9713 10 <sup>-02</sup>	1.0591 10 <sup>-02</sup>
7	0.9980	0.0121	5.0314 10 <sup>-03</sup>	2.8293 10 <sup>-05</sup>	0.9958	0.0127	7.2323 10 <sup>-03</sup>	5.6955 10 <sup>-05</sup>
8	0.9986	0.0101	2.3246 10 <sup>-09</sup>	6.0394 10 <sup>-18</sup>	0.9973	0.0104	5.6540 10 <sup>-10</sup>	3.4810 10 <sup>-19</sup>
9	0.9826	0.0349	7.7995 10 <sup>-02</sup>	6.4212 10 <sup>-03</sup>	0.9940	0.0151	2.7596 10 <sup>-02</sup>	7.9395 10 <sup>-04</sup>
10	0.9951	0.0187	4.4271 10 <sup>-02</sup>	2.1279 10 <sup>-03</sup>	0.9869	0.0220	1.0042 10 <sup>-01</sup>	1.0742 10 <sup>-02</sup>
11	<b>0.9993</b>	<b>0.0073</b>	<b>8.6040 10<sup>-11</sup></b>	<b>8.2738 10<sup>-21</sup></b>	<b>0.9977</b>	<b>0.0096</b>	<b>1.0573 10<sup>-08</sup></b>	<b>1.2172 10<sup>-16</sup></b>
12	0.9968	0.0154	5.9182 10 <sup>-08</sup>	3.9145 10 <sup>-15</sup>	0.9971	0.0106	2.3171 10 <sup>-10</sup>	5.8462 10 <sup>-20</sup>
13	0.9988	0.0095	8.2523 10 <sup>-12</sup>	7.8419 10 <sup>-23</sup>	0.9973	0.0105	1.7594 10 <sup>-11</sup>	3.4471 10 <sup>-22</sup>

tahminleri yapan modelin Thomson modeli olduğu saptanmıştır. Optimum model olarak belirlenen Jena & Das ve Alibas Modelleri ile diğer 11 kurutma modelinin hesaplanan kurutma sabit ve katsayıları ( $a$ ,  $a_0$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $g$ ,  $n$  ve  $k$ ) Çizelge 3a ve 3b'de verilmiştir. Ayrıca Şekil 2a'da 1000 W, 500 W ve 90 W için Jena & Das; 750 W ve 50°C için Alibas modellerine ilişkin zamana ( $t$ ) bağlı ayrılabilir nem içeriği ( $MR$ ) tahmin değerleri deneysel veriler ile karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Wang ve ark., (2007) elma püresini 150 - 600 W gücünde 4 ayrı mikrodalga güç seviyesini kullanarak kurutmuşlar ve 10 farklı kurutma modeli içinde regresyon katsayısının ( $R^2$ ) en yüksek olduğu

modeli Page modeli olarak tayin etmişlerdir. Kouchakzadeh ve Shafeei (2010) antepfıstığına 500 W mikrodalga gücünde kurutup 6 farklı matematiksel model ile modellemiş ve deneysel verilere en yakın sonuçları veren modelin Page modeli olduğunu saptamışlardır. Alibas (2014b) kereviz yapraklarını 1000 - 90 W mikrodalga güç aralığında 8 farklı seviyede kurutmuş ve deneysel verilerin tahmin verileri ile yakınlık gösterdiği modeli Weibull dağılım modeli olarak belirlemiştir. Alibas (2012) asma yapraklarını 850, 750 ve 650 W mikrodalga gücünde kurutmuş ve 8 farklı model kullanarak en iyi modeli Alibaş modeli olarak tespit etmiştir.

Çizelge 2b. Sıcak havayla kurutma için farklı ince tabaka kurutma modelleri ile elde edilen istatistiksel sonuçlar

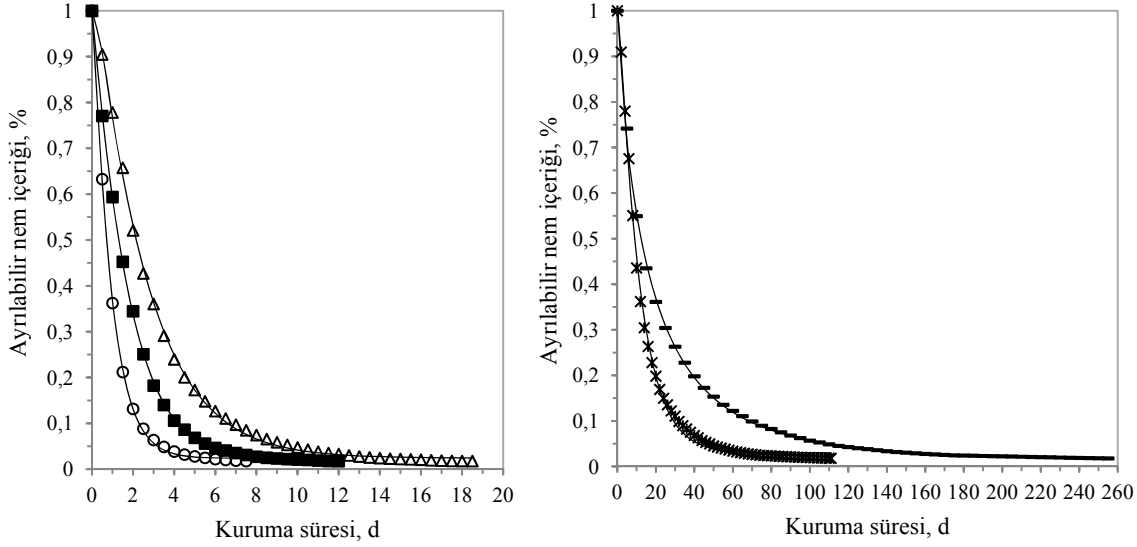
Model Numarası	50°C			
	R <sup>2</sup>	SEE	RMSE	$\chi^2$
1	0.9956	0.0131	3.6486 10 <sup>-02</sup>	1.3879 10 <sup>-03</sup>
2	0.9958	0.0129	3.2391 10 <sup>-02</sup>	1.1176 10 <sup>-03</sup>
3	0.9878	0.0220	1.6494 10 <sup>-09</sup>	2.8979 10 <sup>-18</sup>
4	0.9986	0.0076	1.1643 10 <sup>-02</sup>	1.4761 10 <sup>-04</sup>
5	0.9740	11.8142	6.6344 10 <sup>+00</sup>	4.5888 10 <sup>+01</sup>
6	0.9594	0.0401	1.4605 10 <sup>-01</sup>	2.2723 10 <sup>-02</sup>
7	0.9958	0.0129	7.3827 10 <sup>-03</sup>	5.9350 10 <sup>-05</sup>
8	0.9987	0.0072	4.1679 10 <sup>-10</sup>	1.8916 10 <sup>-19</sup>
9	0.9987	0.0070	8.0726 10 <sup>-03</sup>	6.7940 10 <sup>-05</sup>
10	0.9682	0.0356	1.3865 10 <sup>-01</sup>	2.0478 10 <sup>-02</sup>
11	0.9975	0.0101	5.9257 10 <sup>-11</sup>	3.8236 10 <sup>-21</sup>
12	0.9878	0.0222	1.9721 10 <sup>-12</sup>	4.2350 10 <sup>-24</sup>
13	<b>0.9994</b>	<b>0.0051</b>	<b>6.5700 10<sup>-05</sup></b>	<b>4.8070 10<sup>-09</sup></b>

Çizelge 3a. Mikrodalga kurutma için farklı ince tabaka kurutma modelleri ile elde edilen kurutma sabit ve katsayıları

Model No.	1000 W				750 W			
	Katsayı ve sabitler				Katsayı ve sabitler			
1	k=0.9824	n=0.9803			k=0.5370	n=1.0011		
2	k=0.9750	n=0.9750	a=1.0058		k=0.5428	n=0.9947	a=1.0056	
3	k=1.0474	a=0.9907	c=0.0194		k=0.5678	a=0.9979	c=0.0145	
4	k=-0.0386	m=1.0401	a=0.0156	b=0.9941	k=0.5555	m=-0.1357	a=1.006	b=0.0040
5	a=-0.0337	b=0.1717			a=-0.2816	b=0.2136		
6	k=-0.0571	a=0.0137	g=1.0268		k=-0.1597	a=0.0030	g=0.5483	
7	k=1.0008	n=1.0437	a=1.0031	b=0.0036	k=0.0880	n=0.9621	a=1.0211	b=0.0003
8	k=1.0392	n=1.0879	a=0.0244	b=0.9776	k=0.5356	n=1.0750	a=0.0195	b=1.0750
9	k <sub>1</sub> =1.0592	k <sub>2</sub> =0.0565			k <sub>1</sub> =0.5559	k <sub>2</sub> =0.0128		
10	k=0.9809	a <sub>0</sub> =0.2439 10 <sup>6</sup>	a=0.4322 10 <sup>6</sup>		k=0.5398	a <sub>0</sub> =0.1570 10 <sup>6</sup>	a=0.1563 10 <sup>6</sup>	
11	<b>k=1.2453</b>	<b>a=0.9767</b>	<b>b=0.2017</b>	<b>c=0.0238</b>	k=0.6295	a=0.9804	b=0.0905	c=0.0177
12	k=0.9689	a=0.9907	n=1.0810	c=0.0194	k=1.7169	a=0.9979	n=0.3307	c=0.014
13	k=0.2157 10 <sup>3</sup>	n=1.0004	a=0.9772		<b>k=0.0720</b>	<b>n=1.4499</b>	<b>a=0.9781</b>	<b>b=-0.4652</b>
	b=0.2147 10 <sup>3</sup>	g=0.0244			<b>g=0.0206</b>			
Model No.	500 W				90 W			
	Katsayı ve sabitler				Katsayı ve sabitler			
1	k=0.3013	n=1.0703			k=0.0969	n=0.9080		
2	k=0.3281	n=1.0292	a=1.0330		k=0.1051	n=0.8878	a=1.0257	
3	k=0.3633	a=1.0366	c=0.0163		k=0.0833	a=0.9966	c=0.0237	
4	k=0.3572	m=-0.0549	a=1.0436	b=0.0073	k=0.0875	m=0.0093	a=0.9760	b=0.0497
5	a=-0.6161	b=0.2931			a=1.9594	b=3.1185		
6	k=0.3587	a=1.0888	g=6.3709		k=0.0742	a=0.9954	g=0.8368 10 <sup>1</sup>	
7	k=0.3181	n=1.0795	a=1.0307	b=0.0015	k=0.0880	n=0.9621	a=1.0211	b=0.0003
8	k=0.3024	n=1.1462	a=0.0259	b=0.9919	k=0.0757	n=1.0346	a=0.0251	b=0.9888
9	k <sub>1</sub> =0.3937	k <sub>2</sub> =0.0529			k <sub>1</sub> =0.0888	k <sub>2</sub> =0.0088		
10	k=0.3497	a <sub>0</sub> =0.2791 10 <sup>2</sup>	a=0.2586 10 <sup>2</sup>		k=0.0744	a <sub>0</sub> =0.1353 10 <sup>6</sup>	a=0.1355 10 <sup>6</sup>	
11	<b>k=0.4591</b>	<b>a=0.9779</b>	<b>b=0.1844</b>	<b>c=0.0239</b>	<b>k=0.0940</b>	<b>a=0.9796</b>	<b>b=0.0419</b>	<b>c=0.0259</b>
12	k=0.5664	a=1.0366	n=0.6414	c=0.0163	k=0.2705	a=0.9966	n=0.3078	c=0.0237
13	k=0.1074 10 <sup>3</sup>	n=1.0005	a=0.9860		k=0.9856 10 <sup>1</sup>	n=1.0003	a=0.9876	
	b=0.1071 10 <sup>3</sup>	g=0.0261			b=0.9782 10 <sup>1</sup>	g=0.0253		

Çizelge 3b. Sıcak havayla kurutma için farklı ince tabaka kurutma modelleri ile elde edilen kurutma sabit ve katsayıları

Model Numarası	50°C			
	Katsayı ve sabitler			
1	k=0.1281	n=0.6791		
2	k=0.1346	n=0.6692	a=1.0181	
3	k=0.0462	a=0.9013	c=0.0357	
4	k=0.0816	m=0.0155	a=0.6914	b=0.3033
5	a=0.2941 10 <sup>1</sup>	b=0.6684 10 <sup>1</sup>		
6	k=0.0437	a=1.4876	g=0.0437	
7	k=0.0817	n=0.8074	a=0.9703	b=0.0001
8	k=0.1114	n=0.7419	a=0.0207	b=0.9885
9	k <sub>1</sub> =0.0624	k <sub>2</sub> =0.0120		
10	k=0.0384	a <sub>0</sub> =0.1933 10 <sup>6</sup>	a=0.2152 10 <sup>6</sup>	
11	k=0.0242	a=0.9872	b=-0.1205	c=0.0245
12	k=0.2326	a=0.9013	n=0.1988	c=0.0357
13	<b>k=0.1958 10<sup>2</sup></b>	<b>n=0.9993</b>	<b>a=1.0025</b>	
	<b>b=0.1949 10<sup>2</sup></b>	<b>g=0.0050</b>		



Şekil 3. Zamana bağlı ayrılabilir nem içeriği, deneysel veriler ile 1000W, 500W ve 90 W için Jena & Das; 750W ve 50°C için Alibas eşitliklerine ilişkin tahmin verilerinin karşılaştırılması: ○, 1000 W; ■, 750 W; Δ, 500 W; \*, 160 W; -, 50°C ve —, model.#

Çalışmada 1000, 500 ve 90 W mikrodalga güç yoğunluklarında regresyon katsayısının ( $R^2$ ) en yüksek çıkması ile optimum model olarak tayin edilen Jena ve Das Modeline ilişkin saniye biriminden zamana ( $t$ ) bağlı ayrılabilir nem içeriği ( $M_R$ ) eşitliği lineer tip ( $Y=a+bX$ ) matematiksel formülle mikrodalga güç yoğunluklarını ( $P_D=P/m$ ) da içerecek şekilde sabit ve katsayılarına ayrıştırılmıştır. Benzer uygulama 750 W mikrodalga gücü için en uygun model olarak belirlenen Alibas modeli için de

yapılmıştır. Ayrıca 50°C sıcaklıktaki kurutma için de en uygun model olan Alibas modelinin ayrılabilir nem içeriği ( $MR$ ) eşitliği lineer tip matematiksel formülle sıcak havayla kurutma için en önemli etkenler olan sıcaklık ( $T$ ) ve hava hızı ( $V$ ) değerlerini de içeren sabit ve katsayılara ayrılmıştır. Çizelge 4a ve 4b’de Jena & Das ve Alibas Modelleri ile lineer tip matematiksel eşitliğin varyasyonuna ilişkin sabit ve katsayılar ( $k_1, k_2, k_3, n_1, n_2, n_3, c_1, c_2, a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3, g_1, g_2$  ve  $g_3$ ) yer almaktadır.

Çizelge 4a. Farklı mikrodalga güç yoğunluklarına ilişkin en uygun modellerin lineer tip matematiksel eşitlikle kombinasyonundan elde edilen sabit ve katsayıları

Mikrodalga Kurutma	
Jena & Das (Eşitlik 11) $M_R = a \exp(-kt + b\sqrt{t}) + c$	Alibas (Eşitlik 13) $M_R = a \exp((-kt^n) + bt) + c$
$P=1000 \text{ W}, m=100 \text{ g}, P_D=10 \text{ W g}^{-1}$	$P=750 \text{ W}, m=100 \text{ g}, P_D=7.5 \text{ W g}^{-1}$
$a = a_1 + a_2 * P_D = 9.2985 - 0.8322 * P_D$ $k = k_1 + k_2 * P_D = 0.9767 - 6.3815 * P_D$ $b = b_1 + b_2 * P_D = -2.4709 + 0.2673 * P_D$ $c = c_1 + c_2 * P_D = -14.1549 + 1.4179 * P_D$	$a = a_1 + a_2 * P_D = 3.4118 - 0.3245 * P_D$ $k = k_1 + k_2 * P_D = -0.1786 + 0.0334 * P_D$ $b = b_1 + b_2 * P_D = -1.6336 + 0.1558 * P_D$ $n = n_1 + n_2 * P_D = -4.2349 + 0.7580 * P_D$ $g = g_1 + g_2 * P_D = -1.4200 + 0.1921 * P_D$
$R^2=0.9997$	$R^2=0.9998$
Jena & Das (Eşitlik 11) $M_R = a \exp(-kt + b\sqrt{t}) + c$	Jena & Das (Eşitlik 11) $M_R = a \exp(-kt + b\sqrt{t}) + c$
$P=500 \text{ W}, m=100 \text{ g}, P_D=5 \text{ W g}^{-1}$	$P=90 \text{ W}, m=100 \text{ g}, P_D=0.9 \text{ W g}^{-1}$
$a = a_1 + a_2 * P_D = 2.3061 - 0.2656 * P_D$ $k = k_1 + k_2 * P_D = -0.9661 - 0.2850 * P_D$ $b = b_1 + b_2 * P_D = -1.6681 + 0.3705 * P_D$ $c = c_1 + c_2 * P_D = -1.1042 + 0.2256 * P_D$	$a = a_1 + a_2 * P_D = 7.3646 - 7.0945 * P_D$ $k = k_1 + k_2 * P_D = 2.6318 - 2.8198 * P_D$ $b = b_1 + b_2 * P_D = 0.2325 - 0.2118 * P_D$ $c = c_1 + c_2 * P_D = 0.2678 - 0.2688 * P_D$
$R^2=0.9993$	$R^2=0.9997$

Çizelge 4b. Sıcak havayla kurutmaya ilişkin en uygun model olan Alibas modelinin ineer tip matematiksel eşitlikle kombinasyonundan elde edilen sabit ve katsayıları

Sıcak Havayla Kurutma
Alibas (Eşitlik 13)
$M_R = a \exp((-kt^n) + bt) + c$
$T=50^\circ\text{C}, V=1 \text{ m s}^{-1}$
$a = a_1 + a_2 * P_D + a_3 * V^2 = -1.8200 + 0.0493 * P_D + 0.3575 * V^2$
$k = k_1 + k_2 * P_D + k_3 * V^2 = 1.3917 + 0.3258 * P_D + 1.8983 * V^2$
$b = b_1 + b_2 * P_D + b_3 * V^2 = 1.2071 + 0.3301 * P_D + 1.7779 * V^2$
$n = n_1 + n_2 * P_D + n_3 * V^2 = -1.0842 + 0.0796 * P_D - 1.8965 * V^2$
$g = g_1 + g_2 * P_D + g_3 * V^2 = -1.2983 + 0.0663 * P_D - 2.0117 * V^2$
$R^2=0.9994$

### 3.2. Renk parametreleri

Dört farklı mikrodalga güç yoğunluğu (1000, 750, 500 ve 90 W) ve 50°C sıcak havayla kurutulan mango dilimlerinin parlaklık (L), yeşillik-kırmızılık (a), sarılık-mavilik (b), yoğunluk (C) ve keskinlik ( $\alpha$ ) renk parametreleri taze ürün ile karşılaştırmalı olarak Çizelge

5’de verilmiştir. Buna göre parlak turuncu bir renge sahip olan taze mango dilimlerine parlaklık açısından en yakın sonuçların 750 ve 500 W mikrodalga güç seviyelerinde olduğu bunu sırasıyla 1000 W, 90 W ve 50°C kurutma seviyelerinin izlediği tespit edilmiştir. Bir başka deyişle 90 W mikrodalga ve 50°C sıcak hava kurutmalarında kuru ürünün renginde kararmaların olduğu söylenebilmektedir.

Çizelge 5. Taze ve kurutulmuş mango dilimlerinin renk parametreleri

Uygulamalar	$L^{**} \pm \text{StdS}$	$a^{**}$	$b^{**}$	$C^{**}$	$\alpha^{**}$
Taze ürün	99.31( $\pm 0.62$ ) <sup>a</sup>	80.64( $\pm 5.76$ ) <sup>a</sup>	-117.63( $\pm 5.15$ ) <sup>a</sup>	142.73( $\pm 3.14$ ) <sup>a</sup>	-55.56( $\pm 2.85$ ) <sup>a</sup>
1000 W	93.84( $\pm 0.53$ ) <sup>b</sup>	52.37( $\pm 5.83$ ) <sup>c</sup>	-50.17( $\pm 8.48$ ) <sup>d</sup>	72.96( $\pm 3.21$ ) <sup>c</sup>	-43.63( $\pm 7.61$ ) <sup>b</sup>
750 W	97.97( $\pm 0.14$ ) <sup>ab</sup>	72.25( $\pm 4.10$ ) <sup>b</sup>	-76.63( $\pm 4.50$ ) <sup>b</sup>	105.39( $\pm 3.96$ ) <sup>b</sup>	-46.68( $\pm 2.49$ ) <sup>b</sup>
500 W	97.59( $\pm 0.50$ ) <sup>ab</sup>	69.55( $\pm 4.68$ ) <sup>b</sup>	-65.66( $\pm 7.23$ ) <sup>c</sup>	95.79( $\pm 5.87$ ) <sup>c</sup>	-43.28( $\pm 3.73$ ) <sup>b</sup>
90 W	73.46( $\pm 0.58$ ) <sup>c</sup>	-31.21( $\pm 3.99$ ) <sup>c</sup>	-107.25( $\pm 1.54$ ) <sup>a</sup>	111.74( $\pm 2.01$ ) <sup>b</sup>	73.79( $\pm 1.95$ ) <sup>c</sup>
50°C	61.33( $\pm 5.86$ ) <sup>d</sup>	-15.62( $\pm 1.93$ ) <sup>d</sup>	-83.91( $\pm 5.96$ ) <sup>b</sup>	85.36( $\pm 6.15$ ) <sup>d</sup>	79.47( $\pm 0.79$ ) <sup>c</sup>

Aynı sütündeki farklı harfler önemlidir. \*\* P<0.01 olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemlidir. StdS: standart sapma

Kırmızılık değerini “a” bakımından taze ürüne en yakın rengin 750 ve 500 W değerinde olduğu, bunu sırasıyla 1000 W, 90 W ve 50°C’nin izlediği tespit edilmiştir. Mikrodalga kurutmanın 90 W seviyesinde ve 50°C sıcaklıktaki havayla kurutmada mango dilimlerinin renk değerlerinin bozulduğu, kuru üründe kararma olduğu saptanmıştır. Mikrodalga kurutma süresinin uzaması ile kurutulan materyallerin renk içeriğinde önemli ölçüde azalma olduğu literatürdeki bazı araştırmacılar tarafından saptanmıştır (Soysal, 2004; Alibas, 2007; Alibas ve Koksall, 2014). Ayrıca sıcak havayla kurutmanın mikrodalga kurutmaya göre renk değerleri üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğu da daha önceki çalışmalarla ortaya konulmuştur (Alibas ve Koksall, 2014; Alibas, 2014a).

### 4. Sonuç

Yaş baza göre nem içeriği %89.23 $\pm$ 0.45 olan, 100 ( $\pm$ 2) ağırlığındaki mango dilimleri nem içeriği %12.75 $\pm$ 0.17 yaş baz, (yb) oluncaya dek 1000, 750, 500 ve 90 W mikrodalga gücünde ve 50°C sıcaklıkta kurutulmuşlardır. Kurutma

işlemleri mikrodalga kurutma seviyelerinde 7.5-111 dakikada, sıcak havayla kurutmada 255 dakikada tamamlanmıştır. Çalışmada deneysel veriler 13 farklı model kullanılarak modellenmiştir. Mikrodalga kurutmanın 1000, 500 ve 90 W seviyeleri için Jena & Das modeli en uygun model olarak tespit edilmiştir. Mikrodalğanın 750 W seviyesi ve 50°C sıcak havayla kurutma için Alibas modeli deneysel verilere en yakın tahmin değerlerini veren uygun model olarak tanımlanmıştır.

Dört farklı mikrodalga güç yoğunluğu (1000, 750, 500 ve 90 W) ve 50°C sıcaklıktaki havayla kurutma ile kurutulmuş mango dilimlerinin renk parametreleri açısından taze ürüne en yakın değerlerin 750 ve 500 W mikrodalga güç yoğunluğunda elde edildiği saptanmıştır. Ayrıca 50°C sıcak havayla ve 90 W mikrodalga seviyesinde kurutulmuş mango dilimlerinde taze ürüne göre renk kalitesinin bozulduğu belirlenmiştir.

### Kaynaklar

Aghlashedo, M., Kianmehr, M.H., Khani, S., Ghasemi, M. 2009.

- Mathematical modeling of carrot thin-layer drying using new model. *International Agrophysics*, 23: 313-317.
- Al-Harashsheh, M., Al-Muhtaseb, A.H., Magee, T.R.A. 2009. Microwave drying kinetics of tomato pomace: Effect of osmotic dehydration. *Chemical Engineering and Processing*, 48: 524-531.
- Alibas, I. 2007. Energy consumption and colour characteristics of nettle leaves during microwave, vacuum and convective drying. *Biosystems Engineering*, 96(4): 495-502.
- Alibas, I. 2012. Microwave drying of grapevine (*Vitis vinifera* L.) leaves and determination of some quality parameters. *Journal of Agricultural Sciences*, 18: 43-53.
- Alibas, I. 2014a. Microwave, Air and Combined Microwave-Air Drying of Grape Leaves (*Vitis vinifera* L.) and the Determination of Some Quality Parameters. *International Journal of Food Engineering*, 10(1): 69-88.
- Alibas, I. 2014b. Mathematical modeling of microwave dried celery leaves and determination of the effective moisture diffusivities and activation energy. *Food Science and Technology, Campinas*, 34(2): 394-401.
- Alibas, I., Koksall, N. 2014. Convective, vacuum and microwave drying kinetics of mallow leaves and comparison of color and ascorbic acid values of three drying methods. *Food Science and Technology, Campinas*, 34(2): 358-364.
- Babalıs, S.J., Papanicolaou, E., Kyriakis, N., Belesiotis, V.G. 2006. Evaluation of thin-layer drying models for describing drying kinetics of figs (*Ficus carica*). *Journal of Food Engineering*, 75: 205-214.
- Chandra, P.K., Singh, R.P. 1995. *Applied numerical methods for food and agricultural engineers*. CRC Press, Boca Raton, FL. pp. 163-167.
- Chattopadhyay, T.K. 2001. *A text book on pomology (fundamental of fruit growing)*. Kalyani publishers, Ludhiana. pp 3-4.
- Cihan, A., Kahveci, K., Hacıhafızoğlu, O. 2007. Modelling of intermittent drying of thin layer rough rice. *Journal of Food Engineering*, 79:2 93-298.
- Demir, V., Gunhan, T., Yagcioglu, A.K. 2007. Mathematical modelling of convection drying of green table olives. *Biosystems Engineering*, 98: 47-53.
- Demirhan, E., Ozbek, B. 2011. Thin-layer drying characteristics and modeling of celery leaves undergoing microwave treatment. *Chemical Engineering Communications*, 7(198): 957-975.
- Díaz, G.R., Martínez-Monzó, J., Fito, P., Chiralt, A. 2002. Modelling of dehydration-rehydration of orange slices in combined microwave/air drying. *Innovative Food Science and Emerging Technology*, 4: 203-209.
- Doymaz, İ., Tugrul, N., Pala, M. 2006. Drying characteristics of dill and parsley leaves. *Journal of Food Engineering*, 77: 559-565.
- Drouzas, A.E., Tsami, E., Saravacos, G. D. 1999. Microwave/vacuum drying of model fruit gels. *Journal of Food Engineering*, 39: 117-122.
- Ertekin, C., Yaldiz, O. 2004. Drying of eggplant and selection of a suitable thin layer Drying model. *Journal of Food Engineering*, 63: 349-359.
- Evin, D. 2012. Thin layer drying kinetics of *Gundelia tournefortii* L. *Food and Bioproducts Processing*, 90: 323-332.
- Fasoli, E., Righetti, P.G. 2013. The peel and pulp of mango fruit: A proteomic samba. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Proteins and Proteomics*, 1834(12): 2539-2545.
- Feng, H. 2002. Analysis of microwave assisted fluidized-bed drying of particulate product with a simplified heat and mass transfer model. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 29: 1021-1033 .
- Feng, H., Tang, J. 1998. Microwave finish drying of diced apple slices in a spouted bed. *Journal of Food Science*, 63(4): 679-683.
- Guarte, R.C. 1996. Modeling the drying behavior of copra and development of a natural convection dryer for production of high quality copra in the Philippines. PhD Thesis (Unpublished), Dissertation, Hohenheim, Stuttgart, Germany
- Henderson, S.M. 1974. Progress in developing the thin layer drying equation. *Transaction of ASAC*, 17: 1167-1172.
- Jena, S., Das, H. 2007. Modelling for vacuum drying characteristics of coconut presscake. *Journal of Food Engineering*, 79: 92-99.
- Karaaslan, S.N., Tuncer, İ.K. 2008. Development of a drying model for combined microwave-fan assisted convection drying of spinach. *Biosystems Engineering*, 100: 44-52.
- Kouchakzadeh, A., Shafeei, S. 2010. Modeling of microwave-convective drying of pistachios, *Energy Conversion and Management*, 51(10): 2012-2015.
- Korbel, E., Servent, A., Catherine, B., Brat, P. 2013. Heat Inactivation of Polyphenol Oxidase and Peroxidase as a Function of Water Activity: A Case Study of Mango Drying, *Drying Technology*, 31(13-14): 1675-1680.
- Maskan, M. 2000. Microwave/air and microwave finish drying of banana. *Journal of Food Engineering*, 44: 71-78.
- Maskan, M. 2001. Drying, shrinkage and rehydration characteristics of kiwifruits during hot air and microwave drying. *Journal of Food Engineering*, 48(2): 177-182.
- Midilli, A., Kucuk, H., Yapar, Z. 2002. A new model for single layer drying. *Drying Technology*, 20(7): 1503-1513.
- Midilli, A., Kucuk, H. 2003. Mathematical modeling of thin layer drying of pistachio by using solar energy. *Energy Conversion and Management*, 44(7): 1111-1122.
- Ozkan, İ.A., Akbudak, B., Akbudak, N. 2007. Microwave drying characteristics of spinach. *Journal of Food Engineering*, 78(2): 577-583.
- Page, G. 1949. Factors influencing the maximum rates of air-drying shelled corn in thin layer. MS Thesis, Department of Mechanical Engineering, Purdue University (Unpublished), West Lafayette, IN, USA
- Rathore, A.C., Saroj, P.L., Lal, H., Sharma, K.N., Jayaprakash, J., Chaturvedi, O.P., Raizada, A., Tomar, J.M.S., Dogra, P. 2013. Performance of mango based agri-horticultural models under rainfed situation of Western Himalaya, India. *Agroforest Systems*. DOI 10.1007/s10457-013-9646-5, in press.
- Sarimeseli, A. 2011. Microwave drying characteristics of coriander (*Coriandrum sativum* L.) leaves. *Energy Conversion and Management*, 52: 1449-1453.
- Sharma, G.P., Prasad, S.(2001. Drying of garlic (*Allium sativum*) cloves by microwave-hot air combination. *Journal of Food Engineering*, 50: 99-105.
- Sogi, D.S., Siddiq, M., Dolan, K.D. 2014. Total phenolics, carotenoids antioxidant properties of Tommy Atkin mango cubes as affected by drying techniques. *LWT - Food Science and Technology*, in press.
- Soysal, Y. 2004. Microwave drying characteristics of parsley. *Biosystems Engineering*, 89(2): 167-173.
- Thomson, T.L., Peart, P.M., Foster, G.H. 1968. Mathematical simulation of corn drying: a new model. *Transaction of ASAE*, 11: 582-586.
- Torringa, E., Esveld, E., Scheewe, I., van den Berg, R., Bartels, P. 2001. Osmotic dehydration as a pretreatment before combined microwave-hot-air drying of mushrooms. *Journal of Food Engineering*, 49: 185-191.
- Verma, L.R., Bucklin, R.A., Endan, J.B., Wratten, F.T. 1985. Effects of drying air parameters on rice drying models. *Transaction of ASAE*, 28: 296-301.
- Wang, C.Y., Singh, R.P. 1978. A single layer drying equation for rough rice. *ASAE Paper No: 78-3001*, ASAE, St. Joseph, MI.

- Wang, Z., Sun, J., Chen, F., Liao, X., Hu, X. 2007. Mathematical modeling on thin layer microwave drying of apple pomace with and without hot air pre-drying. *Journal Food Engineering*, 80: 536-544.
- Yagcioglu, A., Degirmencioglu, A., Cagatay, F. 1999. Drying characteristics of laurel leaves under different drying conditions. In: *Proceedings of the 7th International Congress on Agricultural Mechanization and Energy*, 565-569, Adana, Turkey



### Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 110-117

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/anajas.2015.30.2.110-117



## Determination of weed intensity in wheat production using image processing techniques

Onur Ağın<sup>a\*</sup>, Alper Taner<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Agricultural Machinery, Erzurum, Turkey, <sup>b</sup>Ondokuz Mayıs University, Agricultural Faculty, Department of Agricultural Machinery, Samsun, Turkey

\*Sorumlu yazar/corresponding author: onur4gin@mynet.com

Geliş/Received 09/04/2015

Kabul/Accepted 10/06/2015

### ABSTRACT

It is of great importance to precisely and carefully apply the minimum amount of chemicals as needed because agricultural chemicals negatively impact the human health, environment and balance in the nature and increase the production costs. In this study, it was aimed at determining the density of broad leaf weeds and contributing to the reduction of herbicide use in wheat grown fields. For this purpose, Image Processing Techniques were used in this study; and Artificial Neural Networks (ANN) and regression models were developed for determination of weeds. In the ANN model, Weed Covered Areas Acquired by Image Processing Techniques (WCAAIPT) was used as input parameter; and Actual Weed Covered Areas (AWCA) as output parameter. In the study, a total of 262 data consisting of 244 data for training and 18 data for test were used. In the ANN model, the structure of the network was designed in the form of 1-(9-5)-1, consisting of 1 input layer, 2 hidden layers and 1 output layer; and the number of neurons in the hidden layer were determined to be 9-5. Also, tansig was used in the first hidden layer, logsig in the second hidden layer; and purelin transfer functions were used in the output layer. In the ANN and Regression models,  $R^2$  value of the ANN model was found to be 99% and the goodness of fit ( $U^2$ ) to be 0.000436; whereas  $R^2$  and  $U^2$  values of the Regression model were found to be 95% and 0.008431, respectively. It was determined that the results obtained from the ANN model were in agreement with the experimental data. By the developed ANN model, it would be possible to design and manufacture agricultural machinery in order to determine the weed density and reduce the herbicide use.

### Anahtar Sözcükler:

Artificial neural networks  
Image processing  
Weeds  
Winter wheat

## Buğday üretiminde yabancı ot yoğunluğunun görüntü işleme teknikleri kullanılarak belirlenmesi

### ÖZET

Tarımsal ilaçların insan sağlığı, çevre ve doğal dengeyi olumsuz yönde etkilemeleri ve artan üretim maliyetleri nedeniyle hassas, dikkatli, en az ilaç kaybına neden olacak şekilde ve gerektiği kadar uygulanması oldukça önem arz etmektedir. Çalışmada, buğday ekili arazilerde geniş yapraklı yabancı ot yoğunluğunun tespit edilmesi ve herbisit kullanımının azaltılmasına katkıda bulunulması amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmada Görüntü İşleme Teknikleri kullanılmış ve yabancı ot tespitine yönelik olarak Yapay Sinir Ağları (YSA) ve regresyon modelleri geliştirilmiştir. YSA modelinde, Görüntü İşleme Teknikleri ile elde edilen yabancı ot alanları giriş ve gerçek yabancı ot alanları çıkış parametresi olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada eğitim için 244 ve test için 18 veri olmak üzere toplam 262 veri kullanılmıştır. Ağın yapısı 1-(9-5)-1 olacak şekilde, 1 giriş katmanı, 2 gizli katman ve 1 çıkış katmanı olarak dizayn edilmiş ve gizli katmanların nöron sayıları 9-5 olarak belirlenmiştir. Ayrıca birinci gizli katmanda tansig, ikinci gizli katmanda logsig, çıkış katmanında ise purelin transfer fonksiyonları kullanılmıştır. YSA ve Regresyon modelleri değerlendirildiğinde, YSA modelinin  $R^2$  değeri %99, uyuşma derecesi ( $U^2$ ) 0.000436, Regresyon modelinin ise  $R^2$  değeri %95, uyuşma derecesi ( $U^2$ ) 0.008431 olarak bulunmuştur. YSA modeli ile elde edilen sonuçların gerçek veriler ile uyumluluk içinde olduğu tespit edilmiştir. Geliştirilen YSA modeli ile, yabancı ot yoğunluğunun tespit edilmesi ve herbisit kullanımının azaltılmasına yönelik olarak tarım makineleri sanayisinde makine tasarımı ve üretimi mümkün olabilecektir.

### Keywords:

Yapay sinir ağları  
Görüntü işleme  
Yabancı ot  
Kışlık buğday



## 1. Introduction

Today, the yield loss in agricultural production is becoming increasingly important because of decrease in agricultural lands as well as the population growth. The most important part of losses in plant production is caused by weeds. Herbicides are commonly used in order to control the weeds. However, common use of herbicides negatively affects human health and environment, and chemical residues are left in the soil, water, air and products.

When pesticide use around the world is analyzed, it is seen that the share of herbicides in the total pesticide expenditures is 26% while the amount of herbicides used constitutes 47% of the total use of pesticides (Öztürk, 1997; Tiryaki et al., 2010). Also in Turkey, herbicides with a share of 24% in pesticide expenditures have a considerably important place in agricultural inputs (Turabi, 2007; Durmuşoğlu et al., 2010). Besides, it is known that pesticides are heavily used especially in the regions where intensive cultivation is highly widespread. Fertile agricultural lands are deteriorating due to pesticide residues caused by the overuse of pesticides and the health of living organisms exposed to the residues, notably production materials, is also threatened (Topal, 2011). Since pesticides affect human health, environment and natural balance negatively and have increasing production costs, it is necessary to apply them in a sensitive and attentive manner that will cause the least pesticide loss (Dursun, 2000).

Considering the herbicide use in agriculture, it is important to reduce the usage of herbicides in the production areas of wheat, the essential nutrient. With the production capacity of 20.1 million tons, Turkey is ranked the 9<sup>th</sup> country around the world in wheat production. Moreover, wheat is the most cultivated crop in Turkey with around 7.7 million hectares of land in terms of agricultural production activities (FAO, 2012).

Herbicides commonly targeting broad leaf weeds are preferred in chemical application in wheat production. Applying pesticides is generally based on the method of covering the whole land surface with herbicides. Nevertheless, target weed areas can be detected and herbicides can be applied only in these areas instead of covering the whole surface, which will remarkably reduce the use of herbicides (Ramaswamy, 1993). Therefore, it is observed that controlled dosage methods in chemical spraying has recently become more widespread notably in orchards. In this method, sensors used on pesticide application machines function based on stopping the application at sites without trees and cut spraying costs (Balsari and Tamagnone, 1998). Sensors that function similarly but can detect smaller spaces compared to those used in orchards are used for field crops (Doruchowski et al., 1998). Works such as detecting the green portions of plants, perceiving inter-row and intra-row spacing and promoting the separation of weeds and crops have gained speed as well as the detection of blank spaces in the land with the proliferation of precision agriculture applications.

Image Processing Techniques and Artificial Neural Networks are among the methods that can be used to detect weeds (Yang et al., 2003).

Physical properties of agricultural materials such as length, thickness, width, surface area, bulk density, projection area are of considerable importance. However, the structures of mentioned materials including weeds that do not resemble any geometrical figures hamper manual measurement of concerning values notably. Thus, it is necessary to use modern technologies while measuring weed density. Image processing techniques are one of the technologies frequently used in this field. Image processing techniques include the analysis of computerized images via special programs by such means as cameras, scanner, etc. (Demirbas and Dursun, 2007). Image processing systems are often used for the classification, cleaning, quality control and automation of agricultural products like vegetables, fruits, cereals, etc. As such, the productivity increases and production costs decrease. In addition, consumers are provided with healthier products of better quality (Chen et al., 2010).

ANN are used at the phase of model building in most of the works in the field of engineering. ANN are very effective methods in terms of modeling uncertain, nonlinear and complicated structures like distribution of weeds. Most of classical software used in predicting similar structures fail to give a result. ANN models constructed can give faster results (Jarmulak et al., 1997). Also, ANN are capable of solving complicated problems (Zurada, 1992; Haykin, 1994; Öztemel, 2003).

ANN are the systems designed to model the methods used by the human brain. They are realizable with electronic circuits as equipment and with computers as software. In accordance with the data processing method of the brain, ANN can be considered as a parallel processor capable of collecting data after a learning period, keeping these data with connection weights between cells and generalizing. ANN are formed by the reunion of artificial neuron cells. Generally, cells are composed of 3 layers: input, hidden and output, where they come together in these layers to constitute the network (Haykin, 1994).

During the application, ANN are trained by sample data sets primarily shown to them. Afterwards, it is tested whether the network has learned or not with the other part of the data sets. The networks are considered trained if they can recognize the shown samples in these tests with reasonable mistakes (Akkaya, 2007). ANN provide a lot of opportunities in order to control and operate agricultural machinery and apply general-purpose experimental models. With these properties, Artificial Neural Networks draw attention as a quite attractive method in being a model for agricultural mechanization and controlled use.

The purpose of this study is to detect the density of broadleaved weeds in wheat-planted lands and contribute to the diminution of herbicide use. In line with this purpose, the phases below were carried out in this study:

- Determination of image processing parameters to be used in separation of weeds and wheat plant by analyzing image processing techniques

- Detection of weed covered areas acquired by image processing techniques (WCAIPT) with these parameters,

- Construction of regression models designed to predict detected weed areas and actual weed covered areas (AWCA) on the image.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Material

The study was carried out in the 2013-14 growing season in the lands of the Black Sea Agricultural Research Institute. 262 photos of wheat called “Canik 2003” were used as data in the study. These photos were taken with a camera having 12 megapixel resolutions. Adobe Photoshop program and Image Processing Toolbox in MATLAB Package were used for image processing. Neural Network Toolbox in MATLAB Package was used to obtain the model by means of Artificial Neural Networks.

### 2.2. Method

#### 2.2.1. Imaging

Imagings were carried out in wheat tillering period and on the days when environmental conditions were suitable for pesticide application in the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> weeks of March. Images were taken vertically and from a height of 60 cm

that is suitable for spraying. It was observed that the variations among the images taken during imaging were wide. Thereby, each possible image alternative was evaluated.

#### 2.2.2. Image processing

##### 2.2.2.1. Masking

Masking is the application of colored images between the saturations of 0-255 of red, green and blue on a gray image. The upper and lower saturation values were detected for the color green corresponding to green portions in the study. The areas under or above these saturation values on the images were filtered with the color “black” and those remaining between the values were filtered with the color “white”. No filtering was applied to the colors “red” and “blue”. White areas on black and white images in filtering represent green portions. Masking was done by placing the black and white images created at this phase on the original images and featuring green portions (Figure 1).



Figure 1. Masking application

##### 2.2.2.2. Acquisition of a gray-level image

As known, plants have green leaves at different tones. But variations in the factors such as water, fertilizer and season may influence the color of leaves; and using color images may cause various problems about the formation of plant patterns (Husin et al., 2012). Masked images were transformed into gray-level images at this phase in order to troubleshoot and have faster results with small size images (Figure 2).



Figure 2. Obtaining gray-level images

##### 2.2.2.3. Acquisition of black and white images

In the gray-level image, the suitable threshold value was determined, transforming the areas corresponding to the

same gray tone as green portions into black, and the left areas into white. The threshold value varies between 0 and 1. The suitable threshold value was detected by starting the concerning value on Matlab commands where the application had been carried out, from 1 and scaling it down by degrees at the steps of 0.01 until the whole areas belonging to green portions had become completely black. It was ensured that the black areas represented the green portions and the white ones represented those other than the green portions (Figure 3).



Figure 3. Obtaining black-white image from gray image

##### 2.2.2.4. Removal of wheat from the image

Wheat plant is narrow-leaved while target weeds are

broadleaved. This leads to a significant difference in terms of image in order to distinguish between wheat and weeds. However, it does not apply to narrow-leaved weeds like wheat. In any case, either pesticides are not applied to narrow-leaved weeds or applied only at a very low rate using costly selective pesticides. This uneconomic application is not widespread at present. Therefore, only broad leaved weeds were evaluated in the study.

Wheat leaf widths of randomly selected 50 images were measured. The mean leaf width was found as 50 pixels and this figure was considered as radius value. Circular erasers were formed depending on this radius value. The black areas corresponding to green portions (wheat and weeds) in the black and white images were perceived with MATLAB. These areas were caught and automatically erased with the circular erasers setup. Thanks to this, wheat plant was removed from the image (Figure 4).

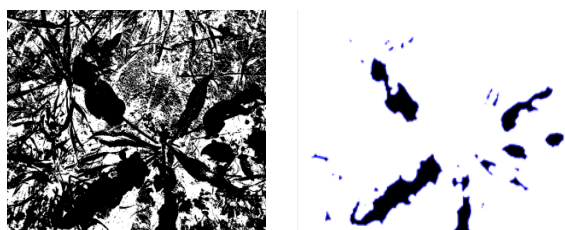


Figure 4. Removal of wheat from the image

#### 2.2.2.5. Determination of real area from images

Area losses occur especially during the separation of wheat from the image with image processing instructions applied on the original photo in previous steps. These losses actually take place during the automatic erase process by the circular erasers. Even though the determined radius value erases the wheat in the images, the images of weeds equal to or less than this value are also erased as if they were wheat, consequently the weeds meeting these conditions are also separated from the image as are wheat. As a result, losses occur also in the areas belonging to weeds (Figure 5).

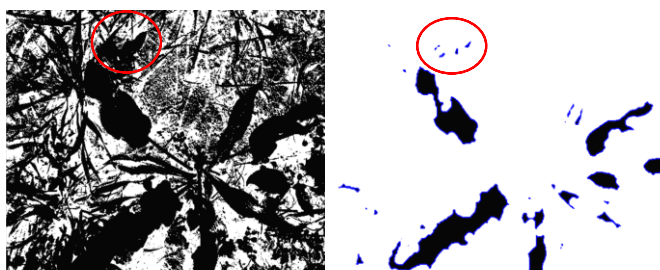


Figure 5. Losses in weed covered areas

Adobe Photoshop program was used to determine the actual areas by minimizing the losses. All the broadleaved weeds existing within the image were cut with a tolerance value of 30%. Afterwards, the weeds were transferred to a white background of the same size as the original image by leaving behind the wheat and other materials. And then, the actual weed covered areas (AWCA) in these images were detected (Figure 6).



Figure 6. Measuring AWCA

#### 2.2.3. Artificial neural networks

In the study, ANN techniques were used to estimate the Actual Weed Covered Area (AWCA). In the ANN model, Weed Covered Areas Acquired by Image Processing Techniques (WCAA IPT) was used as input parameter; and Actual Weed Covered Areas (AWCA) as output parameter. In the study, a total of 262 data consisting of 244 data for training and 18 data for test were used. The input and output data used were normalized between 0 and 1 (Purushothaman and Srinivasa, 1994).

For normalization, the following formula was used:

$$y_{nor} = \frac{y - y_{min}}{y_{max} - y_{min}} \quad (1)$$

To obtain real values from the normalized values, “y” value was calculated using the same formula.

In the ANN model, Feed Forward Back Propagation (BP), Multilayer Perceptron (MP) network structure were used. The BP algorithm in this network is the most popular and commonly used algorithm. It minimizes the total error by varying the weights in order to enhance the network performance (Jacobs, 1988; Minai and Williams, 1990). The Levenberg-Marquart (LM) algorithm was used as training algorithm. The LM training algorithm, being a quite successful optimization method, is one of the different learning techniques (Levenberg 1944, Marquardt 1963). Training of the network was continued until the test error reaches the determined tolerance value. After training of the network ended successfully, the network was tested by test data (Kalagirou, 2001).

A regression estimation equation was obtained, by conducting a regression analysis on the data of the Weed Covered Areas Acquired by Image Processing Techniques (WCAA IPT) beside the ANN.

#### 2.2.4. Determining the performances of the results

In order to determine the performances of the results, RMSE and  $R^2$  values that are considered to be principal accuracy measures and that are based on the concept of mean error and commonly used were calculated using the following formulas (Bechtler and et al., 2001).

$$RMSE = \left( \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (x_{1i} - x_i)^2 \right)^{1/2} \quad (2)$$



$$R^2 = 1 - \left( \sum_{i=1}^m (x_{1i} - x_i)^2 \right) / \left( \sum_{i=1}^m (x_{1i})^2 \right) \quad (3)$$

Here, *RMSE*, Root Mean Square Error,  $R^2$ , coefficient of determination,  $m$ , number of data,  $x$ , real value and,  $x_1$ , estimated value.

It is possible to state that the closer the goodness of fit is to zero, the closer agreement exists between the models. The goodness of fit ( $U^2$ ) between the measured values and the values obtained by calculation methods was calculated using the following equation (Bağırkan 1993):

$$U^2 = \left( \sum_{i=1}^m (x_{1i} - x_i)^2 \right) / \left( \sum_{i=1}^m (x_{1i})^2 \right) \quad (4)$$

### 3. Results and Discussion

#### 3.1. Image processing

During the image processing stage, the masking process was implemented to make the green parts apparent. Filtering process was applied in masking. The appropriate ranges of color filtering determined for filtering process applied in the study are given in Table 1. The areas on which masking will not be applied in the study are the green color areas with the color density of at least 73 units; and these areas represent the areas where the green parts are present.

Table 1. Color filtering ranges used in masking

Red	Green	Blue
0	73	0
255	255	255

The reason why the upper threshold value for all colors stays at the value of 255 (white) being the maximum density is that weeds with white spotted leaves are commonly observed on the area surface in images and that these areas are wanted to appear without leaving them out of application. Therefore, notably the white stones on the area surface and the areas with similar characteristics were also excluded from masking. During the image processing stage, it was also determined that the proper threshold value used for transforming the gray level image to white image was 0.1.

In removing the wheat from the image, it was determined that the appropriate radius value for circular erasers used in the *imdilate* command and erasing process was 50 pixels. The appropriate radius value in forming the circular erasers was found based on the mean leaf width of wheat. By these erasers, the wheat crop and the black regions that are smaller than the wheat crop were removed from the medium.

There are materials such as soil, stone and stubbles in the images and these materials may have the same gray color value with green parts according to their positions. Since they have smaller values than the mean wheat leaf width because of the fact that the widths of these materials that are generally perceived as green parts are non-

homogeneous structures, they are automatically removed from the image during the image processing application.

It will increase the success of the study to conduct imaging in the field at the hours when there are no clouds or very little clouds. Imaging should be carried out definitely before plants cover the soil surface during the herbicide application generally in the tillering period. Xavier et al. (2011) reported that they had achieved more successful results in determining maize and weed in the fields where proper tillage techniques were applied, intra-rows were linear and weed development was apparent (inter-rows were not covered and soil was seen). Otherwise, it becomes difficult and even impossible to distinguish between wheats and weeds. That there are materials such as stubbles, stones and clods in the images negatively affects the success.

#### 3.2. Regression model

The regression model was obtained by conducting regression analysis on the data from the Weed Covered Areas Acquired by Image Processing Techniques (WCAAIPT) and the Actual Weed Covered Areas (AWCA).  $R^2$  value of the model was found to be 85%. The regression model obtained is given below:

$$y = -5272x^2 + 1.4567x + 0.0799 \quad (5)$$

#### 3.3. Artificial neural networks model

In the ANN model, 1 input parameter was used as the Weed Covered Areas Acquired by Image Processing Techniques (WCAAIPT) and 1 output parameter as the Actual Weed Covered Areas (AWCA) (Figure 7). The data for WCAAIPT used in the study varied between 9743 and 6245366; and the data for AWCA varied between 0 and 11888027.

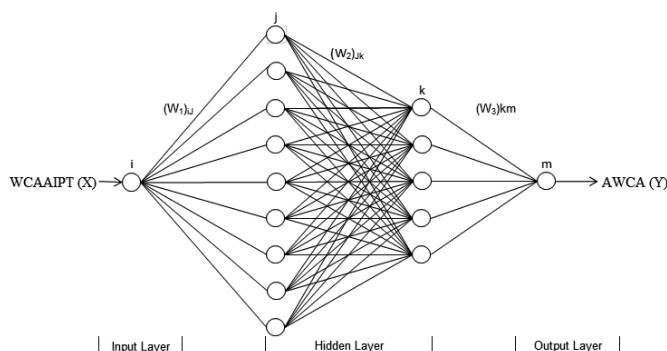


Figure 7. The network structure of the ANN model

In the ANN model, the structure of the network was designed in the form of 1-(9-5)-1, consisting of 1 input layer, 2 hidden layers and 1 output layer; and the number of neurons in the hidden layer were obtained to be 9-5. In the structure of the network developed, *tansig* was used in the first hidden layer, *logsig* in the second hidden layer; and *prelin* transfer functions were used in the output layer. The lowest training error value for the network was obtained at

the epoch number of 82.

The mathematical formula of the ANN model is given in Eq. 6.

$$y = \sum_{k=1}^k (W_3)_{k,m} * F_k + b_k \tag{6}$$

The LOGSIG transfer function for the second hidden layer ( $F_k$ ),

$$F_k = \frac{2}{(1+e^{(-NET_k)})} \tag{7}$$

$$NET_k = \sum_{j=1}^j (W_2)_{j,k} * F_j + b_j \tag{8}$$

The TANSIG transfer function for the first hidden layer ( $F_j$ ),

$$F_j = \frac{2}{(1+e^{(-2*NET_j)})} - 1 \tag{9}$$

$$NET_j = \sum_{i=1}^i (W_1)_{i,j} * x_i + b_i \tag{10}$$

were calculated by the equations shown above.

In these equations;  $i$ , number of inputs,  $j$ , number of neurons in the first hidden layer,  $k$ , number of neurons in the second hidden layer,  $m$ , number of outputs,  $W_1, W_2, W_3$ , connection weights,  $x$ , input parameter,  $y$ , output parameter and  $b$ , bias. The weights are given in Tables 2-4 and bias values in Table 5.

Table 2. Weight values in the first hidden layer ( $W_1$ )

Number of neurons in the first hidden layer (J)	$(W_1)_i$
1	24.2581
2	-25.7301
3	25.3669
4	-25.6961
5	28.0206
6	27.0447
7	-26.0234
8	-25.589
9	24.3651

The variation of the performance values (RMSE and  $R^2$ ) of the ANN model with respect to the number of neurons in the hidden layer is given in Table 6. It was determined that

Table 3. Weight values in the second hidden layer ( $W_2$ )

Number of neurons in the second hidden layer (k)	$(W_2)_{j1}$	$(W_2)_{j2}$	$(W_2)_{j3}$	$(W_2)_{j4}$	$(W_2)_{j5}$	$(W_2)_{j6}$	$(W_2)_{j7}$	$(W_2)_{j8}$	$(W_2)_{j9}$
1	-0.5607	-0.6589	0.4872	-0.4652	-3.2518	2.1607	1.6699	0.9962	-0.5362
2	-1.0071	1.0871	-3.1351	0.2721	-6.5355	-1.5291	2.176	-1.5403	0.3328
3	1.9584	0.3441	0.731	-2.5982	1.3314	0.9787	-0.6598	1.7885	-0.3351
4	2.1416	0.7456	2.3663	-0.5605	-2.2054	1.3984	2.7535	-3.2553	-0.9253
5	1.1681	-0.6352	-1.706	-1.1982	1.8564	0.6953	-1.8618	-3.1867	2.6483

the ANN model in which the number of neurons was 9 in the first hidden layer and the number of neurons was 5 in the second hidden layer yielded the best results. In the ANN model, for test,  $R^2$  value was found to be 0.9921 and RMSE value to be 0.0201 being the lowest; for training,  $R^2$  value was found to be 0.9760 and RMSE value to be 0.0393.

Table 4. Connection weight values ( $W_3$ ) for Eq. (6)

Number of outputs (m)	$(W_3)_{k1}$	$(W_3)_{k2}$	$(W_3)_{k3}$	$(W_3)_{k4}$	$(W_3)_{k5}$
1	3.7326	-2.4223	-0.9753	-3.0893	1.2204

Table 5. Bias values

Number of neurons	$b_k$	$b_j$	$b_i$
1	-1.0121	3.7496	-26.1374
2		-0.2228	21.3964
3		-0.9842	-18.6569
4		1.2359	14.9784
5		3.1419	-10.8891
6			-8.2434
7			4.8921
8			3.8762
9			-0.5875

Table 6. Performance values for training and test in the ANN model

Number of neurons in the hidden layers	Training		Test	
	RMSE	$R^2$	RMSE	$R^2$
3 5	0.0460	0.9669	0.0181	0.9936
4 5	0.0454	0.9679	0.1729	0.9941
5 5	0.0450	0.9685	0.0202	0.9921
6 5	0.0431	0.9711	0.0221	0.9907
7 5	0.0480	0.9644	0.0119	0.9969
8 5	0.0411	0.9739	0.0206	0.9918
<b>9 5</b>	<b>0.0393</b>	<b>0.9760</b>	<b>0.0201</b>	<b>0.9921</b>
10 5	0.0423	0.9723	0.0219	0.9909

The data from the Actual Weed Covered Areas (AWCA) and the test results obtained from the ANN and regression models are compared in Figures. 8-9. It is seen that AWCA data are in good agreement with the test data obtained from the ANN model.

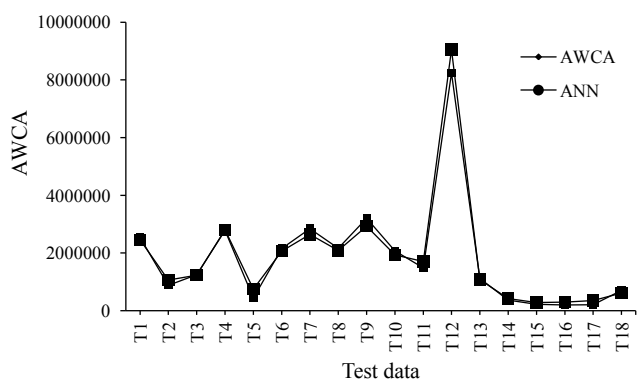


Figure 8. Data obtained from the ANN model and data from AWCA

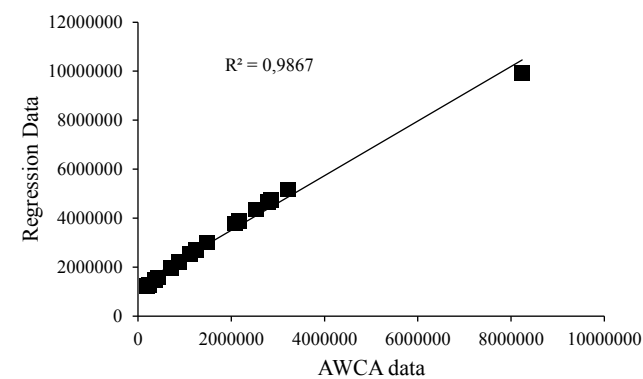


Figure 11. Correlation between the AWCA data and the data from the Regression models

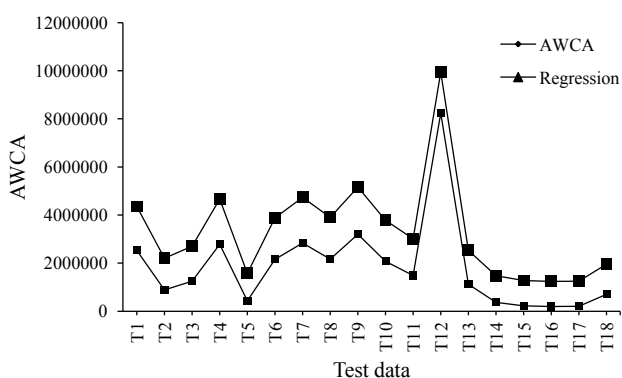


Figure 9. Data obtained from the regression model and data from AWCA

The determination coefficients ( $R^2$ ) of the correlation between the AWCA data and the values calculated from the ANN and Regression models were found to be 98.83% (Figure 10) for the ANN model and 98.67% (Figure 11) for the Regression model.

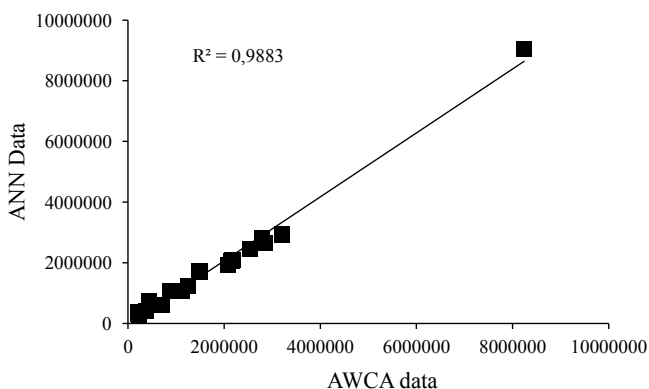


Figure 10. Correlation between the AWCA data and the data from the ANN models

The goodness of fit values ( $U^2$ ) between the the AWCA values and the values belonging to the ANN and Regression models were calculated to be 0.000436 for the ANN model and 0.008431 for the regression model. It was determined that the results obtained from the ANN model, compared to the regression model, were in better agreement with the AWCA values and that they were closer to the zero value being the desired agreement degree.

#### 4. Conclusions

In this study, an ANN model was constructed, that will contribute to determine the density of broad leaf weeds and reduce herbicide use in wheat grown fields. For this purpose, Image Processing Techniques were used in this study; and Artificial Neural Networks (ANN) and regression models were developed for determination of weeds. For this purpose, Image Processing and Artificial Neural Network techniques were used. The images taken from the field were processed by the Image Processing Techniques, and evaluated using the Artificial Neural Network architectures. At the end of the evaluations, a success at acceptable level was achieved for determination of the weed covered area from the images.

Masking was applied in order to make the green parts apparent during image processing. Filtering was applied in masking. The proper minimum and maximum filtering values for green color were determined to be 73 and 255 units, respectively. The most appropriate threshold value was found to be 0.1 for transforming the gray level image to black and white image. In the process of removing the wheat from the image, the most proper radius value for the circular erasers used was determined to be 50 pixels.

The structure of the network in the ANN model was designed to be 1 input layer, 2 hidden layers and 1 output layer; and the number of neurons in the hidden layers were obtained as 9-5. Using the tansig transfer function in the first hidden layer; the logsig transfer function in the second hidden layer; and the purelin transfer function in the output layer produced the most appropriate result.

In the study, two models were developed, the ANN and regression models.  $R^2$  values of the ANN and regression models were found to be 99% and 85%, respectively. Results from the ANN and regression models were compared with those from AWCA. The goodness of fit values ( $U^2$ ) between the AWCA values and the values belonging to the ANN and Regression models were calculated to be 0.000436 for the ANN model and 0.008431 for the regression model. It was seen that the results obtained from the ANN model were in agreement with the AWCA results.

It was concluded that the ANN model would be used successfully in agricultural machinery industry to determine the broad leaf weed density and reduce the herbicide use in wheat grown areas. Application of this model to chemical

sprayers by the industry and their use by farmers will help to reduce chemical usage and contribute to conservation of the human health and environment as well as save on energy and costs of production. This system could be also used in crops such as other grains (barley, triticale, oat, rye), paddy and maize beside wheat.

## References

- Akkaya, G. 2007. Yapay Sinir Ağları ve tarım alanındaki uygulamaları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 38: 195-202.
- Bağırkan, Ş. 1993. İstatistiksel Analiz. Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul.
- Balsari, P., Tamagnone, M. 1998. An ultrasonic airblast sprayer. Abstracts of the International Conference on Agricultural Engineering, Oslo, 98-A-017: 585-586.
- Bechtler, H., Browne, M.W., Bansal, P.K., Kecman, V. 2001. New approach to dynamic modelling of vapour-compression liquid chillers: artificial neural networks. Appl Therm Eng, 21: 941-53.
- Chen, X., Xun, Y., Li, W., Zhang, J. 2010. Combining discriminant analysis and neural networks for corn variety identification. Computers and Electronics in Agriculture 71: 48-53.
- Demirbas, H.Y., Dursun, İ. 2007. Buğday tanelerinin bazı fiziksel özelliklerinin görüntü işleme tekniğiyle belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 13: 176-185.
- Doruchowski, G., Jaeken, P., Hollownicki, R. 1998. Target detection as tool of selective spray selection on trees and weeds in orchards. SPIE Conference on Precision Agriculture and Biological Quality, Boston, USA, Proc. SPIE 3543, 290-301.
- Durmuşoğlu, E., Tiryaki, O., Canhilal, R. 2010. Türkiye'de pestisit kullanımı, kalıntı ve dayanıklılık sorunları. VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Bildiriler Kitabı, Ankara, Türkiye, 11-15 Ocak, 2: 589-607.
- Dursun, E. 2000. Meme aşınmasının pülverizasyon karakteristiklerine etkileri. Ekin Dergisi, 12: 62-66.
- FAO. 2012. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Statistics Division, <http://www.faostat.org>.
- Haykin, S. 1994. Neural Networks. 1. basım, Maxwell-McMillan, Ontario, Canada.
- Husin, Z., Shakaff, A.Y.M., Aziz, A.H.A., Farook, R.S.M., Jaafar, M.N., Hashim, U., Harun, A. 2012. Embedded portable device for herb leaves recognition using imageprocessing techniques and neural network algorithm. Computers and Electronics in Agriculture, 89: 18-29.
- Jacobs, R.A. 1988. Increased rate of convergence through learning rate adaptation. Neural Networks, 1: 295-307.
- Jarmulak, J., Spronck, P., Kerckhoffs, E.J.H. 1997. Neural networks in process control: model-based and reinforcement trained controllers. Computers and Electronics in Agriculture, 18: 149-166.
- Kalogirou, S.A. 2001. Artificial neural networks in the renewable energy systems applications: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 5: 373-401.
- Levenberg, K. 1944. A method for the solution of certain nonlinear problems in least squares. Quart. Appl. Math, 2: 164-168.
- Marquardt, D.W. 1963. An algorithm for least-squares estimation of nonlinear parameters. J. Soc. Ind. Appl. Math, 11: 431-441.
- Minai, A.A., Williams, R.D. 1990. Acceleration of backpropagation through learning rate and momentum adaptation. International Joint Conference on Neural Networks, Washington, DC, 15-19 Ocak, 1, 676-679.
- Öztemel, E. 2003. Yapay Sinir Ağları. 1. Basım, Papatya Yayıncılık, İstanbul.
- Öztürk, S. 1997. Tarım ilaçları. Geliştirilmiş 2. Basım, AK Basımevi, İstanbul.
- Purushothaman, S., Srinivasa, Y.G. 1994. A back-propagation algorithm applied to tool wear monitoring. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 34: 625-631.
- Ramaswamy, S. 1993. A summary of integrated pest management activities and their impacts in Bangladesh. FAO-Project, GCP/RAS/145/NET, 9.
- Tiryaki, O., Canhilal, R., Horuz, S. 2010. Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26: 154-169.
- Topal, S. 2011. Allelo kimyasalların herbisit etkileri. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 25: 23-26.
- Turabi, M.S. 2007. Bitki koruma ürünlerinin ruhsatlandırılması. Tarım İlaçları Kongre ve Sergisi Bildirileri, Ankara, 25-26 Ekim, 50-61.
- Xavier, P.B.A., Ribeiro, A., Guijarro, M., Pajares, G. 2011. Real-time image processing for crop/weed discrimination in maize fields. Computers and Electronics in Agriculture, 75: 337-346.
- Yang, C.C., Prasher, S.O., Landry, L.A., Ramaswamy, H.S. 2003. Development of a herbicide application map using artificial neural networks and fuzzy logic. Agricultural Systems, 76: 561-574.
- Zurada, J.M. 1992. Introduction to Artificial Neural Systems. 1. Basım, WestPublishing Company, St. Paul.



# Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences

<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/omuanajas>



## Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 118-125

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/anajas.2015.30.2.118-125



## Mini yağmurlama sulama başlıklarının teknik özelliklerinin incelenmesi ve debi değerlerinin tahminlenmesinde kullanılabilecek bir matematiksel modelin geliştirilmesi

Çimen Demirel<sup>a\*</sup>, Vedat Demir<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Samsun

<sup>b</sup>Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, İzmir

\*Sorumlu yazar/corresponding author: cimen.demirel@omu.edu.tr

Geliş/Received 21/04/2015

Kabul/Accepted 13/07/2015

### ÖZET

Bu çalışmada, ülkemizde kullanılmakta olan yerli ve yabancı yapım bazı mini yağmurlama sulama başlıklarının teknik özelliklerinin ortaya konması için basınç-debi ilişkisi ve yapım farklılığı değerlerinin belirlenmesi ile farklı işletme şartlarında debi değerlerinin tahminlenmesinde kullanılabilecek matematiksel modelin oluşturulması amaçlanmıştır. Bu amaçla ülkemizde yaygın olarak kullanılan, farklı meme çaplarındaki mini yağmurlama sulama başlıkları temin edilerek, 4 farklı başlık tipinden (A, B, C ve D) farklı meme çaplarındaki toplam 21 değişik başlık çalışmada ele alınmıştır. Çalışmada ele alınan her bir başlık için aynı meme çapına sahip 20 adet mini yağmurlayıcının debileri, hazırlanan bir deneme düzeni yardımıyla 1.0-1.5-2.0-2.5 ve 3.0 bar olmak üzere beş farklı basınç değerinde ölçülmüştür. Çalışmada ele alınan tüm başlıklar için yapım farklılığı ( $V_m$ ) değerleri ise 0.0102-0.0693 arasında bulunmuş olup en düşük yapım farklılığı B ve C tipi başlıklarda olmuştur. Aynı teknoloji ile üretilen aynı tip iki mini yağmurlama başlığının sabit basınç altındaki debilerinin farklı olabileceği görülmüştür. Çalışmanın ikinci aşamasında tüm mini yağmurlama başlıklarında farklı meme çapları için çeşitli çalışma basınçlarını da dikkate alarak debiyi tahminleyebilecek birer model eşitliği ortaya konulmuştur. Geliştirilen model eşitlikleri, A, B, C ve D tipi mini yağmurlama başlıkları için debi değerlerinin sırasıyla %99.60, %99.94, %96.65 ve %99.83 doğrulukla tahminlenmesi amacıyla kullanılabilir. Çalışmanın son aşamasında, tüm başlık tiplerini kapsayacak model eşitliği ortaya konmuştur. Ele alınan tüm mini yağmurlama sulama başlıklarını kapsayan bu model eşitliği, meme çapları 1.3 ile 2.59 mm ve çalışma basıncı 1.0-3.0 bar sınırları için başlık debi değerini %98.50 doğrulukla tahminleyebilmektedir.

Anahtar Sözcükler:  
Matematiksel model  
Mini yağmurlama  
Sulama  
Yapım farklılığı

### Evaluation of technical specification of mini sprinklers and derivation of mathematical model for flow rates prediction

#### ABSTRACT

In this study, it is aimed to compose mathematical model that can be used in predicting flow rate values, pressure-flow rate relationships and making difference within different operating conditions to demonstrate technical characteristics of local made and imported strange made mini sprinkler irrigation nozzles that has been used in our country. For this reason, different nozzle diameters are widely used in our country by providing mini sprinkler irrigation nozzles in 4 different nozzle types (A, B, C and D) in different nozzle diameters of total of 21 varied nozzle in this study were discussed. Used in this study for each nozzle, flow rates of 20 mini sprinklers that have the same nozzle diameter prepared with the help of a trial method up to 1.0-1.5-2.0-2.5 and 3.0 pressure levels were measured five different pressure values. In this study for all sprinklers, the difference is found between 0.0102-0.0693 and the lowest value of these manufacturing variations ( $V_m$ ) are type B and C. Produced with the same technology of the same type may have seen to be different flow rates of the two mini-sprinkler nozzles under constant pressure. All mini sprinkler nozzles for different nozzle diameters in deference to operating pressures a model equation which can predict the flow were introduced. For mini sprinkler nozzles of A, B, C and D types that developed model equalities with flow rate values, respectively, 99.60%, 99.94%, 96.65% and 99.83% can be used to prediction. In last period of this study, including all nozzle types have been revealed model equality. This model equality included all the mini sprinkler irrigation nozzles, nozzle diameter 1.3 and 2.59 mm and working pressure 1.0-3.0 bar to limits, flow rate values can be predicted 98.50%.

Keywords:  
Mathematical model  
Mini sprinkler irrigation  
Irrigation  
Manufacturing variation

© OMU ANAJAS 2015



## 1. Giriş

Mini yağmurlama (düşük basınçlı yağmurlama) sistemlerinde ince borularla iletilen su, küçük yağmurlama başlıkları ile araziye dağıtılmakta olup, bitki besin elementlerinin sulama suyu ile kök bölgesine rahatlıkla uygulanması sağlanabilmektedir. Düşük basınçlı yağmurlama sulama sistemlerinin yaygınlaşmasında geleneksel yağmurlama başlıklarından daha az enerjiye gereksinim duymaları ve damlatıcılara göre tıkanma probleminin az olması gibi nedenler etkili olmuştur (Çakmak ve ark., 2005; Yerdani ve Rubinstein, 1991).

Geleneksel yağmurlama başlıklarından daha küçük yapıda olan bu başlıklar; çalışma özelliklerine göre mikro jet (dağıtma başlığı sabit-çarpma plakalı) ve mini yağmurlama (dağıtma başlığı döner) olarak sınıflandırılmakta olup, genel olarak 1.5 – 2.5 bar gibi düşük basınç altında çalışmaktadır. Başlık debileri, başlık tipi ve özelliğine göre değişmekle birlikte 30 - 350 L/h, ıslatma çapları 3 - 8 m arasında olup genellikle 5 m civarındadır (Benami ve Ofen, 1993; Post ve ark., 1985).

Mini yağmurlama başlıkları damlatıcılara göre daha geniş su çıkış kesitleri olmakla birlikte geleneksel yağmurlama başlıklarına göre su çıkış kesitleri çok küçüktür. Bu küçük kesitlerde meydana gelen çok küçük değişimler debiyi etkilemektedir. Ayrıca başlık debisi üzerinde çalışma basıncı önemli derecede etkili olmaktadır. Bu bakımdan mini yağmurlama başlıklarında debi çalışma basıncının bir fonksiyonu olarak karakterize edilmekte ve aralarındaki ilişki;

$$q = kh^x \quad (1)$$

eşitliği ile ifade edilmektedir (Boman, 1991; Hills ve ark., 1986; Karmeli ve Keller, 1975; Singh ve ark., 1990). Eşiklikte;  $q$ , başlık debisi (L/h);  $k$ , meme boyut katsayısı;  $h$ , başlık basıncı (bar) ve  $x$ , meme akış rejimi katsayısıdır.

Meme akış rejimini karakterize eden  $x$  katsayısı, laminar akışta  $x=1.0$ , türbülanslı akışta  $x=0.5$ , dengelenmiş (basınç dengeleyici) akışta  $x=0.0$  değerini alır (Boman, 1991; Bralts, 1986; Singh ve ark., 1990).

Ayrıca çeşitli araştırmacılar tarafından belirli bir meme

Çizelge 1. Yapım farklılığı katsayılarına göre damlatıcıların sınıflandırılması (Anonymous, 1995)

Damlatıcı tipi	Yapım farklılığı katsayısı ( $V_m$ )	Damlatıcıların sınıflandırılması
Nokta Kaynaklı	0.05 veya daha az	mükemmel
	0.05 - 0.07	orta
	0.07 - 0.11	sınırdan
	0.11 - 0.15	çok kötü
	0.15 veya daha fazla	kabul edilemez
Hat Kaynaklı	0.10 veya daha az	iyi
	0.10 - 0.20	orta
	0.20 veya daha fazla	yetersiz (kabul edilemez)

Yukarıda açıklanan başlık parametreleri ve yapım farklılığı değerlerinin deneysel çalışmalarla ortaya konması; üretim teknolojisi, projelendirme mühendisi ve kullanıcı açısından büyük önem taşımaktadır.

Ayyıldız ve Yaralı (1985), değişik meme çaplarında 10

çapı için yağmurlama başlıklarının debisinin başlık basıncının karekökü ile doğru orantılı olduğu ifade edilmiş ve bu durum;

$$q = 3600C_d \frac{\pi D^2}{4} (2gh)^{0.5} \quad (2)$$

eşitliği ile gösterilmiştir (Güngör ve Yıldırım, 1989; Keller ve Bliessner, 1990; Korukçu ve Yıldırım, 1981). Eşiklikte;  $q$ , başlık debisi ( $m^3/h$ );  $C_d$ , başlık yapım biçimine bağlı katsayı;  $D$ , meme çapı (m);  $h$ , başlık basıncı (mSS) ve  $g$ , yerçekimi ivmesi ( $m/s^2$ )'dir.

Mini yağmurlama sulama başlıklarında küçük çaptaki değişimin debiyi etkilemesi üretim teknolojisini de ön plana çıkarmaktadır. Mini yağmurlama sulama başlığı sektöründe, plastik sulama elemanı imalatında tezgahlar giderek modernleşmekte ve teknolojisi gelişmektedir. Buna rağmen aynı teknoloji ile üretilen iki başlığın sabit basınç ve sıcaklıktaki debileri farklı olabilmektedir. Damlatıcılar için yapım farklılığının belirlenmesinde kullanılan varyasyon katsayısı terimi, mini yağmurlama başlıkları için de başlık yapım farklılığı olarak ifade edilerek bu parametrenin belirlenmesinde, varyasyon katsayısı kullanılmakta ve aşağıdaki eşitlikle hesaplanmaktadır (Solomon, 1977; Solomon, 1979).

$$Vm = \frac{S_q}{q} \quad (3)$$

Eşiklikte;  $V_m$ , yapım farklılığı katsayısı;  $S_q$ , bir çalışma basıncında başlıklardan ölçülen debilerin standart ...sapması ve  $q$ , başlıklardan ölçülen debilerin ortalamasıdır.

Yapım farklılığı katsayısı aynı zamanda suyun arazi boyunca ne ölçüde düzgün dağılacakını da ifade eden bir katsayıdır. Solomon (1979), damlatıcılar için yapım farklılığı katsayısının 0.01-0.02 arasında değiştiğini bildirmiştir. Amerikan Ziraat Mühendisliği Birliği'nin (ASAE) hazırladığı standarda göre damlatıcıların yapım farklılığı sınıflandırması Çizelge 1'de verilmiştir (Anonymous, 1995).

adet tesadüfi olarak seçilmiş yağmurlama başlıklarının farklı işletme basınçlarında denemelerini yapmıştır. Yapım farklılığına bağlı varyasyon katsayısı değerleri 2.119-7.255 arasındaki değişik değerler olarak hesaplamıştır. Yapım farklılıklarının hem firmalar arasında hem de aynı firmanın

ürettiği yağmurlama başlıklarının meme çapları arasında değişik düzeyde olduğu bulunmuştur.

Tüzel (1990), çalışmasında 1.3 mm ve 1.8 mm meme çaplarındaki sabit ve döner tipteki 10 adet mini yağmurlama başlığı kullanmıştır. Başlıkların debi-basınç ilişkilerini bulmak için yapılan denemeler 1.0-1.5-2.0-2.5-3.0 bar olmak üzere beş farklı işletme basıncında gerçekleştirilmiştir. Denemeye alınan başlıklar için debi-basınç ilişkisini veren 1 nolu eşitlikte yer alan katsayılar 1.3 mm meme çapında  $k=18.16$ ,  $x=0.4801$ ; 1.8 mm meme çapında ise  $k=35.94$ ,  $x=0.4847$  bulunmuştur.

Demir (1997), ülkemizde yaygın olarak kullanılan farklı yapım özelliklerine sahip 15 adet mini yağmurlama sulama başlığını çalışmasında ele almıştır. Başlıkların debi-basınç ilişkilerini belirlemek için yapılan denemeler 1.5-2.0-2.5-3.0 bar olmak üzere dört farklı işletme basıncında gerçekleştirilmiştir. Genel olarak kullanılan mini yağmurlama sulama başlığı çalışma basıncı olan 2.0 bar basınç altında en düşük ortalama debi değeri 37.0 L/h, en yüksek ortalama debi değeri 214.7 L/h olarak elde edilmiştir. Memenin akış üssü değeri ( $x$ ) on bir mini yağmurlama başlığı için 0.5 değerine çok yakındır, bu nedenle başlıkların çoğunluğunun tam türbülanslı olduğu görülmüştür. Çalışmada ele alınan üç mini yağmurlama başlığının da kısmi basınç dengeleme özelliğinde olması

nedeniyle akış üssü değerleri 0.0 ile 0.05 değerleri arasında bulunmuştur. Bir yağmurlama başlığında ise akış üssü değeri 0.5-1.0 sınırları arasında kaldığından akış rejiminin kısmi türbülans ve kararsız akış rejimli olduğu belirlenmiştir. Kısmi basınç dengeleme özelliği bulunan mini yağmurlama başlıklarının debi değerleri basınç değişimine bağlı olarak daha az değişim gösterdiği belirlenmiştir.



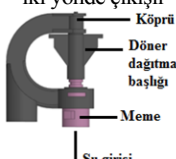

Bu çalışmada, ülkemizde kullanılmakta olan yerli ve yabancı yapım bazı mini yağmurlama sulama başlıklarının teknik özelliklerinin ortaya konması, basınç-debi ilişkileri ve yapım farklılığı değerlerinin belirlenmesi ayrıca farklı işletme şartlarında debi değerlerinin tahminlenmesinde kullanılabilecek matematiksel model ortaya konulması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışmada, ülkemizde yaygın olarak kullanılmakta olan farklı yapım özelliklerine sahip üç firmaya ait 4 farklı mini yağmurlama sulama başlıklarından (A, B, C ve D), farklı meme çaplarındaki toplam 21 adet başlık kullanılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Denemeye alınan mini yağmurlama başlıklarının genel özellikleri

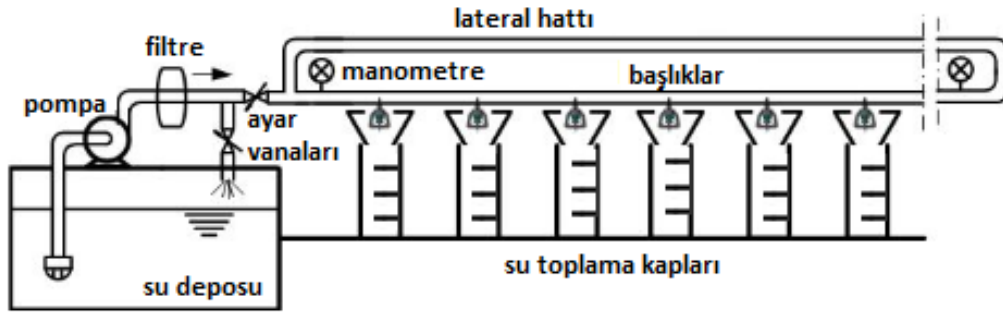
Başlık tipi	Başlık özelliği	Yapım	Meme tipi	Meme rengi
A		Yabancı	A1	Siyah
			A2	Yeşil
			A3	Mavi
			A4	Kırmızı
			A5	Pembe
			A6	Kahverengi
			A7	Sarı
			A8	Beyaz
			A9	Zeytuni
B		Yabancı	B1	Yeşil
			B2	Mavi
			B3	Kırmızı
C		Yabancı	C1	Kırmızı
			C2	Pembe
			C3	Kahverengi
			C4	Sarı
			C5	Beyaz
			C6	Zeytuni
D		Yerli	D1	Yeşil
			D2	Pembe
			D3	Kahverengi

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Mini yağmurlama başlıklarının basınç-debi ilişkilerinin belirlenmesi

Denemeye alınan yerli ve yabancı yapım mini yağmurlama başlık tiplerinin basınç-debi ve yapım farklılığı katsayılarının saptanması amacıyla laboratuvarında bir deneme düzeni kurulmuştur (Şekil 1). Çalışmada aynı tip 21 adet başlığın yer aldığı lateral, eğimsiz olarak deneme düzenine yerleştirilmiştir. Başlıklar 25 cm aralıklarla boruya yerleştirilerek ölçümler yapılmıştır. Deneme düzenine su, bir dalgıç pompa yardımıyla filtreden geçirildikten sonra verilmiş, basınç değerleri pompa çıkışındaki vanalar yardımıyla ayarlanmış ve lateral girişine filtreden sonra yerleştirilen manometreler yardımıyla ölçülmüştür. Denemeler 1.0-1.5-2.0-2.5 ve 3 bar olmak

üzere beş farklı basınç değerinde gerçekleştirilmiştir. Her bir basınç değerinde başlıkların debi değerleri üç tekrarlı olarak bütün başlık tiplerinde ölçülmüştür. Başlık debilerinin ele alınan çalışma basınçlarında ölçülmesi için, başlıkların altına gelecek şekilde 1000 mL'lik şeffaf plastik ölçü silindirleri (hassasiyet 10 mL) düz bir profil üzerine yerleştirilmiştir. Başlıktan çıkan suyun dağılımdan toplama kabında toplanabilmesi için başlık lateral üzerine yerleştirilirken ters huni içinde olacak şekilde laterale monte edilmiştir. Sistem istenilen çalışma basıncında sabit kaldıktan sonra, başlıkların her birinin altına debi ölçüm kapları gelecek şekilde kaydırılarak başlıklardan çıkan suyun akışı sağlanmış ve kapların dolma zamanı kronometre yardımıyla ölçülmüştür. gerçekleştirilmiştir. Çalışma anındaki su sıcaklığı da termometre ile ölçülüp kaydedilmiştir. Bu işlem denemeye alınan bütün başlık tipleri için aynı şekilde uygulanmıştır (Demirel, 2013).



Şekil 1. Mini yağmurlama başlıklarının basınç-debi ilişkilerinin belirlenmesinde kullanılan deneme düzeni

### 2.2.2. Mini yağmurlama başlıklarının meme çapları ölçümleri

Mini yağmurlama başlıklarının meme çaplarının ölçülmesi amacıyla, Olympus marka SZ61 model mikroskoba bağlı bulunan Moticom Marka 2000 model kamera yardımıyla belirli oranda büyütülmüş resimleri çekilmiştir. Bu resimler bilgisayara aktarılırken Moticom Images Plus2.0 programı kullanılmıştır. Bu program yardımıyla meme çapları  $\mu\text{m}$  cinsinden ölçülerek bulunmuştur (Demirel, 2013).

### 2.2.3. Mini yağmurlama başlıklarında matematiksel modelleme

Denemeye alınan mini yağmurlama başlıklarının, eşitlik 2'de verilen model eşitliğinde yer alan başlık yapım biçimine bağlı katsayı ( $C_d$ ) değerleri her bir başlık için her bir çalışma basıncında meme çapı ve debi değeri dikkate alınarak belirlenmiştir. Belirlenen bu katsayılar benzer başlıklar için yapılan çalışma sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Eşitlik 2'den görüleceği gibi başlık debisi, çalışma basıncının ve su çıkış kesitinin bir fonksiyonudur.

$$q = f(D, h) \quad (4)$$

Her bir başlık için ayrı ayrı  $C_d$  katsayıları yerine tüm başlıkların meme çapları ve basınçlarını içerecek bir modelin geliştirilmesi amacıyla Microsoft Office Excel programı yardımıyla regresyon analizi yapılmıştır. Analizler yardımıyla çalışmada ele alınan 4 adet başlığın 21 adet meme çapı ve 5 farklı basınç değeri dikkate alınarak model eşitliği oluşturulmuştur.

$$q = KD^m h^n \quad (5)$$

Çalışmadaki tüm başlıkları içeren modelin " $K$ " katsayıları kullanım açısından bar ve mSS basınç değerleri cinsinden de hesaplanmıştır. Her bir basınç değeri için ayrı ayrı regresyon analizi yapılarak farklı çap ve basınca bağlı olarak debi değerlerinin tahminlenmesinde kullanılacak modelin oluşturulması sağlanmıştır (Demirel, 2013).

## 3. Bulgular ve Tartışma

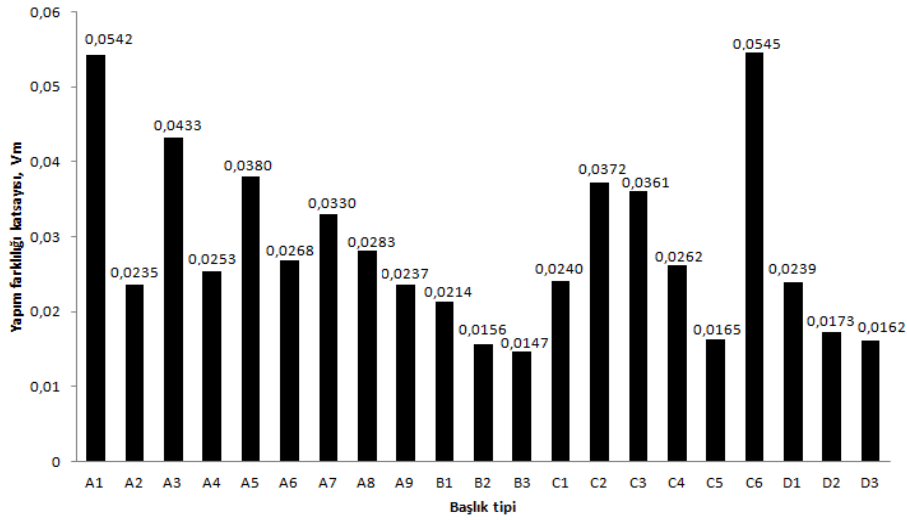
### 3.1. Mini yağmurlama başlıklarının yapım farklılığı katsayıları

Yerli imalat D başlığı ile yabancı imalat diğer başlıklar, yapım farklılığı katsayısı dikkate alınarak karşılaştırıldığında; yerli D tipi başlığın farklı çaplar için

yapım farklılığı katsayısı değerlerinin 0.0162...0.0239 aralığında olduğu bu değerlerin, yabancı imal olan A tipi için 0.0235...0.542 ve C tipi için 0.0240...0.545 aralığında olduğu bulunmuştur. Buna göre D tipi başlıkların yapım farklılığı katsayısı değeri A ve C tipi başlıklara göre çok daha düşük, yabancı imal B tipi başlığın yapım farklılığı katsayısı (0.0147...0.0214) değerlerine çok yakın olduğu görülmüştür (Şekil 2). Çalışmada ele alınan tüm başlıklar için yapım farklılığı katsayısı değerleri incelendiğinde; A1 ve C6 başlıklarının dışındaki tüm başlıkların yapım farklılığı katsayısı değerleri Çizelge 1’de verilen sınıflandırmaya göre mükemmel sınırlar içerisinde kalmıştır. A1 ve C6 başlıklarının ise yapım farklılığı katsayısı yönünden orta sınırlar içerisinde kalmıştır. Bulunan sonuçlar incelendiğinde, yapım farklılığının başlık çalışma basıncı ile ilişkisinin olmadığı görülmüş ve farklı çalışma basınçlarında ele alınan başlık meme çapı için birbirine yakın değerler olduğu saptanmıştır.

### 3.2. Mini yağmurlama başlıklarında matematiksel model

Yağmurlama başlıklarında debi ( $m^3/h$ ) değerleri, Güngör ve Yıldırım (1989), Keller ve Bliesner (1990), Korukçu ve Yıldırım (1981) tarafından da belirtildiği gibi (2) nolu eşitlik yardımıyla meme kesit alanı ( $m^2$ ), basınç (mSS) ve yerçekimi ivmesine ( $m/s^2$ ) bağlı olarak hesaplanabilmektedir. Eşitlikte  $C_d$  katsayısı, başlık yapım biçimine bağlı katsayı olup, çalışmada ele alınan tüm başlıkların ölçülen her bir basınç değerindeki debi değeri ve meme çapı dikkate alınarak hesaplanmış ve genel olarak mini yağmurlama başlıkları için nominal çalışma basıncı kabul edilen 2.0 bar basınç değerinde hesaplanan  $C_d$  katsayıları Çizelge 3’de verilmiştir. Çizelge 3’ten de görüleceği gibi ölçümü yapılan 21 adet mini yağmurlama başlığı için hesaplanan  $C_d$  katsayı değerleri 0.8823–1.0209 değerleri arasında değişmektedir.



Şekil 2. Mini yağmurlama başlıklarında ortalama yapım farklılığı katsayıları

Çizelge 3. Denemeye alınan mini yağmurlama sulama başlıklarının 2 bar çalışma basıncında hesaplanan  $C_d$  katsayıları

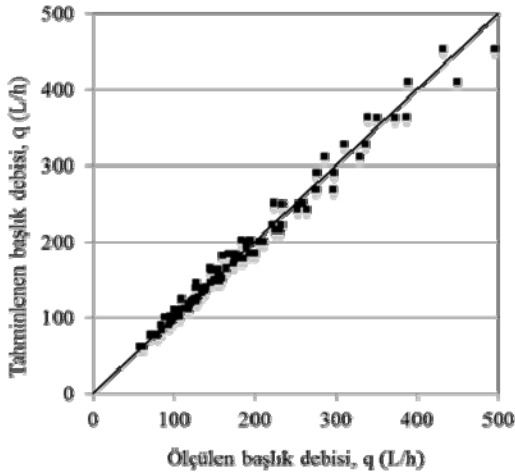
Başlık tipi	Meme tipi	Meme çapı D (mm)	$C_d^*$
A	A1	1.30	0.8823
	A2	1.45	0.9642
	A3	1.50	0.9535
	A4	1.65	0.9465
	A5	1.74	0.9030
	A6	1.82	0.9995
	A7	2.00	0.9972
	A8	2.32	0.9781
	A9	2.59	1.0209
B	B1	1.45	0.9642
	B2	1.50	0.9535
	B3	1.65	0.9465
C	C1	1.65	0.9465
	C2	1.74	0.9030
	C3	1.82	0.9995
	C4	2.00	0.9972
	C5	2.32	0.9781
	C6	2.59	1.0209
D	D1	1.30	0.9886
	D2	1.60	0.9632
	D3	1.70	0.9548

\*: debi,  $m^3/h$ ; meme kesit alanı,  $m^2$ ; basınç, mSS

Bulunan  $C_d$  katsayı değerleri, Keller ve Bliesner (1990)'in yağmurlama başlıkları için verdikleri en düşük meme çapı (2.4 mm) değerindeki  $C_d=1.151$  değeri ile yakın benzerlik göstermektedir. Farklılıklar, meme çapı yanında başlığın yapım biçiminden ve diğer basınçların da dikkate alınmasından kaynaklandığı ile açıklanabilir.

Tüm başlık tiplerini kapsayacak model eşitliğinin ortaya konması amacıyla denemeye alınan yerli ve yabancı yapım 4 farklı başlık tipinden (A, B, C ve D) farklı meme çaplarındaki 21 adet mini yağmurlama başlığı için ölçülen beş farklı işletme basıncındaki debi değerleri ve başlıkların meme çapları ile yerçekimi ivmesi dikkate alınarak yöntem (2.2.3) bölümünde açıklandığı şekilde, (6) nolu debi eşitliğini veren model katsayıları ( $K$ ,  $m$  ve  $n$ ) tüm başlık tipleri için hesaplanmıştır. Tüm başlık tipleri için hesaplanan model katsayıları, tahminleme katsayısı ( $R^2$ ) değerleri ve model kısıtları Çizelge 4'te verilmiştir.

Çalışmada ele alınan A, B, C ve D tipi mini yağmurlama başlıkları için oluşturulan modelin tahminleme katsayısı %98.50 olarak hesaplanmış ve modelde yer alan değişkenlerin her biri %95 seviyesinde önemli bulunmuştur. A, B, C ve D tipi mini yağmurlama başlıkları için değişik çalışma basınçlarında ve meme çaplarında ölçülen tüm debi değerleri ile bulunan model yardımıyla hesaplanan debi değerlerinin karşılaştırılması Şekil 3'te verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi, modelle tahminlenen başlık debi değerleri ile denemelerde ölçülen başlık debi değerleri birbirine yakındır. Örneğin çalışma basıncı 2 bar



Şekil 3. A, B, C ve D tipi mini yağmurlama başlıkları için ölçülen ve geliştirilen model yardımıyla tahmin edilen debi değerlerinin karşılaştırılması

veya 20.4 mSS olan A1 başlık tipinin 1.30 mm meme çapı için tahminlenen başlık debisi hesabı ( $q=KD^m h^n$ , L/h) bar/mSS için;

$$q = 36.1908 \cdot 1.30^{2.0291} \cdot 2^{0.5413} \quad (\text{bar için})$$

$$q = 10.2943 \cdot 1.30^{2.0291} \cdot 20.4^{0.5413} \quad (\text{mSS için})$$

$$q = 89.69 \text{ L/h}$$

A, B, C ve D mini yağmurlama başlıklarının tümü için nominal çalışma basıncı olan 2.0 bar basınç değerinde, ölçülen ve tahminlenen debi değerleri Çizelge 5'te verilmiştir. Tüm başlık tipleri için ölçülen debi değerleri 84.31-387.19 L/h arasında ve hesaplanan debi değerleri ise 89.69-363.26 L/h arasında değişmektedir. En düşük sapma değeri A4, B2 ve D3 tipleri için ortalama %1, en yüksek sapma değerinin ise C1 başlık tipinde ortalama %13 olduğu görülmektedir. Söz konusu farklılığın, meme çapları ölçümü sırasındaki hatalardan kaynaklandığı söylenebilir. Genel olarak yapılan hata, başlık tipleri için ortalama %5 düzeyinde bulunmuştur.

A, B, C ve D mini yağmurlama başlıklarının her bir tip için 5 farklı çalışma basıncında ölçülen ve tahminlenen başlık debisi değerleri Şekil 4, 5, 6 ve 7'de verilmiştir. Tüm başlık tipleri için 1.0-1.5-2.0-2.5 ve 3 bar olmak üzere beş farklı basınç değerinde ölçülen ve tahminlenen başlık debisi değerleri oldukça yakındır. Çizelge 2'de verilen farklı meme çaplarına sahip dağıtma başlığı tiplerinin aynı basınç altında aynı debiyi verdiği belirlenmiş ve farklı dağıtma başlığı tiplerinin debiye herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Yerli imalat D başlığı ile yabancı imalat diğer başlıklar yapım farklılığı yönüyle karşılaştırıldığında; yerli yapım D başlığının yapım farklılığı değerleri, yabancı imal olan A ve C tipi başlıkların yapım farklılığı değerine göre çok daha düşük, yabancı imal B tipi başlığın yapım farklılığı değerine çok yakın olduğu görülmüştür.

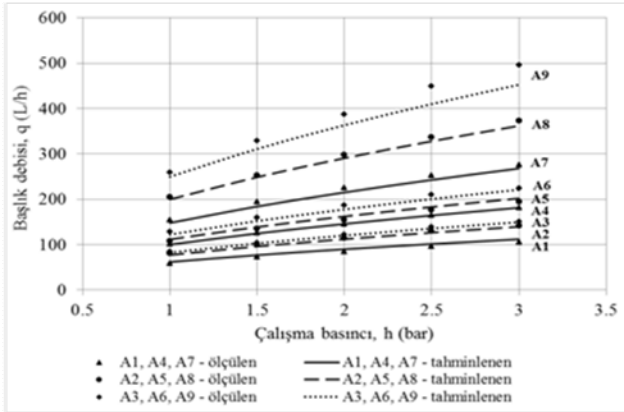
Çalışmanın son aşamasında, tüm başlık tiplerini kapsayacak model eşitliği ortaya konmuştur. Ele alınan tüm mini yağmurlama sulama başlıklarını kapsayan bu model eşitliği, meme çapları 1.3 ile 2.59 mm ve çalışma basıncı 1.0-3.0 bar basınç sınırları için başlık debi değerini %98.50 doğrulukla tahminleyebilmektedir.

Çizelge 4. Tüm mini yağmurlama sulama başlıklarının basınç-debi ilişkilerini veren model katsayıları ( $K$ ,  $m$  ve  $n$ ), tahminleme katsayısı ( $R^2$ ) değerleri ve model kısıtları

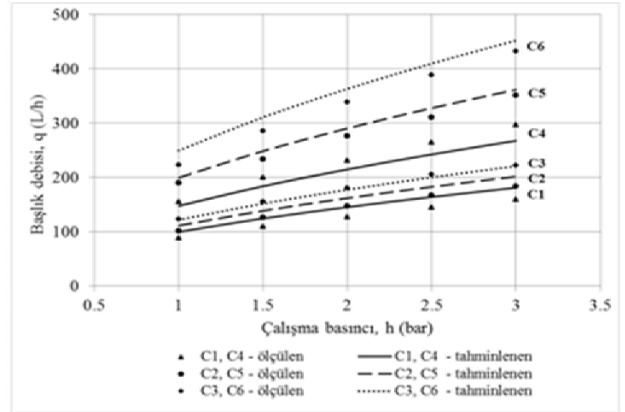
Başlık tipi	Model kısıtları	Başlık katsayıları ( $q=KD^m h^n$ , L/h)			Tahminleme katsayısı $R^2$
		$K$	$m$	$n$	
A, B, C, D	$D$ (mm)	36.1908	2.0291	0.5413	0.9850
	$1.30 \leq D \leq 2.59$				
	$h$ (bar): $1.0 \leq h \leq 3.0$	10.2943			
	$h$ (mSS): $10.2 \leq h \leq 30.6$				

Çizelge 5. Denemeye alınan tüm mini yağmurlama sulama başlıklarının farklı meme çapı ve 2 bar çalışma basıncında ölçülen ve tahminlenen debi ( $q$ ) değerleri

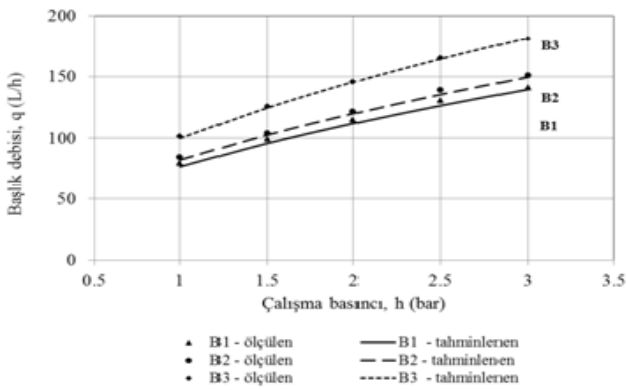
Başlık tipi	Meme tipi	Meme çapı D (mm)	Ölçülen başlık debisi $q$ (L/h)	Tahminlenen başlık debisi $q$ (L/h)	Hata Yüzdesi (%)
A	A1	1.30	84.31	89.69	6
	A2	1.45	114.63	111.94	3
	A3	1.50	121.30	119.91	2
	A4	1.65	145.69	145.50	1
	A5	1.74	154.57	162.06	5
	A6	1.82	187.20	177.53	5
	A7	2.00	225.52	214.98	5
	A8	2.32	297.67	290.53	3
	A9	2.59	387.19	363.26	7
B	B1	1.45	114.86	111.94	3
	B2	1.50	120.90	119.91	1
	B3	1.65	148.54	145.50	3
C	C1	1.65	127.68	145.50	13
	C2	1.74	147.05	162.06	10
	C3	1.82	180.94	177.53	2
	C4	2.00	232.10	214.98	7
	C5	2.32	276.34	290.53	5
	C6	2.59	339.28	363.26	7
D	D1	1.30	94.46	89.69	5
	D2	1.60	139.42	136.69	2
	D3	1.70	156.02	154.59	1



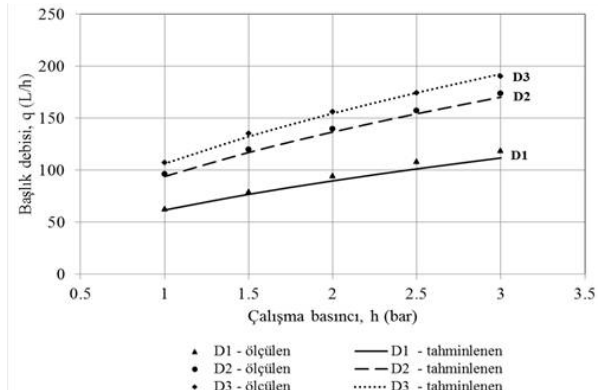
Şekil 4. A tipi mini yağmurlama başlığı için her bir basınçta ölçülen ve geliştirilen model yardımıyla tahmin edilen debi değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 6. C tipi mini yağmurlama başlığı için her bir basınçta ölçülen ve geliştirilen model yardımıyla tahmin edilen debi değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 5. B tipi mini yağmurlama başlığı için her bir basınçta ölçülen ve geliştirilen model yardımıyla tahmin edilen debi değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 7. D tipi mini yağmurlama başlığı için her bir basınçta ölçülen ve geliştirilen model yardımıyla tahmin edilen debi değerlerinin karşılaştırılması

#### 4. Sonuç

Ülkemizde yerli olarak imal edilip kullanılan D tipi mini yağmurlama başlığının, yabancı yapım A, B ve C tipi mini yağmurlama başlıklarının eşdeğerleriyle boy ölçülebilecek düzeyde hatta daha iyi olduğu söylenebilir. Çalışmada ele alınan tüm başlıklar incelendiğinde ise, ülkemizde yapım farklılığı katsayısı yönüyle mükemmel sınırlar içerisinde kalan başlıkların kullanılması, hem gerçekleştirilen mini yağmurlama sulama sistemlerinin projelerinin düzgün hem de su kullanım etkinliği yönüyle tarım açısından iyi bir sonuç ortaya koyabileceği söylenebilir.

Gerçekleştirilen çalışma sonucunda mini yağmurlama sulama başlıkları için ortaya konulan matematiksel modelle, imalatçılar istedikleri debi değerini verecek meme çapını doğrudan hesaplayarak, bu meme çapında başlık imal edebileceklerdir. Böylelikle istenilen debi değeri yüksek bir doğrulukla kısa zamanda sağlanabilecek, bu da dolaylı olarak üretimde verim artışına ve maliyetlerin düşürülmesine yardımcı olacaktır.

Semboller	
$A$	Meme kesit alanı ( $m^2$ )
$C_d$	Başlık yapım biçimine bağlı katsayı
$D$	Meme çapı (mm)
$g$	Yerçekimi ivmesi ( $m s^{-2}$ )
$h$	Başlık basıncı (bar, mSS)
$k$	Meme boyutlarını karakterize eden katsayı
$K$	Başlık ve meme yapım özelliklerine bağlı debi katsayısı
$m, n$	Katsayı
$q$	Başlık debisi ( $L h^{-1}$ )
$\bar{q}$	Başlıklardan ölçülen debilerin ortalaması ( $L h^{-1}$ )
$S_q$	Bir çalışma basıncında başlıklardan ölçülen debilerin standart sapması
$V_m$	Yapım farklılığı katsayısı
$x$	Meme akış üssü

#### Kaynaklar

- Anonymous 1995. Design and Installation of Microirrigation System. ASAE Standards: EP405, pg. 720-723.
- Ayyıldız, M., Yaralı, E. 1985. Yağmurlama Başlıklarında Yapımcı Farklılıklarının Eş Su Dağılımı Düzeyine Etkisi. Doğa Bilim Dergisi, 2: 204-211.
- Benami, A., Ofen, A. 1993. Irrigation Engineering. Irrigation Engineering Scientific Publications, Hafia, Israel.

- Boman, B.J. 1991. Micro Tubing Effects on Microsprinkler Discharge Rates. Transactions of the ASAE, 34(1):51-56.
- Bralts, V.F. 1986. Operational Principles-Field Performance and Evaluation. In: Nakayama; F.S. and D.A.Bucks (Ed.), Trickle Irrigation for Crop Production. Elsevier Science Publishers B.V., P.O.Box 211, 1000 AE Amsterdam, Netherlands.
- Çakmak, B., Kendirli, B., Yıldırım, M. 2005. Türkiye'de Sulama Uygulamaları ve Basınçlı Sulama Uygulama Olanakları. II. Ulusal Sulama Sistemleri Sempozyumu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, s: 25-37, 9-11 Kasım 2005, Ankara.
- Demir, V. 1997. Mikro Sulama Sistemlerini Oluşturan Elemanların Teknik Özelliklerinin ve Bu Sistemlerdeki Sürtünme Kayıplarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Doktora tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- Demirel, Ç. 2013. Mini Yağmurlama Sulama Başlıklarının Teknik Özelliklerinin İncelenmesi ve Debi Değerlerinin Tahminlenmesinde Kullanılabilecek Bir Matematiksel Modelin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- Güngör, Y., Yıldırım, O. 1989. Tarla Sulama Sistemleri. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No.1155, Ders Kitabı:325, Ankara.
- Hills, D.J., Silveria, R.C.M., Wallender, W.W. 1986. Oscillating Pressure for Improving Application Uniformity of Spray Emitters. Transactions of the ASAE, 29 (4):1080-1085.
- Karmeli, D., Keller, J. 1975. Constructions and Characteristics of Emitters. In: Trickle Irrigation Desing. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation. Glendora, California.
- Keller, J., Bliesner, R. D. 1990. Sprinkler and Trickle Irrigation. An Avi Book, Van Nostrand Reinhold Pub., New York. Pereira L.S.
- Korukçu, A., Yıldırım, O. 1981. Yağmurlama Sistemlerinin Projelenmesi. Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Post, S. E. C., Peck, D. E., Abrenoler, R., Sakovich, N. J., Waddle, L. 1985. Evaluation of Non-Overlapping, Low-Flow Sprinklers. Drip/Trickle Irrigation in Action, Proc. Third Inter'l. Drip/Trickle Irrig. Cong. 1: Pg.294-305, ASAE St.Joseph, Michigan, 49085.
- Singh, J., Singa A.K., Jain S., Gars R., Nathur I.N. 1990. Micro Sprinklers Performance Evaluation and Constraint for Its Adaption. XI. International Congress on the Use of Plastics in Agriculture Pg.B.79-B.87. New Delhi.
- Solomon, K. 1977. Manufacturing Variation of Emitters in Trickle Irrigation System. ASAE Paper No: 77-2009. ASAE, St. Joseph, Michigan, 49085.
- Solomon, K. 1979. Manufacturing Variation of Trickle Emitters. Transaction of the ASAE 22 (5): 1034-1038, 1043.
- Tüzel, İ. H. 1990. Yerli Yapım Damla ve Düşük Basınçlı Yağmurlama Sistemlerinin Bazı Teknik Özellikleri ve Projelendirme Kriterleri Üzerinde Bir Araştırma. E. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bornova, İzmir.
- Yerdani, A., Rubinstein, Z. 1991. Development of Dynamic Mini-Sprinkler With High Clogging Resistance. Pg. 53-56. Agroteam Consultans Ltd., P.O.B 116, Kiryat Tivon, Israel.



### Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 126-129

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/anajas.2015.30.2.126-129



## *Mentha spicata* subsp. *spicata* hipokotilinden *in vitro* çoklu sürgün rejenerasyonu

Fethi Ahmet Özdemir<sup>a\*</sup>, Mehmet Uğur Yıldırım<sup>b</sup>, Mahsa Pourali Kahriz<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Bartın Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Bartın, <sup>b</sup>Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Ankara

\*Sorumlu yazar/corresponding author: ozdemirfethiahmet23@yahoo.com

Geliş/Received 07/04/2015

Kabul/Accepted 10/06/2015

### ÖZET

*Mentha spicata* subsp. *spicata* tıbbi ve aromatik bir bitkidir. Bu çalışmada *Mentha spicata* subsp. *spicata*'nın *in vitro* da çoğaltımı amacıyla hipokotil eksplantları BAP ve NAA'nın farklı kombinasyonlarını içeren, %3 sukroz ilave edilmiş ve % 0.65 agar ile katılaştırılmış MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Araştırma sonuçları kallus oluşum yüzdesi, rejenere sürgün yüzdesi, eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı, ortalama sürgün uzunluğu, eksplant başına düşen ortalama kök sayısı ve ortalama kök uzunluğu için BAP-NAA arasındaki kombinasyonların etkili olduğunu göstermiştir. Maksimum kallus oluşum yüzdesi 0.25 mg/L BAP + 0.50 mg/L NAA içeren MS besin ortamında, maksimum rejenere sürgün yüzdesi 2 mg/L BAP + 0.25 mg/L NAA içeren MS besin ortamında, maksimum eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı 2 mg/L BAP içeren MS besin ortamında, maksimum ortalama sürgün uzunluğu 2 mg/L BAP + 0.50 mg/L NAA içeren MS besin ortamında, kaydedilmiştir. Rejenere sürgünler 0.5 mg/L IBA içeren MS besin ortamında köklendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler:

BAP

*In vitro*

*Mentha spicata* subsp.

*spicata*

NAA

### *In vitro* multiple shoot regeneration from hypocotyl in *Mentha spicata* subsp. *spicata*

### ABSTRACT

*Mentha spicata* subsp. *spicata* is a medicinal and aromatic plant. In order to propagate *Mentha spicata* subsp. *spicata* *in vitro*, hypocotyl explants were cultured in MS medium containing different combinations of BAP and NAA supplemented with 3% sucrose and solidified with 0.65% agar. The results showed a significant interaction between BAP and NAA combinations for callus formation percentage, shoot regeneration percentage, number of shoots and roots per explant, shoot and root length. Maximum callus regeneration percentage was noted in MS medium containing 0.25 mg/L BAP + 0.50 mg/L NAA, maximum shoot regeneration percentage was noted in MS medium containing 2 mg/L BAP + 0.25 mg/L NAA, Maximum number of shoot per explant was noted in MS medium containing 2 mg/L BAP, maximum number of shoot length was noted in MS medium supplemented with 2 mg/L BAP + 0.50 mg/L NAA. The regenerated shoots were rooted on MS medium containing 0.5 mg/L IBA.

Keywords:

BAP

*In vitro*

*Mentha spicata* subsp.

*spicata*

NAA

© OMU ANAJAS 2015

### 1. Giriş

Tıbbi ve aromatik bitkiler, hastalıkları iyileştirmek sağlıklı bir yaşam sürdürmek, veya hastalıkları önlemek için kullanılan bitkilerdir. Dünya sağlık örgütü (WHO)'nün, 91 ülkenin farmokopelerine (kodeks) ve tıbbi bitkiler üzerine yapılmış olan bazı yayımlara dayanarak hazırladığı bir araştırma tedavi amacıyla kullanılan tıbbi bitkilerin toplam miktarının 20 000 civarında olduğunu ortaya koymuştur. Dünya genelinde hastalıkların bitkilerle tedavisi XIX. yüzyıla kadar sürmüştür, daha sonra kimya sanayideki gelişmeler ilaç sanayisini etkilemiş ve sentetik ilaçlar bitkilerin yerini almaya başlamıştır. Ancak günümüzde

sentez yoluyla elde edilen ilaçların yan etkilerinin fazla olması ve organizmaların antimikrobiyal sentetik ilaçlara karşı direnç oluşturmaları modern tıbbin hastalık tedavisinde yetersiz kaldığı noktaları ortaya çıkarmıştır. Bu durum, doğal bitkisel kaynakların ve bu maddeleri taşıyan tıbbi bitkilerin önemini gittikçe artırmaktadır (Nakipoğlu, 1992). Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de tıbbi açıdan önemli bulunan bitkiler yüzyıllardan beri halk arasında kullanılmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitki olarak kabul edilen nane, *Mentha* türlerine verilen genel bir isim olup çok yıllık, sürünücü gövdelere sahip otsu bir bitkidir (Başer, 1997). Nane bitkisinin dünyada kültürü yapılan en önemli üç türü İngiliz nanesi (*Mentha piperita*), Japon



nanesi (*Mentha arvensis*) ve Bahçe nanesi (*Mentha spicata*)'dir (Baydar, 2007). Bahçe nanesi (*Mentha spicata*); *M. longifolia* x *M. rotundifolia* melezidir ve uçucu yağının ana bileşeni, diğer nane türlerinden farklı olarak carvone'dir. *M. spicata* uçucu yağında çoğunlukla %50'nin üzerinde carvone bulunmaktadır (Baydar, 2007). Değişik nane türleri; antimikrobiyal, antispazmodik, koleretik, karminatif gibi insanlarda çeşitli fizyolojik etkilere sahip olmaları nedeniyle eski çağlardan beri gerek halk ilacı olarak, gerekse ilaç, gıda, parfümeri ve kozmetik endüstrisinde kullanılmaktadır. Nane türlerinin endüstriyel kullanımına neden olan etkin madde grubu uçucu yağlardır (Ellialtıoğlu ve ark., 2007). Uçucu yağının değerli olması nedeniyle *Mentha* türlerinin birçok ülkede ticari olarak tarımı yapılmaktadır (Özgül ve Kırıcı, 1999). Dünyada, uçucu yağ üretimi yaklaşık olarak 56 ton olup, *Mentha* türlerinden (*Mentha arvensis*, *Mentha piperita* L. ve *Mentha spicata*) elde edilen uçucu yağ miktarı 7,5 ton ile *Citrus* (narenciye) yağlarından sonra ikinci sırayı almaktadır (Başer, 1997; Özel ve Özgül, 1998; Özgül ve Kırıcı, 1999; Telci ve ark., 2004).

Bu çalışmanın amacı; daha önce *in vitro* rejenerasyonu üzerine çalışmalar yürütülmemiş olan *Mentha spicata* subsp. *spicata* nın hipokotilini eksplant kaynağı olarak kullanıp, etkili bir *in vitro* rejenerasyon protokolü geliştirmek ve bu türün uçucu yağlarının artırılmasına yada uçucu yağ miktarı daha fazla olan türlerin ıslahı ile ilgili olarak yapılacak olan çalışmalara destek sağlamaktır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Bitki materyali

Bu çalışmada doğal yetiştirme ortamından toplanmış olan *Mentha spicata* subsp. *spicata*. bitkisinin tohumları, bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Bitkinin tür teşhisi Bitlis Eren Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji bölümünde yapılmıştır.

### 2.2. Sterilizasyon

Çalışmada kullanılan besin ortamlarının sterilizasyonu otoklavda 1.5 atmosfer basınç altında 121 °C de, 20 dakika tutularak, petri, erlen gibi cam malzemeler ile pens, bistüri gibi aletlerin sterilizasyonu ise 160 °C de pasteur fırınında 4 saat tutularak yapılmıştır. *Mentha spicata* subsp. *spicata*. tohumlarının sterilizasyonu ise % 100 lük çamaşır suyu ( ACE, Türkiye) içerisinde 20 dakika bekletilerek sağlanmıştır. Daha sonra tohumlar steril saf su ile 3 kez durulanmıştır. Sterilizasyonu tamamlanan tohumlar hormon içermeyen besin ortamlarına her petriye 5 adet tohum gelecek şekilde ekim yapılarak, bu ortamlarda çimlendirilmiştir.

### 2.3. Besin ortamları ve kültür koşulları

Tohumların çimlendirilmesinde hormonsuz MS (Murashige ve Skoog, 1962) ortamı kullanılmıştır. Hipokotil eksplantları 0.25, 0.50, 1, 2 mg/L BAP ve 0, 0.25, 0.50 mg/L NAA nın 16 farklı kombinasyonunu içeren MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Köklendirme ortamı

olarak da 0.5 mg/L indol-3-bütirik asit (IBA) içeren MS besin ortamı kullanılmıştır. Bu ortamlar içerisine % 3 sukroz ilave edilmiş ve % 0.65 agar kullanılarak katılaştırılmıştır. Ortam hazırlandığında çift distile saf su kullanılmış ve besin ortamının pH'sı 1N NaOH ve 1N HCl kullanılarak 5.8 e ayarlanmıştır. BAP, NAA ve IBA uygun çözücülerde çözdürüldükten sonra istenilen miktarda ve oranda stok solüsyonları hazırlanmıştır. Hazırlanan stok solüsyonlar +4 °C'de saklanmıştır.

### 2.4. *In vitro*'dan elde edilen fidelerden eksplantların izolasyonu

*In vitro* ortamda steril olarak yetiştirilen 10 günlük *Mentha spicata* subsp. *spicata* fidelerinden alınan hipokotil, eksplant kaynağı olarak kullanılmıştır. 1 cm uzunluğunda kesilen eksplantlar her petride 5 adet olacak şekilde rejenerasyon ortamına aktarılmıştır. Uygulamalar 3 tekerrürlü olacak şekilde planlanmıştır. 90X15 mm steril petri kutularında MS ortamında uygun hormon konsantrasyonları eklenerek 16/8 ışık/karanlık fotoperiyodunda 500 µmolm<sup>-2</sup>sec<sup>-1</sup> floresans ışıklandırmasında iklim dolabında (Aralab), 25±2 °C sıcaklıkta rejenerasyona tabi tutulmuştur. Doku kültürü ile ilgili bütün çalışmalar steril hava akışlı kabin içerisinde yapılmıştır.

### 2.5. Rejenere olan sürgünlerin köklendirilmesi

Rejenere olan sürgünler belirli bir uzunluğa geldikten sonra 0.5 mg/L IBA içeren köklendirme ortamına aktarılmıştır. Köklenen sürgünler saksılara aktarıldıktan sonra iklim dolabında çevre şartlarına uyumu sağlanmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada *Mentha spicata* subsp. *spicata* bitkisinin tohumları *in vitro* ortamda çimlendirilmiş, 10 günlük bitkiciklerden alınan hipokotiller eksplant kaynağı olarak kullanılmıştır. Bu hormonların eksplantlar üzerindeki etkileri Çizelge 1 de gösterilmiştir. Bulgularımıza göre kallus oluşum yüzdesi %1.67 ile %87.67 arasında olup; kallus oluşum yüzdesinin en düşük olduğu ortam 2 mg/L BAP içeren MS besin ortamı olduğu, kallus oluşum yüzdesinin en fazla olduğu ortamın ise 0.25 mg/L BAP + 0.50 mg/L NAA içeren MS besin ortamı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Rejenere sürgün yüzdesi % 26.13 ile %97.33 oranları arasında gözlenmiş olup, rejenere sürgün yüzdesinin en az olduğu ortamın 0.50 mg/L BAP + 0.25 mg/L NAA içeren MS besin ortamı olduğu, rejenere sürgün yüzdesinin en fazla olduğu ortamın ise 2 mg/L BAP + 0.25 mg/L NAA içeren MS besin ortamını olduğu tespit edilmiştir (şekil 1). Eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısının 3.76±2.13 ile 11.21±0.7 aralığında olup, Eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısının en az olduğu ortamın 1 mg/L BAP + 0.25 mg/L NAA içeren MS besin ortamında olduğu, Eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısının en fazla olduğu ortamın ise 2 mg/L BAP içeren MS besin ortamı olduğu gözlenmiştir. Ortalama sürgün uzunluğunun 2.33±1.87 ile 8.36±2.65 aralığında olduğu; ortalama sürgün uzunluğunun en az olduğu ortamın 0.50

mg/L BAP içeren MS besin ortamı olduğu; ortalama sürgün uzunluğunun en fazla olduğu ortamın ise 2mg/L BAP + 0.50 mg/L NAA içeren MS besin ortamında olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). Eksplant başına düşen ortalama kök sayısının 0.94±1.76 ile 7.13±0.97 aralığında olduğu eksplant başına düşen ortalama kök sayısının en az olduğu ortamın 0.50 mg/L BAP + 0.25 mg/L NAA içeren MS besin ortamı olduğu, Eksplant başına düşen ortalama kök

sayısının en fazla olduğu ortamın ise 0.25 mg/L BAP içeren MS besin ortamı olduğu saptanmıştır. Ortalama kök uzunluğunun 2.78±0.43 ile 7.94±0.59 aralığında olduğu; ortalama kök uzunluğunun en az olduğu ortamın 2 mg/L BAP + 0.50 mg/L NAA içeren MS besin ortamı olduğu; en fazla ortalama kök uzunluğunun ise 1 mg/L BAP + 0.25 mg/L NAA içeren MS besin ortamı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Farklı BAP ve NAA konsantrasyonlarının hipokotil eksplantı üzerindeki etkileri

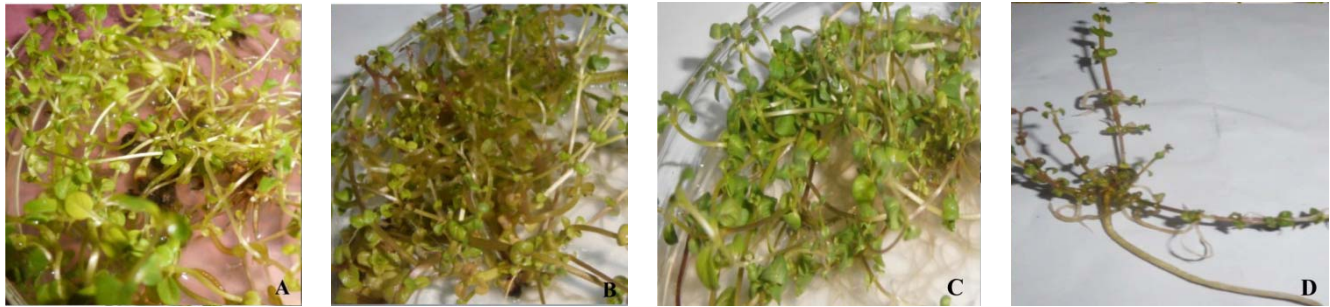
Hormonlar		Kallus oluşum yüzdesi (%)	Rejenere sürgün yüzdesi (%)	Eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı	Ortalama sürgün uzunluğu (cm)	Eksplant başına düşen ortalama kök sayısı	Ortalama kök uzunluğu (cm)
BAP (mg/L)	NAA (mg/L)						
0.25	0	13.33	26.87	8.67±0.96	5.69±1.04	7.13±0.97	3.87±1.34
0.50	0	9.67	46.87	6.35±2.64	2.33±1.87	2.48±1.36	6.47±1.65
1	0	3.87	63.33	4.57±5.24	3.76±2.26	3.59±2.13	4.38±0.63
2	0	1.67	33.87	11.21±0.7	4.49±1.54	5.37±1.68	2.86±1.05
0.25	0.25	46.13	56.67	5.84±0.76	4.96±0.87	3.52±0.76	3.43±1.54
0.50	0.25	56.67	26.13	6.75±4.36	5.84±1.68	0.94±1.76	3.29±1.56
1	0.25	60.33	39.67	3.76±2.13	3.46±2.03	4.75±1.34	7.94±0.59
2	0.25	66.13	97.33	6.52±1.67	4.51±1.31	2.53±2.04	3.83±0.92
0.25	0.50	87.67	60.66	7.69±1.46	5.78±0.96	4.72±1.63	5.67±0.63
0.50	0.50	73.13	33.13	8.17±1.24	2.43±1.65	3.25±1.68	4.21±1.34
1	0.50	66.33	56.87	5.36±0.78	3.56±0.78	1.72±1.06	3.67±1.54
2	0.50	70.67	43.13	6.89±2.65	8.36±2.65	2.64±1.62	2.78±0.43

± : En az üç tekrarla elde edilen standart sapmayı ifade etmektedir

Çalışma sonuçlarımız besin ortamındaki NAA miktarı arttıkça kallus oluşum yüzdesinin arttırmış olup BAP'ın artan konsantrasyonu ile NAA miktarının artışı da rejenere sürgün yüzdesi üzerinde olumlu etki yapmıştır. Gelişen sürgünler 0.5 mg/L IBA içeren MS besin ortamında köklendirilmiştir (Şekil 1). Daha sonra köklenen bitkilerin dış ortama adaptasyonları sağlanmıştır.

Bu çalışma daha önce *Mentha* cinsinde yapılmış doku kültürü ve mikro üretim çalışmaları ışığında BAP ve NAA'nın 16 farklı kombinasyonu kullanılarak güçlü bir rejenerasyon protokolü geliştirmek amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan BAP ve NAA konsantrasyonlarının

çalışılan genotipte, kallus oluşum yüzdesi, rejenere sürgün yüzdesi, eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı, ortalama sürgün uzunluğu, eksplant başına düşen ortalama kök sayısı ve ortalama kök uzunluğu için oldukça etkili olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Sarwar ve ark. (2009) *Mentha piperita* L. nin nod, internod, petiol ve sürgün meristemini kullanarak ½ MS besin ortamında farklı konsantrasyonlarda BAP, Kinetin yada BAP, Kinetin ile birlikte NAA kullandıklarında sürgün meristemi ve nodal segmentlerden sürgün rejenerasyonu elde edebilmişler ancak internod ve petiol eksplantlarından sürgün rejenerasyon edememişlerdir. Bu çalışma sürgün gelişimi bakımından



Şekil 1. 2 mg/L BAP + 0.25 mg/L NAA içeren MS besin ortamındaki rejenere sürgünlerin genel görüntüsü (A), 2 mg/L BAP içeren MS besin ortamında maksimum eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısına ait görüntü (B), 2 mg/L BAP + 0.50 mg/L NAA içeren MS besin ortamında maksimum ortalama sürgün uzunluğuna ait görüntü (C), 0.5 mg/L IBA içeren MS besin ortamına aktarılan adventif sürgünlerden kök gelişimine ilişkin görüntü (D).

çalışmamız ile kıyaslandığında yaptıkları çalışmanın sürgün gelişimi açısından oldukça yetersiz olduğu görülmüştür, çünkü Sarwar ve ark. (2009) kullandıkları ekplantlardan sadece birer sürgün elde etmişler bazılarında çoklu sürgünler geliştirebilmişlerdir. Fakat bizim çalışmamızda eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı en az  $3.76 \pm 2.13$ 'dür (Çizelge 1).

Bu durum kullanılan türün farklı olması, kinetin kullanmaları, hormon kombinasyonlarının farklı olması ile açıklanabilir. Ancak her iki çalışmada da kullanılan ve sentetik bir sitokinin olan BAP sürgün gelişimini teşvik etmiştir.

BAP ve kinetinin MS besin ortamında aksiller sürgünler ve nodal segmentler için sürgün rejenerasyonu oluşturmaları bakımından en iyi bitki büyüme düzenleyicileri oldukları farklı araştırmalarda rapor edilmiştir (Rech ve Pires, 1986; Sunandakumari ve ark., 2004). Bu bulgular sunulan bu çalışmadaki BAP'ın *Mentha spicata* subsp. *spicata* hipokotil eksplantlarından sürgün geliştirmesi sonucunu desteklemektedir.

Kukreja ve ark. (1991) *Mentha arvensis* L. ile yaptıkları bir çalışmada ortama sitokininler ile birlikte NAA ilavesinin daha fazla sürgün oluşturduğunu saptamışlardır. Bu çalışmada da en fazla rejenerasyon sürgün yüzdesinin 2 mg/L BAP + 0.25 mg/L NAA içeren MS besin ortamında kaydedilmesi bu bulguyu desteklemektedir.

*Mentha piperita* nın olgunlaşmamış yaprak ve yaprak disklerinin eksplant kaynağı olarak kullanılması ile yapılan çalışmalarda (Li ve ark., 1999; Van Eck ve Kitto, 1992) birkaç sürgün elde etmişlerdir. Yapılan bu çalışmalar çalışmamız ile kıyaslandığında; çalışmamızda  $11.21 \pm 0.7$  gibi yüksek bir oranda sürgün rejenerasyonu sağlamamız bahsedilen çalışmalara kıyasla çalışmamızın daha başarılı sonuçlar ortaya koyduğunu göstermektedir. Fakat Pooviaiah ve ark. (2006) modifiye edilmiş MS ortamına TDZ ilave edip; *Mentha* nın birinci ve ikinci internodunu eksplant kaynağı olarak kullandıkları bir çalışmada %89 oranında sürgün rejenerasyonu sağlamış ve eksplant başına 29 adet sürgün elde etmişlerdir. Bu çalışmaya dayanarak *Mentha* nın *in vitro* üretimi üzerine TDZ'nin BAP'a kıyasla daha etkili bir sitokinin olduğu söylenebilir.

Çalışmamızda gelişen sürgünler 0.5 mg/L IBA içeren MS besin ortamında köklendirilmiştir. IBA'nın gelişen sürgünlerin köklendirilmesi konusunda etkili bir oksin olduğu Özdemir ve ark. (2014)'ün bir başka tıbbi ve aromatik bitki olan *Lallemantia iberica*'nın *in vitro* üretimi ile ilgili yaptıkları çalışma ile de desteklenmektedir. Ayrıca IBA, NAA ile kıyaslandığında köklenme açısından daha etkili bir oksin olduğu Sunandakumari ve ark. (2004)'ün yaptıkları bir çalışma ile de gösterilmiştir.

#### 4. Sonuçlar

Sonuç olarak bu çalışmadan elde edilen bulgular kullanılarak *Mentha spicata* subsp. *spicata* da sürgün rejenerasyonu üzerine daha etkili olabilecek 1.05, 1.40, 1.75, 2.10, 2.45 mg/L BAP ve 0.1, 0.2 mg/L NAA içeren 10 farklı hormon kombinasyonu denenebilir, farklı sitokinin ve oksin grubu bitki büyüme düzenleyicileri ve kombinasyonları kullanılarak yeni denemeler planlanabilir. Bu çalışma daha fazla miktarda uçucu yağ içeren *Mentha*

türlerinin ıslahı çalışmalarına ışık tutabilir. Çalışmadan elde edilen bulgular kullanılarak *Mentha* türlerine gen aktarımı ile ilgili çalışmalar gerçekleştirilebilir.

#### Kaynaklar

- Başer, K.H.C. 1997. İlaç ve baharat bitkilerinin ilaç ve alkollü içki sanayilerinde kullanımı. İstanbul Ticaret Odası Yayın, No: 39. İstanbul.
- Baydar, H. 2007. Tıbbi, aromatik ve keyf bitkileri bilimi ve teknolojisi (Genişletilmiş II. Baskı). Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 51, Isparta.
- Ellialtıoğlu, Ş., Sevengör, Ş., Sezik, E. 2007. Şanlıurfa'da nane tarımının geliştirilmesi üzerinde çalışmalar. Şanlıurfa GAP GİDEM Bilgilendirme Toplantısı, 30 Mart 2007, Seminer Notları (Yayımlanmamış). (<http://iller.gidem.org/Sanlıurfa/TibbiAromatikBitkiler.aspx>).
- Kukreja, A.K., Dhawan, O.P., Mathur, A.K., Ahuja, P.S., Mandal, S. 1991. Screening and evaluation of agronomically useful somaclonal variations in Japanese mint (*Mentha arvensis* L.). Euphytica, 53: 183-191.
- Li, X., Niu, X., Bressan, R.A., Weller, S.C., Hasegawa, M.P. 1999. Efficient plant regeneration of native spearmint (*Mentha spicata* L.). In Vitro Cell Dev Biol Plant, 35: 333-338.
- Murashige, T., Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum, 15: 473-97.
- Nakipoğlu, M., Otan, H. 1992. Tıbbi bitkilerin flavonitleri. Anadolu Journal of AARI, 4(1): 70-93.
- Ozdemir, F.A., Yildirim, M.U., Kahriz, M.P. 2014. Efficient micropropagation of highly economic, medicinal and ornamental plant *Lallemantia iberica* (Bieb.) Fisch. and C. A. Mey. BioMed Res. International, ID 476346. doi:10.1155/2014/476346.
- Özel, A., Özgüven, M. 1998. Harran ovası koşullarında farklı dikim zamanlarının bazı nane (*Mentha* spp) tiplerinin verim ve bazı tarımsal karakterlerine etkisi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23(4): 921-928.
- Özgüven, M., Kırıcı, S. 1999. Farklı ekolojilerde nane (*Mentha*) türlerinin verim ile uçucu yağ oran ve bileşlerinin araştırılması. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23: 465-472.
- Pooviaiah, C.R., Stephen, R.W.C., Matthew, J. 2006. A *in vitro* adventitious shoot regeneration of native spearmint using internodal explants. Hort Sci, 41: 414-417.
- Rech, E.L., Pires, M.J.P. 1986. Tissue culture propagation of *Mentha* sp. By the use of axillary buds. Plant Cell Reports, 5: 17-18.
- Sarwar, S., Zia, M., Rehman, R., Fatima, Z., Sial, R.A., Chaudhary, M.F. 2009. In vitro regeneration in mint from different explants on half strength MS medium. African Journal of Biotechnology, 8(18): 4667-4671.
- Sunandakumari, C., Martin, K.P., Chithra, M., Sini, S., Madhusoodanan, P.V. 2004. Rapid axillary bud proliferation and *ex vitro* rooting of herbal spice, *Mentha piperita* L. Indian Journal of Biotechnology, 3:108-112.
- Telci, İ., İncekara Sahbaz, N., Yılmaz, G., Tugay, M.E. 2004. Agronomical and chemical characterization of spearmint (*Mentha spicata* L.) originating in Turkey. Economic Botany, 58(4):721-728.
- Van Eck, J.M., Kitto, S.L. 1992. Regeneration of peppermint and orange mint from leaf disk. Plant Cell Tiss. Org. Cult, 30: 41-46.



### Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 130-135

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/anajas.2015.30.2.130-135



## Coğrafi bilgi sisteminin hassas tarımda uygulanmasının yararları: Gübreleme örneği

Kadir Ersin Temizel<sup>a\*</sup>, Yusuf Koç<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Atakum, Samsun

<sup>b</sup>Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun

\*Sorumlu yazar/corresponding author: ersint@omu.edu.tr

Geliş/Received 09/02/2015

Kabul/Accepted 27/02/2015

### ÖZET

Bu çalışma kapsamında Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Bafra deneme istasyonundan alınan toprak örneklerinde Azot (N), Fosfor (P) ve Potasyum (K) analizleri yapılarak hassas tarımda girdilerin optimum şekilde kullanılması için gerekli miktarlar hesaplanmaya çalışılmıştır. Bu doğrultuda 32 farklı nokta ve 3 farklı derinlikten toplam 96 adet toprak örneği alınmış ve N, P, K analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları kullanılarak haritalar çizilmiş ve arazinin N, P, K dağılımları çıkarılarak hassas tarım için veri elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre arazinin ortalama gübre ihtiyacı göz önüne alındığında; 763 kg azotun ihtiyaç olmayan bölgelere fazladan uygulanacağı, 313 kg azotun ise eksik olarak uygulanacağı belirlenmiştir. Ayrıca Fosfor açısından 355.5kg ihtiyaç fazlası uygulama yapılırken 370.2 kg ihtiyacı olan yere atılamayacağı hesaplanmıştır. Analizlere göre ise alanda Potasyum açısından gübre ihtiyacının olmadığı belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Bafra  
Coğrafi bilgi sistemleri  
Gübre uygulamaları  
Hassas uygulamalı tarım

Benefits of geographic information system in precision agriculture: The case of fertilizers

### ABSTRACT

This study was conducted out to determine the required amounts of NPK in precision agriculture by analyzing those nutrients in soil samples taken from Black Sea Agricultural Research Institute in Bafra plain with the aim of optimum using the agricultural input. For this purposes, a total of 96 samples were taken from 32 different locations and three different depths, and N, P, K analyzes were performed. By using the results of analyses maps were established and data for precision agriculture were produced by determining N, P, K distributions. The present results indicated that 763 kg/da N would be applied in fields where not suffer from N absence but, 313 kg/da N would not be applied in fields needing N in conventional usage. The present results also indicated that unnecessary amount of 355.5 kg P would be applied but 370.2 kg P would not be applied in fields suffering from P absence and there is no K application in the experimental area.

Keywords:

Bafra  
Geographic information system  
Fertilizer application  
Precision farming

© OMU ANAJAS 2015

### 1. Giriş

Dünya nüfusu günümüzde yaklaşık 6 milyar civarındadır. Gelecek yüzyıllar içerisinde ise bu sayının yaklaşık 9 milyar olacağı tahmin edilmektedir (Ekdahl, 2000). Dünya nüfusunun artışına karşılık tarım arazileri ve diğer faktörlerin aynı oranda artırılamaması, toplumların verimliliği artırabilmek için daha çok girdi kullanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle her türlü üretim için harcanacak tüm girdilerin minimize edilmesi oldukça

önemlidir. Artan nüfusun beslenme ihtiyacını karşılayabilmek için bilim adamları yeni arayışlara yönelmiştir. Bu kapsamda tarımda uygulanan yeni teknoloji ise bilgi yönetimi, özelliklere göre işletim ve hassas tarım şekillerindeki deyimlerle ifade edilen "Hassas Uygulamalı Tarım" olmaktadır (Peker ve ark., 2006).

Hassas uygulamalı tarım, tarlada bitki ve toprak özelliklerine göre zamansal ve konumsal farklılıkları dikkate alarak gübre, ilaç ve tohum gibi girdilerin daha etkin ve çevreye zarar vermeyecek düzeyde kullanımına

olanak sağlar. Gelişen teknolojinin tarımsal üretimle bütünleştirilerek kullanılması düşük maliyet, değişken girdi kullanımı, azami gelir, ve çevrenin korunmasına yardımcı olmaktadır. (Güçdemir, 2004; Emekli ve Topakçı, 2009).

Üreticiler, geleneksel olarak arazilerinin büyüklüğü ne olursa olsun tarımsal ürünlerinin ihtiyaç duyduğu girdiyi arazinin her yerine hep aynı miktarda kullanmaktadır. Hassas Tarım, arazinin değişik bölgelerinden toprak yapısını belirleyerek üretime yönelik girdi kullanım düzeylerini mikro ölçekte ortaya koymaktadır. Hassas tarım, üretim yapılacak arazi ile ilgili tüm bilgilere sahip olunarak ve bazı teknolojik uygulamalarla üretimin buna göre planlanması, kaynakların ve uygulanan girdilerin kullanımını araziye özgü olarak en küçük homojen bölgeler halinde arazinin işletilmesi, girdilerin buna göre optimize edilmesidir. Ayrıca verim görüntüleme, haritalama ve toprak örnekleme sistemleri ile toprak özellikleri organik madde miktarı, toprağın pH düzeyi, bitki besin elementleri ve nem içeriğinin belirlenmesi, toprak sıkışmasının ölçülmesi mümkün olmaktadır. Hassas uygulamalı tarım döngüsü arazideki toprak ve bitki ile ilgili verilerin toplanması ile başlar. Elde edilen verilerin büroda uygun donanım ve yazılımlar kullanılarak analiz edilmesi ve yapılacak olan uygulamalara karar verilmesi ile devam eder. Karar verilen uygulama şekline göre arazide değişken düzeyli uygulamaların yapılması ile sonlanır (Kara ve Güler, 2005).

Hassas tarımın hedefleri arasında; a) gübre ve ilaç gibi kimyasal giderlerinin azaltılması, b) çevre kirliliğine neden olan girdilerin azaltılması, c) yüksek miktarda ve kaliteli ürün sağlanması, d) işletme ve yetiştiricilik kararları için daha etkin bir bilgi akışının sağlanması, f) tarımda kayıt düzeninin oluşturulması sayılabilmektedir (Vatandaş ve ark., 2005).

Hassas tarım ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde çalışmalar genellikle toprak yapısının belirlenmesi, azotlu gübre kullanımı, sulamanın bitki karakteristiklerine ve verim üzerine etkisinin belirlenmesi ve ürün verimi görüntülemeye yönelik konularda yoğunlaştığı görülmektedir (Peker ve ark., 2006). Kaliforniya'da seçilen iki farklı bölgede, farklı iki sulama yönteminde hassas tarım uygulamaları yapılarak yaklaşık %50 verim artışı sağlanmıştır (Upadhyaya ve ark., 1999). Kaliforniya'da yapılan bir çalışmada hassas tarımın uygulamasının sadece verim artışına ve girdi azalmasına sebep olmadığı bununla birlikte yöreye adapte olan yeni çeşitlerin geliştirilmesine de katkı sağladığı belirlenmiştir. (Plant ve ark., 1999).

Hassas uygulamalı tarım teknolojilerindeki son uygulamalarla tahıl ürün monitörleri, Küresel Konumlama Sistemi (GPS) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) sayesinde ürün verim haritalarının çıkarılması mümkün olmuştur (Türker ve ark., 2003).

Gelişmiş ülkelerde değişken düzeyli uygulama teknolojilerinin tarımdaki kullanımları yaygınlaşırken; Türkiye'de uzaktan algılama yüksek maliyetli olmasına rağmen tarımda hızlı bir şekilde uygulanmaya çalışılmaktadır (Anonymous, 2014).

Son yıllarda kuraklığın ön plana çıktığı Türkiye'de mevcut suyun ekonomik olarak kullanılmasına hassas tarım teknolojilerinden faydalanmayı gerektirmektedir. Konya bölgesinde uygulanan projelerde bitki su tüketimi tespiti ve

toprak nem seviyesinin takibi gibi işlemler için geliştirilen sensorlar koordinatları belirlenen noktalara yerleştirilmişlerdir. Bu sensörlerden alınan anlık veriler internet ortamında takip edilebilmekte ve bu verilere göre sulama politikaları ortaya konulabilmektedir (Emekli ve Topakçı, 2009).

Ülkemizdeki tarım işletmelerinin yaklaşık % 83'ünü küçük köylü işletmeleri karakterindeki 10 hektarın altındaki işletmeler oluşturduğu için, bu işletmelerde yeni teknoloji uygulayabilecek sermaye birikimi mümkün olmamaktadır (Peker ve ark., 2006). Bu nedenle, son yıllarda küçük ve orta büyüklükteki işletmeler büyük işletmelerle rekabette zor durumda kalmışlardır. Küreselleşmeyle birlikte bu sorun, ülkeler arasında rekabette daha da ciddi boyutlara ulaşacaktır. Tüm bu koşullar bakıldığında, hassas uygulamalı tarım teknolojilerinin Türkiye çiftçilerine kazandırılması zorunlu hale gelmiştir.

Hassas uygulamalı tarım teknolojilerinin girdi yönetimi yani işletmecilik konularında henüz kârlı bir üretim sistem olmadığı, ancak ileride kârlı olabilecek potansiyele sahip olduğu belirtilmiştir (Lowenberg ve Swinton, 1997).

Bu çalışmada, belirli bir alandan alınan arazi verilerinin hassas tarım uygulamalarında alt veri olarak kullanılmasının gübre isteklerinin sağlanmasında ve su kaynaklarının kirlenmesini noktasında ne derece faydalı olduğu gösterilmeye çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışma alanında Karadeniz Bölgesinin ılıman iklim özellikleri görülmektedir. Bafra Meteoroloji Müdürlüğünden alınan uzun yıllar ortalama gözlem sonuçlarına göre en yağışlı ay Aralık, en kurak ay ise Temmuz'dur. Yıllık yağış toplamı uzun yıllar ortalamasına göre 754.9 mm dir. En sıcak ay (22.5 °C) Temmuz ayı ve en soğuk ay (5.7 °C) ise Ocak ayıdır.

Araştırma alanında toprak derinliği 1.5 m'den daha derindir. Toprak bünyesi killi olup geçirgenlikleri düşüktür. Çevre toprakların büyük bir kısmı taşınma topraklardır. Biriktikleri yerlerde drenaj, havalanma ve kök işleme durumlarına bağlı olarak genellikle granüle ve blok yapıları elde etmişlerdir. Genel olarak 20 m derinliğe kadar bir aküfer mevcut olup bariyer tabakası bunun altında yer almıştır.

Çalışma, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsüne ait Bafra İlçesinde bulunan yaklaşık 140 dekarlık deneme istasyonunda yapılmıştır. Çalışma kapsamında 32 farklı noktadan ve 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm toprak derinliklerinden örnek alınmıştır. Deneme alanı haritası ve örneklerin alındığı noktalar Şekil 1'de gösterilmiştir.

### 2.2. Yöntem

Çalışma alanında örnekleme yerleri için ızgara tipi örnekleme yöntemi kullanılarak, Vatandaş (2005)'de verilen kriterlere göre yapılmıştır. Bu yöntem ile alınan 96 adet örnek laboratuvara getirilerek azot (N) ve alınabilir potasyum (K<sub>2</sub>O) Jackson (1958), yarıyıllık fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ise Olsen ve ark. (1954)'de gösterilen metoda uygun şekilde





Şekil 1. Deneme Alanı ve örneklerin alındığı noktalar

yapılmıştır. N, P ve K'in alansal dağılım haritaları ARCGIS 9.3 de Ordinary Kriging (OK) yöntemi kullanılarak hazırlanmış ve alanlar belirlenmiştir.

Öncelikle çalışma alanına geleneksel kullanımda verilmesi gereken gübre ihtiyacını belirlemek için, olması gerekli gübre miktarından, ortalama gübre miktarı çıkarılmıştır. Hazırlanan haritalar kullanılarak her bir sınıf aralığının ortalaması ile araziye verilmesi gerekli gübre

miktarları toplanarak fazla veya eksik gübre uygulanan alanlar ve gübre miktarları hesaplanmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Toprak özellikleri

Deneme alanında 3 katmandan (0-30, 30-60, 60-90 cm) toprak örnekleri alınmış bunlara göre elde edilen hacim ağırlıkları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme toprakları hacim ağırlıkları (g/cm<sup>3</sup>)

Parametre	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
Ortalama	1.30	1.33	1.34
Std Sapma	0.0583	0.0579	0.0613
Maksimum	1.43	1.45	1.47
Minimum	1.22	1.24	1.26

Çizelge 1'den de görülebileceği gibi deneme alanı toprakları hacim ağırlıkları 1.22 ile 1.47 g/cm<sup>3</sup> arasında değişmektedir.

#### 3.2. Deneme alanı azot, fosfor ve potasyum içerikleri

Deneme alanındaki 32 nokta ve 3 katmandan alınan toprak örneklerinde N, P ve K içerikleri belirlenmiş, bulunan değerlere ilişkin bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Katmanlara göre azot, fosfor ve potasyum içerikleri

	Derinlik	Ortalama	Std Sapma	Maksimum	Minimum	Varyasyon katsayısı (CV)
Azot (%)	0-30 cm	0.0865	0.024365	0.1275	0.026	28.17
	30-60 cm	0.074	0.020509	0.103	0.015	27.71
	60-90 cm	0.0696	0.027223	0.145	0.0215	39.11
Fosfor (kg/da)	0-30 cm	8.8472	3.902	24.44	3.99	44.10
	30-60 cm	8.3763	3.959	25.22	3.29	47.26
	60-90 cm	8.0966	3.999	25.46	3.13	49.39
Potasyum (kg/da)	0-30 cm	84.18	16.47	128.58	43.66	19.57
	30-60 cm	82.61	18.72	139.72	40.05	22.66
	60-90 cm	80.03	16.89	122.26	38.54	21.10

Çizelge 2'de her katman için belirlenen N, P ve K içeriklerine ait ortalama, Standart sapma, maksimum ve minimum değerler belirlenerek gösterilmiştir. Normal şartlarda arazilerde olması gereken N miktarı ortalama % 0.09'dur (Hazelton ve Murphy, 2007). 0-30 cm toprak derinliğindeki N değerleri %0.0260 ile 0.1275 arasında değişmiş olup ortalama değeri %0.0865 olmuştur. 30-60 derinlikteki N değeri %0.0150 ile 0.1030 arasında, 60-90 cm derinlikte ise %0.0215 ile 0.1450 arasında değişim göstermiştir. Toprağın üst yüzeyinden derinlere doğru inildikçe N değerinde azalma olduğu belirlenmiştir. Varyasyon katsayısının % 15'den küçük olduğu özellikler

az değişim, 16-35 aralığında olduğu özelliklerin orta derecede değişim ve %36'dan büyük olduğu özellikler ise çok değişim göstermektedir (Wilding, 1985). Çizelge 2 incelendiğinde 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerinde N orta derecede değişim gösterirken, 60-90 cm derinliğinde ise yüksek derecede değişim göstermiştir. Buna göre alansal olarak çok fazla değişim gösteren, bu özelliğe bağlı olarak yapılacak düzenlemelerinde bölgesel olarak değişkenlik göstermesi gerekmektedir.

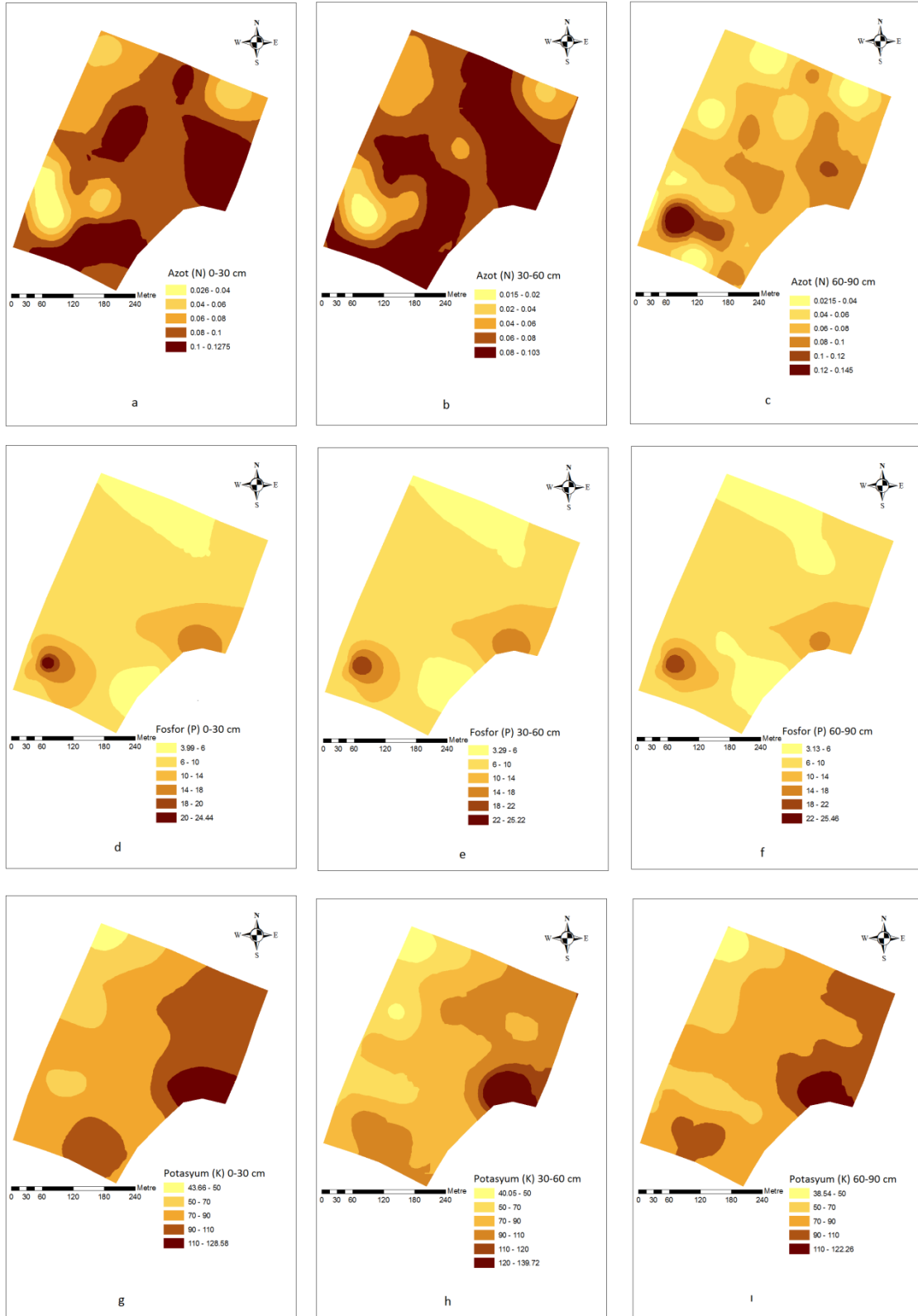
Toprağın yarayışlı P içeriği ise 3.99 ile 25.46 kg/da arasında değişim göstermiş ve azota benzer olarak alt katmanlara doğru inildikçe azalmıştır. Yarayışlı P değerinin

ise tüm katmanlarda çok fazla değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Normal şartlarda alınabilir K ihtiyacı ortalama 10.5 kg/da'dır (Hazelton ve Murphy, 2007).

Alınabilir K içerikleri ise 38.54 ile 139.72 kg/da arasında değişim göstermiş ve alt katmanlara doğru azalmıştır. Alınabilir K tüm katmanlarda orta derecede değişim göstermiştir. Normal şartlarda alınabilir K ihtiyacı

ortalama 35 kg/da'dır (Hazelton ve Murphy 2007).

Deneme alanından alınan 32 noktadaki toprak örneklemelerinde 0-30, 30-60, 60-90 olmak üzere toplam 96 örnekte N, P ve K verileri için farklı sınıf aralıklarına ait haritalar çizilmiş, her bir harita üzerindeki alanlar belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Araştırma alanı azot, fosfor ve potasyum dağılım haritaları

Araştırma topraklarının 0-30 cm'sine ait azotun alansal dağılım haritası Şekil 2a'da verilmiştir. Arazi üzerindeki N dağılımı haritada 5 sınıfa ayrılarak gösterilmiştir. çalışma alanında %0.026-0.04 aralığında N değerine sahip alanların toplamının 4.7 da, %0.04-0.06 aralığına sahip alanların 10.7 da, %0.06-0.08 aralığına sahip alanların toplamının 27 da, %0.08-0.10 aralığına sahip alanların 57.7 da ve %0.10-0.1275 aralığına sahip alanların toplamının ise 39.6 da olduğu belirlenmiştir. Bu hesaplamalara göre, çalışma alanındaki ortalama gübre miktarı dikkate alınarak (%0.0865) yapılacak gübrelemede arazinin %30'u eksik gübrelenirken, %70'lik kısmının ise normalden fazla gübreleneceği belirlenmiştir..

Araştırma topraklarının 30-60 cm'si için hazırlanan harita Şekil 2b'de verilmiştir. N dağılımı haritada 5 sınıfa ayrılarak gösterilmiştir. Yapılan sınıflandırmaya göre %0.015-0.02 aralığında olan alanların toplamının 2.3 da, %0.02-0.04 aralığında olan alanların 5.6 da, %0.04-0.06 aralığında olan alanların toplamının 22.8 da, %0.06-0.08 aralığı olan alanların 44.2 da ve %0.08-0.103 aralığı olan alanların toplamının ise 64.8 da olduğu belirlenmiştir. Bu katmana ait ortalama N içeriği %0.074 dikkate alınarak yapılacak olan gübrelemeye göre arazinin %54'ü eksik gübrelenecek ve %46'sı ise fazla gübrelenmiş olacaktır (Şekil 2c).

60-90 cm toprak derinliğine göre hazırlanan N dağılımı haritası Şekil 2c'de verilmiş olup, haritada 6 farklı N sınıflandırması yapılmıştır. N içeriği %0.0215-0.04 olan alanların toplamı 10.2 da, %0.04-0.06 olan alanların toplamı 35.2 da, %0.06-0.08 olan alanların toplamı 57.6 da, %0.08-0.1 olan alanların toplamı 30.5 da, %0.1-0.12 olan alanların toplamı 4 da ve %0.12-0.145 olan alanların toplamı ise 2.3 da olarak belirlenmiştir. Arazinin 60-90 cm derinliğindeki N ortalamasına göre (% 0.0696) yapılacak gübrelemede arazinin %32'si eksik gübrelenmiş %68'i ise fazla gübrelenmiş olacağı belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının 0-30 cm'si için toplam yarıyıllı P içerikleri 3.99-24.44 kg/da arasında değişmektedir (Şekil 2d). Arazi üzerindeki yarıyıllı P dağılımı haritada 6 sınıfa ayrılarak gösterilmiştir. Yarıyıllı P değeri 3.99-6 aralığında olan alanların toplamının 20.4 da, 6-10 aralığında olan alanların toplamının 90 da, 10-14 aralığı olan alanların toplamının 21.6 da, 14-18 aralığında olan alanların toplamının 6.7 da, 18-20 aralığında olan alanların 0.7 da ve 20-24.44 aralığında olan alanların ise 0.4 da olduğu belirlenmiştir. Arazi ortalaması olan 8.847 kg/da'a göre yapılacak bir gübrelemede arazinin %79'u eksik gübrelenmiş %21'i ise fazla gübrelenmiş olacaktır.

Araştırma topraklarının 30-60 cm'si için toplam yarıyıllı P içerikleri 3.29-25.22 kg/da arasında değişmektedir (Şekil 2e). Bu katmana ilişkin yarıyıllı P dağılımı haritada 5 sınıfa ayrılarak gösterilmiştir. Arazinin 23.3 da'lık kısmında fosforun 3.29 ile 6 kg/da arasında, 92.4 da'lık kısmında 6-10 kg/da arasında, 17.9 da'lık kısmında 10-14 kg/da arasında, 5.3 da'lık kısmında 17.9 da, 14-18 kg/da arasında ve 1 da'lık kısmında ise 18-22 kg/da arasında olduğu belirlenmiştir. Bu katmana ait yarıyıllı P ortalaması (8.376 kg/da)'a göre yapılacak gübrelemeye göre alanın %83'ü eksik gübre, %17'sine ise fazla gübre uygulanacaktır.

Araştırma topraklarının 60-90 cm'si için toplam

yarayıllı P içerikleri 3.13-25.46 kg/da arasında değişmektedir (Şekil 2f). Bu katman için yarıyıllı P dağılımı haritada 5 sınıfta gösterilmiştir. Bu katmanda 3.13-6 kg/da aralığına sahip yarıyıllı P alanlarının toplamının 27.3 da, 6-10 kg/da fosfora sahip alanların toplamının 90 da, 10-14 kg/da fosfora sahip alanların 17.8 da, 14-18 kg/da fosfora sahip alanların 3.4 da ve 18-22 kg/da fosfora sahip alanların ise 1 da olduğu belirlenmiştir. Arazi ortalaması 8 kg/da olduğunda arazinin %84'ü eksik gübrelenmiş %16'sı ise fazla gübrelenmiş olacağı görülmektedir.

Yapılan çalışmalar sonucunda oluşturulan yarıyıllı P haritalarından da görüleceği gibi arazide çok büyük farklılıklar gözlenmemektedir. Aynı şekilde yarıyıllı P miktarı alt derinliklerde de değişiklik göstermemektedir. Ancak yinede değişken miktarlı girdi uygulaması sayesinde azda olsa farklılık gösteren bölgelerin yarıyıllı P miktarı yeteri derecede karşılanmış olacaktır.

Araştırma topraklarının 0-30 cm'si için toplam potasyum içerikleri 43.66-128.58 kg/da arasında değişmektedir (Şekil 2g). Arazi üzerindeki alınabilir K dağılımı haritada 5 sınıfa ayrılarak gösterilmiştir. Sınıfların alansal dağılımına göre 43.66-50 kg/da aralığında 2,3 da, 50-70 kg/da aralığında 18.3 da, 70-90 kg/da aralığında 66.9 da, 90-110 kg/da aralığında 44.9 da ve 110-128.58 kg/da aralığında ise 7.4 da alanın olduğu belirlenmiştir. Bu toprak katmanında ortalama alınabilir K miktarının 84.183 kg/da olması nedeniyle, bu katmanda potasyuma ihtiyaç duyulmamaktadır.

Araştırma topraklarının 30-60 cm'si için toplam alınabilir K içerikleri 40.05-139.72 kg/da arasında değişmektedir (Şekil 2h). Alınabilir K dağılımı haritada 6 sınıfa ayrılarak gösterilmiştir. Sınıfların alansal dağılımları incelendiğinde alanın 4.3 da'lık kısmında potasyumun 40.05-50 kg/da aralığında, 23.9 da'lık kısmında 50-70 kg/da aralığında, 58.2 da'lık kısmında 70-90 kg/da aralığında, 44.1 da'lık kısmında 90-110 kg/da aralığında, 3.8 da'lık kısmında 110-120 kg/da aralığında 5.4 da'lık kısmında ise 120-139.72 kg/da aralığında olduğu belirlenmiştir. Arazi ortalaması 82.611 kg/da olduğuna göre arazinin hiçbir noktasında K ihtiyacının olmadığı görülmektedir.

Araştırma topraklarının 60-90 cm'si için toplam alınabilir K içerikleri 38.54-122.26 kg/da arasında değişmektedir (Şekil 2ı). Bu katmanda alınabilir K dağılımı haritada 5 sınıfa ayrılarak gösterilmiştir. Sınıfların alansal dağılımına göre potasyumun 38.54-50 kg/da aralığında olduğu alanların 3.1 da, 50-70 kg/da aralığında olduğu alanların 25.3 da, 70-90 kg/da aralığında olduğu alanların 74.6 da, 90-110 kg/da aralığında olduğu alanların 31.4 da ve 110-122.26 kg/da aralığında olduğu alanların ise 5.3 da olduğu belirlenmiştir. Arazi ortalaması 80 kg/da olduğu için arazide K ihtiyacının hiçbir noktada olmadığı görülmektedir.

#### 4. Sonuç

Hassas tarım, tarımda yeni bir teknolojik devrim olarak hızlı bir gelişim süreci göstermektedir. Bu alandaki uygulamalara, başta gelişmiş ülkeler olmak üzere; tarımda gelişmekte olan pek çok ülkede rastlanabilmektedir. ABD'de hassas tarım uygulamalarında kullanılan verim



görüntüleme sistemi 1995'de 2000 adet biçerdöverde yer almaktayken, bu sayı 1996'da 9000 adede yükselmiştir (Anonymous,1997).

Yapılan laboratuvar analizleri sonucu elde edilen verilerle çizilen haritaların hassas tarıma uyarlanması sonucunda, 0-30 cm derinlik için N miktarı hesaplandığında tüm alanın % 70'inde yani 97.3 da'ında 128 kg fazla gübre kullanılırken, alanın % 30'unda yani 42.4 da'lık kısmında ise 108 kg eksik gübrenin kullanılabileceği belirlenmiştir. N 30-60 cm derinlik için hesaplandığında tüm alanın % 46'sında yani 64.8 da'ında 540 kg fazla gübre, tüm alanın %54'ünde yani 74.9 da'ında 97 kg eksik gübre kullanıldığını göstermektedir. N 60-90 cm derinlik için hesaplandığında tüm alanın % 68'inde yani 94.4 da'ında 95 kg fazla gübre tüm alanın % 32'sinde yani 45.4 da'ında 108 kg eksik gübre kullanıldığını göstermektedir. Tüm dikkate alındığında 763 kg fazla gübre kullanılırken ihtiyaç olan yerlere 313 kg eksik azotlu gübre atılacağı belirlenmiştir.

Yapılan laboratuvar analizleri sonucu elde edilen verilerle çizilen haritaların hassas tarıma uyarlanması sonucunda elde edilen veriler yarıyıllık P 0-30 cm derinlik için hesaplandığında tüm alanın %21'inde yani 29.6 da'ında 128.5 kg fazla gübre tüm alanın % 79'unda yani 110.4 da'ında 154,7 kg eksik gübre kullanıldığını göstermektedir. Yarıyıllık P 30-60 cm derinlik için hesaplandığında tüm alanın %17'sinde yani 24.3 da'ında 117 kg fazla gübre tüm alanın %83'ünde yani 115.7 da'ında 121.7 kg eksik gübre kullanıldığını göstermektedir. Yarıyıllık P 60-90 cm derinlik için hesaplandığında tüm alanın % 16'sında yani 22.5 da'ında 110 kg fazla gübre tüm alanın % 84'ünde yani 117.5 da'ında 93.8 kg eksik gübre kullanıldığını göstermektedir. Bu verilerden hareketle alanda 355.5 kg fazla fosforlu gübre kullanılırken ihtiyaç olan yerlere 370.2 kg eksik fosforlu gübre atılacağı belirlenmiştir.

Alınabilir K için bakıldığında arazide potasyumlu gübre ihtiyacı bulunmadığı görülmektedir.

Tüm bu veriler incelendiğinde hassas tarımın uygulanmasıyla fazla girdi kullanılmasının önüne geçilebileceği gibi ortalamanın altında çıkan parsellerde eksik gübre, ortalamanın üzerinde çıkan parsellerde ise fazla gübre kullanılması engellenmiş ve bitkinin ihtiyacı kadar girdi kullanılması sağlanmış olacaktır. Bu da ekonomik açıdan kar getireceği gibi birim alandan alınan ürün miktarını ve kalite standardını da artıracaktır. Ayrıca ileriki yıllar için toprağın her katmanında da eş miktarda gübre miktarının bulunmasına böylelikle yeknesak bir üretime doğru gidilmesi sağlanmış olacaktır.

İnsan sağlığı ve çevre kirliliği düşünüldüğünde gereksiz ve fazla girdinin toprağa uygulanması ekonomik açıdan olduğu kadar çevre kirliliği açısından da önemlidir. Bu da giderek artan dünya nüfusu karşısında hassas tarım uygulamalarının gelecekte daha çok önem kazanacağını göstermektedir.

## Kaynaklar

- Anonymous, 1997. Precision Agriculture in the 21st Century. National Research Council, Washington.
- Anonymous, 2014. Hassas Uygulamalı Tarım. Konya Toprak Su Dergisi, 1: 52-55. [http://arastirma.tarim.gov.tr/konyatopraksu/Belgeler/ToprakSu%20Dergisi/Konya\\_Toprak\\_Su\\_Dergisi.pdf](http://arastirma.tarim.gov.tr/konyatopraksu/Belgeler/ToprakSu%20Dergisi/Konya_Toprak_Su_Dergisi.pdf)
- Ekdahl, H. 2000. Agricultural Technology and the Total System. J. Agric. Engng. Res., 76, 249-250.
- Emekli, Y.N., Topakçı, M. 2009. Hassas uygulamalı tarım teknolojilerinin sulama alanında kullanımı. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(2): 9-17.
- Güçdemir, İ., Türker, U., Karabulut, A., Arcak, Ç. 2004. Hassas Tarım Teknolojilerinin Türkiye'deki Uygulamaları. Toprak Gübre ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü, Ankara.
- Hazelton, P., Murphy, B. 2007. Interpreting Soil Test Results: What do all the Numbers mean? Csiro Publishing, Collingwood, Victoria.
- Jackson, M. 1958. Soil Chemical Analysis, p. 1-498. Prentice-Hall. Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Kacar, B. 1994. Toprak Analizleri. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri 3. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları ,No:3. Ankara.
- Lowenberg Deboer, J. Swinton, S.M. 1997. Economics of Site-Specific Management in Agronomic Crops. Proceeding of the Third International Conference in Precision Agriculture, Minneapolis. Mn. June 23-26, P. 369-396.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanable, F.S., Dean, L.A. 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. U.S. Dep. of Agric. Circ. 939.19.
- Peker, K., Çelik, Y., Oğuz, C., Direk, M. 2006. Hassas Uygulama Teknolojilerinin Üretim Ekonomisi ve Şanlıurfa İlinde Pamuk Üretimi Yapan İşletmelerde Kullanılabilme Olanakları. GAP IV. Tarım Kongresi 21-23 Eylül 2005, Cilt II. 389. Şanlıurfa.
- Tekin, A., Sındır, K.O. 2006. Tarımsal Üretimde Hassas Tarım Uygulamaları. XI Türkiye'de İnternet Konferansı. 21-23 Aralık 2006, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Ankara.
- Türker, U., Göç Demir, İ., Karabulut, A. 2003. Alansal Değişkenliğin Hassas Tarım Teknolojilerinden Yararlanarak Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 21. Ulusal Kongresi. 3-5 Eylül. Konya.
- Upadhyaya, S.K., Rosa, U.A., Ehsani, M.R., Koller, M., Josiah, M., Shikanai, T. 1999. Precision Farming in a Tomato Production System. Asae Paper No. 99-1147. Asae St. Joseph, M. 49085.
- Vatandaş, M., Güner, M., Türker, U. 2005. Hassas Tarım Teknolojileri. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası 6. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak 2005, Ankara: 347-365.
- Wilding, L.P. 1985. Spatial variability: its documentation, accommodation and implication to soil surveys. In: Nielsen, D.R., Bouma, J. (Eds.), Soil Spatial Variability. Pudoc, Wageningen, Netherlands, pp. 166-194.



### Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 136-140

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/anajas.2015.30.2.136-140



## Samsun ekolojik koşullarında geliştirilen bazı keten (*Linum usitatissimum* L.) hatlarının tarımsal özelliklerinin belirlenmesi

Orhan Kurt<sup>a\*</sup>, Hüseyin Uysal<sup>b</sup>, Ayten Demir<sup>a</sup>, Merve Göre<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun,

<sup>b</sup>Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Aydın

\*Sorumlu yazar/corresponding author: orhank@omu.edu.tr

Geliş/Received 26/01/2015

Kabul/Accepted 01/07/2015

### ÖZET

Bu araştırma, Samsun ekolojik koşullarında 30 keten hattının bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümünde yürütülmüştür. Araştırma sonucu; bitki boyunun 54.6-67.2 cm, teknik sap uzunluğunun 29.4-31.7 cm, bitkide yan dal sayısının 4.4-7.4 adet, bitki başına kapsül sayısının 25.6- 47.1 adet, kapsül başına tohum sayısının 6.4-8.1 adet, bitki başına tohum sayısının 163.84-381.51 adet, 1000 tane ağırlığının 6.853-9.242 g ve bitki başına tane veriminin 1.123-3.526 g arasında değişmiştir. Sonuç olarak, verim ve verim unsurları ile bazı tarımsal karakterler bakımından Samsun ekolojik koşullarına uygun keten çeşitlerinin ıslahı amacıyla 30 yağlık keten hattı arasından, skala değerlendirmesine göre WxN kombinasyonuna ait 1, 4, 5, 7 ve 8 numaralı hatlar, NxA kombinasyonuna ait 14 ve 15 numaralı hatlar, BxN kombinasyonuna ait 21 numaralı hat, BxS kombinasyonuna ait 22, 23, 24, 25 ve 27 numaralı hatlar, BxA kombinasyonuna ait 29 numaralı hat ve SxA kombinasyonuna ait 30 numaralı hat kullanarak seleksiyonun devam ettirilmesinin uygun olacağına karar verilmiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Keten  
Tarımsal karakterler  
Verim  
Verim unsurları

### Determination of agricultural characters some improved linseed (*Linum usitatissimum* L.) lines under Samsun ecological conditions

#### ABSTRACT

This research was carried out at Department of Crop Science, Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University to determine yield and recognize some plant characters of 30 linseed lines. The results indicated that plant highest varies between 54.6-67.2 cm, technical stem length 29.4-31.7 cm, number of branches 4.4-7.4, number of capsule per plant 25.6- 47.1, number of seeds per capsule 6.4-8.1, number of seeds per plant 163.84-381.51, 1000 seeds weight 6.853-9.242 g and seed yield per plant 1.123-3.526 g. On the basis of these results finally, it was decided to continuation of selection by using the well performed lines (such as 1, 4, 5, 7 and 8 lines in WxN combination, 14 and 15 lines in NxA combination, 21 line in BxN combination, 22, 23, 24, 25 and 27 lines in BxS combination, 29 line in BxA combination and 30 line in SxA combination) for breeding suitable linseed varieties due to yield and yield components for Samsun ecological condition.

Keywords:  
Linseed  
Agricultural characters  
Yield  
Yield components

© OMU ANAJAS 2015

### 1. Giriş

Türkiye’de, bitkisel yağ üretiminde önemli miktarda açık bulunmaktadır. Dolayısıyla bitkisel yağ açığının kapatılabilmesi için yağlı tohumları üretmede, ekim alanlarının diğer kültür bitkilerinin aleyhine olacak şekilde artırılması yerine, birim alandan elde edilen verim artışını sağlayabilecek kaliteye ve yüksek verime sahip çeşitlerin geliştirilip yaygınlaştırılması öncelikle ele alınmalıdır

(Kurt, 2002). Özellikle alternatif yağ bitkilerinin üretim desenindeki yerini almasıyla kısmen de olsa yağ açığımızın kapatılması mümkün olabilir.

Kullanım alanları ve yararlanma özellikleri bakımından çok yönlü değerlendirilebilen, hem lif hem de yağı için yetiştirilebilmesi, kendinden sonra gelen bitkiye iyi bir tarla bırakması, hem yazlık hem de kışlık olarak ekim nöbetinde yer alabilmesi, hasadının erken yapılması avantajları sayesinde keten bitkisi, alternatif bir yağ bitkisi olarak

yakın bir gelecekte, üretim deseni içerisinde yer alarak bitkisel yağ açığımızın kapatılmasına katkı sağlaması ümit edilmektedir.

Olgun keten bitkisi, yaklaşık % 25 tohum, % 75 sap ve yaprak ihtiva eder (Lay ve Dybing, 1989). Tohumun yağ oranı, keten çeşitlerine bağlı olarak % 35-45 arasında değişmektedir. Ayrıca tohum % 35 kabuk, % 28-30 protein, % 6 mineral madde ve kül içermektedir (Carter, 1993). Keten, endüstride keten kumaşı üretiminde ve yemeklik veya yemeklik olmayan endüstriyel yağ üretiminde, gemi halatı ve yelkeni, çadır bezi, hortum yapımında, gaz maskesi, muşamba üretimi, boya, cila ve vernik sanayinde, sert kontraplak, kâğıt, bitkisel yağ, yağ püresi ve reçine üretiminde, ısı yalıtım malzemesi yapımında kullanılmaktadır (Carter, 1993; Delorit ve ark., 1984; Schuster, 1992; Kurt, 1996a).

Bitkisel üretimde ana hedef kalite ile birlikte verimliliği artırmaktır. Verimliliği artırmak için verimi ortaya koyan faktörlerin etki mekanizmalarını anlamak ve bu faktörleri kullanarak bitki büyüme ve gelişmesini düzenlemek gerekir (Yılmaz ve Kurt, 2002). Birçok araştırmacı bitkilerdeki genetik, morfolojik ve fizyolojik olayları inceleyip, bitki gelişmesini kontrol altına alarak, ürün kaybını en aza indirmek ve ürün artışını maksimuma çıkarmak için yoğun araştırmalar yapmaktadır. Bitkisel üretimde verimin ortaya çıkmasında çeşidin genetik potansiyeli, yetiştirme tekniği paketinin uygulanması ve yetiştiriciliğin yapıldığı çevre şartları etkili olmaktadır (Kurt, 2002). Yeni geliştirilen üstün nitelikli çeşitlerin genetik potansiyellerini tam olarak ortaya koyabilmesi için yetiştirme tekniği paketindeki uygulamaların eksiksiz yerine getirilmesi gerekir. Işık, sıcaklık, yağış, nem ve rüzgâr gibi çevre koşullarını kontrol etme imkânımız olmadığı için yeni geliştirilen çeşitlerin, yetiştirileceği ekolojik bölgenin koşullarına adapte olması gerekir. Bunun anlamı geliştirilmiş çeşitlerin yetiştirilmesinde, yetiştirme tekniği paketi ile çevre koşullarının bir arada düşünülmesi zorunluluğu vardır (Kurt, 2002). Bu değerlendirmelerin ışığında; Samsun ekolojik koşullarına uygun bir keten çeşidinin geliştirilmesi bakımından mevcut hatların tarımsal potansiyelini belirlemek bu araştırmanın temel amacını oluşturmaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat

Fakültesi, deneme alanında yürütülmüş olup, deneme alanının toprakları killi ve satıh profilli olup, denizden yüksekliği 120 metredir. Samsun ilinin sıcaklık, yağış ve nisbi nem değerleri denemenin yürütüldüğü 2012-2013 deneme periyodu ve uzun yılların ortalaması olarak değerlendirildiğinde; özellikle çiçeklenme ve olgunlaşma periyodundaki iklim verileri bitki yetiştirme için gerekli olan asgari şartları zorlayıcı ve bitki yetiştirme bakımından nispeten daha sınırlayıcı olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 1).

Araştırmada; bitki materyali olarak Windermere (W), Nareum (N), Antares (A), Bionda (B) ve Sarı-85 (S) keten çeşitleri arasında yapılan melezlemelerden oluşan 7 farklı melez keten kombinasyona (WxN kombinasyonundan 11, WXA kombinasyonundan 1, NxA kombinasyonundan 4, BxN kombinasyonundan 5, BXS kombinasyonundan 6, BxA kombinasyonundan 2 ve SxA kombinasyonundan 1 hat) ait toplam 30 keten hattı kullanılmıştır. Deneme; tek blok şeklinde, 5 metre uzunluğundaki sıralara, her bir hat 5 sıra olacak şekilde, sıra arası 20 cm, sıra üzeri 1-2 cm olacak şekilde elle ekilmiş olup, incelenen özellikler tesadüfi seçilen 10 bitki üzerinde yapılmıştır. Araştırmada; bitki boyu, teknik sap uzunluğu, bitkide yan dal sayısı, bitki başına kapsül sayısı, kapsül başına tohum sayısı, bitki başına tohum sayısı, bitki başına kapsül ağırlığı, 1000 tane ağırlığı ve bitki başına tane verimi ölçümleri yapılmıştır.

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde Excel Bilgisayar Paket Programı kullanılmıştır. Hatların performanslarını belirlemek için her karakter için ayrı ayrı hatlar arası skala grup değeri oluşturulmuştur. Bu değer; her karakterdeki en düşük ile en yüksek değer arasındaki farkın 10'a bölünmesi sonucu elde edilmiştir. Elde edilen bu değer standart olarak alınarak aşağıdaki eşitliklerde verildiği gibi skala değerleri oluşturulmuştur. Her bir karakter için oluşturulan skala değerlerinin toplanmasıyla skala toplam değeri elde edilmiştir (Çizelge 2). Sonuç olarak incelenen elde edilen skala toplam değerinden hareketle hatların genel performansları değerlendirilmiştir.

Hatlar arası Skala Grup Değeri (t) = İlgili karakter için hattın [(en yüksek değeri(h10)-en düşük değeri(h1))/10]

Skala toplam değeri=  $k_1+k_2+k_3+\dots+k_n$

h=hattın ilgili karakter için değeri;  $k_1$ = Birinci karakter için skala değeri

Çizelge 1. Samsun iline ait uzun yıllar (1950-2013) ve deneme periyoduna (Ekim 2012- Temmuz 2013) ilişkin bazı iklim verileri

	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz
Ortalama Sıcaklık (°C)	16.1*	12.4	9.3	7.1	7.0	8.1	11.3	15.6	20.4	23.3
	19.5**	14.6	9.8	9.1	10.0	10.5	12.7	18.3	21.5	23.7
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	20.2*	16.7	13.1	10.8	11.0	12.0	15.3	19.0	23.7	26.5
	23.3**	17.9	13.9	12.6	13.6	15.2	16.6	21.8	25.0	27.2
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	12.8*	9.2	6.4	4.1	3.8	4.7	7.9	12.1	16.2	19.2
	16.3**	11.9	7.6	6.2	7.0	6.8	9.7	14.8	17.9	20.1
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	4.4*	3.4	2.4	2.5	3.1	3.3	4.3	6.1	8.2	8.5
	5.8**	3.9	4.1	3.1	2.4	3.6	5.7	7.9	9.0	8.9
Ortalama Nispi Nem (%)	69.8*	70.6	67.1	62.6	62.7	56.7	59.8	64.0	68.9	66.4
	69.1**	72.3	67.2	59.8	70.1	67.3	73.0	73.8	68.7	64.6
Aylık Toplam Yağış Miktarı (mm)	80.6*	84.1	79.0	66.5	56.3	63.5	58.7	48.6	45.4	31.8
	66.6**	93.7	79.3	61.3	30.8	92.8	57.8	29.6	33.9	10.6

\*: Uzun yıllar (1950-2013) ve \*\*: Deneme periyodu (Ekim 2012-Temmuz 2013)

Çizelge 2. Skala değerinin hesaplanmasına esas teşkil eden değerlendirmelere ilişkin eşitlikler

		Skala değeri
$A1=En\ düşük\ değer\ (h_1)+t$	$h \leq A1$	1
$A2= A1+t$	$h \leq A2$	2
$A3=A2+t$	$h \leq A3$	3
$A10=A9+t$	$h \leq A10$	10

### 3. Bulgular ve Tartışma

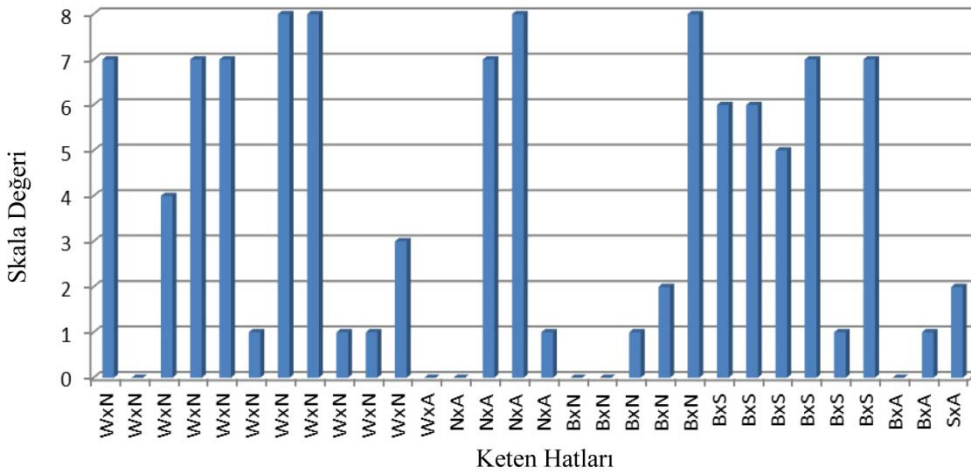
Bitkisel üretimde verim ve verim unsurlarının ortaya çıkmasında genetik faktörlerin yanında yetiştirme tekniği paketi uygulamaları ve çevre faktörlerinin sınırlayıcı etkileri rol oynamaktadır. Verim ve verim unsurlarını dikkate alarak bir bölgenin ekolojik koşullarına adapte olabilecek çeşit veya hatların belirlenmesinde bu faktörlerin çok yönlü etkilerinin dikkate alınması gerekir. Araştırma sonucu bitki boyu, teknik sap uzunluğu, bitkide yan dal sayısı, bitki başına kapsül sayısı, kapsül başına tohum sayısı, bitki başına tohum sayısı, 1000 tane ağırlığı ve tane verimi ile skala değerlerine ilişkin veriler Çizelge 3’de, skala değerleri Şekil 1’de gösterilmiştir.

Araştırmaya konu olan 30 keten hattı içerisinde bitki boyu 54.6 (1 numaralı hat) ile 67.2 (20 numaralı hat) cm arasında değişmiştir ve bitki boyu bakımından 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 19, 20, 21, 24, 25 ve 30 numaralı hatların genel ortalamadan (60.1 cm) daha uzun olduğu belirlenmiştir. Hatların teknik sap uzunluğu 29.4 (19 numaralı hat) ile 61.7 (8) cm arasında değişim göstermiştir ve teknik sap uzunluğu bakımından 1, 4, 5, 7, 8, 14, 15, 21, 22, 23, 25 ve 27 numaralı hatların genel ortalamadan (36.3 cm) daha uzun olduğu görülmüştür. Hatlar arasında en az bitkide yan dal 19 numaralı hatta (4.4 adet), en fazla 7.4 adet ile 8 numaralı hatta ölçülmüştür. 1, 3, 4, 5, 7, 8, 11, 14, 15, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29 ve 30 numaralı hatlar bitkide yan dal sayısı bakımından genel ortalamadan daha yüksek değerler göstermiştir (5.9 adet). Hatlarda bitki başına kapsül

sayısı 25.6 (19 numaralı hat) ile 47.1 (8 numaralı hat) adet arasında değişmiştir. 1, 3, 4, 5, 7, 8, 14, 15, 21, 22, 23, 24, 25 ve 27 numaralı hatların genel ortalamadan daha yüksek olduğu belirlenmiştir (35.5 adet). Kapsül başına tohum sayısının 6.4 (19 numaralı hat) ile 8.1 (8 numaralı hat) adet arasında değiştiği görülmüştür ve 1, 3, 4, 5, 7, 8, 14, 15, 21, 22, 23, 24, 25 ve 27 numaralı hatların genel ortalamadan daha yüksek olduğu belirlenmiştir (7.1 adet). Bitki başına tohum sayısı 163.84 (19 numaralı hat) ile 381.51(8 numaralı hat) adet arasında değişmiştir ve 1, 3, 4, 5, 7, 8, 14, 15, 21, 22, 23, 24, 25 ve 27 numaralı hatların genel ortalamadan daha yüksek olduğu belirlenmiştir (253.12 adet). Hatların 1000 tane ağırlığı 6.853 (19 numaralı hat) ile 9.242 (8 numaralı hat) g arasında değiştiği görülmüştür ve 1, 4, 5, 7, 8, 14, 15, 21 ve 27 numaralı hatların genel ortalamadan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (7.576 g). Kullanılan hatlarda bitki başına tane verimi 1.123 (19 numaralı hat) ile 3.526 (8 numaralı hat) g arasında değişmiştir ve 1, 4, 5, 7, 8, 14, 15, 21, 22, 23, 25 ve 27 numaralı hatların genel ortalamadan daha yüksek olduğu (1.950 g) tespit edilmiştir (Çizelge 3, Şekil 1).

Araştırmada ele alınan hatlar ve incelenen karakterler birlikte değerlendirildiğinde; 30 hat içerisinde, WxN kombinasyonuna ait 1, 4, 5, 7 ve 8 numaralı hatlar, NxN kombinasyonuna ait 14 ve 15 numaralı hatlar, BxN kombinasyonuna ait 21 numaralı hat, BxS Kombinasyonuna ait 22, 23, 24, 25 ve 27 numaralı hatlar, BxA kombinasyonuna ait 29 hat ve SxA kombinasyonuna ait 30 numaralı hat olmak üzere, toplam 15 hattın ortalama skala değerinden (37,6) daha yüksek skala değerine sahip oldukları saptanmıştır (Çizelge 3, Şekil 1).

Verim ve verim unsurları ile bu unsurlar arasında direkt ya da dolaylı etkide bulunan tarımsal karakterlerin ayrı ayrı analiz edilmesinden ziyade bir arada kombinasyonu sağlayacak biçimde analizin yapılması seleksiyon açısından yeni tiplerin elemine edilmesini önlediği gibi mevcut hatlar arasından seleksiyonun daha etkili ve doğru olarak yapılmasını sağlar. Bu durum ayrıca çoklu amaçlara hizmet etmesi bakımından da avantajlı olarak kabul edilmektedir. Ketende tane verimini belirleyen en önemli faktör bitki başına kapsül sayısı, kapsül başına tane sayısı ve 1000 tane ağırlığıdır. Bu verim unsurları arasındaki ikili ya da çoklu



Şekil 1. Skala değerlerine göre melez kombinasyonlar ve bu kombinasyonlara ait hatların dağılımı

Çizelge 3. Keten hatlarının verim ve verim unsurları ile bazı tarımsal karakterlerine ilişkin veriler

Hat No	Komb.	Bitki boyu (cm)	Teknik sap uzunluğu (cm)	Bitkide yan dal sayısı (adet)	Kapsül sayısı (adet/bitki)	Tohum Sayısı (tohum/kapsül)	Tohum sayısı (adet/bitki)	1000 tane ağırlığı (g)	Verim (g)	Skala toplam değeri
1	WxN	54.6(1)	39.4(8)	6.6(8)	42.7(8)	7.5(7)	320.25(8)	8.279(6)	2.651(7)	53
2	WxN	55.6(1)	34.4(4)	5.7(5)	31.6(3)	6.9(3)	218.04(3)	7.334(3)	1.599(2)	24
3	WxN	57.2(2)	35.8(5)	6.1(6)	36.2(5)	7.1(4)	253.40(5)	7.500(3)	1.901(4)	34
4	WxN	57.3(3)	38.2(7)	6.4(7)	41.4(8)	7.3(6)	302.22(7)	7.723(4)	2.334(6)	48
5	WxN	57.5(3)	38.0(7)	6.3(7)	40.5(7)	7.3(6)	295.65(7)	7.611(4)	2.250(5)	46
6	WxN	60.2(5)	31.8(2)	5.2(3)	29.1(2)	6.5(1)	189.15(2)	6.977(1)	1.320(1)	17
7	WxN	61.0(6)	38.0(7)	6.3(7)	41.3(8)	7.3(6)	301.49(7)	7.626(4)	2.299(5)	50
8	WxN	61.4(6)	31.7(2)	7.4(10)	47.1(10)	8.1(10)	381.51(10)	9.242(10)	3.526(10)	68
9	WxN	61.9(6)	33.7(4)	5.4(4)	31.4(3)	6.8(3)	213.52(3)	7.239(2)	1.546(2)	27
10	WxN	63.2(7)	33.9(4)	5.5(4)	31.5(3)	6.9(3)	217.35(3)	7.315(3)	1.590(2)	29
11	WxN	64.3(8)	34.6(4)	6.0(6)	33.7(4)	6.9(3)	232.53(4)	7.409(3)	1.723(3)	35
12	WxA	58.7(4)	32.8(3)	5.2(3)	29.3(2)	6.6(2)	193.38(2)	7.080(1)	1.369(3)	19
13	NxA	57.5(3)	33.7(4)	5.3(3)	30.8(3)	6.8(3)	209.44(3)	7.190(2)	1.506(2)	23
14	NxA	58.3(3)	38.5(7)	6.5(7)	41.7(8)	7.4(6)	308.58(7)	7.850(5)	2.422(6)	49
15	NxA	60.3(5)	40.7(9)	6.8(8)	44.7(8)	7.9(9)	353.13(9)	8.880(9)	3.136(9)	66
16	NxA	60.9(5)	32.8(3)	5.2(3)	29.7(2)	6.6(2)	196.02(2)	7.136(2)	1.399(2)	21
17	BxN	56.7(2)	33.4(3)	5.3(3)	30.0(3)	6.8(3)	204.00(2)	7.153(2)	1.459(2)	20
18	BxN	57.3(3)	29.8(1)	4.8(2)	25.8(1)	6.5(1)	167.70(1)	6.871(1)	1.152(1)	11
19	BxN	66.4(10)	29.4(1)	4.4(1)	25.6(1)	6.4(1)	163.84(1)	6.853(1)	1.123(1)	17
20	BxN	67.2(10)	34.6(4)	6.0(6)	32.9(4)	6.9(3)	227.01(3)	7.383(3)	1.676(3)	36
21	BxN	62.0(6)	43.1(10)	7.3(10)	45.4(10)	7.9(9)	358.66(9)	8.979(9)	3.221(9)	72
22	BxS	56.5(2)	37.4(6)	6.3(7)	39.2(7)	7.3(6)	286.16(6)	7.553(3)	2.161(5)	42
23	BxS	56.7(2)	36.5(6)	6.3(7)	37.1(6)	7.2(5)	267.12(5)	7.539(3)	2.014(4)	38
24	BxS	63.5(8)	36.1(5)	6.2(6)	36.2(5)	7.2(5)	257.02(5)	7.523(3)	1.934(4)	41
25	BxS	64.9(9)	36.4(6)	6.2(6)	36.6(6)	7.2(5)	263.52(5)	7.535(3)	1.985(4)	44
26	BxS	59.6(4)	35.1(5)	6.1(6)	35.4(5)	7.0(4)	247.8(4)	7.463(3)	1.849(5)	36
27	BxS	59.9(5)	39.9(8)	6.7(8)	42.7(8)	7.6(8)	324.52(8)	8.343(7)	2.707(7)	59
28	BxA	57.8(3)	30.8(2)	4.8(2)	27.1(1)	6.5(7)	176.15(1)	6.915(1)	1.218(1)	18
29	BxA	58.3(3)	34.9(5)	6.0(6)	34.6(5)	6.9(9)	238.74(4)	7.435(3)	1.775(3)	38
30	SxA	66.3(10)	34.4(4)	6.0(6)	32.7(4)	6.9(9)	225.63(3)	7.351(3)	1.659(3)	46
Ortalama		60.1	35,3	5.9	35.5	7.1	253.12	7.576	1.950	37.6
Hatlararası skala grup değeri		1.26	1.37	0.3	2.15	0.17	21.77	0.239	0.24	

ilişkilere diğer karakterlerin de dolaylı etkilerinin belirlenmesi hiç şüphesiz ki seleksiyonun etkinliğini artırır. Ancak süreklilik arz eden çalışmalarda ağırlıklı olarak verim unsurları üzerinde durulmaktadır. Nitekim keten bitkisi üzerinde daha önce yapılan birçok araştırmada; bitki başına tane veriminin 0.65-14.79 g (Kurt, 1995; Kurt, 1996b; Özdamar, 2003; Kurt ve ark., 2005); bitkide kapsül sayısının 12-79 adet (Kurt, 1995; Kurt, 1996; Özdamar, 2003; Kurt ve ark., 2005); kapsül başına tane sayısının 4.38-9.6 adet (Kurt, 1996b; Özdamar, 2003; Kurt ve ark., 2005); 1000 tane ağırlığının 3.90-9.22 g (Kurt, 1995; Kurt, 1996b; Kurt ve ark., 2005) arasında değiştiği belirlenmiştir.

Ayrıca 1000 tane ağırlığına genetik faktörlerden çok çevre faktörleri ve yetiştirme tekniği paketi uygulamalarının etkisi sonucu ortaya çıktığı rapor edilmiştir (İncekara ve ark., 1983; Awasthi ve ark., 1989; Jain ve ark., 1989; Khandekar ve Sharma, 1990; Bramm ve Dambroth, 1992). Bu araştırmadan elde edilen bulgular dikkate alındığında bitki başına kapsül sayısı, kapsül başına tohum sayısı, 1000 tane ağırlığı ve bitki başına tane veriminin daha önceki araştırmacıların her bir karakter için ortaya koymuş oldukları sınırlar dâhilinde kaldığı tespit edilmiştir. Bu durum yapılan araştırmaların sonuçlarının literatürle uyum içinde olduğunu göstermektedir. Ayrıca yapılan seleksiyon çalışması ile

mevcut çeşitlerin potansiyellerine yakın veya onlardan daha yüksek performansa sahip yeni çeşitlerin geliştirilebilme potansiyelinin olduğunu da ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak; gerek karakterlere ait veriler gerekse skala değerleri dikkate alarak bir değerlendirme yapıldığında, verim ve verim unsurları bakımından Samsun ekolojik koşullarına uygun keten çeşitlerinin ıslahı için mevcut hatlar arasından WxN kombinasyonuna ait 1, 4, 5, 7 ve 8 numaralı hatlar, NxA kombinasyonuna ait 14 ve 15 numaralı hatlar, BxN kombinasyonuna ait 21 numaralı hat, BxS kombinasyonuna ait 22, 23, 24, 25 ve 27 numaralı hatlar, BxA kombinasyonuna ait 29 numaralı hat ve SxA kombinasyonuna ait 30 numaralı hat kullanarak seleksiyonun devam ettirilmesinin uygun olacağına karar verilmiştir.

### Kaynaklar

- Awashiti, U.S., Girish, J.H. A., Namdeo, K.N., Shukla, N.P., Singh, R. 1989. Response of linseed to nitrogen and phosphorus levels. *Indian Journal of Agronomy*, 34(4): 432-433.
- Bramm, A., Dambroth, M. 1992. Influence of genotype, crop density and N fertilizer application on the yield potential of oil seed flax (*Linum usitatissimum* L.). *Landbauforschung-Volkenrode*, 42-3: 193-198.
- Carter, J.F. 1993 Potential of flax seed and flax seed oil in baked goods and other products in human nutrition. American Association of Cereal Chemists Inc.
- Delorit, R. J., Greub, L. J., Ahlgren, H. L. 1984. Crop protection. Prentice-Hall, Inc.
- İncekara, F., Schuster, W., Tugay, M. E. 1983. Çeşitli yağ bitkilerinin kimi nicelik özelliklerinin kalıtsal yapıya ve çevreye bağlı değişimi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 473. İzmir.
- Jain, V.K., Chauhan, Y.S., Khandekar, M.P., Sharma, R.P., Yadav, M.S. 1989. Effects of nitrogen and phosphorus on growth and yield of linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Indian Journal of Agronomy*, 34(1): 122-124.
- Khandekar, M.P., Sharma, R.P. 1990. Effects of nitrogen and phosphorus on growth and yield of linseed (*Linum usitatissimum* L.) *Field Crop Abstract*, 43: 4391.
- Kurt, O. 1995. Genetic and agronomic assesment of cultivars of linseed. Yayınlanmamış Doktora Tezi. University of Wales.
- Kurt, O. 1996a. Ketenin (*Linum usitatissimum* L.) Üretimi ve kullanım alanları. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 11(1): 189-194.
- Kurt, O. 1996b. Bazı keten çeşitlerinin (*Linum usitatissimum* L.) tane verimi ve verim unsurları ile bazı tarımsal karakterleri üzerinde bir araştırma. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 11(1): 87-92.
- Kurt, O. 2002. Tarla bitkileri yetiştirme tekniği. OMÜ, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 44.
- Kurt, O., Doğan, H., Demir, A. 2005. Samsun ekolojik koşullarına uygun kışlık keten çeşitlerinin belirlenmesi üzerinde bir araştırma. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 21(1): 1-5.
- Lay, C.L., Dybing, D.D. 1989. Linseed. Oil crops of the world. McGraw-Hill Inc.
- Özdamar., M. 2003. Tokat Kazova şartlarında bazı keten (*Linum usitatissimum* L.) çeşitlerinin verim ve verimle ilgili özelliklerinin incelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bil. Enst. Tokat.
- Schuster, W. 1992. Ölflangen in Europe, DLG-Verlag-GmbH, Eschborner Lands-Trabe, Germany Vol. 122, 102-107.
- Yılmaz, S., Kurt, O. 2002. Bitki büyüme düzenleyicileri ve tarla bitkilerinde kullanılması. *OMÜ, Zir. Fak. Dergisi*, 11(1): 189-194.



# Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

## Anadolu Journal of Agricultural Sciences

<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/omuanajas>



### Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 141-153  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/anajas.2015.30.2.141-153



## Bazı kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşit ve hatlarının Erzurum ekolojik koşullarına adaptasyonu, tarımsal ve kalite özellikleri<sup>1</sup>

Erdal Elkoca\*, Turgay Çınar

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum  
\*Sorumlu yazar/corresponding author: eelkoca@atauni.edu.tr

Geliş/Received 03/02/2015 Kabul/Accepted 05/05/2015

### ÖZET

Bu çalışmada, bazı kuru fasulye çeşit (Kantar-05, Elkoca-05, Önceler-98, Göynük-98, Akman-98, Karacaşehir-90, Yakutiye-98 ve Aras-98) ve hatlarının (KN 69, KN 254, KN 303, KN 338, KN 419, IR 1 ve IR 4) Erzurum ekolojisine adaptasyonları, verim potansiyelleri ile bazı tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nin Erzurum merkezdeki deneme alanında 2012 ve 2013 yıllarında tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. İncelenen bütün parametreler bakımından çeşit ve hatlar arasında önemli farkların bulunduğu saptanmıştır. Çeşit ve hatların fenoloji, verim, hastalığa tolerans ve tarımsal özellikleri birlikte değerlendirildiğinde Önceler-98 ve Karacaşehir-90 çeşitleri ile KN 69, KN 254, IR 1 ve IR 4 nolu hatların Erzurum ekolojik koşullarına diğer çeşit ve hatlar kadar uygun olmadığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, incelenen pek çok özellik yönünden üstün özellik gösteren KN 303, KN 419 ve KN 338 nolu hatlarda çalışmalara devam edilmesine ve bu hatların bölge verim denemelerine aktarılmasına karar verilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:**  
Adaptasyon  
Fasulye  
Verim  
Verim unsurları  
Kalite

### The adaptation, agronomical and quality characteristics of some dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars and lines under Erzurum ecological conditions

### ABSTRACT

This study was conducted in order to determine the adaptation, yield potential, some agronomical and quality characteristics of some dry bean cultivars (Kantar-05, Elkoca-05, Önceler-98, Göynük-98, Akman-98, Karacaşehir-90, Yakutiye-98 and Aras-98) and lines (KN 69, KN 254, KN 303, KN 338, KN 419, IR 1 and IR 4) under Erzurum ecological conditions. The experiment was arranged in randomized block design with three replicates in 2012 and 2013 growing seasons on the experimental field of Atatürk University, Erzurum. All parameters investigated showed significant differences among cultivars and lines. Phenology, yield, disease tolerance and agronomical characteristics of cultivars and lines considered together, it was determined that Önceler-98, Karacaşehir-90, KN 69, KN 254, IR 1 and IR 4 were not as suitable as the other cultivars and lines for Erzurum ecological conditions. As a result, it was decided that further studies will be conducted in KN 303, KN 419 and KN 338 and these lines will be transferred to region yield trials.

**Keywords:**  
Adaptation  
Bean  
Yield  
Yield components  
Quality

© OMU ANAJAS 2015

### 1. Giriş

Fasulye, gerek dünya ve gerekse ülkemiz tarımında önemli bir yere sahiptir. Dünyada, 2013 yılı verilerine göre, toplam 66.7 milyon ha alanda 61.2 milyon ton yemeklik baklagil üretimi yapılmaktadır. Üretim miktarları dikkate alındığında, fasulye 23.1 milyon ton üretim ve % 37.7'lik pay ile yemeklik baklagiller içerisinde ilk sırada yer almaktadır (FAO, 2013). Ülkemizde ise toplam yemeklik

baklagil ekim alanı 797.835 ha olup, 1.139.061 tonluk üretim gerçekleştirilmektedir (FAO, 2013). Fasulye 84.763 ha ekim alanı ve 195.000 ton üretim ile ülkemizde nohut ve mercimekten sonra en fazla ekim alanı ve üretim miktarına sahip yemeklik baklagil bitkisidir.

TÜİK (2013) verilerine göre, ülkemizde kişi başına yıllık ortalama kuru fasulye tüketimi 3.2 kg civarındadır. Bu veri, iç tüketimi karşılayabilmek için yıllık kuru fasulye üretimimizin yaklaşık 245 bin ton olması gerektiğini ifade

<sup>1</sup> Bu eser, yüksek lisans tezinden üretilmiştir



etmektedir. Dolayısıyla ülkemizin kuru fasulyede kendine yeterlilik oranı %80 civarında olup, yıllık 50 bin ton kuru fasulye açığımız bulunmaktadır (TUİK, 2013). Üretim miktarının artırılmasında, hem ekim alanlarının genişletilmesi hem de birim alan veriminin yükseltilmesi önemli rol oynamaktadır. Yetiştiricilik yapılan yörelerin ekolojik koşullarına iyi uyum sağlayan yüksek verimli çeşitlerin belirlenmesi/geliştirilmesi gerek ekim alanlarının genişletilmesi ve gerekse birim alan veriminin artırılmasında büyük önem taşımaktadır.

Ülkemizdeki kuru fasulye üretimi incelendiğinde, en fazla ekiliş alanına sahip illerin Konya (13.575 ha), Karaman (11.339 ha), Erzincan (5.727 ha), Niğde (5.419 ha) Nevşehir (4.518 ha) Samsun (3.662 ha) ve Kahramanmaraş (3.223 ha) olduğu görülmektedir (TUİK, 2013). Ülkemizdeki fasulye ekim alanının yarısından fazlasına (%56.0) sahip olan bu yedi il, fasulye üretiminin belli bölgelerde toplandığını göstermektedir. Ülke fasulye yetiştiriciliğinde görülen bu kümelenme, en fazla fasulye yetiştiriciliğinin yapıldığı bu illerde herhangi bir yıl, hava koşullarının olumsuz gitmesi ya da hastalık ve zararlıların yoğun görülmesi durumunda, fasulye verimi ve dolayısıyla ülke toplam fasulye üretiminde ciddi anlamda azalışın ortaya çıkma riskini beraberinde getirmektedir. Bu olumsuzluğun giderilebilmesinde, her bölge için verim, adaptasyon ve çeşit geliştirme çalışmalarının yapılarak, üstün özellikleri ile ön plana çıkan çeşit ve çeşit aday hatların üreticiye ulaştırılması ve böylece fasulye üretiminin ülke geneline yayılması büyük önem taşımaktadır.

Ülkemizin en soğuk ve yüksek bölgesinde yer alan Erzurum'da fasulye ekiliş alanı (1.140 ha) ve üretiminin (2.174 ton) düşük seviyelerde kalmasının ana nedeni, bölgede hüküm süren iklim şartlarıdır. Özellikle Erzurum şartlarında ilkbaharın son donları ve sonbaharın ilk donları dikkate alındığında, vejetasyon periyodu oldukça kısa sürmektedir. Bu nedenle, özellikle olgunlaşma süresi uzun olan fasulye çeşitleriyle güvenilir bir fasulye tarımı yapmak zorlaşmakta ve üretim risk altına girmektedir. Dolayısıyla,

ilde fasulye ekiminin yaygınlaştırılabilmesi için ilin ekolojik koşullarına iyi adapte olabilen, erkenci ve yüksek verimli çeşitlerin belirlenmesine/ geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Son yıllarda tarafımızdan yapılan çalışmalar neticesinde bölge ekolojik koşullarına uygun erkenci ve yüksek verimli iki yeni kuru fasulye çeşidi (Kantar-05 ve Elkoca-05) tescil ettirilmiştir (Elkoca ve Kantar, 2004 ve 2005). Ancak, tüketici çeşitliliğine bağlı olarak artan farklı talepler ve ülkenin ekolojik koşullarındaki farklılıklar gibi nedenler mevcutlarla yetinmeyip sürekli yeni çeşitlerin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu amaca yönelik olarak Erzurum ekolojik koşullarında yürütülen bu çalışmada, bazı kuru fasulye çeşit ve hatlarının adaptasyon kabiliyeti, bazı tarımsal özellikleri ile kalite parametreleri araştırılmış ve Erzurum ekolojik koşullarına uygun çeşit ve çeşit adaylarının belirlenmesine çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Araştırmada bitki materyali olarak tescilli 8 fasulye çeşidi ile 7 fasulye hattı kullanılmıştır (Çizelge 1). Hatlardan 5 tanesi daha önce yürütülen 107O400 nolu TÜBİTAK projesi çerçevesinde Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh Vadisi'nden toplanan 420 genotip arasından üstün özellikleri ile ön plana çıkan hatlardan oluşmuştur. Çalışmada ayrıca iki İran kökenli hat (IR 1 ve IR 4) yer almıştır. Standart çeşitlerden Kantar-05 ve Elkoca-05 çeşitleri erkenci ve yüksek verimli olup (Elkoca ve Kantar, 2004 ve 2005) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü tarafından geliştirilmiştir. Yakutiye-98 ve Aras-98 Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından Doğu Anadolu Bölgesi için tescil ettirilmiştir. Diğer dört çeşit (Önceler-98, Göynük-98, Akman-98 ve Karacaşehir-90) ise Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından geliştirilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan fasulye çeşit ve genotipleri

Çeşit	Çeşit sahibi kuruluş	Tane rengi
Kantar-05	Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi/Erzurum	Barbunya
Elkoca-05	Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi/Erzurum	Beyaz
Önceler-98	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü/Eskişehir	Barbunya
Göynük-98	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü/Eskişehir	Beyaz
Akman-98	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü/Eskişehir	Beyaz
Karacaşehir-90	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü/Eskişehir	Beyaz
Yakutiye-98	Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü/Erzurum	Beyaz
Aras-98	Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü/Erzurum	Beyaz
Hat kayıt no	Temin edildiği yer	Tane rengi
KN 69	Gözalın Köyü Şenkaya/ Erzurum	Beyaz
KN 254	Konursu Köyü Merkez/BAYBURT	Beyaz
KN 303	Esendurak Köyü Tortum /ERZURUM	Beyaz
KN 338	Aşağı Çayırılı köyü Olur /ERZURUM	Beyaz
KN 419	Merkez/ERZURUM	Barbunya
IR 1	İRAN	Barbunya
IR 4	İRAN	Bordo



### 2.1.1. Araştırma yerinin iklim özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü 2012 ve 2013 yıllarında gerek toplam ve gerekse gelişme mevsiminde alınan yağış miktarı uzun yıllar ortalamasından daha düşük olmuştur. Gelişme mevsimi içerisinde düşen toplam yağış miktarı yıllar arasında farklılık göstermiş, araştırmanın birinci ürün yılının gelişme mevsiminde kaydedilen toplam yağış miktarı ikinci yıldan 27 mm daha fazla olmuştur. Birinci

ürün yılında daha belirgin olmak üzere, her iki deneme yılının gelişme mevsiminde kaydedilen ortalama sıcaklık uzun yıllar ortalamasından daha yüksek olmuştur. Erzurum Ovasında yaz aylarında hava nispi nemi oldukça düşük olup, uzun yıllar dikkate alındığında, gelişme mevsimine ait ortalama nispi nem %55,9'dur. Araştırmanın birinci yılının gelişme mevsimindeki ortalama nispi nem (%55,3) uzun yıllar ortalamasına yakın, ikinci yılda ise (%53,2) uzun yıllar ortalamasından düşük olmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Erzurum ovasının araştırmanın yürütüldüğü ürün yılları ile uzun yıllar ortalamasına ait bazı iklim verileri\*

İklim Faktörleri	Yıllar	A Y L A R					Toplam/Ortalama	
		Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Gelişme mevsimi	Yıllık
Toplam yağış (mm)	2012	73.0	7.0	19.8	22.8	11.0	133.6	313.4
	2013	36.3	32.3	25.1	7.8	13.6	106.7	284.2
	1990-2013	65.4	41.5	24.5	14.5	19.9	165.8	390.4
Ortalama hava sıcaklığı (°C)	2012	11.4	15.7	19.0	20.0	15.0	16.2	5.5
	2013	11.6	15.0	19.4	19.5	13.6	15.8	5.3
	1990-2013	10.5	14.8	19.1	19.3	13.9	15.5	5.0
Ortalama nispi nem (%)	2012	68.0	58.1	52.3	49.6	48.4	55.3	68.1
	2013	63.5	57.2	50.4	45.7	49.8	53.2	66.0
	1990-2013	63.9	59.1	53.6	50.2	52.5	55.9	66.5

\* Erzurum Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nün yıllık iklim rasatlarından alınmıştır

### 2.1.2. Araştırma yerinin toprak özellikleri

Araştırma alanı topraklarının birinci ürün yılında killi, ikinci ürün yılında ise killi-tınlı bünyeye sahip olduğu belirlenmiştir. Her iki ürün yılında da toprak pH'sı nötre yakın bulunmuştur. Deneme alanı topraklarının gerek organik ve gerekse mineral madde içeriği genel olarak, birinci ürün yılında, ikinci ürün yılından daha yüksektir

(Çizelge 3). Toprak analizi sonuçlarından elde edilen veriler Sezen (1991)'in bildirdiği değerlerle karşılaştırıldığında deneme alanı topraklarının organik maddece fakir, fosfor miktarı yönünden orta ve potasyum miktarı yönünden ise yeterli durumda olduğu anlaşılmaktadır. Diğer taraftan, deneme alanı toprakları mikro besin elementi yönünden uygun sınırlar içinde yer almaktadır (Taban, 2014).

Çizelge 3. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri\*

	2012	2013
pH	6.75	7.33
Organik madde (%)	2.15	1.64
Kireç (CaCO <sub>3</sub> , %)	0.36	0.39
N (kg/da)	3.2	2.1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/da)	6.3	5.0
K <sub>2</sub> O (kg/da)	106.1	123.2
Ca (me 100 g <sup>-1</sup> )	11.25	11.62
Mg (me 100 g <sup>-1</sup> )	2.25	2.63
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	5.26	4.12
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	6.33	5.42
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	14.15	11.78
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	4.98	3.56
B (mg kg <sup>-1</sup> )	0.40	0.48
Kil (%)	42	39
Silt (%)	28	36
Kum (%)	30	35
Tekstür	Killi	Killi-tınlı

\* Toprak analizleri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü analiz laboratuvarında yapılmıştır

## 2.2. Yöntem

Araştırma, 2012 ve 2013 yılı vejetasyon dönemlerinde Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nin Erzurum Merkez'de yer alan deneme alanında tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Her parselde sıra arası 45 cm olmak üzere 4.5 m uzunluğunda 5 bitki sırası yer almış ve böylece her parsel yaklaşık 10 m<sup>2</sup>'den (5 sıra x 0.45 m x 4.5 m) oluşmuştur. Ekim, birinci yıl 14 Mayıs, ikinci yıl ise 9 Mayıs tarihinde elle 5-6 cm derinliğe yapılmıştır. Ekim sıklığı 30 tohum/m<sup>2</sup> olacak şekilde ayarlanmıştır (Anonim, 2001). Bütün parsellere ekimle birlikte dekara 4 kg N ve 6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> olacak şekilde sırasıyla %21'lik amonyum sülfat ve % 45'lik triple süperfosfat gübreleri uygulanmıştır (Anonim, 2001). Deneme alanı her iki yılda da biri çiçeklenme öncesi, üçü bakla bağlama ve tane olum dönemlerinde

olmak üzere toplam dört kere sulanmıştır. Yabancı otlar ihtiyaç duyuldukça çapalanmak suretiyle kontrol altına alınmıştır. Hasat elle yolunarak yapılmış ve her parselin ürünü çuvallar içerisinde seraya getirilmiştir. Ürün serada 2-3 gün süreyle kurutulduktan sonra ayrı ayrı harman edilmiştir.

Ekimden hasada kadar geçen sürede yapılan gözlem ve ölçümlerde, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü'nün yayımlanmış olduğu Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı esas alınmıştır (Anonim, 2001). Bitkisel özelliklere ait değerler her parselden tesadüfen seçilen 10 bitki üzerinden hesaplanmıştır. Çeşit ve hatların hastalık durumları 1-5 skalasına (1= toleranslı, 2= orta toleranslı, 3= orta hassas, 4= hassas, 5= çok hassas) göre değerlendirilmiştir. Çalışmada taneye ait çeşitli teknolojik değerler ise aşağıda belirtildiği şekilde hesaplanmıştır.

Kuru Ağırlık (g)	:	100 adet tohum sayılıp tartılmış ve bu kuru ağırlık olarak kaydedilmiştir.
Yaş Ağırlık (g)	:	Kuru ağırlığı belirlenmiş olan 100 adet tohum saf su içerisinde 16 saat bekletildikten sonra tartılmış ve sonuç yaş ağırlık olarak kaydedilmiştir.
		Aşağıdaki eşitlik (1 ve 2) aracılığı ile hesaplanmıştır.
Su Alma Kapasitesi (g/tane)		Şişmeyen tohum var ise; $Y - [X - ((X/100) * N_2)] / (N_1 - N_2)$ (1)
		Şişmeyen tohum yok ise; $(Y - X) / 100$ (2)
		Burada Y= yaş tohum ağırlığı; X= kuru tohum ağırlığı; N <sub>1</sub> = orijinal tohum sayısı (100); N <sub>2</sub> = sert tohum sayısını (su çekmeyen tohum sayısı) ifade etmektedir.
Su Alma İndeksi (%)	:	Su alma kapasitesi / (kuru ağırlık/100) formülüne göre hesaplanmıştır.
Kuru Hacim (ml)	:	100 adet kuru tohum dereceli silindire konulmuş ve üzerine 50 ml su ilave edilerek sonuç kaydedilmiştir.
Yaş Hacim (ml)	:	Saf suda 16 saat bekletilen tohumlar dereceli silindire konulmuş ve üzerine 100 ml su ilave edilerek sonuç kaydedilmiştir.
		Aşağıdaki eşitlik (3 ve 4) yardımıyla belirlenmiştir.
Şişme Kapasitesi (ml/tane)		Şişmeyen tohum var ise; $Y - [X - ((X/100) * N_2)] / (N_1 - N_2)$ (3)
		Şişmeyen tohum yok ise; $(Y - X) / 100$ (4)
		Burada Y= yaş hacim - 100 ml; X= kuru hacim - 50 ml; N <sub>1</sub> = orijinal tohum sayısı (100); N <sub>2</sub> = sert tohum sayısını (su çekmeyen tohum sayısı) ifade etmektedir.
Şişme İndeksi (%)	:	$(\text{Yaş hacim} - 100) / (\text{Kuru hacim} - 50)$ formülüne göre hesaplanmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Çıkış süresi

Araştırmanın birinci yılında ortalama çıkış süresi (16.8 gün), ikinci yıldan (18.0 gün) daha kısa olmuş ve yıllar arasındaki bu fark istatistik olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Sıcaklık ve toprak nemi çimlenme hızı ve çıkış süresi üzerine çok önemli etkide bulunmakta, düşük sıcaklık ve toprak rutubeti koşullarında çimlenme ve çıkış

gecikmektedir (Kantar ve Elkoca, 2001; Aboyami ve Adeyini, 2005). Ekim, birinci ürün yılında 14 Mayısta, ikinci ürün yılında ise beş gün erken olmak üzere, toprak sıcaklığının daha düşük olduğu 9 Mayısta yapılmıştır. Diğer taraftan, ikinci ürün yılında çimlenme ve çıkışın gerçekleştiği mayıs ayında düşen yağış miktarı (36.3 mm) ilk yıldaki yağış miktarının (73.0 mm) yarısı kadar olmuştur (Çizelge 2). Dolayısıyla gerek erken ekim ve gerekse yağış miktarının düşük olması, araştırmanın ikinci ürün yılında çıkış süresinin uzamasına neden olmuştur.

Fasulyede 15 °C'nin altında tohum çimlenmesi yavaşlamakta, genotiplere göre değişmekle beraber, 7-10 °C'nin altında ise tohum çimlenmesi durmaktadır (Dickson ve Boetger, 1984; Kantar ve Elkoca, 2001). Bu nedenle ilkbahardaki düşük toprak sıcaklıkları fasulyede çimlenme hızını yavaşlatarak çıkışı geciktirmektedir. Ancak, çimlenme için toplam sıcaklık isteği yönünden çeşitler arasında önemli farklılıklar görülebilmekte ve düşük toplam sıcaklık isteğine sahip çeşitler toprak sıcaklığının minimum çimlenme sıcaklık isteğinin üzerinde olduğu durumlarda hızlı bir şekilde çimlenip kısa sürede çıkış yapmaktadırlar (Kantar ve Elkoca, 2001). Araştırmamızda da gerek her iki ürün yılında ve gerekse yılların birlikte analizinde çıkış süresi bakımından çeşit ve hatlar arasında önemli farklılıklar saptanmıştır. Ürün yıllarının ortalaması olarak Karacaşehir-90 (15.2 gün), KN 254 (16.0 gün), Akman-98, (16.7 gün), KN 338 (16.8 gün), Aras-98 ve Göynük-98 (17.0 gün) kısa sürede; IR1 (19.3 gün), Kantar-05 ve KN 303 (18.2 gün) ise daha uzun sürede çıkış yapmışlardır (Çizelge 4). Benzer şekilde, fasulyede çıkış süresinin Van-Gevaş ekolojik koşullarında 10.0-15.6 gün (Güneş, 2011), Samsun ekolojik koşullarında 13.0-18.0 gün (Özçelik ve Gülümser, 1988), Erzurum ekolojik koşullarında ise 13.0-16.0 gün (Dumlu, 2009) olmak üzere çeşit ve genotipler arasında önemli varyasyon gösterdiği rapor edilmiştir.

### 3.2. Çiçeklenme süresi

Çiçeklenme süresi her iki yılda da genotiplerden önemli seviyede etkilenmiştir. Yılların birlikte analizinde de çiçeklenme süresi bakımından genotipik etki önemli bulunurken, yıl ile yıl x genotip interaksiyonunun ise önemli olmadığı anlaşılmıştır. İki yıllık ortalamalara göre, en kısa çiçeklenme süresine ihtiyaç duyan hatların KN 303 (34.0 gün), KN 254 (42.8 gün), KN 69 (48.0 gün), KN 419 (48.5 gün) ve IR 1 (49.0 gün) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Diğer taraftan Karacaşehir-90 (72.5 gün), Akman-98 (67.7 gün) ve Önceler-98 (62.2 gün) ise çiçeklenme süresi en uzun çeşitler olmuştur.

### 3.3. Fizyolojik olum süresi

Varyans analizi sonuçları genotipik etkinin her iki yılda da fizyolojik olum süresi üzerinde önemli olduğunu göstermiştir. Yılların birlikte analizi de fizyolojik olum süresi üzerine yıl ve genotiplerin önemli etkide bulunduğunu, yıl x genotip interaksiyonunun ise önemli olmadığını ortaya koymuştur. Kuru fasulyede olgunlaşma süresi genotip ve çevre faktörlerinin etkisi altında şekillenmektedir. Bu nedenle iklimsel faktörlere bağlı olarak yıllar ve lokasyonlar arasında olgunlaşma süresi bakımından farklar görülebilmektedir (Dursun, 1999; Ülker ve Ceyhan, 2008). Nitekim araştırmamızda da ikinci ürün yılına ait ortalama fizyolojik olum süresi (112.1 gün), ilk ürün yılından (116.2 gün) yaklaşık dört gün daha kısa olmuş ve yıllar arasındaki bu fark istatistik olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Araştırmanın ikinci ürün yılında olgunlaşma süresinin daha kısa olması, bu ürün yılının vejetasyon periyodunun, özellikle ağustos ayının, ilk yıldan daha az yağış alması ve nispi nemin de ilk yıldan daha düşük olmasından (Çizelge 2) kaynaklanmış olabilir.

Erzurum ve benzer ekolojilerde fasulyenin soğuk ve don zararına uğramadan gelişebileceği dönem oldukça kısadır. Bu nedenle kısa sürede gelişerek, sonbahar ilk donlarından önce olgunlaşan çeşitlerin yetiştirilmesi, bu tip bölgelerde fasulye tarımında ortaya çıkabilecek risklerin giderilmesi yönünden büyük önem arz etmektedir (Elkoca ve Kantar, 2004). Çiçeklenme ve olgunlaşma için ihtiyaç duyulan toplam sıcaklık isteği yönünden çeşitler arasında önemli farklar bulunabilmektedir (Ustaoglu, 2008). Toplam sıcaklık isteği düşük olan çeşitler daha erken çiçeklenip olgunlaşırken, toplam sıcaklık isteği yüksek olanlarda çiçeklenme ve olgunlaşma gecikmektedir (Ustaoglu, 2008).

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi tarafından erkenciliği yönüyle tescil ettirilen barbunya tane tipindeki Kantar-05 çeşidi, ürün yıllarının ortalaması olarak, bu çalışmada yer alan tescilli çeşitlerin tamamından önemli seviyede daha erken (96.0 gün) oluma ulaşmıştır. Barbunya tane tipindeki Önceler-98, barbunya tipindeki tescilli Kantar-05 çeşidinden 26 gün daha geç olgunlaşmıştır. Diğer taraftan, erkencilik özelliği ile tescil ettirilmiş olan Elkoca-05 çeşidi ise 121.0 günde olgunlaşmış ve çalışmada yer alan tescilli çeşitlerin tamamı Elkoca-05 çeşidi ile benzer olgunlaşma süresine (116.0-122.0 gün) sahip olmuşlardır (Çizelge 4). Durum fasulye hatları açısından gözden geçirildiğinde ise sırasıyla 103.3 ve 104.0 günde olgunlaşan IR1 ve KN 254 nolu hatların Kantar-05 ile aynı grup içerisinde yer aldığı ve erkenci oldukları belirlenmiştir. Barbunya tane tipindeki KN 419 ve IR1 nolu hatlar Önceler-98'den sırasıyla 12 ve 19 gün önce olgunlaşmalarıyla dikkat çekici bulunmuşlardır. KN 303, 125.5 günlük olgunlaşma süresiyle en geçi genotip olurken, IR4 ve KN 338 orta seviyedeki olgunlaşma süresiyle (110.2 gün) ümitvar bulunmuşlardır (Çizelge 4). Araştırmamızda olduğu gibi yapılan diğer birçok çalışmada da genotipik etkiye bağlı olarak olgunlaşma süresi bakımından fasulye çeşit/genotipleri arasında önemli farkların bulunduğu rapor edilmiştir (Güneş, 2011; Bozoğlu ve Sözen, 2007; Pekşen, 2005; Ülker, 2008).

### 3.4. Bitki boyu

Bitki boyu araştırmanın her iki yılında da genotiplerden önemli seviyede etkilenmiştir. Yıllar birlikte analiz edildiğinde yıl, genotip ve bu ikisinin interaksiyonunun bitki boyu üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Araştırmanın ilk yılında bitki boyu, çeşit ve hatların ortalaması olarak 46.4 cm iken, ikinci yılda önemli seviyede azalmış ve 40.8 cm olarak ölçülmüştür (Çizelge 5). Bitki boyu çevre şartlarından önemli derece etkilenmekte ve bunun sonucunda aynı genotiplerin farklı yıl ve çevrelerdeki bitki boyları arasında önemli farkların ortaya çıktığı diğer araştırmacılar tarafından da rapor edilmektedir (Bozoğlu, 1995; Pekşen, 2005; Ülker, 2008). Ürün yıllarının ortalamasına göre, uzunlukları 37.7 cm ile 39.3 cm arasında değişim gösteren Önceler-98, IR4, IR1 ve KN 254 en kısa boyuna sahip olmuştur. Diğer taraftan, en uzun bitki boyuna sahip çeşit/hatların KN 303 (50.5 cm), Akman-98 (49.4 cm) ve Elkoca-05 (49.1 cm) olduğu saptanmıştır (Çizelge 5). Fasulyede bitki boyu yüksek bir kalıtım derecesine (%84.6-%90.0) sahiptir (Çiftçi ve Şehirli,

Çizelge 4. Fasulye çeşit ve hatlarının çıkış, çiçeklenme ve fizyolojik olum süreleri

Genotip	Çıkış süresi (gün)			Çiçeklenme süresi (gün)			Fizyolojik olum süresi (gün)		
	2012	2013	Ortalama	2012	2013	Ortalama	2012	2013	Ortalama
KN 338	15.7 a	18.0 bc	16.8 bc	58.7 defg	57.3 e	58.0 de	114.0 bcd	106.3 b	110.2 bc
Kantar-05	17.0 abc	19.3 cd	18.2 def	51.3 bcdef	46.0 bc	48.7 bc	100.3 a	91.7 a	96.0 a
KN 303	16.0 ab	20.3 d	18.2 def	35.7 a	32.3 a	34.0 a	130.0 e	121.0 cd	125.5 e
Göynük-98	17.0 abc	17.0 b	17.0 bcd	59.3 efg	59.3 ef	59.3 de	128.3 e	114.7 bcd	121.5 de
Yakutiye-98	16.3 ab	19.0 bcd	17.7 bcde	53.7 cdef	53.3 cde	53.5 cd	122.7 cde	109.3 bc	116.0 cd
KN 419	17.3 bc	18.0 bc	17.7 bcde	49.7 bcd	47.3 bc	48.5 bc	112.7 abcd	106.7 b	109.7 bc
Aras-98	16.0 ab	18.0 bc	17.0 bcd	59.7 fg	54.3 cde	57.0 de	126.0 de	109.0 b	117.5 cde
Akman-98	16.3 ab	17.0 b	16.7 b	68.0 gh	67.3 fg	67.7 fg	117.0 cde	121.7 d	119.3 de
KN 254	16.0 ab	16.0 ab	16.0 b	42.7 ab	43.0 b	42.8 b	103.3 ab	104.7 b	104.0 ab
IR4	16.7 abc	19.0 bcd	17.8 bcde	55.7 cdef	56.0 de	55.8 d	111.7 abc	108.7 b	110.2 bc
IR1	18.0 cd	20.7 d	19.3 f	50.0 bcde	48.0 bcd	49.0 c	103.0 ab	103.7 b	103.3 ab
Elkoca-05	16.3 ab	19.0 bcd	17.7 bcde	58.3 def	56.7 e	57.5 de	118.7 cde	123.3 d	121.0 de
Karacaşehir-90	16.3 ab	14.0 a	15.2 a	73.3 h	71.7 g	72.5 g	112.7 abcd	124.7 d	118.7 cde
KN 69	19.0 d	17.0 b	18.0 cde	48.3 bc	47.7 bcd	48.0 bc	120.0 cde	114.7 bcd	117.3 cde
Önceler-98	18.0 cd	18.0 bc	18.0 cde	57.3 cdef	67.0 fg	62.2 ef	122.3 cde	121.7 d	122.0 de
Ortalama	16.8 a	18.0 b	17.4	54.8	53.8	54.3	116.2 b	112.1 a	114.2
LSD	1.52	2.19	1.30	9.40	8.42	6.10	13.33	11.85	9.07
LSD (Yıl xGen)		öd		öd			öd		
VK (%)	5.4	7.16	6.40	10.3	9.35	9.72	6.9	6.3	6.9
Varyas.Kay.					F değerleri				
Yıl			36.01**			0.74 <sup>öd</sup>			6.04*
Genotip	2.96**	4.89**	4.39**	8.24**	12.56**	20.14**	3.97**	5.11**	6.71**
Yıl x Genotip			4.19**			0.64 <sup>öd</sup>			1.54 <sup>öd</sup>

\* ve \*\* sırasıyla %5 ve %1 ihtimal sınırında önemli; öd, önemli değil.

1984). Dolayısıyla diğer pek çok çalışmada da genetik yapıdaki farklılıkların bir sonucu olarak, fasulye çeşit ve genotipleri arasında bitki boyu bakımından önemli varyasyonların bulunduğu bildirilmektedir (Kantar ve ark., 2010; Bozoğlu ve Sözen, 2007; Ceyhan ve ark., 2009).

### 3.5. İlk bakla yüksekliği

Varyans analizi sonuçları her iki ürün yılında da ilk bakla yüksekliği bakımından genotipik etkinin önemli olduğunu göstermiştir. Yılların birlikte analizi, yılların etkisinin önemsiz, genotip ile yıl x genotip interaksiyon etkisinin ise önemli olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 5). İlk bakla yüksekliği makinalı hasada uygunluk bakımından önemli bir parametre olup, uzun boylu ve ilk baklaları yüksekte teşekkül eden çeşitler makinayla hasat edilebilmektedirler. İki yıllık ortalamaya göre, Kantar-05 diğer bütün çeşit ve hatlardan önemli seviyede düşük ilk bakla yüksekliğine (12.9 cm) sahip olmuştur. IR4, Yakutiye-98, KN 254 ve Önceler-98 de ilk bakla yüksekliği düşük olan grup içerisinde yer almıştır. Diğer taraftan KN 303, KN 419, Elkoca-05 ve Akman-98 18.3 cm ile 19.7 cm arasında değişen ilk bakla yükseklikleri ile makinalı hasada uygunluk yönünden oldukça dikkat çekici bulunmuşlardır (Çizelge 5). Korelasyon katsayıları, ilk bakla yüksekliğinin olgunlaşma süresi ve bitki boyu ile önemli ve olumlu (sırasıyla,  $r = 0.57^*$  ve  $r = 0.67^{**}$ ), dal sayısı ile önemli ve olumsuz ( $r = -0.61^{**}$ ) ilişki içerisinde olduğunu göstermiştir. Konu ile ilgili olarak diğer araştırmacılar tarafından yürütülen değişik çalışmalarda da, ilk bakla yüksekliğinin fasulye çeşit ve genotiplerine bağlı olarak 6.9 cm ile 29.3 cm arasında olmak üzere önemli varyasyon gösterdiği rapor edilmiştir (Bozoğlu, 1995; Anlarsal ve ark.,

2000; Düzdemir ve Akdağ, 2001; Pekşen, 2005).

### 3.6. Bitki başına dal sayısı

Dal sayısı bakımından genotipik etki birinci yıl önemli, ikinci yıl ise önemsiz olmuştur. Yılların birlikte analizi ise dal sayısı üzerine yıl, genotip ve yıl x genotip interaksiyonunun önemli etkide bulunduğunu göstermiştir (Çizelge 5). Bitki başına ortalama dal sayısı birinci ürün yılında (3.4 adet), ikinci ürün yılına kıyasla (2.3 adet) önemli seviyede yüksek olmuştur. İklimsel farklılıkların sonucu olarak, dal sayısı bakımından yıllar arasında önemli farkların olduğu diğer araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Pekşen, 2005; Karakuş ve ark., 2005). İki yıllık ortalamalara göre KN 303 (2.1 adet), Akman-98 (2.4 adet), KN 419 (2.5 adet) ve KN 69 (2.6 adet) bitki başına en düşük; KN 254 (3.1 adet), Karacaşehir-90 (3.1 adet), Yakutiye-98 (3.2 adet), Aras-98 (3.2 adet) ve Önceler-98 (3.6 adet) ise bitki başına en yüksek dal sayısına sahip olmuşlardır (Çizelge 5). İki yıllık ortalama değerler üzerinden hesaplanan korelasyon katsayıları, dal sayısının bitki boyu ile olumsuz yönde önemli ilişkili içerisinde olduğunu ( $r = -0.70^*$ ), yani bitki boyu uzadıkça dal sayısının azaldığını ortaya koymuştur. Araştırma bulgularımıza paralel olarak, Pekşen ve Gülümser (2005) Samsun ekolojik koşullarında fasulyede bitki başına dal sayısının 1.27-1.92 adet, Önder ve Şentürk (1996) Karaman ekolojik koşullarında 4.11-4.66 adet, Varankaya (2011) Yozgat ekolojik koşullarında 1.44-4.89 adet ve Dumlu (2009). Erzurum ekolojik koşullarında 2.2-3.7 adet arasında olmak üzere genotiplere bağlı olarak önemli değişim gösterdiğini saptamışlardır.

Çizelge 5. Fasulye çeşit ve hatlarının bitki boyu, ilk bakla yüksekliği ve bitki başına dal sayısı

Genotip	Bitki boyu (cm)			İlk bakla yüksekliği (cm)			Bitki başına dal sayısı (adet)		
	2012	2013	Ortalama	2012	2013	Ortalama	2012	2013	Ortalama
KN 338	49.6 abc	38.3 ef	43.9 cde	16.8 abcd	15.0 defg	15.9 fgh	3.0 def	2.4	2.7 bcd
Kantar-05	49.5 abc	41.3 cde	45.4 bcd	12.2 f	13.5 g	12.9 j	3.3 bcde	2.4	2.8 bcd
KN 303	54.3 a	46.7 a	50.5 a	18.6 abc	18.1 abc	18.3 abcd	2.2 g	2.1	2.1 e
Göynük-98	41.9 cde	40.3 de	41.1 def	17.5 abc	16.6 bcde	17.1 cdefg	2.9 efg	2.4	2.7 bcd
Yakutiye-98	43.0 bcde	38.5 ef	40.8 ef	12.9 ef	17.5 bc	15.2 hi	4.0 b	2.4	3.2 ab
KN 419	54.1 a	39.3 e	46.7 abc	18.9 ab	18.5 ab	18.9 abc	2.8 efg	2.2	2.5 de
Aras-98	39.7 de	41.0 cde	40.3 ef	15.7 cde	17.9 abc	16.8 defgh	3.7 bcd	2.7	3.2 ab
Akman-98	55.0 a	43.9 abc	49.4 ab	19.9 a	19.6 a	19.7 a	2.5 fg	2.3	2.4 de
KN 254	39.3 de	39.2 e	39.3 f	16.6 bcd	13.5 g	15.1 hi	3.8 bc	2.3	3.1 abc
IR4	39.9 de	35.4 f	37.7 f	17.2 abc	13.6 g	15.4 ghi	3.7 bcd	2.1	2.9 bcd
IR1	38.5 e	39.5 e	39.0 f	17.8 abc	14.5 efg	16.2 efgh	3.3 bcde	2.3	2.8 bcd
Elkoca-05	53.1 a	45.1 ab	49.1 ab	19.3 ab	19.6 a	19.4 ab	3.5 bcde	2.2	2.9 bcd
Karacaşehir-90	48.0 abcd	39.9 e	43.9 cde	17.6 abc	16.9 bcd	17.2 cdef	3.8 bc	2.5	3.1 ab
KN 69	51.7 ab	43.2 bcd	47.4 abc	19.7 ab	16.1 cdef	17.9 bcde	3.2 cdef	1.9	2.6 cde
Önceler-98	38.0 e	40.4 de	39.2 f	13.8 def	14.3 fg	14.1 ij	5.1 a	2.0	3.6 a
Ortalama	46.4 a	40.8 b	43.6	16.9	19.2	18.1	3.4 a	2.3 b	2.9
LSD	8.92	3.24	4.58	3.10	2.09	1.81	0.73	öd	0.57
LSD (Yıl x Gen.)		6.48			2.56			0.80	
VK (%)	11.5	4.7	9.1	11.04	7.6	9.4	12.8	23.7	17.2
Varyas.Kay.									
Yıl			44.68**						115.45**
Genotip	4.46**	6.71**	7.06**	4.87**	8.95**	9.44**	8.03**	0.39 <sup>öd</sup>	3.37**
Yıl x Genotip			2.61**			3.18**			3.45**

\*\*%1 ihtimal sınırında önemli; öd, önemli değil.

### 3.7. Bitki başına bakla sayısı

Bitki başına bakla sayısı araştırmanın ilk yılında genotiplerden önemli seviyede etkilenirken, ikinci yıl genotipik etki önemli olmamıştır. Yıllar birlikte analiz edildiğinde ise bakla sayısı bakımından yıl ve genotip etkisinin önemli, interaksiyon etkisinin ise önemsiz olduğu anlaşılmıştır (Çizelge 6). Araştırmanın ilk yılında bitki başına ortalama 11.4 adet olan bakla sayısı ikinci yıl 8.3 adet olarak gerçekleşmiş ve yıllar arasındaki bu fark önemli bulunmuştur (Çizelge 6). Bitki başına bakla sayısı çevre şartlarından etkilenmekte (Bozoğlu ve Gülümser, 2000; Ülker, 2008) ve özellikle iklimsel faktörlere bağlı olarak yıllar arasında bakla sayısı bakımından önemli farklılıklar görülebilmektedir (Anlarsal ve ark., 2000; Elkoca ve Kantar, 2004; Pekşen, 2005).

Araştırma yıllarının ortalamasına göre, çeşit ve hatlar arasında bitki başına bakla sayısı bakımından önemli farklılıklar saptanmıştır. Akman-98, Önceler-98, KN 338, Karacaşehir-90, Yakutiye-98 ve KN 254'te bitki başına bakla sayısı 10.2 adet ile 14.6 adet arasında yer almış ve bu çeşit/hatlar genel ortalamasının (9.9 adet) üzerinde bitki başına bakla sayısına sahip olmuşlardır (Çizelge 6). Diğer genotiplerde ise bitki başına bakla sayısı 6.5 adet (KN 303) ile 9.2 adet (Aras-98) arasında değişim göstermiştir. İki yıllık ortalama değerler üzerinden hesaplanan korelasyon katsayıları, bitki başına bakla sayısının çiçeklenme süresi ile olumlu yönde önemli ilişki ( $r=0.65^{**}$ ) içerisinde olduğunu ortaya koymuş, diğer bir ifade ile vejetatif gelişme süresi daha uzun olan çeşit ve hatlarda bitki başına bakla sayısının artış gösterdiği belirlenmiştir. Yapılan diğer pek çok araştırmada da bitki başına bakla sayısının Çukurova koşullarında 11.4-18.0 adet (Anlarsal ve ark.,

2000), Erzurum ekolojik koşullarında 11.3-17.3 adet (Elkoca ve Kantar, 2004) Samsun ekolojik koşullarında 7.2-13.5 adet (Pekşen ve Gülümser, 2005) ve Yozgat ekolojik koşullarında ise 7.5-18.3 adet (Varankaya, 2011) olmak üzere çeşit ve genotipler arasında önemli varyasyon gösterdiği belirlenmiştir.

### 3.8. Baklada tane sayısı

Baklada tane sayısı araştırmanın her iki yılında genotiplerden nemli seviyede etkilenmiştir. Yılların birlikte analizinde de genotipik etki önemli bulunmuş; yıl ile yıl x genotip interaksiyonunun ise bakladaki tane sayısı üzerine önemli bir etki yapmadığı belirlenmiştir (Çizelge 6). İki yıllık ortalamalara göre KN 303 (3.27 adet), KN 419 (3.60 adet), Aras-98 (3.77 adet) ve Göynük-98 (3.77 adet) en düşük baklada tane sayısına sahip olmuşlardır. Diğer taraftan, bakla başına en yüksek tane sayısı, 4.53 adet ile 4.83 adet arasında değişmek üzere, Önceler-98, Karacaşehir-90, KN 69, KN 338 ve Akman-98'de belirlenmiştir (Çizelge 6). Korelasyon katsayıları, bitkide bakla sayısı ile baklada tane sayısı arasında pozitif yönde çok önemli ( $r=0.72^{**}$ ) ilişki olduğunu, yani bitki başına bakla sayısındaki artışa paralel olarak bakladaki tane sayısının da yükseldiğini ortaya koymuştur. Aynı ilişkinin varlığı Aggarwal ve Singh (1973) ile Şehirli (1980) tarafından da rapor edilmiştir. Yapılan diğer pek çok çalışmada da, kalıtım derecesi yüksek bir genotipik karakter olan baklada tane sayısı bakımından çeşit ve genotipler arasında önemli farklılıkların bulunduğu bildirilmiştir (Elkoca ve Kantar, 2004; Pekşen, 2005; Ülker ve Ceyhan, 2008; Güneş, 2011; Varankaya, 2011).

### 3.9. Yüz tane ağırlığı

Yüz tane ağırlığı araştırmanın her iki yılında da genotiplerden önemli seviyede etkilenmiş, yılların birlikte analizine ait varyans analiz sonuçları gerek yıl ve genotip, gerekse yıl x genotip interaksyonunun yüz tane ağırlığı üzerine önemli etkide bulunduğunu göstermiştir (Çizelge 6). Yüksek bir kalıtım derecesine sahip olan yüz tane ağırlığı, iklim ve toprak koşulları başta olmak üzere, çevre şartlarından da önemli ölçüde etkilenmektedir (Çiftçi ve Şehirli, 1984; Şehirli ve ark., 1994). Nitekim araştırmamızda ilk yıl 45.2 g olan ortalama yüz tane ağırlığı, ikinci yıl önemli bir azalışla 41.5 g'a gerilemiştir. Benzer şekilde, Bursa koşullarında bazı kuru fasulye çeşitlerinin bakteri aşılama ve değişik azot dozlarına tepkisini araştıran Kaçar ve ark. (2004), araştırmanın ilk yılında çeşitlerin ortalaması olarak 51.7 g olan yüz tane ağırlığının, kurak ve sıcak geçen ikinci yılda 37.3 g'a gerilediğini belirlemişlerdir.

İki yıllık ortalamalara göre, en yüksek yüz tane ağırlığına (99.8 g) KN 303 nolu hat sahip olmuş ve bu hattın yüz tane ağırlığı denemede yer alan diğer çeşit ve hatlardan önemli seviyede yüksek bulunmuştur. KN 303 nolu hattı KN 419 nolu hat takip etmiş ve bu hattın yüz tane ağırlığı (60.4 g), KN 303 hariç, diğer çeşit ve hatlardan önemli seviyede yüksek olmuştur. Elkoca-05 (46.4 g), Göynük-98 (45.7 g), IR4 (45.4 g), IR1 (44.5 g) ve Yakutiye-98 (43.7 g) ise hem genel ortalamadan (43.3 g) hem de kendisini takip eden diğer çeşit ve hatlardan önemli seviyede yüksek yüz tane ağırlığına sahip olmuşlardır. Karacaşehir-90 çeşidine ait yüz tane ağırlığı (18.0 g) ise çeşit ve hatların tamamından önemli seviyede düşük bulunmuştur (Çizelge 6). Yüz tane ağırlığının çiçeklenme

süresi ( $r = -0.74^{**}$ ), dal sayısı ( $r = -0.55^*$ ), bitkide bakla sayısı ( $r = -0.63^*$ ), baklada tane sayısı ile olumsuz ( $r = -0.82^{**}$ ), toplam verim ile olumlu yönde ( $r = 0.52^*$ ) önemli ilişki içinde olduğu belirlenmiştir. Aynı ilişkilerin varlığı diğer araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Aggarwal ve Singh, 1973; Bozoğlu, 1995; Önder ve Şentürk, 1996).

### 3.10. Hastalık durumu

Yapılan gözlemlerde her iki yılda da bakteriyel yanıklık (*Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*), adi yaprak yanıklığı (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) ve hale yanıklığı (*Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola*) olmak üzere bakteriyel hastalıklar tespit edilmiştir (Resim 1). Denemede yer alan dört çeşit (Akman-98, Kantar-05, Karacaşehir-90 ve Elkoca-05) ve iki hat (KN 303 ve KN 338) araştırmanın her iki yılında da hiçbir hastalık belirtisi göstermemiş ve toleranslı oldukları belirlenmiştir. KN 69, KN 419 ve Göynük-98 araştırma yıllarına bağlı olarak toleranslı ya da orta toleranslı olurken, Aras-98 ve Yakutiye-98 çeşitleri her iki yılda da bakteriyel hastalıklara orta seviyede tolerans göstermişlerdir. IR1 ve Önceler-98'in hastalıklara reaksiyonu yıllar arasında farklılık göstermiş ve IR1 ilk yıl toleranslı, ikinci yıl orta seviyede hassas; Önceler-98 ise ilk yıl orta derecede hassas, ikinci yıl ise orta derecede toleranslı bulunmuştur. En fazla hastalık belirtisi KN 254 ve IR4 nolu hatlarda saptanmıştır. Bu iki hat araştırma yıllarına bağlı olarak orta hassas, hassas ya da çok hassas bulunmuşlardır (Çizelge 7).

### 3.11. Toplam verim

Toplam verim araştırmanın her iki yılında da genotiplerden

Çizelge 6. Fasulye çeşit ve hatlarının bitkide bakla ve baklada tane sayıları ile yüz tane ağırlıkları

Genotip	Bitki başına bakla sayısı (adet)			Baklada tane sayısı (adet)			Yüz tane ağırlığı (g)		
	2012	2013	Ortalama	2012	2013	Ortalama	2012	2013	Ortalama
KN 338	12.6	10.9 abc	11.7 ab	4.33 abc	4.87 ab	4.60 ab	38.0 de	35.3 fg	36.6 ef
Kantar-05	8.1	9.7 bcde	8.9 bcdef	4.47 ab	4.07 bcde	4.27 abc	36.4 e	34.3 fgh	35.4 ef
KN 303	9.9	3.1 g	6.5 f	3.07 d	3.47 e	3.27 e	112.1 a	87.5 a	99.8 a
Göynük-98	9.4	7.2 cdef	8.3 def	4.07 abc	3.47 e	3.77 cde	46.5 c	44.8 cd	45.7 c
Yakutiye-98	12.3	10.0 bcd	11.2 bcd	4.00 abcd	4.07 bcde	4.03 bcd	45.7 c	41.6 de	43.7 c
KN 419	9.8	6.7 defg	8.3 ef	3.53 bcd	3.67 de	3.60 de	59.7 b	61.2 b	60.4 b
Aras-98	11.1	7.3 cdef	9.2 bcdef	3.40 cd	4.13 bcde	3.77 cde	41.0 d	38.6 ef	39.8 d
Akman-98	16.7	12.5 ab	14.6 a	4.40 ab	4.67 abc	4.53 ab	28.9 f	27.4 i	28.2 g
KN 254	13.3	7.0 def	10.2 bcde	4.47 ab	4.07 bcde	4.27 abc	39.3 de	36.7 fg	38.0 de
IR4	9.7	6.1 efg	7.9 ef	4.20 abc	4.13 bcde	4.17 bcd	46.2 c	44.6 cd	45.4 c
IR1	11.0	6.7 defg	8.9 bcdef	4.27 abc	4.13 bcde	4.20 bcd	46.3 c	42.7 cde	44.5 c
Elkoca-05	10.2	6.7 defg	8.5 cdef	4.40 ab	3.93 cde	4.17 bcd	46.1 c	46.7 c	46.4 c
Karacaşehir-90	10.9	11.5 ab	11.2 bc	4.47 ab	4.77 abc	4.62 ab	18.2 g	17.8 j	18.0 h
KN 69	12.3	5.5 fg	8.9 bcdef	4.73 a	4.47 abcd	4.60 ab	37.1 de	30.4 hi	33.8 f
Önceler-98	13.4	14.3 a	14.1 a	4.60 a	5.07 a	4.83 a	36.2 e	33.0 gh	34.6 f
Ortalama	11.4 a	8.3 b	9.9	4.16	4.20	4.18	45.2 a	41.5 b	43.4
LSD	öd	3.77	2.88	0.94	0.85	0.62	4.00	4.41	2.93
LSD (Yıl x Gen.)		öd			öd			4.14	
VK (%)	23.9	27.0	25.2	13.5	12.0	12.9	5.3	6.4	5.8
Varyas.Kay.					F değerleri				
Yıl			34.33**			0.11 <sup>öd</sup>			47.1**
Genotip	1.89 <sup>öd</sup>	5.32**	5.02**	2.15**	2.76**	3.92**	225.1**	111.9**	313.4**
Yıl x Genotip			1.62 <sup>öd</sup>			0.87 <sup>öd</sup>			8.7**

\*\* %1 ihtimal sınırında önemli; öd, önemli değil.

Çizelge 7. Fasulye çeşit ve hatlarının bakteriyel hastalıklara reaksiyonu

Genotip	2012	2013
KN 338	1	1
Kantar-05	1	1
KN 303	1	1
Göynük-98	2	1
Yakutiye-98	2	2
KN 419	1	2
Aras-98	2	2
Akman-98	1	1
KN 254	3	4
IR4	4	5
IR1	1	3
Elkoca-05	1	1
Karacaşehir-90	1	1
KN 69	1	2
Önceler-98	3	2

önemli seviyede etkilenmiştir. Yılların birlikte analizine ait varyans analiz sonuçları da yıl ve genotip ile yıl x genotip interaksiyonunun toplam verim üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Araştırmanın birinci yılında 485.6 kg/da olan ortalama toplam verim ikinci yıl önemli bir azalışla 251.9 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Toplam verim genetik yapının yanında başta iklim olmak üzere, çevre şartlarından da önemli ölçüde etkilenmekte (Ülker, 2008), bu nedenle yıllar arasında toplam verim bakımından önemli farklılıklar ortaya çıkabilmektedir.

İki yıllık ortalamalara göre Karacaşehir-90 (296.0 kg/da), IR1 (302.5 kg/da) ve KN 254 (304.7 kg/da) en düşük toplam verim değerlerine sahip olurken, KN 338 diğer bütün çeşit ve hatlardan önemli seviyede yüksek toplam verim değeri (476.1 kg/da) ile ön plana çıkmıştır. Diğer taraftan KN 303'e ait toplam verim (465.0 kg/da), KN 338, Göynük-98 ve Akman-98 hariç, diğer bütün çeşit ve hatlardan istatistiksel anlamda önemli seviyede yüksek bulunmuştur (Çizelge 8). Ayrıca, genel ortalamanın (368.8 kg/da) üstünde toplam verim değerine sahip olan KN 419 (381.1 kg/da) tescilli bütün çeşitlerle istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer almıştır. Ancak KN 69, IR4, KN 254 ve IR1 nolu hatlar tescilli çeşitlerle aynı grup içerisinde yer almakla birlikte toplam verim değerleri genel ortalamadan daha düşük olmuştur. İncelenen parametreler arasında hesaplanan korelasyon katsayıları, toplam verimin bitki boyu ile olumlu yönde önemli ilişki ( $r = 0.56^*$ ) içerisinde olduğunu göstermiştir. Korelasyon katsayıları ayrıca, bakteriyel hastalıklara hassasiyetin toplam verimi olumsuz yönde etkilediğini ve hassasiyetteki artışa bağlı olarak toplam verimin azaldığını ( $r = -0.55^*$ ) ortaya koymuştur.

Araştırmamızda olduğu gibi fasulye üzerine yapılan diğer çalışmalarda da genotipik etkinin bir sonucu olarak, toplam verim bakımından önemli varyasyonların bulunduğu rapor edilmektedir. Bozoğlu (1995), Samsun koşullarında 14 fasulye çeşit ve hattı kullanarak yaptığı çalışmada biyolojik verimin genotiplere bağlı olarak 407.0-694.6 kg/da arasında önemli değişim gösterdiğini ve ayrıca, araştırmamızda olduğu gibi, toplam verimin bitki boyu ile

pozitif yönde önemli ilişki içerisinde bulunduğunu tespit etmiştir. Ülker (2008), 19 fasulye genotipi kullanarak Konya'da iki farklı lokasyonda (Sarayönü ve Çumra) yürüttüğü çalışmada lokasyonların ortalaması olarak toplam verimin 456.3-1093.7 kg/da arasında geniş bir varyasyon gösterdiğini belirlemiştir. Yine Konya ekolojik koşullarında 16 fasulye genotipi kullanarak araştırma yapan Ceyhan ve ark. (2009) toplam verimin genotiplere bağlı olarak 322.2 kg/da ile 850.0 kg/da arasında olmak üzere önemli değişim gösterdiğini saptamışlardır.

### 3.12. Tane verimi

Tane verimi araştırmanın her iki yılında da genotiplerden önemli seviyede etkilenmiştir. Yılların birlikte analizi yıl ve genotip etkileri ile yıl x genotip interaksiyonunun tane verimi üzerinde önemli olduğunu göstermiştir. Araştırmanın ilk yılında ortalama 167.0 kg/da olan tane verimi ikinci yıl 99.4 kg/da olarak gerçekleşmiş ve yıllar arasında önemli bir farklılık meydana gelmiştir (Çizelge 8). Fasulyede tane verimi, iklim ve toprak faktörleri başta olmak üzere, çevre şartlarından oldukça fazla etkilenmekte (Anlarsal ve ark., 2000; Bozoğlu ve Gülümser, 2000; Ülker ve Ceyhan, 2008) ve bunun sonucu olarak, yıllar arasında tane verimi bakımından önemli farklılıklar ortaya çıkabilmektedir.

İki yıllık ortalamalara göre, KN 338'e ait tane verimi (195.4 kg/da), Kantar-05 (167.2 kg/da) hariç, diğer bütün çeşit ve hatlardan önemli seviyede yüksek olmuştur. Diğer taraftan KN 303, Göynük-98, Yakutiye-98, KN 419, Aras-98 ve Akman-98 tane verimi bakımından ikinci grubu oluşturmuş ve bu çeşit/hatlarda tane verimi 140.5 kg/da ile 150.9 kg/da arasında değişim göstermiştir. En düşük tane verimine ise Önceler-98 (92.4 kg/da), KN 69 (93.8 kg/da) ve Karacaşehir-90 (104.6 kg/da) sahip olurken, tane verimleri 116.1 ile 117.6 kg/da arasında değişen Elkoca-05, IR1, IR4 ve KN 254 çeşit/hatları da istatistiki olarak en düşük tane verimine sahip grup içerisinde yer almışlardır (Çizelge 8). Fasulyede tane veriminin çeşit ve genotiplere bağlı olarak önemli değişim gösterdiği yapılan pek çok araştırma sonucunda da rapor edilmiştir (Özçelik ve Gülümser, 1988; Bozoğlu, 1995; Düzdemir ve Akdağ, 2001; Ülker ve Ceyhan, 2008; Ceyhan ve ark., 2009; Varankaya, 2011).

Yaptığımız korelasyon analizi sonucunda, tane veriminin toplam verim ( $r = 0.74^{**}$ ) ve hasat indeksi ( $r = 0.70^{**}$ ) ile olumlu yönde önemli ilişki içerisinde olduğu, incelenen diğer verim unsurları ile ilişkisinin ise önemli olmadığı anlaşılmıştır. Bulgularımıza paralel olarak, Özçelik ve Gülümser (1988), Samsun ekolojik koşullarında 10 fasulye çeşit/hattı ile yaptıkları çalışmada tane verimi ile hasat indeksi ve sap verimi arasında pozitif ve önemli ilişki belirlemişler ve araştırmamızda olduğu gibi, tane verimi ile diğer özellikler arasında ise önemli bir ilişki bulunmadığını rapor etmişlerdir. Benzer şekilde, Samsun koşullarında 14 fasulye çeşit ve hattını kullanan Bozoğlu (1995) da tane veriminin toplam verim ve hasat indeksiyle olumlu yönde önemli ilişki içinde olduğunu saptamıştır. Bazı nohut çeşitlerinin Orta Anadolu koşullarına adaptasyonunu araştıran Bıçaksız ve Kayan (2011), yaptıkları korelasyon ve path analizlerinde tane verimine en önemli doğrudan

etkiyi biyolojik veriminin yaptığını ve ayrıca, diğer öğelerin de tane verimine biyolojik verim üzerinden dolaylı etkide bulunduğunu belirlemişlerdir. Wallace et al. (1993), fasulyede tane verimini belirleyen en önemli üç unsurun biyolojik verim, hasat indeksi ve vejetasyon süresi olduğunu bildirmişler ve fasulyede verim yönünden yapılacak seleksiyonlarda bu üç özellik arasındaki ilişkiyi bilmenin önemli olduğuna vurgu yapmışlardır.

Deneme alanında yapılan gözlemlerde her iki yılda da bakteriyel yanıklık (*Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*), adi yaprak yanıklığı (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) ve hale yanıklığı (*Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola*) olmak üzere bakteriyel hastalıklar tespit edilmiştir (Resim 1, Çizelge 7). Adi yaprak yanıklığı ve hale yanıklığı fasulyenin en önemli hastalıkları arasında yer almakta ve şartlar uygun olduğunda tane veriminde önemli kayıplara neden olmaktadır (Dursun et al., 2002; Fourie 2002; Donmez et al., 2013). Nitekim araştırmamızda da hastalık şiddeti ile incelenen parametreler arasında yapılan korelasyon analizi sonucunda, bakteriyel hastalıklara hassasiyetin hem toplam verim ( $r = -0.55^*$ ) hem de tane verimini ( $r = -0.51^*$ ) olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir.

### 3.13. Hasat İndeksi

Hasat indeksi araştırmanın her iki yılında da genotiplerden önemli seviyede etkilenmiştir. Yılların birlikte analizine ait varyans analiz sonuçları gerek yıl ve genotip ve gerekse yıl x genotip interaksiyonunun hasat indeksi üzerine önemli etkide bulunduğunu ortaya

koymuştur. Çeşit ve hatların ortalaması olarak birinci ürün yılında %34.8 olan hasat indeksi, ikinci ürün yılında önemli bir artışla %39.0'a yükselmiştir. İki yıllık ortalamalara göre, Önceler-98 (%26.8), KN 69 (%29.2) ve Elkoca-05 (%31.2) en düşük hasat indeksine sahip olurken, Kantar-05 (%46.6), Aras-98 (%42.4), Yakutiye-98 (%40.8) ve KN 338 (%40.5) yüksek hasat indeksi değerleri ile ön plana çıkmışlardır (Çizelge 8). Ayrıca IR1, Göynük-98, KN 254 ve KN 419 da genel ortalamadan (%36.9) daha yüksek hasat indeksine sahip olmaları ile dikkati çekmişlerdir. Hesaplanan korelasyon katsayıları, olgunlaşma süresi uzadıkça hasat indeksinin azaldığını ( $r = -0.62^*$ ) ortaya koymuştur. Aynı ilişkinin varlığı Wallace et al. (1993) tarafından da rapor edilmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda da hasat indeksi Samsun ekolojik koşullarında %26-39 (Özçelik ve Gülümser, 1988), Tokat ekolojik koşullarında %23.9-46.0 (Düzdemir ve Akdağ, 2001) ve Konya ekolojik koşullarında ise % 21.2-40.1 arasında (Ceyhan ve ark., 2009) olmak üzere genotiplere bağlı olarak önemli değişim göstermiştir.

### 3.14. Tanenin fiziksel kalite özellikleri

Taneye ait çeşitli fiziksel kalite özellikleri açısından genotipler arasında önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. KN 303 nolu hat kuru ağırlık bakımından bütün çeşit ve hatlardan açık ara önde yer almıştır. Bu hattı KN 419 takip etmiş ve bu hat da diğer çeşit ve hatlardan önemli seviyede yüksek kuru ağırlık değerlerine sahip oluşuyla ön plana çıkmıştır. En düşük kuru ağırlık ise

Çizelge 8. Fasulye çeşit ve hatlarının toplam ve tane verimleri ile hasat indeksi değerleri

Genotip	Toplam verim (kg/da)			Tane verimi (kg/da)			Hasat indeksi (%)			
	2012	2013	Ortalama	2012	2013	Ortalama	2012	2013	Ortalama	
KN 338	609.7 a	342.5 a	476.1 a	256.1 a	134.8 ab	195.4 a	42.3 ab	38.7 bcd	40.5 abc	
Kantar-05	405.1 def	334.6 a	369.9 cd	179.3 bc	155.1 a	167.2 ab	44.3 a	46.6 ab	45.4 a	
KN 303	613.8 a	316.2 ab	465.0 ab	177.1 bc	124.7 abc	150.9 bc	29.0 def	39.5 bcd	34.2 def	
Göynük-98	532.7 abc	273.1 abc	402.9 bc	165.5 bc	133.6 ab	149.6 bcd	30.4 cdef	48.7 a	39.6 abcd	
Yakutiye-98	516.8 abcd	243.9 cd	380.4 c	182.7 b	113.0 abcd	147.8 bcd	35.5 abcde	46.1 ab	40.8 abc	
KN 419	520.9 abcd	241.2 cd	381.1 c	194.9 b	96.4 bcde	145.7 bcd	37.7 abcde	39.2 bcd	38.4 bcd	
Aras-98	429.3 cdef	256.9 bc	343.1 cde	166.3 bc	117.9 abcd	142.1 bcd	39.5 abc	45.2 ab	42.4 ab	
Akman-98	558.6 ab	243.6 cd	401.1 bc	196.3 b	84.6 cde	140.5 bcd	35.7 abcde	34.4 d	35.0 cdef	
KN 254	396.1 ef	213.3 cde	304.7 de	152.5 bcd	82.7 cde	117.6 cde	38.4 abcd	40.2 bcd	39.3 bcd	
IR4	511.0 abcde	161.7 e	336.4 cde	175.8 bc	58.6 e	117.2 cde	34.7 bcde	35.3 cd	35.0 cdef	
IR1	327.4 f	277.6 abc	302.5 de	114.9 d	119.2 abcd	117.1 cde	37.0 abcde	42.5 abc	39.7 abcd	
Elkoca-05	516.7 abcd	260.1 bc	388.4 c	151.4 bcd	80.8 cde	116.1 de	29.1 def	33.2 d	31.2 efg	
Karacaşehir-90	416.3 cdef	175.7 de	296.0 e	148.6 bcd	60.6 e	104.6 e	35.7 abcde	35.5 cd	35.6 cde	
KN 69	480.7 bcde	218.1 cde	349.4 cde	113.0 d	74.7 de	93.8 e	23.5 f	34.9 cd	29.2 fg	
Önceler-98	448.9 bcde	219.4 cde	334.2 cde	130.5 cd	54.2 e	92.4 e	28.9 ef	24.6 f	26.8 g	
Ortalama	485.6 a	251.9 b	368.8	167.0 a	99.4 b	133.2	34.8 b	39.0 a	36.9	
LSD	120.7	70.7	73.0	50.4	47.6	34.8	9.44	8.05	5.98	
LSD (Yıl x Gen.)	103.2			49.2			5.45			
VK (%)	14.9	16.8	17.2	18.1	18.6	18.4	16.2	12.4	14.0	
Varyas.Kay.				F değerleri						
Yıl				308.4**				113.4**	2.99**	5.17**
Genotip	3.79**	4.59**	4.4**	4.22**	3.64**	5.3**	14.94**			
Yıl x Genotip				2.6**				2.2**	5.85**	
** %1 ihtimal sınırında önemli.										



Karacaşehir-90 çeşidinde tespit edilmiştir. İncelenen karakterler arasında hesaplanan basit korelasyon katsayıları yaş ağırlık, su alma kapasitesi, kuru hacim, yaş hacim ve şişme kapasitesinin kuru ağırlıkla pozitif yönde çok önemli ( $r= 0,89-0,99$ ) ilişki içinde olduğunu ortaya koymuştur. Dolayısıyla kuru ağırlıkta olduğu gibi, bu parametrelerde de KN 303 ve KN 419 ilk sırada, Karacaşehir-90 ise en son sırada yer almıştır. Yapılan diğer çalışmalarda da bu parametrelerin kuru ağırlıkla çok yakın ilişkili olduğu belirlenmiştir (Kaur et al., 2005; Kınacı ve ark., 2008).

Su alma indeksi bir tanenin orijinal ağırlığına göre yüzde olarak ne kadar su aldığını, şişme indeksi ise şişen tohumların hacimlerinin orijinal hacimlerine göre ne kadar artış gösterdiğini ifade etmektedir. En yüksek su alma indeksi değerleri (%112.3-%116.0) Önceler-98, Yakutiye-98, Akman-98 çeşitleri ile KN 69 ve KN 338 nolu hatlarda belirlenmiştir. Diğer taraftan, Kantar-05 çeşidinin su alma indeksi (%76.3) diğer bütün çeşit ve hatlardan önemli seviyede düşük olmuştur. En yüksek şişme indeksi Yakutiye-98, Elkoca-05, Önceler-98, Göynük-98 çeşitleri ile KN 3303 nolu hatta belirlemiş, bu çeşit ve hatların yaş hacimleri kuru hacimlerine kıyasla iki katından biraz daha fazla artış göstermiştir. Su alma indeksinde olduğu gibi şişme indeksinde de Kantar-05 en alt sırada yer almıştır. Tane ağırlığına ilaveten kabuk kalınlığı, hücre duvarı yapısı, tohum bileşimi ve tohumdaki hücrelerin sıklığı gibi pek çok faktör baklagil tohumunun su emme özelliği üzerinde etkili olmaktadır (Müler, 1967; Sefa-Dedah, 1979). Bu durumu doğrular şekilde, hesapladığımız korelasyon katsayıları da bu iki özelliğin incelediğimiz diğer parametrelerle ilişkisinin önemli olmadığını, yani diğer parametrelerden bağımsız olduğunu göstermiştir.

#### 4. Sonuç

Çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Araştırmanın ilk yılı, ikinci yıldan daha yüksek miktarda yağış almış ve bu yağış vejetasyon periyodundaki aylara nispeten daha dengeli dağılmıştır. Buna ilaveten, toprak analizi sonuçları da organik madde, azot ve fosfor içeriğinin araştırmanın birinci yılında daha yüksek olduğunu göstermiştir. Yıllar arasında iklim ve toprak faktörleri bakımından ortaya çıkan bu farklılık, yıl etkisinin önemli önemli çıkmasına ve tane verimi ile pek çok verim unsurunun araştırmanın ikinci yılında önemli seviyede azalmasına neden olmuştur. Diğer taraftan, verim ve verim unsurları ile tanenin fiziksel kalite özelliklerinin tamamı genotiplerden önemli seviyede etkilenmiştir.

KN 338, araştırmada yer alan bütün tescilli çeşit ve hatlardan önemli seviyede yüksek tane verimine (195.4 kg/da) sahip olması ve erkenci oluşuyla (olgunlaşma süresi 110.2 gün) dikkat çekici bulunmuştur. Her iki yılda da hiçbir hastalık belirtisine rastlanmayan; tane verimi, toplam verim ve hasat indeksi değeri bakımından ilk sıralarda yer alan bu hat, aynı zamanda yüksek su alma indeksi değeri ile de oldukça ümitvar bulunmuştur.

KN 303 uzun bir olgunlaşma süresine (125.5 gün) sahip olmakla birlikte, her iki yılda da bakteriyel hastalıklara toleranslı bulunmuş ve tane verimi (150.9 kg/da) bakımından üst sıralarda yer almıştır. Uzun bitki boyu (50.5 cm) ve ilk bakla yüksekliği (18.3 cm) ile mekanik hasada uygun olduğu da belirlenen bu hat ayrıca, oldukça yüksek yüz tane ağırlığı (99.8 g) ve fiziksel kalite özellikleri ile ön plana çıkmıştır.

Çizelge 9. Fasulye çeşit ve hatlarında taneye ait bazı teknolojik değerler

Genotip	KA (g)	YA (g)	SAK (g/tane)	SAİ (%)	KH (ml)	YH (ml)	ŞK (ml/tane)	Şİ (%)
KN 338	37.9 ef	66.9 g	0.426 fg	1.127 a	34.7 d	59.7 h	0.370 ef	1.720 gh
Kantar-05	35.8 f	49.3 h	0.276 i	0.763 f	34.0 d	45.3 i	0.243 g	1.330 i
KN 303	110.3 a	224.7 a	1.144 a	1.037 cd	101.3 a	206.7 a	1.053 a	2.040 bc
Göynük-98	47.5 c	95.8 c	0.487 cde	1.027 d	40.3 c	85.7 cd	0.457 cd	2.127 ab
Yakutiye-98	46.6 c	96.4 c	0.536 bc	1.150 a	40.7 c	88.7 c	0.513 b	2.183 a
KN 419	59.1 b	109.5 b	0.555 b	0.937 e	53.7 b	100.7 b	0.517 b	1.877 ef
Aras-98	41.5 de	84.3 de	0.457 defg	1.093 abcd	36.0 d	71.7 f	0.383 ef	1.990 cd
Akman-98	29.1 g	55.3 h	0.332 h	1.140 a	27.3 e	49.3 i	0.283 g	1.803 fg
KN 254	39.0 ef	77.4 ef	0.432 fg	1.110 abc	35.3 d	67.7 fg	0.367 f	1.913 de
IR4	45.2 cd	88.4 cd	0.472 def	1.047 bcd	41.3 c	79.7 de	0.420 cde	1.927 de
IR1	46.1 c	80.6 de	0.475 def	1.030 d	42.7 c	72.0 ef	0.410 def	1.687 h
Elkoca-05	45.7 cd	94.7 c	0.509 bcd	1.117 ab	40.3 c	85.3 cd	0.467 bc	2.120 ab
Karacaşehir-90	17.8 f	35.7 i	0.179 j	1.027 d	17.3 f	30.7 j	0.133 h	1.767 gh
KN 69	38.0 ef	69.0 fg	0.439 efg	1.160 a	34.7 d	61.3 gh	0.377 ef	1.770 gh
Önceler-98	36.2 f	76.5 efg	0.406 g	1.123 a	34.0 d	69.7 f	0.360 f	2.050 bc
LSD	4.52	10.12	0.053	0.075	3.56	7.76	0.053	0.106
VK (%)	6.0	6.9	7.6	4.3	5.2	5.9	6.9	3.4

Varyas. Kay.

F değerleri

Genotip 169.87\*\* 150.62\*\* 101.96\*\* 15.51\*\* 226.81\*\* 221.74\*\* 143.25\*\* 34.83\*\*

KA: kuru ağırlık, YA: yaş ağırlık, SAK: su alma kapasitesi, SAİ: su alma indeksi, KH: kuru hacim, YH: yaş hacim, ŞK: şişme kapasitesi, Şİ: şişme indeksi

Barbunya tane tipinde olan KN 419 (145.7 kg/da), tescilli barbunya çeşitleri olan Kantar-05 (167.2 kg/da) ile benzer, Önceler-98'den (92.4 kg/da) ise daha yüksek tane verimine sahip olması ve Önceler-98 çeşidinden 12 gün daha erken olgunlaşmasıyla oldukça ümitvar bulunmuştur. Bu hat ayrıca, Kantar-05 ve Önceler-98'den daha uzun ilk bakla yüksekliği (18.9 cm), daha yüksek yüz tane ağırlığı (60.4 g), su alma ve şişme kapasitesi ile de dikkati çekmiştir.

Erkencilik yönünden ümitvar olan ancak, bakteriyel hastalıklara yüksek ya da orta seviyede hassasiyet gösteren ve düşük tane verimine sahip grup içerisinde yer alan KN 254, IR4 ve IR1 nolu hatlar ile hastalığa toleranslı olmakla birlikte önemli seviye düşük tane verimine (93.8 kg/da) sahip olan KN 69 nolu hattın mevcut ekolojik koşullar için uygun olmadığı anlaşılmıştır.

Bakteriyel hastalıklara toleranslı ya da orta derecede toleranslı; bölge için tescil ettirilmiş olan Aras-98 (142.1 kg/da) ve Yakutiye-98 (147.8 kg/da) ile benzer, Elkoca-05 (116.1 kg/da) çeşidinden ise daha yüksek tane verimine sahip olan Göynük-98 (149.6 kg/da) ve Akman-98 (140.5 kg/da) çeşitlerinin Erzurum ekolojik koşullarında yetiştirilebileceği anlaşılmıştır. Düşük tane verimine sahip olan Karacaşehir-90 (104.6 kg/da) çeşidinin ise Erzurum koşullarına diğer çeşitler kadar uygun olmadığı kanısına varılmıştır. Diğer taraftan barbunya tane tipindeki Önceler-98 çeşidi, barbunya tipindeki Kantar-05 (167.2 kg/da) çeşidi ile KN 419 nolu hattın (145.7 kg/da) hem istatistiki olarak önemli seviyede düşük tane verimine (92.4 kg/da) sahip olması ve hem de KN 419 nolu hattın 12 gün, Kantar-05 çeşidinden ise 26 gün daha geç olgunlaşması nedeniyle Erzurum ekolojik koşulları için ümitvar bulunmamıştır.

Sonuç olarak, başta verim ve hastalıklara tolerans olmak üzere, incelenen pek çok özellik yönünden üstün özellik gösteren KN 303, KN 419 ve KN 338 nolu hatlarda çalışmalara devam edilmesine ve bu hatların bölge verim denemelerine aktarılmasına karar verilmiştir.

## Kaynaklar

- Aboyami, Y.A., Adeyini, AM. 2005. Comparative germination responses of cowpea and maize genotypes of soil moisture content. *Agrosearch*, 7 (1-2): 34-42.
- Aggarwal, V.D., Singh, T.P. 1973. Genetic variability and interrelation in agronomic traits in kidney bean. *The Indian Journal of Agricultural Science*, 43(9): 845-848.
- Anlarsal, A.E., Yücel, C., Özveren, D. 2000. Çukurova koşullarında bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde tane verimi ve verimle ilgili özellikler ile bu özellikler arası ilişkilerin saptanması. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24: 19-29.
- Anonim, 2001. Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı. Yemelik Tane Baklagiller. T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, Ankara.
- Bıçaksız, Y., Kayan, N. 2011. Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin Orta Anadolu koşullarına adaptasyonu. Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı, 2231-2238, 27-30 Nisan, Eskişehir.
- Bozoğlu, H. 1995. Kuru fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) bazı tarımsal özelliklerin genotip x çevre interaksyonu ve kalıtım derecelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Doktora tezi.

- Endokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bil. Enst. Samsun.
- Bozoğlu, H., Gülümser, A. 2000. Kuru fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) bazı tarımsal özelliklerin genotip çevre interaksyonları ve stabiliteilerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24: 211-220.
- Bozoğlu, H., Sözen, Ö. 2007. Some agronomic properties of the local population of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) of Artvin province. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31: 327-334.
- Ceyhan, E., Önder, M., Kahraman, A. 2009. Fasulye genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23 (49): 67-73.
- Çiftçi, C.Y., Şehirli, S. 1984. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde değişik özelliklerin fenotipik ve genotipik farklılıkların saptanması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No: TB 4, Ankara.
- Dickson, M.H., Boetger, M.A. 1984. Emergence, growth and blossoming of bean (*Phaseolus vulgaris*) at suboptimal temperatures. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 109: 257-260.
- Donmez, M.F., Sahin, F., Elkoca, E. 2013. Identification of bean genotypes from Turkey resistance to common bacterial blight and halo blight diseases. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*, 12(4): 139-151.
- Dumlu, B. 2009. Kuzey Doğu Anadolu Bölgesinden toplanan 23 fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotipinin fenolojik ve morfolojik karakterizasyonu. Yüksek lisans tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bil. Enst. Erzurum.
- Dursun, A. 1999. Erzincan'da yaygın olarak yetiştirilen "Yalancı Dermason" fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) populasyonunun seleksiyon yoluyla ıslahı. Doktora tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bil. Enst. Erzurum.
- Dursun A., Dönmez M. F., Şahin F. 2002. Identification of resistance to common bacterial blight disease on bean genotypes grown in Turkey. *European Journal of Plant Pathology*, 108: 811-813.
- Düzdemir, O., Akdağ, C. 2001. Türkiye kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) gen kaynaklarının karakterizasyonu. II: Verim ve diğer bazı özellikler. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1): 101-105.
- Elkoca, E., Kantar, F. 2004. Erzurum ekolojik koşullarına uygun erkenci ve yüksek verimli kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(3-4): 137-142.
- Elkoca, E., Kantar, F. 2005. Erkenci ve yüksek verimli iki yeni fasulye çeşidi: Kantar-05 ve Elkoca-05. *Türkiye 2. Tohumculuk Kongresi*, 226-229, 9-11 Kasım, Adana.
- FAO, 2013. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor> [Ulaşım: 23 Aralık 2014]
- Fourie, D. 2002. Distribution and severity of bacterial diseases on dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in South Africa. *Journal of Phytopathology*, 150: 220-226.
- Güneş, Z. 2011. Van-Gevaş'da ümitvar bulunan fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) hatlarında verim ve bazı verim öğelerinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bil. Enst. Van.
- Kaçar, O., Çakmak, F., Çöplü, N., Azkan, N. 2004. Bursa koşullarında bazı kuru fasulye çeşitlerinde (*Phaseolus vulgaris* L.) bakteri aşılama ve değişik azot dozlarının verim ve verim unsurları üzerine etkisinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1): 207-218.
- Kantar, F., Elkoca, E. 2001. Bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinin kardinal ve toplam sıcaklık isteklerinin belirlenmesi. *Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt I Tahıllar ve Yemelik Tane Baklagiller*, 371-375, 17-21 Eylül, Tekirdağ.

- Kantar, F., Elkoca, E., Eken, C., Dönmez, M.F. 2010. Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh Vadisi'nde yetiştirilen kuru fasulye gen kaynaklarının toplanması ve değerlendirilmesi. TUBİTAK TOVAG 107O400 Nolu Proje Sonuç Raporu, Erzurum.
- Karakuş, M., Çiftçi, V., Toğay, Y., Toğay, N. 2005. Van-Gevaş koşullarında farklı sıra aralıklarının fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) verim ve bazı verim öğelerine etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 15(1): 57-62.
- Kaur, M., Singh, N., Sodhi, N.S. 2005. Physicochemical, cooking, textural and roasting characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. Journal of Food Engineering, 69: 511-517.
- Kınacı, G., Akın, R., Kınacı, E. 2008. Farklı sulama rejimlerinin kuru fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L.) fiziksel kalite özellikleri üzerine etkileri. C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 4.2: 179-186.
- Müler, F.M. 1967. Cooking quality of pulses. Journal of Science of Food and Agriculture, 18: 292-295.
- Önder, M., Şentürk, D., 1996. Ekim zamanlarının bodur kuru fasulye çeşitlerinde dane ve protein verimi ile verim unsurlarına etkisi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10 (3): 7-18.
- Özçelik, H., Gülümser, A. 1988. Bazı bodur fasulye (*P. vulgaris* L.) çeşitlerinde verim ve bazı verim öğeleri üzerine bir araştırma. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 3 (1): 99-108.
- Pekşen, E. 2005. Samsun koşullarında bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin tane verimi ve verimle ilgili özellikler bakımından karşılaştırılması. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (3): 88-95.
- Pekşen, E., Gülümser, A. 2005. Bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinde verim ve verim unsurları arasındaki ilişkiler ve path analizi. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (3): 82-87.
- Sefa-Dedah, S., Stanley, D.W. 1979. Textural implications of microstructure of legumes. Food Technology, 33: 77-83.
- Sezen, Y. 1991. Toprak Kimyası. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 127, Erzurum.
- Şehirali, S. 1980. Bodur fasulyede (*Ph. vulgaris* L. var. *nanus* Dekap) ekim sıklığının verimle ilgili bazı karakterler üzerine etkisi. AÜ Zir. Fak. Yayınları: 738, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 29, Ankara.
- Şehirali, S., Özçelik, H., Yorgancılar, Ö. 1994. Kuru tane olarak tüketilen bodur fasulye gen kaynaklarının karakterizasyonu üzerinde araştırma. 1. Tarla Bitkileri Kongresi, Bitki Islahı Bildirileri Cilt 2, 134-140, 25-29 Nisan, Bornova-İzmir.
- Taban, S. 2014. Gübrelemede yol gösterici olarak toprak analizleri ve önemi. <http://www.guzenlergubre.com.tr/Gubrelemede%20Yo%20Gosterici%20Toprak%20Analizi.pdf> [Ulaşım: 10 Aralık 2014]
- TUİK, 2013. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> [Ulaşım: 23 Aralık 2014]
- Ustaoglu, Y.N. 2008. Tescilli kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde çeşitli fenolojik dönemler için toplam sıcaklık isteklerinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bil. Enst. Erzurum.
- Ülker, M. 2008. Orta Anadolu ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bazı tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bil. Enst. Konya.
- Ülker, M., Ceyhan, E. 2008. Orta Anadolu ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (46): 77-89.
- Varankaya, S. 2011. Yozgat ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bil. Enst. Konya.
- Wallace, D.H., Baudoin J.P., Beaver, J.S., Coyne, D.P., Halseth, D.E., Masaya, P.N., Munger, H.M., Myers, J.R., Silbernagel, M., Yourstone, K.S., Zobel, R.W. 1993. Improving efficiency of breeding for higher crop yield. Theoretical and Applied Genetics, 86 (1): 27-40.



### Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 154-159

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/anajas.2015.30.2.154-159



## Erkenci pamuk genotiplerinde verim ve erkencilik parametreleri arası ilişkilerin korelasyon ve path analizi ile belirlenmesi

Remzi Ekinci, Sema Başbağ\*

Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır

\*Sorumlu yazar/corresponding author: sbasbag@dicle.edu.tr

Geliş/Received 06/03/2015

Kabul/Accepted 25/07/2015

### ÖZET

Bu çalışma, 2011-2012 yıllarında, bazı erkenci pamuk genotiplerinin, verim ve verim parametrelerini belirlemek amacıyla, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanında, yürütülmüştür. Çalışmada 10 adet erkenci pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) genotipi (ADÜ Erkenci, BATEM Erkenci, Berke, Chirpan-632, Dicle-2002, Fantom, NP ÖZBEK100, NMCHBC1/4, OTBAŞ Erkenci ve Paum-15) bitki materyali olarak kullanılmıştır. Denemede kullanılan pamuk genotiplerinde çiçeklenme gün sayısı (gün), ilk el kütlü pamuk oranı (%), koza sayısı (adet/bitki), çırçır randımanı (%), tek koza kütlü ağırlığı (g) ve kütlü pamuk verimi (kg/da) özellikleri incelenmiştir. Çalışmada, incelenen tüm özelliklerde yıllar arasında fark saptanamaz iken, çiçeklenme gün sayısı, ilk el kütlü pamuk oranı, çırçır randımanı, tek koza kütlü ağırlığı ve kütlü pamuk verimi özellikleri yönünden materyal olarak ele alınan genotipler arasında, kütlü pamuk verimi özelliği yönünden ise yıl\*genotip arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu saptanmıştır. İki yıllık ortalamalara göre çiçeklenme gün sayısı yönünden Chirpan-632; kütlü pamuk verimi yönünden Berke, Dicle 2002 ve Fantom pamuk çeşitleri aynı grupta ve ilk sırada yer almıştır. Çalışmada, çiçeklenme gün sayısı ile ilk el kütlü pamuk oranı ( $r=0.6404^{**}$ ) arasında istatistiki olarak önemli ve pozitif ilişkiler saptanırken, kütlü pamuk verimi ve ilk el kütlü pamuk oranı arasında negatif; tek koza kütlü ağırlığı arasında pozitif ilişkiler saptanmıştır.

Anahtar Sözcükler:

Çeşit

Erkencilik

Korelasyon ve path analizi

Pamuk

Verim

Verim unsurları

### Determination of the relations between yield and earliness parameters by correlation and path coefficient analysis in early maturing cotton genotypes

### ABSTRACT

The aim of this study was carried out to determine yield and yield parameters of some early maturing cotton genotypes. Experiments were set up in randomized complete block design with three replications at the research area of Dicle University Agricultural Faculty during 2011-2012 growing seasons. In the study, ten early maturing cotton (*Gossypium hirsutum* L.) genotypes (ADÜ Erkenci, BATEM Erkenci, Berke, Chirpan-632, Dicle-2002, Fantom, NP ÖZBEK100, NMCHBC1/4, OTBAS Erkenci and Paum-15) were used as material. First flowering date, first picking rate, ginning percentage, boll weight, seed cotton yield traits were investigated on genotypes used as material. According to the results, no statistical differences were found among the cotton genotypes. Statistical differences were in terms of first flowering date, first picking rate, ginning percentage, boll weight and seed cotton yield among the cotton genotypes and years x genotype interaction was statistically significant regarding seed cotton yield. Averaging of two years, Chirpan-632 was determined as the earlier variety. In terms of first flowering date compared to the first two annual averages Chirpan-632; in terms of seed yield Berke, Dicle 2002 and Fantom cotton varieties were included in the first and same group. There was statistically significant and positive relationship between first picking percentage and first flowering date ( $r = 0.6404^{**}$ ) while negative relationship was between cotton seed yield and first picking rate. Cotton seed yield and boll weight were positively correlated with each other.

Keywords:

Variety

Earliness

Correlation and path coefficient analysis

Cotton

Yield

Yield components

## 1. Giriş

Erkencilik, yetiştiriciliği yapılan genotipin, daha hızlı bir gelişme ve olgunlaşabilme özelliği olarak tanımlanabilir. Erken olgunlaşma; genetik yapıya, kültürel uygulamalara ve çevresel etmenlere göre ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle, erkencilikte, erkenci çeşit veya genotipler üzerinde durulmalıdır. Kesin (absolute) erkencilik ve göreceli (relative) erkencilik olmak üzere iki farklı tanımlama mevcuttur (Bölek ve ark., 2007). Pamuk bitkisinde erkencilik özelliğinin saptanmasına yönelik olarak, ekim- çiçeklenme gün sayısı ve ilk meyve dalı boğum sayısı en çok uygulanan erkencilik parametreleridir (Gençer ve Yelin, 1983; Ray ve Richmond, 1966; Low ve ark., 1969; Munro, 1971; Iqbal ve ark., 2003; Basbağ, 1999). Erkencilik bitkinin ekimden itibaren daha kısa sürede çiçeklenmeye başlaması, hızlı olgunlaşması ve verim potansiyeline ulaşması olarak bilinmekle birlikte, ilk hasatta elde edilen ürünün, toplam üründeki payının yüksek olması olarak da tanımlanmaktadır (Poehlman ve Slexer, 1995). Ancak, bazı araştırmacılar erkencilik ve lif kalite parametreleri arasındaki genetik bağlantıdan dolayı (linkage) bu özellikleri birlikte iyileştirmenin güç olduğunu (Braden ve Smith, 2004); hem verimli hem de teknolojik özellikleri üstün ve erkenci bir pamuk genotipinin elde edilemeyeceğini (Kaynak ve ark., 2000; Karademir ve ark., 2007) bildirmişlerdir.

Korelasyon katsayıları, ıslahta seleksiyon çalışmalarında kullanılmaktadır. Korelasyon katsayıları daha çok birbirinden bağımsız karakterler arasındaki ilişkileri ortaya koymaktadır. Bu neden ile kütlü pamuk verimini arttırabilmek amacıyla verim öğeleri dikkate alınarak yapılacak seleksiyon çalışmalarında korelasyon katsayısının tek başına yeterli olamamaktadır. Başarılı bir seleksiyon çalışması yapmak amacıyla, kütlü pamuk verimini belirleyen özelliklerin doğrudan ve dolaylı etkilerinin iyi bilinmesi mutlak gereklidir (Khan ve ark., 2007; Ahmad ve ark., 2008). Wright (1921) tarafından geliştirilen "Path Analizi" popülasyon genetiği çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Dewey ve Lu (1959), path analizi olarak bilinen kısmi regresyon analizi yönteminin temel özelliklerini ve bitkisel çalışmalardaki uygulama şeklini ilk kez açıklamıştır. Pamukta erkencilik ve agronomik özelliklerin doğrudan ve dolaylı etkileri ile ilgili yürütülen benzer çalışmalarda, erkencilik özelliklerinin kütlü pamuk verimine etkileri negatif olurken, verim kriterlerinin direk ve dolaylı etkileri pozitif olarak belirlenmiştir (Sumathi ve Nadarajan, 1995; Khan ve ark., 2000; DeGui ve ark., 2003; Wang ve ark., 2004; Mendez-Natera, 2012)

Bu çalışma, erkenci pamuk genotiplerinin bazı verim ve erkencilik parametrelerini incelenmek, Diyarbakır ekolojik koşullarına adapte olabilecek, geç ilkbahar yağışlarının neden olduğu geciken ekimlere uygun, erken sonbahar yağışlarından etkilenmeyecek düzeyde erkenci pamuk genotiplerini belirleyebilmek, verim ve erkencilik özellikleri arasındaki doğrudan ve dolaylı ilişkileri korelasyon ve path katsayıları ile belirleyerek ileride yapılacak olan ıslah çalışmalarının seleksiyon aşamalarına yardımcı olabilmek amacıyla yürütülmüştür.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışma, Diyarbakır ekolojik koşullarında Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanında yürütülmüştür. Çalışmada, erkencilik özellikleri yönü ile ön plana çıkan *Gossypium hirsutum* L. türüne ait ADÜ Erkenci, BATEM Erkenci, Berke, Chirpan-632, Dicle-2002, Fantom, NP ÖZBEK100, NMCHBC1/4, OTBAŞ Erkenci ve Paum-15 genotipleri materyal olarak kullanılmıştır.

Denemenin yürütüldüğü Diyarbakır ili, yazları sıcak ve kurak, kışları ılıman bir iklime sahiptir. Uzun yıllar iklim verileri incelendiğinde yıllık ortalama yağışın, 491 mm olduğu, bu yağış miktarının büyük bir bölümünün kış ve erken ilkbaharda olduğu bilinmektedir. Yıllık en yüksek sıcaklık 22.5oC, ortalama sıcaklık 15.8oC, en düşük sıcaklık ise 8.8oC'dir (Anonymous, 2012).

Deneme, tesadüf blokları deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak 2011-2012 yıllarında yürütülmüştür. Parseller, 12 m uzunluğunda, 4 sıradan (SA: 70 cm ve SÜ: 20-25 cm.) oluşturulmuştur. Ekim 3 Mayıs (2011) ve 5 Mayıs (2012) tarihlerinde mibzerle yapılmıştır. Deneme alanına, 14 kg/da saf azot ve 8 kg/da saf fosfor uygulanmıştır, azotun yarısı ile fosforun tamamı ekim esnasında, azotun geri kalan bölümü ise ilk sulama öncesinde banda uygulanmıştır. Deneme, 8 kez kırık sulama yöntemi ile sulanmıştır. Hasat elle yapılarak iki defada tamamlanmıştır. Deneme süresince 3 kez el, 4 kez makine ile çapalama yapılmış, sulamalar, damla sulama yöntemi ile yapılmıştır. İlk el hasat, 2011 yılı için 26 Eylül, 2012 yılında ise 28 Eylül, ikinci el hasa ise 2011 yılı için 25 Ekim, 2012 yılı için 24 Ekim tarihlerinde elle ile yapılmıştır.

Araştırmada elde edilen veriler, JMP 7.0 (Copyright © 2007 SAS Institute Inc.) paket programı kullanılarak, tesadüf blokları deneme desenine göre analiz edilmiş; sonuçlar, F testi ile irdelenmiş; ortalamalar, LSD testi uyarınca gruplandırılmıştır. Yöntemleri uyarınca saptanan veriler, korelasyon ve path katsayıları Dewey ve Lu (1959)'nun belirttiği formüller yardımı TarPOGEN (Özcan ve Açıköz, 1999) paket programı ile hesaplanmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada incelenen özelliklere ilişkin varyans analiz değerleri Çizelge 1'de; çiçeklenme gün sayısı, ilk el kütlü pamuk oranı ve koza sayısı özelliklerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar Çizelge 2'de, çırçır randımanı, tek koza kütlü ağırlığı ve kütlü pamuk verimi özelliklerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar Çizelge 3'de verilmiştir. İncelenen özelliklere ilişkin korelasyon katsayıları, Çizelge 4'de; kütlü pamuk verimine incelenen özelliklerin doğrudan ve dolaylı etkilerine ilişkin path katsayıları ve % katkı payları ise Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 1'den, incelenen tüm özelliklerde yıllar arasında fark saptanamaz iken, çiçeklenme gün sayısı, ilk el kütlü pamuk oranı, çırçır randımanı, tek koza kütlü ağırlığı ve kütlü pamuk verimi özellikleri yönünden materyal olarak ele alınan genotipler arasında % 1 düzeyinde, kütlü pamuk

Çizelge 1. İncelenen özelliklere ilişkin varyans analiz değerleri

Varyasyon Kaynakları	SD	Çiçeklenme Gün Sayısı	İlk El Kütlü Pamuk Oranı	Koza Sayısı	Çırçır Randımanı	Tek Koza Kütlü Ağırlığı	Kütlü Pamuk Verimi
Yıl	1	0.14578	0.87356	10.3747	0.02438	0.01026	3411.92
Hata1	6	0.92248	2.88169	1.75315	3.19953	0.1663	1369.41
Genotip	9	101.663 **	203.895 **	2.24414	21.7759 **	1.03867 **	2827.86 **
Yıl*Genotip	9	0.19074	1.70393	0.60794	0.0395	0.001	699.997 *
Hata2	54	6.9063	2.9651	1.4443	2.76223	0.2977	321.43
DK (%)		4.06	1.93	11.09	4.13	11.46	6.24

\*: % 5; \*\*: %1 düzeyinde istatistiki olarak önemli; SD: Serbestlik Derecesi; DK: Değişim Katsayısı

Çizelge 2. Çiçeklenme gün sayısı, ilk el kütlü pamuk oranı ve koza sayısı özelliklerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar

Genotipler	Çiçeklenme Gün Sayısı (gün)			İlk El Kütlü Pamuk Oranı (%)			Koza Sayısı (adet/bitki)		
	2012	2013	Ort.	2012	2013	Ort.	2012	2013	Ort.
ADÜ Erkenci	67.25	67.25	67.25 ab	89.45	89.28	89.37 de	11.29	10.54	10.91
BATEM									
Erkenci	66.25	66.21	66.23 bc	88.37	88.22	88.30 ef	9.93	9.72	9.82
Berke	66.00	66.46	66.23 bc	86.98	86.72	86.85 fg	11.61	10.80	11.21
Chirpan-632	58.00	57.94	57.97 e	94.43	96.69	95.56 a	10.88	10.83	10.86
Dicle-2002	68.50	68.09	68.30 a	77.68	77.00	77.34 h	11.26	10.61	10.93
Fantom	60.25	60.31	60.28 d	93.13	94.46	93.79 b	11.54	10.50	11.02
NP ÖZBEK-100	65.75	65.37	65.56 c	85.56	85.36	85.46 g	10.50	9.93	10.21
NMCHBC1/4	67.50	67.80	67.65 a	90.73	90.26	90.49 cd	11.11	10.50	10.80
OTBAŞ									
Erkenci	66.50	66.13	66.31 bc	90.59	90.41	90.50 cd	11.04	10.59	10.82
Paum-15	61.25	60.84	61.04 d	91.01	91.60	91.31 c	12.83	10.77	11.80
Ortalama	64.73	64.64	64.68	88.79	89.00	88.90	11.20	10.48	10.84
LSD <sub>0.05</sub> Yıl									
LSD <sub>0.05</sub> Genotip		1.15			1.73				
LSD <sub>0.05</sub> Yıl*Genotip									

verimi özelliği yönünden ise yıl\*genotip arasında % 5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu izlenebilmektedir.

### 3.1. Çiçeklenme gün sayısı (gün)

Genotiplere ait çiçeklenme gün sayılarının, 57.94 gün (Chirpan-632) ile 68.50 gün (Dicle-2002) arasında değişim gösterdiği; genotiplere ait ortalama değer 64.68 gün olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Yıllar ve yıl\*genotip arasında farklılıklar istatistiki olarak önemli olmayıp, genotipler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (Çizelge 1). Dicle 2002 ve ADÜ Erkenci genotipleri en yüksek değer elde edildiği grubu oluştururken, Chirpan-632 genotipi en düşük değer elde edildiği grubu oluşturmuştur (Çizelge 2).

### 3.2. İlk el kütlü pamuk oranı (%)

Genotiplere ait ilk el kütlü pamuk oranı değerleri, % 77.00 (Dicle-2002) ile % 96.69 (Chirpan-632) arasında değişim gösterdiği; genotiplere ait ortalama değer %88.90 olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Yıllar ve yıl\*genotip arasında farklılıklar istatistiki olarak önemli olmayıp, genotipler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir

(Çizelge 1). Chirpan-632 genotipi en yüksek değer elde edildiği grubu oluştururken, Dicle-2002 genotipi en düşük değer elde edildiği grubu oluşturmuştur (Çizelge 2).

### 3.3. Koza sayısı (adet/bitki)

Genotiplere ait koza sayısı değerleri 9.72 adet (BATEM erkenci) ile 12.83 adet (Paum-15) arasında değişim gösterdiği; genotiplere ait ortalama değer 10.84 adet olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Yılların, Genotiplerin ve yıl\*genotip arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli olmadığı görülmektedir (Çizelge 1).

### 3.4. Çırçır randımanı (%)

Genotiplere ait çırçır randımanı değerlerinin, % 36.81 (Chirpan-632) ile % 42.13 (NMCHBC1/4) arasında değişim gösterdiği; genotiplere ait ortalama değer ise % 40.25 olduğu Çizelge 3'den görülmektedir. Yıllar ve yıl\*genotip arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli olmayıp, genotipler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Çırçır randımanı yönünden ADÜ erkenci, Dicle 2002, Fantom, NP ÖZBEK100, NMCHBC1/4 ve OTBAŞ erkenci genotipleri, en yüksek

Çizelge 3. Çırcır randımanı, tek koza kütlü ağırlığı ve kütlü pamuk verimi özelliklere ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar

Genotipler	Çırcır Randımanı (%)			Tek Koza Kütlü Ağırlığı (g)			Kütlü Pamuk Verimi (kg/da)		
	2012	2013	Ortalama	2012	2013	Ortalama	2012	2013	Ortalama
ADÜ Erkenci	41.14	41.41	41.27 a	4.64	4.68	4.66 b	287.68 bcde	273.40 defg	280.54 cd
BATEM									
Erkenci	38.82	38.76	38.79 c	4.75	4.73	4.74 b	257.24 fgh	248.80 gh	253.02 e
Berke	39.14	39.31	39.23 bc	4.83	4.83	4.83 b	317.51 a	296.99 abcd	307.25 a
Chirpan-632	36.81	36.94	36.87 d	4.57	4.59	4.58 b	266.39 efgh	241.45 h	253.92 e
Dicle-2002	40.54	40.40	40.47 ab	4.98	5.03	5.00 ab	311.72 ab	302.32 abc	307.02 a
Fantom	41.88	42.02	41.95 a	5.03	5.03	5.03 ab	319.66 a	297.11 abcd	308.39 a
NP ÖZBEK-100	41.33	41.17	41.25 a	5.37	5.39	5.38 a	300.59 abc	299.27 abc	299.93 ab
NMCHBC1/4	42.12	42.13	42.13 a	4.75	4.79	4.77 b	296.83 abcd	286.11 cde	291.47 abc
OTBAŞ									
Erkenci	41.10	41.10	41.10 a	4.62	4.66	4.64 b	281.07 cdef	284.54 cde	282.81 bcd
Paum-15	39.44	39.42	39.43 bc	3.97	4.01	3.99 c	299.06 abc	277.14 cdef	280.10 d
Ortalama	40.23	40.27	40.25	4.75	4.77	4.76	293.77	280.71	287.24
LSD <sub>0.05</sub> Yıl									
LSD <sub>0.05</sub> Genotip		1.67			0.55			17.97	
LSD <sub>0.05</sub>								25.42	

değerin elde edildiği grubu oluştururken, Chirpan-632 genotipi en düşük değer elde edildiği grubu oluşturmuştur (Çizelge 3).

### 3.5. Tek koza kütlü ağırlığı (g)

Genotiplere ait tek koza kütlü ağırlığı değerlerinin, 3.97 g (Paum-15) ile 5.39 g (NP ÖZBEK100) arasında değişim gösterdiği; genotiplere ait ortalama değer 4.76 g olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Yılların ve yıl\*genotip arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı, genotipler arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Tek koza kütlü ağırlığı yönünden Dicle 2002, Fantom ve NP ÖZBEK100 genotipleri en yüksek değer elde edildiği grubu oluştururken, Paum-15 genotipi en düşük değer elde edildiği grubu oluşturmuştur (Çizelge 3).

### 3.6. Kütlü pamuk verimi (kg/da)

Genotiplere ait kütlü pamuk verimi değerlerinin, 241.45 kg/da (Chirpan-632) ile 319.66 kg/da (Fantom) arasında değişim gösterdiği; genotiplere ait ortalama değer 287.24 kg/da olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Yıllar arasında farklılıklar istatistiki olarak önemli olmayıp, genotipler ve

yıl\*genotip arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Berke, Dicle 2002, Fantom, NP ÖZBEK100 ve NMCHBC1/4 genotipleri en yüksek değer elde edildiği grubu oluştururken, Chirpan-602 ve BATEM erkenci genotipleri en düşük değer elde edildiği grubu oluşturmuştur. 2012 yılında Berke, Dicle-2002, Fantom, NP ÖZBEK100, NMCHBC1/4 ve Paum-15 genotipleri ile 2013 yılında Berke, Dicle-2002, Fantom, NP ÖZBEK100 ve NMCHBC1/4 genotipleri en yüksek kütlü pamuk verimin elde edildiği grubu oluşturmuştur (Çizelge 3). Paum-15 genotipi 2012 yılında en yüksek kütlü pamuk veriminin elde edildiği grupta yer alırken, 2013 yılında en yüksek kütlü pamuk verimin elde edildiği grupta yer alamamaktadır. Bu durum, yıllar içerisinde oluşan çevre değişiminin genotipler üzerindeki etkilerinin farklı olduğu yargısını güçlendirmektedir.

Çizelge 4'den çiçeklenme gün sayısı ile ilk el kütlü pamuk oranı ( $r=0.6404^{**}$ ) arasında % 1 düzeyinde istatistiki olarak önemli ve pozitif ilişkiler saptanırken; çiçeklenme gün sayısı ile çırcır randımanı ( $r=0.3287^{**}$ ) arasında % 1 düzeyinde istatistiki olarak önemli negatif ilişkiler saptanmıştır.

Koza sayısı ile kütlü pamuk verimi ( $r=0.5131^{**}$ ) arasında istatistiki olarak % 1 önem seviyesinde pozitif ilişkiler; tek koza kütlü ağırlığı ( $r=-0.6797$ ) arasında ise % 1

Çizelge 4. İncelenen özellikler arası ikili ilişkilere ait korelasyon değerleri

İncelenen Özellikler	ÇGS	KS	KPV	İEKPO	ÇR
Çiçeklenme Gün Sayısı					
Koza Sayısı	-0.1463				
Kütlü Pamuk Verimi	0.0894	0.5131**			
İlk El Kütlü Pamuk Oranı	0.6404**	0.0716	-0.2327*		
Çırcır Randımanı	-0.3287**	0.0357	0.1587	-0.1527	
Tek Koza Kütlü Ağırlığı	0.1804	-0.6797**	0.2255*	-0.2364*	0.0557

ÇGS: Çiçeklenme Gün Sayısı; KSAY: Koza Sayısı; KPV: Kütlü Pamuk Verimi; İEKPO: İlk El Kütlü Pamuk Oranı; ÇR: Çırcır Randımanı; TKKA: Tek Koza Kütlü Ağırlığı



düzeyinde önemli ancak negatif ilişkiler belirlenmiştir. Koza sayısı özelliği ile İlk el kütlü pamuk oranı ve çırçır randımanı özellikleri arasında istatistiki olarak önemli ilişkilere rastlanmamıştır (Çizelge 4). Koza sayısı ile tek koza kütlü ağırlığı arasında negatif ve istatistiki olarak önemli sonuçların bulunması, pamuk genotiplerinde koza sayısı arttıkça koza kütlü ağırlığının azalabileceği kanısını oluşturmuştur. Elde edilen sonuçlar, pamukta özellikler arası ilişkilerde koza sayısının verimi olumlu yönde etkilediğini bildiren Sumathia ve Nadarajan (1995) ve Manimaran (1999); Mendez-Natera ve ark.(2012)'nin bulguları ile benzerlik göstermiştir.

Kütlü pamuk verimi ile ilk el kütlü pamuk oranı ( $r=-0.2327^*$ ) arasında istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli ve negatif ilişkiler; tek koza kütlü ağırlığı ( $r=0.2255^*$ ) arasında ise % 1 düzeyinde önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Pamukta kütlü pamuk verimi ve koza sayısı arasında pozitif ilişkiler belirleyen Sumathi ve Nadarajan (1995); Mendez-Natera ve ark. (2012)'nin bulguları,

bulgularımızı destekler niteliktedir (Çizelge 4). Kütlü pamuk verimi ile ilk el kütlü pamuk oranı arasında negatif ve önemli ilişkilerin saptanması, erken olgunlaşarak hasada gelen pamuk genotiplerinde verimin düşük olabileceği kanaatini oluşturmuştur. Bulgularımız, erkencilik özellikleri ve verim arasında negatif ilişkiler saptayan Khan ve ark. (2000); DeGui ve ark. (2003)'ün bulgularına benzerlik göstermektedir.

İlk el kütlü pamuk oranı ile tek koza kütlü ağırlığı ( $r=-0.2364^*$ ) arasında istatistiki olarak % 1 önem seviyesinde önemli negatif ilişkiler belirlenirken çırçır randımanı arasında ilişkilerin ise istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). İlk el kütlü pamuk oranı ile tek koza kütlü ağırlığı arasında negatif önemli ilişkilerin saptanması, ilk el kütlü pamuk oranı yüksek olan erkenci pamuk genotiplerinde tek koza kütlü ağırlığı ve verime negatif olarak yansımaları görüşünü güçlendirmiştir (Khan ve ark. 2000; DeGui ve ark. 2003).

Çizelge 5. Kütlü pamuk verimine incelenen özelliklerin doğrudan ve dolaylı etkilerine ilişkin path katsayıları ve katkı payları (%)

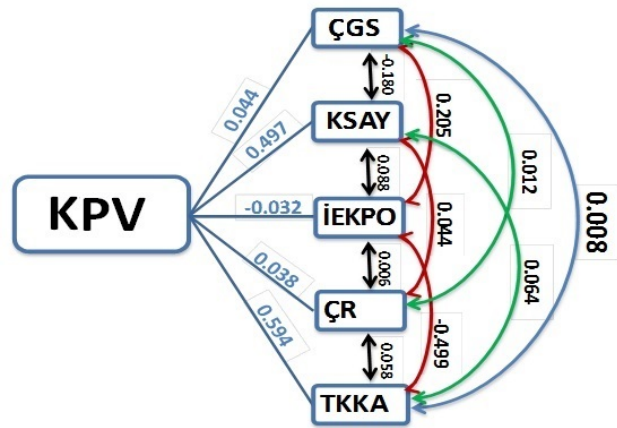
İncelenen Özellikler	ÇGS	KSAY	İEKPO	ÇR	TKKA
Çiçeklenme Gün Sayısı (ÇGS)	0.044 (%9.87)	-0.180 (%0.33)	0.205 (%6.94)	0.012 (%9.19)	0.008 (%0.42)
Koza Sayısı (KSAY)	0.180 (%40.04)	0.497 (%63.07)	0.088 (%21.58)	0.044 (%27.46)	0.064 (%44.09)
İlk El Kütlü Pamuk Oranı (İEKPO)	0.205 (%5.83)	0.088 (%0.15)	-0.032 (%9.99)	0.006 (%3.93)	-0.499 (%0.01)
Çırçır Randımanı (ÇR)	0.012 (%2.65)	0.044 (%0.07)	0.006 (%1.35)	0.038 (%22.84)	0.058 (%0.11)
Tek Koza Kütlü Ağırlığı (TKKA)	0.008 (%41.61)	0.064 (%36.38)	-0.499 (%60.15)	0.058 (%36.59)	0.594 (%54.88)
	0.0894 (%100)	0.5131 (%100)	-0.2327 (%100)	0.1587 (%100)	0.2255 (%100)

Çizelge 5'den ve Şekil 1'den çiçeklenme gün sayısının kütlü pamuk verimi üzerine doğrudan etkisi olumlu ( $p=0.044$ ) ancak etki payı (%9.87) düşük bulunmuştur. Çiçeklenme gün sayısından en yüksek dolaylı etkiyi, tek koza kütlü ağırlığı ( $p=0.008$  % 41.04) ile koza sayısı  $p=0.180$  %40.04) oluşturmuştur. Bulgularımız, Khan ve ark. (2000); DeGui ve ark. (2003)'ün bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Koza sayısının kütlü pamuk verimi üzerine doğrudan etkisinin olumlu ( $p=0.497$ ) ve etki payının (%63.07) çok yüksek olduğu belirlenmiştir. Koza sayısı üzerinden kütlü pamuk verimine en yüksek dolaylı etkiyi ise tek koza kütlü ağırlığı (0.064 %36.38) oluştururken, çırçır randımanı, ilk el kütlü pamuk oranı pozitif; çiçeklenme gün sayısı negatif ancak çok düşük düzeylerde dolaylı etkide bulunmuştur.

İlk el kütlü pamuk oranının, kütlü pamuk verimi üzerine doğrudan etkisinin negatif ( $p=-0.032$ ) ve etki payının %9.99 olduğu belirlenmiştir. İlk el kütlü pamuk oranı üzerinden kütlü pamuk verimine en yüksek negatif dolaylı etkiyi tek koza kütlü ağırlığı ( $p=-0.499$  %60.15) oluştururken, bitkideki koza sayısının kütlü verimine dolaylı olumlu ( $p=0.088$ ) etkisi % 21.58 olarak belirlenmiştir. Erkencilik özelliğinin kütlü pamuk verimine etkilerini olumsuz yönde belirleyen Josta ve Cothren (2000) ve Badr (2003)'ün bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Çırçır randımanının kütlü pamuk verimi üzerine doğrudan etkisi olumlu ( $p=0.038$ ) etki payı %22.84 olarak bulunmuştur. Çırçır randımanı üzerinden en yüksek dolaylı



ÇGS: Çiçeklenme Gün Sayısı; KSAY: Koza Sayısı; KPV: Kütlü Pamuk Verimi; İEKPO: İlk El Kütlü Pamuk Oranı; ÇR: Çırçır Randımanı; TKKA: Tek Koza Kütlü Ağırlığı

Şekil 1. Kütlü pamuk verimine incelenen özelliklerin doğrudan ve dolaylı etkilerine ilişkin path katsayıları ve katkı payları (%)

etkiyi, tek koza kütlü ağırlığı ( $p=0.058$  % 36.59) ile koza sayısı  $p=0.044$  %27.46) oluşturmuştur.

Tek koza kütlü ağırlığının kütlü pamuk verimi üzerine doğrudan etkisinin olumlu ( $p=0.497$ ) ve etki payının (%54.88) yüksek olduğu belirlenmiştir. Tek koza kütlü ağırlığı üzerinden kütlü pamuk verimine en yüksek dolaylı



etkiyi ise koza sayısı (0.064 %44.09) oluştururken, çırçır randımanı, çiçeklenme gün sayısı pozitif, ilk el kütlü pamuk oranı negatif ancak çok düşük düzeylerde dolaylı etkide bulunmuştur.

#### 4. Sonuç

Bu çalışma, erkenci pamuk genotiplerinin verim ve erkencilik parametrelerini incelenmek, Diyarbakır ekolojik koşullarına adapte olabilecek, geç ilkbahar yağışlarının neden olduğu geciken ekimlere uygun erkenci pamuk genotiplerini belirlemek ve bu genotiplerde verim ve erkencilik özellikleri arasındaki doğrudan ve dolaylı ilişkileri korelasyon ve path katsayıları ile saptamak amacıyla yürütülen bu çalışmada; iki yıllık ortalamalara göre çiçeklenme gün sayısı yönünden Chirpan-632; kütlü verimi yönünden Berke, Dicle 2002 ve Fantom pamuk çeşitleri öne çıkan çeşitler olmuştur. Çalışmada, çiçeklenme gün sayısı ile ilk el kütlü pamuk oranı arasında istatistiki olarak önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Kütlü pamuk verimi ile ilk el kütlü pamuk oranı arasında negatif ve önemli ilişkilerin saptanması, erken olgunlaşarak hasada gelen pamuk genotiplerinde verimin düşük olabileceği sonucuna varılmıştır.

#### Kaynaklar

- Ahmad, W., Khan, N.U., Khalil, M.R., Parveen, A., Aimen, U., Saeed, M., Samiullah, Shah, S.A. 2008. Genetic variability and correlation analysis in upland cotton. *Sarhad. J. Agric. Res.*, 24: 573-580.
- Anonymous 2012. Diyarbakır Meteoroloji Müdürlüğü meteorolojik verileri.
- Badr, S.S.M. 2003. Evaluation of some Egyptian cotton varieties by the yield and seven methods of earliness of crop maturity measurements. *Egypt. J. Agric. Res.*, 81(2): 671-688.
- Başbağ, S. 1999. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Standart Pamuk Çeşitlerinden Sayar 314 ile Erkenci Ogosta 644 Çeşidinin F1, F2 ve Gerimelez Döl Kuşaklarında Verim, Kalite ve Erkencilik Kriterlerinin Kalıtımı. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Bölek, Y., Oğlakçı, M., Kılı, F. 2007. Pamukta (*Gossypium* spp.) erkenciliği belirleyen faktörler ve üretim planlaması. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 10(1): 116-125.
- Braden, C.A., Smith, C.W. 2004. Fiber length development in near-long staple upland cotton. *Crop Sci.*, 44:1553-1559.
- DeGui, Z., FanLing, K., QunYuan, Z., WenXin, L., FuXin, Y., NaiYin, X., Qinand, L., Kui, Z. 2003. Genetic improvement of cotton varieties in theYangtsevalley in China since 1950s. I. Improvement on yield and yield components. *Acta. Agron. Sinica.*, 29(2): 208-215.
- Dewey, D.R., Lu, K.H. 1959. A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. *Agronomy Journal*, 51: 515-518
- Gencer, O., Yelin, D. 1983. Pamuk Bitkisinde (*G. hirsutum* L.) Erkencilik Kriterlerinin Kalıtımı ve Verimle İlişkileri

- Üzerinde Bir Arastırma. T.C.Tarım ve Orman Bakanlığı, Bölge Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No: 40, Adana.
- Igbal, M., Chang, M.A., Jabbar, A., Igbal, M.Z. 2003. Inheritance of earliness and other characters in upland cotton. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 3(6): 585-590.
- Jost, P.H., Cothren, J.T. 2000. Growth and yield comparisons of cotton planted in conventional and ultra-narrow row spacing. *Crop Sci.*, 40(2): 430-435.
- Karademir, E., Karademir, Ç., Ekinci, R. 2007. Pamukta erkencilik, verim ve lif teknolojik özelliklerin kalıtımı. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*, 17(2): 67-72.
- Kaynak, M.A., Ünay, A., Özkan, İ., Başal, H. 2000. Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) erkencilik kriterleri ile önemli tarımsal ve kalite özelliklerinde heterotik etkilerin ve fenotipik ilişkilerin belirlenmesi. *Turk. J. Agric. For.*, 24: 105-111.
- Khan, N.U., Hassan, G., Kumbhar, M.B., Parveen, A., Aiman, U., Ahmad, W., Shahand, S.A., Ahmad, S. 2007. Gene action of seed traits and oil content in upland cotton (*G. hirsutum* L.). *Sabrao. J. Breed & Genet.*, 39: 17-30.
- Khan, N.U., Abro, H.K., Kumbhar, M.B., Hassan, G., Mahmood, G. 2000. Study of heterosis in upland cotton-II. Morphology and yield traits. *The Pak. Cottons*, 44: 13-23.
- Low, A., Hesketh, J., Muramoto, H. 1969. Some environmental effects on the varietal node number of the first fruiting branch. *Cotton Grow Rev.*, 40: 181-188.
- Manimimaran, R. 1999. Characterization of cotton genotypes and evaluation of their heterotic potential. M.Sc. (Agri). Thesis, T.N.A.U. Coimbatore.
- Méndez-Natera, J.R., Rondón, A., Hernándezand, J., Merazo-Pinto, J.F. 2012. Genetic studies in upland cotton. III. Genetic parameters, correlation and path analysis. *Sabrao. J. Breeding & Genetics*, 44(1): 112-128.
- Munro, J.M. 1971. An analysis of earliness in cotton. *Cotton Grow. Rev.*, 48: 28-41.
- Özcan, K., Açıkgöz, N. 1999. A statistical analysis program for population genetics. 3th The symposium of computer application for agriculture. Çukurova University, Adana, Turkey.
- Poehlman, J.M., Sleper, D.A. 1995. *Breeding Field Crops*. Iowa State University Press, p 378.
- Ray, L.L., Richmond, T.R. 1966. Morphological measures of earliness of crop maturity in cotton. *Crop Sci.*, 6: 527-531.
- Sumathi, P., Nadarajan, N. 1995. Character association and component analysis in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *J. Indian Soc. Cotton Improv.*, 19: 35-45.
- Wang, C., Isodaand, A., Wang, P. 2004. Growth and yield performance of some cotton cultivars in Xinjiang, China, an arid area with short growing period. *J. Agron. Crop Sci.*, 190: 177-183.
- Wright, S. 1921. Correlation and causation. *J. Agri. Res.*, 20: 557-585.



### Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 160-168

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/anajas.2015.30.2.160-168



## Changes in nitrate (NO<sub>3</sub>-N) and macro mineral content of different forage sources affected by increasing nitrogen doses

Duygu Algan\*, İbrahim Aydın

Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Field Crops Department, Samsun, Turkey

\* Corresponding author/sorumlu yazar/: iaydin@omu.edu.tr

Geliş/Received 09/03/2015

Kabul/Accepted 20/06/2015

### ABSTRACT

Nitrate toxicity due to excessive nitrogen (N) fertilization in forage crops is one of the most important nutritional concerns. The aims of this study were to evaluate the effects of increasing rates of N fertilizer on the NO<sub>3</sub>-N content and K/(Ca+Mg) ratio of some forage crops such as pasture (Experiment 1) (Exp 1), vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) and barley (*Hordeum vulgare* L.) mixture (2/1, Exp 2) and corn (*Zea mays* L.) (Exp 3) and the effect of silage on the NO<sub>3</sub>-N contents of forage corn (Exp 4). These experiments, except for Exp 4 were carried out under dryland field conditions by applying increasing rates of N (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha<sup>-1</sup>) in a randomized plot with three replicates. Dry matter yield, crude protein and some mineral (calcium (Ca), phosphorus (P), potassium (K) and magnesium (Mg)) contents and ratio among some minerals and NO<sub>3</sub>-N content of forage from each experiments were determined. The results showed that the NO<sub>3</sub>-N contents and K/(Ca+Mg) ratio of the forages increased up to toxic levels in accordance with increasing rates of N fertilizer independent of type of forage.

### Keywords:

Concentration  
Forages  
Macro mineral  
Nitrate accumulation  
Nitrite  
Quality

Artan azot dozlarına göre farklı kaba yemlerin nitrat (NO<sub>3</sub>-N) ve makro element içeriğindeki değişimler

### ÖZET

Aşırı nitrojen gübrelemesinden dolayı, kaba yemlerde görülen nitrat toksisitesi, en önemli besinsel konulardan biridir. Bu çalışmanın amacı; mera (Deneme 1), macar fiğ (*Vicia pannonica* Crantz.) + arpa (*Hordeum vulgare* L.) karışık ekimi (2/1 Deneme 2) ve mısır (Deneme 3) gibi bazı kaba yemlerin NO<sub>3</sub>-N ve K/(Ca+Mg) oranı üzerine nitrojenin artan oranlarının etkisini ve mısır kaba yeminin NO<sub>3</sub>-N içeriği üzerine silajlamanın (Deneme 4) etkisini değerlendirmektir. Dördüncü deneme hariç, diğer denemeler 3 tekerrürlü olarak Tesadüf Blokları deneme deseninde yürütülmüştür. Denemelerde nitrojenin artan oranları (0, 50, 100, 150 ve 200 kg ha<sup>-1</sup>) kurak şartlarda uygulanmıştır. Her bir denemeden elde edilen kaba yemin kuru madde verimi, ham protein ve bazı mineral içerikleri (Ca, P, K, Mg) ile bazı mineraller arasındaki oran (K/(Ca+Mg)) ve NO<sub>3</sub>-N içeriği belirlenmiştir. Sonuçlar, yemin tipine bağlı olmaksızın, artan nitrojen gübrelemesinin kaba yemin NO<sub>3</sub>-N içeriğini ve K/(Ca+Mg) oranını toksisite seviyesine yükselttiğini göstermiştir.

### Anahtar Sözcükler:

Konsantrasyon  
Kaba yem  
Makro mineral  
Nitrat birikimi  
Nitrit  
Kalite

© OMU ANAJAS 2015

### 1. Introduction

In order to meet the feeding demand of 11 million cattle and 29 million sheep, approximately an extra 15 million ton forage production is required in Turkey. The most practical and effective method to increase dry matter production in forage crops is fertilization (Frame, 1992; Aydın and Uzun, 2005). Fertilization, especially with N can increase dry matter production up to three fold in forage crops,

especially grasses, depending on the annual rainfall or irrigation practices (Elliott and Abbott, 2003). Forage quality can be described as the conversation of consumed forage to animal product. One of the main criterion is the crude protein concentration in the forage (Gillen and Berg, 1998). In general, forage quality increase under suitable fertilization application conditions but over use of fertilizer, especially N, cause significantly decreases in forage quality. The most critical problem arising from fertilization,

especially N, in the forage production is occurrence of nitrate poisoning and tetany risk as a result of unbalanced mineral substances in dry matter.

Although, nitrogen fertilizations increase the yield and protein content of plants, the application of excessive amounts of N can cause the accumulation of toxic levels of nitrate  $\text{NO}_3\text{-N}$  in plants (Nesic et al., 2008; Gulmezoglu et al., 2010). Nitrate toxicity can cause chronically or acute health problem in livestock. The common results of the chronic  $\text{NO}_3\text{-N}$  poisoning are a decrease in the rate of weight gain or milk production. Abnormal growing conditions such as drought, frost or prolonged cool temperatures, hail, shade, disease, high levels of soil nitrogen, soil mineral deficiencies or herbicide damage can cause high nitrate accumulation in forages (Ridder, 1974).

Most commonly, nitrate poisoning occurs in cattle and sheep. In ruminants, nitrate is reduced by microbial reductases to nitrite. The rumen microbes utilize this nitrite by converting it into ammonia as a nitrogenous source. However, excessive nitrite gets accumulated in rumen, from where it is readily absorbed into blood stream and combines with ferrous ion of hemoglobin (Hb) to form met-hemoglobin (met-Hb). The met-Hb is a poor transporter of oxygen in the body and the animal suffers from oxygen deficiency.

Nitrate intake is only one of many factors influencing nitrite accumulation in the rumen, with critical concentration levels of  $\text{NO}_3\text{-N}$  in dietary components changing according to the age, genus and reproductive conditions of animals. For this reason,  $\text{NO}_3\text{-N}$  concentration in forage is still being investigated to determine levels. Cash et al., (2006) reported that forages containing <350 ppm  $\text{NO}_3\text{-N}$  is generally safe for all conditions and livestock, 350-1130 ppm  $\text{NO}_3\text{-N}$  is generally safe for nonpregnant livestock. They also reported that usage of 350-1130 ppm  $\text{NO}_3\text{-N}$  should be limited for bred animals to 50% of the total ration while this range of  $\text{NO}_3\text{-N}$  could be limited to 25-50% of ration for nonpregnant livestock if the  $\text{NO}_3\text{-N}$  content of forage was 1130-2260 ppm and pregnant animals should not be fed with this amount of  $\text{NO}_3\text{-N}$  since it might cause abortions, weak calves and reduced milk production.

Nitrate contents of the plants changes widely depending on plant species (Sidhu et al., 2011). Nitrate toxicity is most likely to occur when livestock are grazed or fed green-chop. Silage is the least hazardous feed. Ensiling forage usually lowers the nitrate levels by 10 to 60 percent. The nitrate level in hay usually remains constant or declines slightly in storage.

Grass tetany or hypomagneseemic tetany in cattle is caused by an imbalance of K, Ca, and Mg in the diet. Mineral imbalances, deficiencies or excess and low bio-availability of essential minerals result in negative economic impacts when animal performance and health are compromised (Van Soest, 1983). Environmental factors incidence grass tetany. Grass tetany occurs during periods of cool weather or when cool weather is followed by warmer weather that causes rapid forage growth. Therefore, tetany may be a risk in the spring season in Mediterranean climatic countries. The risk of grass tetany dramatically increases when the  $\text{K}/(\text{Ca}+\text{Mg})$  ratio, calculated based on

equivalent weight, of forage exceeds 2.2, especially for cows during early lactation (Georgievskii, 1982; Jefferson et al., 2001). Lactating cows grazing in native rangelands require forage containing  $1.7\text{--}2.0 \text{ g kg}^{-1} \text{ Mg}$ ,  $2.8 \text{ g kg}^{-1} \text{ Ca}$  and  $7.0 \text{ g kg}^{-1} \text{ K}$  in dry matter (NRC, 1996). When forage Mg concentration is below 0.2% in dry matter, the balance between Mg, Ca and K in the animal is not adequate and grass tetany risk can be occurred (Grunes and Welch, 1989). In addition to Mg, other forage mineral concentration limits have been related to the hypomagnesaemia disease. These include a forage Ca concentration lower than 0.4% and a forage K level above 3.0% in dry matter (Wilkinson and Mayland, 1997).

Weather, water and soil conditions also affect tetany risk in grazing cattle on rangelands (Mayland, 1986). Mediterranean climatic conditions are characterized by warm dry summers and cool or cold wet winters. In most areas where grassland is the natural vegetation (e.g. Turkey), lack of rainfall in summer and low temperature in winter restricts the grazing period. The experimental area of the present study in the Black Sea Region has favoring ecological conditions for tetany and nitrat accumulation. In the spring period, rainy and cloudy days are highly prevailing and there are limited number of sunny days. It is expected that there is theoretically a high risk tetany related with nitrate poisoning. Therefore, aims of the present study were to evaluate the effects of N fertilizer on the  $\text{NO}_3\text{-N}$  content and mineral content related to grass tetany risk of some forage resources such as natural pasture, Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) and barley mixture and corn (*Zea mays* L.).

## 2. Materials and Methods

### 2.1. The experimental area

In order to determine the effects of N-fertilizers on forage quality, three different experiment (one in rangeland and the others in the field area) were carried out between 2010 and 2011. Experiments were conducted at Research Stations, Samsun, located on The Blacksea coast of Turkey ( $41^\circ 21' \text{ N}$ ,  $36^\circ 15' \text{ E}$ , elevation 120 m) between 2000-2001. The main factor restricting productivity of forage production is short and irregular precipitation throughout the year in the Mediterranean climatic region which include Turkey. A climatic diagram of the experimental year of the study areas are presented in Figure 1. Soil characteristics of experiments areas were determined following the Rowell, (1996) method were found to be as follows; the soil texture are clay; organic matter were 1.68-2.88%; extractable P by 0.5N  $\text{NaHCO}_3$  extraction are 2-6  $\text{mg kg}^{-1}$ ; extraction K by 1N ammoniumacetate extraction are 34-45  $\text{mg kg}^{-1}$ ; pH are 5.88-7.45 in soil saturation extract.

Before beginning of the rangeland experiment, botanical composition of rangeland area based on weight was determined in seven quadrates, each equals  $1 \text{ m}^2$  in May 2011. Botanical composition of experimental area consist of 27% legumes, 45% grasses, and 28% other families. The common legume species in the botanical composition were burr medic (*Medicago hispida* Gaerth.) and subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.), and red clover

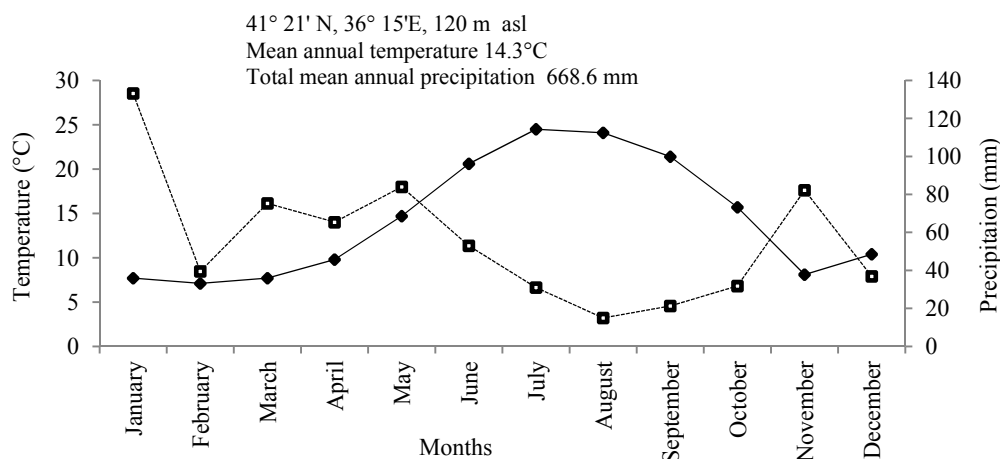


Figure 1. Climatic diagram of Samsun (□) montly means of precipitaion (◆) and temperature in 2011

(*Trifolium pretense* L.); grass species were downy brome (*Bromus tectorum* L.) and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and others families species were narrowleaf plantain (*Plantago lanceolata* L.) and small sorrel (*Rumex acetosella* L.).

## 2.2. Experimental procedures

Phosphorus (40 kg ha<sup>-1</sup>) and potassium (80 kg ha<sup>-1</sup>) were applied all experimental areas as standart in December. The experimental design consisted of completely randomized block with three replications. Nitrogen were applied in three experiment areas with rates of 0, 50, 100, 150 and 200 N ha<sup>-1</sup>. The fertilizers were applied by hand in the form of ammonium sulphate (N), potassium sulphate (K<sub>2</sub>O) and triple superphosphate (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

### Experiment 1

Each plot was 4 m × 7 m with a distance of 1 m between plots. Half of the N-fertilizer was applied in the end of February and the other part was applied in the end of March. Herbaceous vegetation was harvested within 9 m<sup>2</sup> area after ignoring 0.5 m<sup>2</sup> area from all sides of the plots when grass plants reached full flowering state in the beginning of June. And then, green forage production per 9 m<sup>2</sup> area was recorded. Plants within 1 m<sup>2</sup> quadrante in each plot were classified as legumes, grasses and the others as well as determining the dry weight ratio each group in the botanical composition. Sample taken from 1 m<sup>2</sup> area of each plot within each group were oven-dried at 60 °C and dry weight ratio of each sample was calculated. Dry matter production of each plot was calculated through the value of green forage production and dry-weight percentage for each family group. Crude protein of harvested legumes, grasses and the others were analyzed by micro-Kjeldhal to determine crude protein concentration of each plot. All plant samples were sieved into less than 0.50 mm and digested with 3:1 (v/v) HNO<sub>3</sub>:HClO<sub>4</sub> wet digestion method (Ryan et al., 2001). Ca, Mg and K concentrations were determined by atomicabsorbtion spectrophotometers (PerkinElmer, Model 2280 (using emission (flame) mode

according to Johnson and Ulrich (1959)). The three macro nutrients (Ca, Mg, and K) were expressed as g kg<sup>-1</sup> of dry matter and ratio of K/(Ca+Mg) was calculated on a milliequivalent basis.

While, mineral composition were calculated in the forage legume, grass and other plant species were analyzed separately. Mineral composition of the plots were calculated concerning legume, grass and other species percentage in samples. NO<sub>3</sub>-N contents of plant samples were measured potentiometrically using a NO<sub>3</sub>-N electrode according to EPA, (1996).

### Experiment 2

Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) and barley (*Hordeum vulgare* L.) were sown in October in a ratio of 2/1 with a 20 cm of distance between rows by sowing 120 kg ha<sup>-1</sup>. Each plot was 2 m × 5 m with a distance of 1 m between plots. Half of the N-fertilizer was applied during sowing and the other part was applied in the end of March. The plots were harvested in the beginning of June from 6.4 m<sup>2</sup> area. After harvesting, plants were separated by hand and classified as Hungarian vetch and barley there after the plants were oven-dried at 60 °C and dry weight ratio of each sample was calculated.

### Experiment 3

Maize (*Zea mays* L.) was sown in four rows, each 5.0 m long, with 0.15 m spacing within and 0.75 m between rows. in May. Each plot was 4.2 m × 5 m with a distance of 1 m between plots. The plots were harvested in the beginning of September from 11.2 m<sup>2</sup>. Dry matter contents of the plants for each plot were determined after drying the samples at 60 °C.

### Experiment 4

Maize samples from different plots were copped to a length of 1-2 cm and were silaged in specially prepared iron containers holding 2 kg of the samples. In Exp. 2, 3 and 4, nitrate levels, crude protein concentrations, mineral matter

concentrations and the ratio of  $K/(Ca+Mg)$  were determined as in Exp. 1. All data were subjected to analysis of variance based on general linear models for a split plot arrangement of treatments using the SPSS statistical package. Means were separated using Least Significant Difference (LSD) Test.

### 3. Results

#### 3.1. Dry matter production

The effects of N applications on dry matter production were significant in all experiments. In Exp. 1, while dry matter production in the control plot was 2577 kg ha<sup>-1</sup>, it increased in line with applied N doses and it ranged from 3407 to 4320 kg ha<sup>-1</sup>. In Exp. 2, dry matter production in the control plot was 1807 kg ha<sup>-1</sup>, it increased in line with N application and it ranged from 2253 to 2857 kg ha<sup>-1</sup>. In the Exp. 3, dry matter production in the control plot was 4197 kg ha<sup>-1</sup> and it increased in line with increased N application and it ranged from 6703 to 9643 kg ha<sup>-1</sup> (Table 1).

In Exp.1, it was observed that dry weight ratio of grasses increased, while dry weight ratio of legumes decreased drastically in response to N application (Figure 2). In control plot, dry weight ratio of grasses was 28.2% and it increased up to 88.7% and 92.5% in plots received 100 and 150 N kg ha<sup>-1</sup>, respectively. However, dry weight ratio of legumes was 65.4% in control plot, it decreased markedly in plots treated with N, which was found to be between 2.8% and 5.7% (Figure 2).

#### 3.2. Crude protein concentration

N fertilization decreased the crude protein concentration in Exp. 1 and Exp 2. In Exp 1, the crude protein content in control plot was 137.0 g kg<sup>-1</sup>, and it decreased 88.7 to g kg<sup>-1</sup> in plots by 150 kg N ha<sup>-1</sup> application. In Exp. 2, while the crude protein concentration was 141.0 g kg<sup>-1</sup>, it changed from 100.7 g kg<sup>-1</sup> to 133.7 g kg<sup>-1</sup> in plots applied with N application. In Exp. 3 and Exp. 4, N application did not affect the protein concentration. The protein concentration changed between 40.5 g kg<sup>-1</sup> and 79.5 g kg<sup>-1</sup> in plots of these experiments (Table 1).

In Exp.1, the crude protein concentration of legumes and other families were between 132 g kg<sup>-1</sup> and 182 g kg<sup>-1</sup>. In term of protein concentration, grasses was more poor than legumes and other families. The protein concentration of grasses changed from 67 to 91 g kg<sup>-1</sup> in plots applied N (Figure2).

#### 3.3. K, Ca, Mg and P concentration

N application did not affect K concentration in the forage dry matter all treatments. K concentration was between 24.45 and 27.95 g kg<sup>-1</sup> in Exp.1 and it was between 14.35 and 21.21 g kg<sup>-1</sup> in Exp. 2. K concentration changed between 6.29 and 8.95 g kg<sup>-1</sup>, in maize samples and between 2.50 and 3.97 g kg<sup>-1</sup> in maize silage samples (Table 2). With regard to K concentrations, the ratio of the families was found to be similar. It changed between 24.40 – 31.63 g kg<sup>-1</sup> (Figure 2) in all samples.

In Exp. 1 and Exp. 2, Ca content of samples decreased with N fertilization. In Exp. 1, Ca content of the control

samples was 9.96 g kg<sup>-1</sup>, it decreased 6.91 g kg<sup>-1</sup> applied with 50 kg N ha<sup>-1</sup>. Ca content of samples changed from 4.00 to 4.23 g kg<sup>-1</sup> applied with 100, 150 and 200 kg N ha<sup>-1</sup>. In Exp.2, Ca content of the control samples was 9.66 g kg<sup>-1</sup>, it ranged from 9.16 to 9.33 g kg<sup>-1</sup> applied with 50 and 100 kg N ha<sup>-1</sup>. It decreased 7.63 to 7.83 applied with 150 and 200 kg N ha<sup>-1</sup>. N fertilization did not change Ca content of samples in Exp. 3 (5.71-6.06 g kg<sup>-1</sup>) and Exp 4 (3.07-3.77 g kg<sup>-1</sup>) (Table 2). In samples of rangeland, legumes (11.90-13.80 g kg<sup>-1</sup>) and other plants (11.97-14.40 g kg<sup>-1</sup>) was richer than grasses (2.93-3.67 g kg<sup>-1</sup>) with respect to Ca content (Figure 2).

Exp 1 and Exp 2, N application caused a decreases in Mg content of the forages. In Exp. 1, while Mg content was 2.47 g kg<sup>-1</sup> in control samples, it decreased 1.98 g kg<sup>-1</sup> applied 50 kg N ha<sup>-1</sup>. Mg content was between 1.31 and 1.41 g kg<sup>-1</sup> other N applications. In Exp. 2, Mg content was 2.33 g kg<sup>-1</sup> in control samples. It decreased 1.84 g kg<sup>-1</sup> applied with 200 kg ha<sup>-1</sup>. N fertilization did not change Mg content of samples in Exp. 3 and 4 (Table 2). Mg content in samples of maize and silage found to be between 2.02 and 3.22 g kg<sup>-1</sup>. In samples of rangeland, legumes (3.10-3.50 g kg<sup>-1</sup>) and other plants (2.93-3.83 g kg<sup>-1</sup>) was richer than grasses (1.0-1.5 g kg<sup>-1</sup>) as Mg concentration (Figure 2).

N fertilization slightly decreased P content only in Exp. 2. While P content was 3.70 g kg<sup>-1</sup> in control samples, it changed between 3.31 and 3.37 g kg<sup>-1</sup> in plots received 100, 150 and 200 kg N ha<sup>-1</sup>. P content ranged from 3.42 to 3.58 g kg<sup>-1</sup> in Exp. 1. It was found to be between 2.49 and 2.96 g kg<sup>-1</sup> in Exp. 3 and changed from 1.30 to 1.50 g kg<sup>-1</sup> in Exp. 4 (Table 2). With regard to P concentrations, the families was found to be similar in Exp. 1. It changed between 2.93 – 3.73 g kg<sup>-1</sup> (Figure 2).

#### 3.4. K/(Ca+Mg) ratio

$K/(Ca+Mg)$  ratio increased by the N fertilization only in Exp. 1.  $K/(Ca+Mg)$  ratio in the control samples was 1.07 and it was not different from that in plot treated with 50 kg N ha<sup>-1</sup>. An evident increase was observed in  $K/(Ca+Mg)$  ratio were between 2.00 and 2.20 for plots received 100, 150 and 200 kg N ha<sup>-1</sup>.  $K/(Ca+Mg)$  ratios of Exp. 2, Exp. 3 and Exp.4 was between 0.60 and 0.82, 0.15 and 0.45 and 0.15 and 0.29, respectively (Figure 3).  $K/(Ca+Mg)$  ratio of grasses was remarkable higher than legumes and other plants.  $K/(Ca+Mg)$  ratio of grasses was between 1.67 and 2.33  $K/(Ca+Mg)$  ratio of legumes and other plants was between 0.81 and 0.65 and 0.69 and 1.24, respectively in whole experimental samples (Figure 2).

#### 3.5. Nitrate accumulation

$NO_3-N$  in samples increased by with N fertilization in all Exp. In Exp. 1,  $NO_3-N$  was 510 ppm not different from that in plot treated with 50 and 100 kg N ha<sup>-1</sup>. Nitrate content in samples increased 1338 and 1991 ppm received 150 and 200 kg N ha<sup>-1</sup>. In Exp. 2,  $NO_3-N$  was 217 ppm in control plot, and it increased up to 695 ppm in plot applied 150 kg N ha<sup>-1</sup>. Nitrate content remarkable increased as 1087 ppm in plot received 200 kg N ha<sup>-1</sup>. In Exp. 3, nitrate content was 351 ppm in control plot, it increased 638 ppm and 1198 ppm received 150 and 200 kg N ha<sup>-1</sup> (Figure 3).

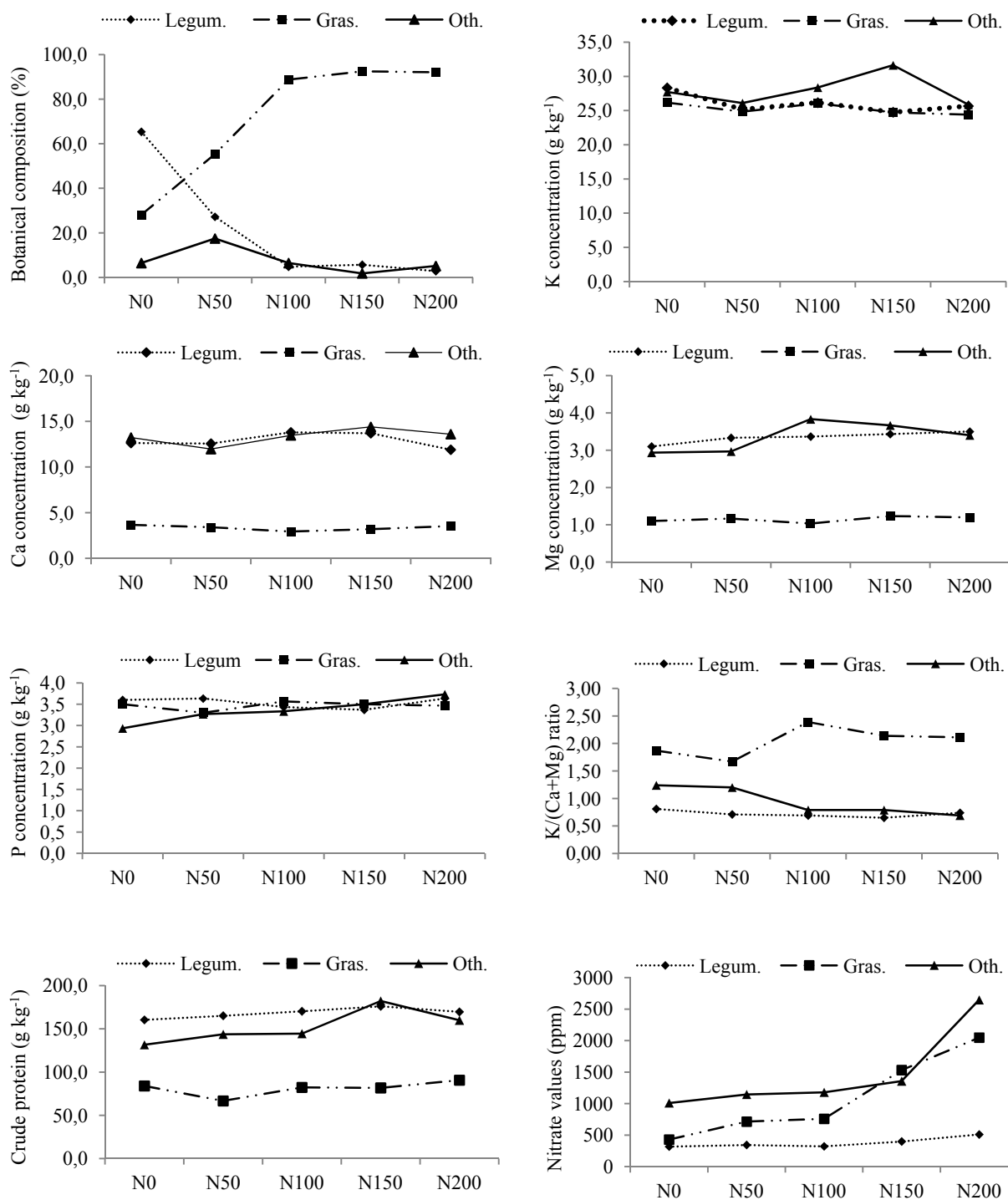
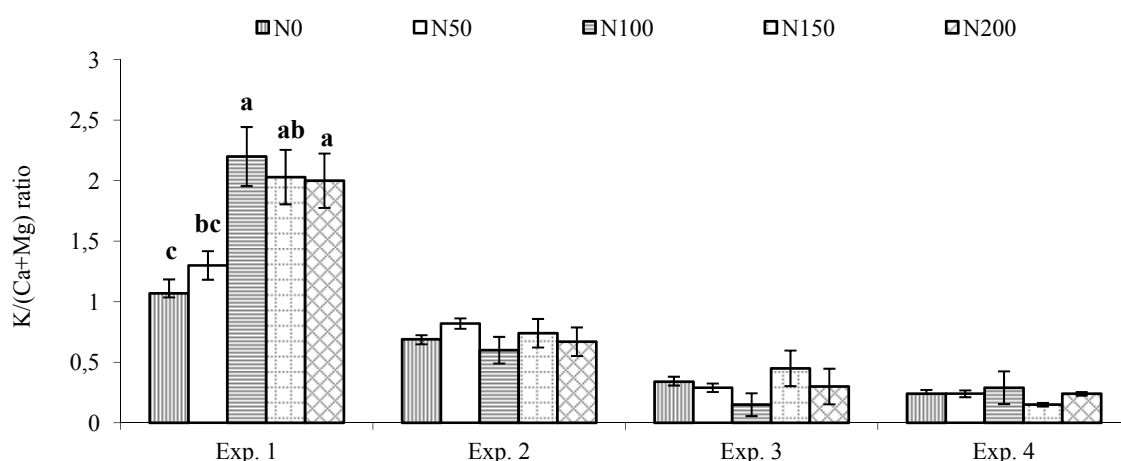


Figure 2. K, Ca, Mg, P concentrations, crude protein, nitrate values, K/(Ca+Mg) ratio and botanical composition in rangeland

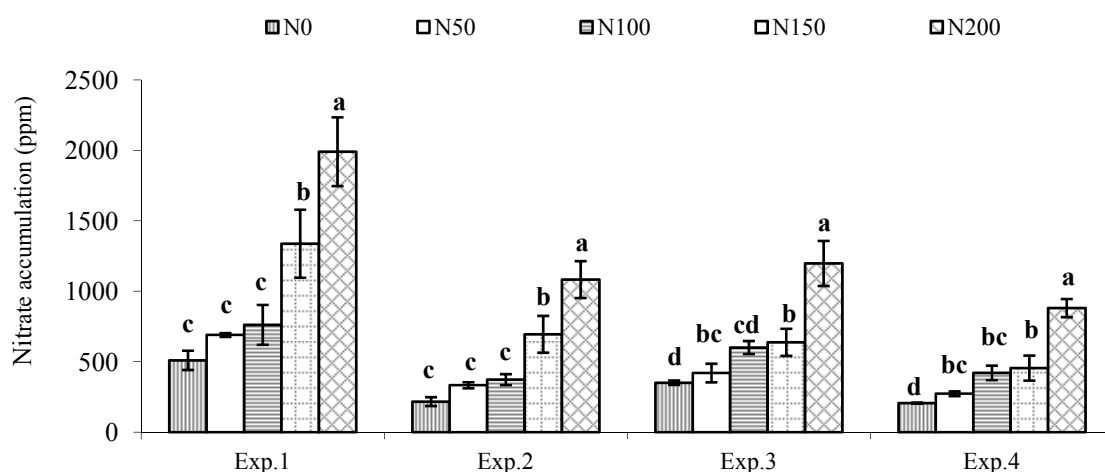
NO<sub>3</sub>-N was 206 ppm in control plot of Exp. 4. It increased to 881 ppm applied with 200 N kg ha<sup>-1</sup>.

In rangeland, NO<sub>3</sub>-N in samples of legumes (400-600 ppm) did not changed with N application. NO<sub>3</sub>-N content was 428 ppm in control plot of grasses, it slight increased with applied 50 and 100 kg N kg<sup>-1</sup>. NO<sub>3</sub>-N content in

grasses increased up to 1531 and 2046 ppm applied with 150 and 200 kg N ha<sup>-1</sup>, respectively. NO<sub>3</sub>-N content of the other plants was 1008 ppm in control plot and it increased to 1356 ppm applied with 150 kg N ha<sup>-1</sup>. NO<sub>3</sub>-N content of the other plants remarkable increased (2644 ppm) with applied 200 kg N ha<sup>-1</sup> (Figure 2).



(a)



(b)

Figure 3. K/(Ca+Mg) (a) and nitrate accumulation (b) on a rangeland with different fertilization treatments as mean of the four experiments. Values with different letters within columns differ significantly at the level of  $P < 0.01$ . Error bars indicate S.D.

Table 1. Dry matter production and crude protein concentration

N doses	Dry matter production (kg ha <sup>-1</sup> )			Crude protein concentration (g kg <sup>-1</sup> )			
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4
0	2577 b	1807 c	4197 c	137.0 a	141.0 a	66.9	46.9
50	3407 ab	2253 b	6703 b	104.3 b	133.7 a	77.5	46.6
100	4187 a	2500 ab	9643 a	91.3 b	113.0 b	61.5	40.5
150	4320 a	2857 a	8863 a	88.7 b	100.7 c	74.3	53.0
200	3798 a	2750 a	8927 a	95.7 b	104.7 bc	79.5	53.4

Values within columns with different letters differ significantly ( $P < 0.01$ )



Table 2. K, Ca, Mg and P concentrations of the experiments

N doses	K concentration (g kg <sup>-1</sup> )				Ca concentration (g kg <sup>-1</sup> )			
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4
0	27.95	18.53	7.21	3.47	9.96 a	9.66 a	5.71	3.27
50	25.54	21.21	6.30	3.53	6.91 b	9.33 a	5.84	3.43
100	26.22	15.19	7.25	3.97	4.08 c	9.16 a	6.02	3.07
150	24.91	15.92	8.95	2.50	4.00 c	7.63 b	5.97	3.60
200	24.45	14.35	6.29	2.83	4.23 c	7.83 b	6.06	3.77

N doses	Mg concentration (g kg <sup>-1</sup> )				P concentration (g kg <sup>-1</sup> )			
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4
0	2.47 a	2.33 a	3.06	2.40	3.57	3.70 ab	2.69	1.50
50	1.98 b	2.24 a	2.02	2.53	3.42	3.78 a	2.82	1.50
100	1.31 c	2.15 a	3.22	2.37	3.58	3.37 bc	2.49	1.30
150	1.41 c	1.91 b	2.75	2.67	3.50	3.31 c	2.96	1.37
200	1.36 c	1.84 b	2.94	2.63	3.48	3.33 bc	2.74	1.37

Values within columns with different letters differ significantly ( $P < 0.01$ )

#### 4. Discussion

Mediterranean-climate ecosystems are characterized by warm dry summer and cool or wet winter. In most area where covered natural rangelands (e.g. Turkey), lack of rainfall in summer and low temperature in winter restricts forage production. Environmental factors are associated with the quality of forage. This case also affects the health of the animals fed with these forages. It is clear that fertilization of a forage resources with N can increase forage production, but the effect of fertilization on forage quality is often not considered (Tsutomu et al., 1985).

Fertilization, especially with N can increase dry matter production up to two-to three-fold in rangelands depending on the annual rainfall and moisture in the region (Elliott and Abbott, 2003). But, in the our 3 experiments (rangeland, forage (barley and vetch) and maize), nitrogen application increased the dry matter production of the plots by about 50-100%. As seen in Figure 1, because of insufficient rainfall during late spring and summer months was the main reason that yield did not increase in parallel with the increase in N-doses.

Several researchers indicated that N-fertilizers increased the crude protein content in forage. In fact, the case is not valid all the time. For instance, it was found in the present study that N-fertilizer application reduced the ratio of crude protein in both Exp.1 and Exp. 2. In fact, the reason of this result was due to a sharp decline of legumes in botanical composition.

As seen in Figure 2, the effect of N-fertilizer on crude protein content of different families was not clear. Legume crops was found to be two-fold rich compared to grasses in

terms of crude protein content. Fertilization may enhance not only dry matter production, but also effects botanical composition in rangelands (Kalmbacher and Martin, 1996). The significant effect of fertilization on forage mineral content is due to the different mineral content of legumes, grasses and the other families. The variation in the ratios of legume and grass having different levels of mineral content was the main reason of changes in the levels of mineral content of the samples in plot.

In this study, Ca and Mg concentrations in samples decreased by N application in Exp. 1 and Exp. 2 (Table 2). The main reason for the decrease in Ca and Mg content in response to N treatment might be the negative effect of N application on legume percentage in botanical composition (Figure 2). Decreasing legume percentage in dry matter having much more Ca and Mg compared to grasses resulted in, naturally, a decrease in Ca and Mg content in forage.

Legumes and other plants had tree fold higher Ca and Mg content than grasses (Figure 2). Ca content of all samples had richer than the recommended daily (2.8 g kg<sup>-1</sup>) for beef cattle demand (NRC, 1996). In samples of rangeland, Mg content had lower than (1.7-2.0 g kg<sup>-1</sup>) for beef cattle demand (NRC, 1996). Mg concentration was sufficient other in samples of all Exp.

The samples of rangeland and forage (barley+vetch) had higher K content than the recommended daily (7.0 g kg<sup>-1</sup>) for beef cattle (NRC, 1996) (Table 2). K concentration in samples of maize was sufficient for beef cattle demand (NRC, 1996). But, the samples of silage had K content half of the recommended daily for beef cattle (NRC, 1996). Plant K requirements and the content in plant tissues have usually exceeded the animal requirements (Fontenot et al.,

1989). In the study, K content of legumes, grasses and the other families exceeded requirements for beef cattle about three- to four-fold.

In the present study,  $\text{NO}_3\text{-N}$  concentration in dry matter of all samples increased 3-4 fold with N fertilization (Figure 3). It was clear that there was a marked difference between the effects of N 150 and N 200 doses on nitrate accumulation.

In Exp. 1,  $\text{NO}_3\text{-N}$  content of all the samples was over 350 ppm. Suggested that forage containing  $\text{NO}_3\text{-N}$  between 350-1130 ppm should not be included to the ration of the pregnant animals more than 50%.  $\text{NO}_3\text{-N}$  content in the dry matter of control samples was 510 ppm while it was 1350 ppm which was over 1130 ppm being considered as critical level of danger to pregnant animals. With the application of 200 kg  $\text{ha}^{-1}$  N-fertilizer,  $\text{NO}_3\text{-N}$  levels of the samples reached up to 1990 ppm. This  $\text{NO}_3\text{-N}$  level was very close to 2260 ppm which must not be found in forage for pregnant animals.

It was also found that  $\text{NO}_3\text{-N}$  content was over 350 ppm for all the samples of the mixture of wetch + barley in both control and the plots applied with 50 kg N  $\text{ha}^{-1}$ . For the highest N-fertilizer application,  $\text{NO}_3\text{-N}$  content of the samples reached 1083 ppm considered not to be harmful to pregnant animals but should not exceed 50% in animal rations.

$\text{NO}_3\text{-N}$  content in green maize samples were found to be more than 350 ppm. It was also determined that  $\text{NO}_3\text{-N}$  content of the samples from plots applied with N-fertilizer up to 150 kg  $\text{ha}^{-1}$  was less than critical threshold of 1130 ppm being harmful to pregnant animals. On the other hand,  $\text{NO}_3\text{-N}$  content of green maize samples from the plots applied with 200 kg N  $\text{ha}^{-1}$  was 1198 ppm which was over the critical level for pregnant animals (1130 ppm) reported by Cash et al. (2006).

$\text{NO}_3\text{-N}$  content of silaged maize samples from the plots applied with 50 kg N  $\text{ha}^{-1}$  was less than 350 ppm while it was 881 ppm in the samples of silaged maize from the plots applied with 200 kg N  $\text{ha}^{-1}$ . Some researchers reported that  $\text{NO}_3\text{-N}$  content of the silaged maize declined in comparison to green maize samples. According to present study results it was suggested that the percentage of silaged maize obtained from higher N applied plots should not be more than 50% in rations of animals during the getation period.

Grasses and other plants had two fold  $\text{NO}_3\text{-N}$  then legumes in plot of non-fertilizer. N fertilization did not affect nitrate accumulation in legumes. Grass and legumes had 1500 ppm  $\text{NO}_3\text{-N}$  in plots of applied with 150 kg N  $\text{ha}^{-1}$  and it increased up to 2100 ppm in samples applied 200 kg N  $\text{ha}^{-1}$ . When taking the fact that N-fertilizer increased grass in botanical composition into account, this case seems to be important in terms of  $\text{NO}_3\text{-N}$  poisoning. Having legume crops in vegetation could be considered as an insurance to  $\text{NO}_3\text{-N}$  poisoning.

K/(Ca+Mg) ratio was not affected by N fertilization in Exp 2, 3 and 4. There was no tetany risk in samples of these experiments. But, N application increased K/(Ca+Mg) ratio in samples of rangelands. While K/(Ca+Mg) ratio was 1.07 in control plot, it increased 2 fold in the plots applied with 100, 150 and 200 kg N  $\text{ha}^{-1}$ . The ratio of K/(Ca +Mg) (1.07)

resulted from N-fertilizer applications was found very close to the critical value of 2.2 related to tetany risk.

There was a marked difference between grasses and legumes regarding K/(Ca+Mg) ratio. Over all N-fertilizer applications, while K/(Ca+Mg) ratio of legumes was found to be 0.7-0.8, it was 2.4 (more than the critical value of 2.2 for tetany risk) for grass. For this reason, it was very important to include legumes into botanical composition.

Another important part of understanding the causation of grass tetany concerns the way in which fertilization practices affect the K, Mg and Ca content of the plants in the present study, legumes contained higher amounts of Ca and Mg (Figure 2) than grasses, as reported by Kidambi et al., (1989). For this reason, the decrease in legume percentage in the botanical composition resulted in an increase of K/(Ca+Mg) ratio in dry matter. Although rainy, humid ecological conditions are prevalent, and there are limited numbers of sunny days in the experimental area of the present study, there was no tetany risk in non-fertilized rangelands (Table 1).

## 5. Conclusions

The nitrate concentration and K/(Ca+Mg) ratio of the plants may increase up to the harmful levels especially in rangelands by nitrogen fertilizers. Therefore, it can be concluded that fertilization programmes avoiding decrease legume content in the botanical composition of rangelands may be useful to prevent the tetany risk and nitrate poisoning risk.

## Acknowledgment

Financial support for this project was provided by the Ondokuz Mayıs University project management office (Project no: ZRT.1904.11.009).

## References

- Aydın, I., Uzun, F. 2005. Nitrogen and phosphorus fertilization of rangelands affects yield, forage quality and the botanical composition. *Europ. J. Agronomy*, 23: 8-14.
- Cash, D., Funston, R., King, M., Wichman, D. 2006. Nitrate toxicity of Montana forages. *Montana State University, Extension, Field Crops C-12 (Forages)*, 1000-05/06JM.
- Elliott, D.E., Abbott, R.J. 2003. Nitrogen fertilizer use on rain-fed pasture in the Mt. Lofty Ranges. 1. Pasture mass, composition and nutritive characteristics, *Aust. J. Exp. Agric.*, 43: 553-557.
- Fontenot, J.P., Allen, V.G., Bunce, G.E., Goff, J.F. 1989. Factor influencing magnesium absorption and metabolism. *J. Anim. Sci.*, 67: 3445-3455.
- Frame, J. 1992. *Improved Grassland Management*. Farming Press Books, Ipswich.
- Georgievskii, V.I. 1982. The physiological role of macroelements. In: Georgievskii, V.I., Annenkov, B.N., Samokhin V.T. (Eds.), *Mineral Nutrition of Animals*. Butterworths, London, 257-271.
- Gillen, R.L., Berg, W.A. 1998. Nitrogen fertilization of a native grass planting in western Oklahoma. *J. Range. Manage.*, 51: 436-441.
- Grunes, D.L., Welch, R.M. 1989. Plant contents of magnesium, calcium, and potassium in relation to ruminant nutrition. *J. Anim. Sci.*, 67: 3485-3494.

- Gulmezoglu, N., Tolay, I., Askin, A. 2010. Changes in nitrate concentration of triticale forages (*Xtriticosecale* Wittmack) at different growth stages by increasing nitrogen rates. *J. Food. Agri. Enviro.*, 8: 449-453.
- Jefferson, P.G., Mayland, H.F., Asay, K.H., Berdahl, J.D. 2001. Variation in mineral concentration and grass tetany potential among Russian Wildrye Accessions. *Crop. Sci.*, 41: 543-548.
- Johnson, C.M., Ulrich, A. 1959. Analytical Methods for Use in Plant Analysis. California Agricultural Experimental Station, Bulletin 766, California.
- Kalmbacher, R., Martin, F. 1996. Shifts in botanical composition of flatwoods range following fertilization. *J. Range. Manage.*, 49: 530-534.
- Kidambi, S.P., Matches, A.G., Griggs, T.C. 1989. Variability for Ca, Mg, K, Cu, Zn, and K/(Ca+Mg) ratio among 3 wheatgrasses and sanfoin in the southern high plains. *J. Range. Manage.*, 42: 312-316.
- Little, T.M., Hills, F.J. 1978. Agricultural Experiment (Design and Analysis) John Wiley & Sons, New York.
- Mayland, H.F. 1986. Factors affecting yield and nutritional quality of crestedwheat-grass. In: Johnson, K.L. (Ed.), *Crested Wheatgrass its Values, Problem sand Myths: Symposium Proceedings*. Utah State University, Logan, 215-216.
- NRC, 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle, 7th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Nešić, Z., Tomić, Z., Krmjaja, V., Tomašević, D. 2008. Nitrates in plants and soil after fertilization of grass-legume mixtures. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 24: 95-104.
- Ridder, W.E., Oehme, F.W. 1974. Nitrates as an environmental, animal and human hazard. *Clinical Toxicol*, 7: 145-159.
- Rowell, D.R. 1996. *Soil Science: Methods and Applications* Longman, Harlow.
- Ryan, J., Estefan, G., Rashid, A. 2001. *Soil and Plant Analysis Laboratory Manual ICARDA Aleppo*.
- Sidhu, P.K., Bedi, G.K., Meenakshi, Mahajan, V., Sharma, S., Sandhu, K.S., Gupta, M.P. 2011. Evaluation of Factors Contributing to Excessive Nitrate Accumulation in Fodder Crops Leading to Ill-Health in Dairy Animals *Toxicol Int.*, Jan-Jun; 18: 22-26.
- Tsutomu, D.L., Grunes, O., Sanchirico, C.A. 1985. Nitrogen and potassium fertilization and environmental factors affecting the grass tetany hazard of wheat forage. *Plant. Soil. Environ.*, 86: 173-184.
- EPA, 1996. Method 9210. Potentiometric determination of nitrate in aqueous samples with ion-selective electrode. Environmental Protection Agency, USA.
- Van Soest, P.J. 1983. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. O&B Books, Corvallis.
- Wilkinson, S.R., Mayland, H.F. 1997. Yield and mineral concentration of himag compared to other tall fescue cultivars grown in the southern piedmont. *J. Plant. Nut.*, 20: 1317-1331.



### Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 169-175

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/anajas.2015.30.2.169-175



## Determination of promising high yielded mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) genotypes under Middle Black Sea Region of Turkey

Erkut Pekşen<sup>a\*</sup>, Cengiz Toker<sup>b</sup>, Funda Öncü Ceylan<sup>b</sup>, Tariq Aziz<sup>a</sup> Muhammad Farooq<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs University, Agricultural Faculty, Field Crops Department, Samsun, Turkey, <sup>b</sup>Akdeniz University, Agricultural Faculty, Field Crops Department, Antalya, Turkey, <sup>c</sup>University of Agriculture, Faculty of Agriculture, Department of Agronomy, Faisalabad, Pakistan

\*Sorumlu yazar/corresponding author: erkutp@omu.edu.tr

Geliş/Received 13/03/2015

Kabul/Accepted 20/07/2015

### ABSTRACT

In this study, 20 mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) genotypes were evaluated regarding their adaptation ability and cultivating possibility as a new crop for the legume farmers in Samsun, Middle Black Sea Region of Turkey. Three mungbean genotypes locally grown in Turkey and 17 exotic genotypes were used in the study. Field experiment was laid out in Randomized Complete Block Design with four replications. Mungbean genotypes exhibited significant differences for days to first flowering and pod setting, plant height, number and size of pods, number of seeds per pod, 100 seed weight, harvest index and seed yield. CN95 produced the highest seed yield (1120.51 kg ha<sup>-1</sup>), followed by CD3 and Basanti (955.00 and 902.91 kg ha<sup>-1</sup>, respectively). CN95 genotype has higher 100-seed weight (6.26 g) followed by KPS1 (6.20 g) and KPS2 (6.17 g). Days to first pod setting ( $r = 0.996^{**}$ ), number of racemes per plant ( $r = 0.677^{**}$ ), plant height ( $r = 0.851^{**}$ ), first pod height ( $r = 0.872^{**}$ ) and harvest index ( $r = -0.702^{**}$ ) strongly correlated with days to first flowering. There was negative association between pod number per plant and 100 seed weight ( $r = -0.551^{*}$ ). Harvest index showed positive correlation with seed yield ( $r = 0.603^{**}$ ). Root to shoot ratio and harvest index decreased with the increasing plant height. The study results were promising and gave some important evidences about mungbean cultivation might be a good alternative for legume farmers in both temperate coastal belt and inner drought prone locations of the Middle Black Sea Region, Turkey.

### Keywords:

Adaptation  
Evaluation  
Genotypes  
Mungbean  
*Vigna radiata*  
Yield

Türkiye'nin Orta Karadeniz Bölgesi koşullarında yüksek tohum verimi bakımından ümitvar maş fasulyesi (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) genotiplerinin belirlenmesi

### ÖZET

Bu çalışmada, 20 maş fasulyesi (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) genotipi Türkiye'nin Orta Karadeniz Bölgesinde Samsun şartlarına adaptasyon yetenekleri ve yetiştirilebilme olanakları bakımından değerlendirilmiştir. Denemede Türkiye'de lokal olarak yetiştirilen 3 ve 17 yabancı kaynaklı maş fasulyesi genotipi kullanılmıştır. Tarla denemesi Şansa Bağlı Bloklar deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Maş fasulyesi genotipleri ilk çiçeklenme ve ilk meyve tutumuna kadar geçen gün sayısı, bitki boyu, bakla sayısı ve boyutları, baklarda tane sayısı, 100 tane ağırlığı, hasat indeksi ve tohum verimi bakımından önemli farklılıklar göstermiştir. En yüksek tohum verimi CN95 (1120.51 kg ha<sup>-1</sup>) genotipinden elde edilmiş, bunu CD3 ve Basanti (sırasıyla 955.00 ve 902.91 kg ha<sup>-1</sup>) genotipleri izlemiştir. 100 tane ağırlığı bakımından üstün genotipler CN95 (6.26 g), KPS1 (6.20 g) ve KPS2 (6.17 g) olarak belirlenmiştir. İlk bakla bağlama başlangıç süresi ( $r = 0.996^{**}$ ), bitki başına salkım sayısı ( $r = 0.677^{**}$ ), bitki boyu ( $r = 0.851^{**}$ ), ilk bakla yüksekliği ( $r = 0.872^{**}$ ) ve hasat indeksi ( $r = -0.702^{**}$ ) ilk çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı ile çok önemli ilişkiler göstermiştir. Bitkide bakla sayısı ve 100 tane ağırlığı ( $r = -0.551^{*}$ ) arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Hasat indeksi tohum verimi ile olumlu ilişki ( $r = 0.603^{**}$ ) göstermiştir. Kök/gövde oranı ve hasat indeksi artan bitki boyu ile azalmıştır. Çalışma sonuçları ümit verici bulunmuş ve maş fasulyesinin Türkiye'nin Orta Karadeniz Bölgesinin hem ılıman sahil kuşağı hem de kurağa eğilimli daha iç bölgelerindeki baklagil çiftçileri için bir seçenek olabileceği konusunda bazı önemli ipuçları vermiştir.

### Anahtar Sözcükler:

Adaptasyon  
Değerlendirme  
Genotip  
Maş fasulyesi  
*Vigna radiata*  
Verim

## 1. Introduction

In recent years, Turkish farmer's interest has reduced in conventional food legumes cultivation due to high cost of inputs like certified seed, chemical fertilizer, energy and low market prices of their products. In this situation, legume farmers show increasing interest in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) cultivation might be a new option for them. It's known for healthy and cheap source of protein in combination with essential amino acids particularly lysine, minerals and vitamins with calm digestion (Keatinge et al., 2011; Saini et al., 2010). Lysine is the first limiting amino acid involve in protein digestion but cereal based diet cause deficiency of certain essential amino acid particularly lysine (Amjad et al., 2003), however mungbean assure a good supplement (Baskaran et al., 2009), and considered as one of the good alternatives (Keatinge et al., 2011). Low phytic acid concentration is an extra advantage over others legume based diets otherwise iron and zinc bio-availabilities disrupt (Kataria et al., 1989).

Mungbean originated in South Asia having leading shares approximately 80% of the total produced but currently widely spreading in Africa, Australia and Latin America (Tomooka et al., 1992). Ninety percent of improved mungbean cultivars found in Pakistan and Thailand (Ali et al., 1997). It can be successfully cultivated even in the hot summer with dry environment (Sekhon, 2008). Mungbean has two planting windows due to integration of photo insensitive traits from wild genotypes (Pratap et al., 2014). Its short growth period allows adaptation in many cropping systems and easily adjusted in crop rotations, hence, diversifying cropping systems (Shanmugasundaram et al., 2009). Mungbean can adjustable in diverse cropping systems under rainfed and irrigated conditions it could not only increase small farmer's income but also improves soil fertility status. Keeping in view their short crop growing period, low cost of production and adaptability in a wide range of soil and climatic conditions, there is a magnanimous opportunity of growing mungbean across the seasons in different region (Pratap et al., 2013).

In Turkey, most commonly cultivated legumes are chickpea, lentil and beans. The area under legume cultivation in Turkey had reduced to 0.8 million ha, while it was reported 2.0 million ha in 1990 (TÜİK, 2013). This debauched situation inserts pressure on legumes import to narrow the demand-supply gap. The import of legumes had reached to 340000 ton which was only 2000 ton in 1988 (TÜİK, 2013). To minimize the possible dependence of mungbean import in future, it will be vital to cultivate mungbean in Turkey. Mungbean had adopted and acclimatized over wide range of agro-climatic zones of different countries. Determination of growth habit and synchronization of maturity and yield response are essential for introducing any new crop into a particular region. In the past, like many other food grain legumes, mungbean received very little research attention in Turkey. Some efforts were made in the past to grow mungbean as a green manure crop due its short growth duration (60 to 75 days) with high value of organic matter, narrow C:N ratio along with higher content of micro and macro elements (Algan and Çelen, 2011). Some studies were conducted in Turkey

to evaluate the agronomic, morphologic and phenologic characters and broad sense heritability for yield and yield components in mungbean (Toker et al., 2002; Çancı and Toker, 2005; Çancı and Toker, 2014).

Present study was planned to collect and evaluate different mungbean genotypes in term of genotypic differences for yield characteristics, agronomic and adaptive features in Samsun, Middle Black Sea Region of Turkey. This study helps to the farmers in selection and cultivation of appropriate mungbean genotypes in Middle Black Sea Region.

## 2. Materials and Methods

The field experiment was conducted at Experimental Area of Field Crops Department, Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey (41.3 °N longitude, 36.3 °E altitude, 150 m above sea level) in 2010.

### 2.1. Seed collection

In this study, fresh and healthy seeds of mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) genotypes were used which were procured from different countries. A field trail consist of 20 mungbean genotypes including 3 local genotypes from Turkey (Kilis, Gaziantep and Gazipaşa) and 17 exotic genotypes (ML613, ML267, Barimung-2, NIMB10, NIMB51, VB92, NM54, Basanti, VC396088, CD3, CN95, VC6153B6, VC6372, VC6173, KPS1, KPS2 and Pusa 9072) were collected and evaluated.

In 2010, total rainfall during May, July, August and September were lower than that in the same period in long term (1960-2010) average except for June, while air temperature were slightly higher from May to September similar to the same period (Fig. 1). Therefore, irrigations were applied for 3 times to compensate rainfall water deficit due to low rainfall.

### 2.2. Soil analysis

Soil samples from the experimental site were collected randomly from 0-30 cm depth for chemical analysis according to the protocol described by Sahrawat et al. (2008). Soil pH was 6.18, CaCO<sub>3</sub> 0.48%, total salts 0.061%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 22.9 kg per ha, total nitrogen 0.11%, K<sub>2</sub>O 570 kg per ha and organic matter was 3.17%. The soil type was heavy clay.

### 2.3. Experimental design and statistical analysis

Field experiment was arranged in Randomized Complete Block Design with four replications. The obtained data was statistically analyzed by using Fisher's analysis of variance (Steel et al., 1997) and treatment means were compared by using Duncan's multiple range test.

### 2.4. Planting geometry

Seeds were sown manually with the help of hand drill keeping distance 45x45 cm between rows, while plant to plant distance was maintained 5x5 cm by thinning after

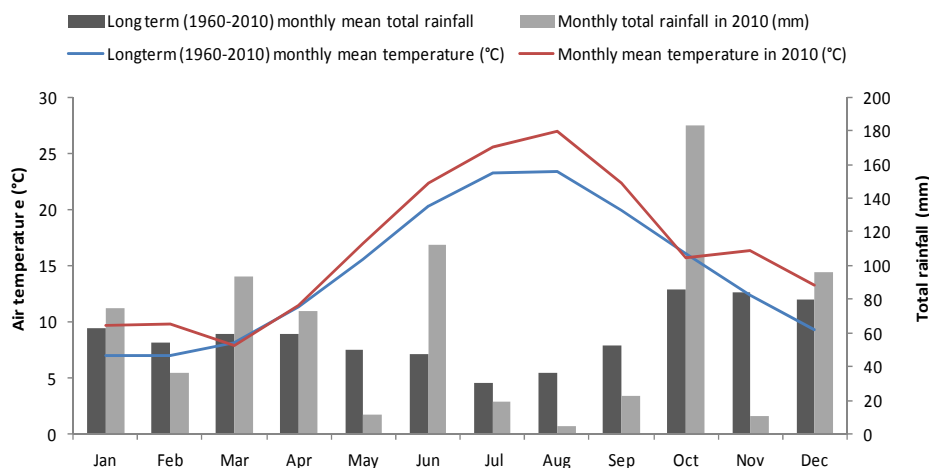


Figure 1. Monthly mean air temperature and total rainfall of the experimental site in 2010 and during the long term (1960-2010)

stand establishment. Every experimental unit was consisted of two rows having four meter length of each.

### 2.5. Plant protection

Weeds were removed manually through hoeing implements from each plot when the critically economic threshold level of weeds had reached. There was no insect attack during the whole growing season.

### 2.6. Observations

Days to emergence (DE), days to first flowering (DFF), days to first pod setting (DFPS), plant height (PH), first pod height (FPH), pods number per plant (PNP), number of racemes per plant (NRP), pod length (PL), pod width (PW), pod thickness (PT), seeds per pod (NSP), 100 seed weight (HSW), root to shoot ratio (RSR), seed yield per hectare (SY) and harvest index (HI) were determined in the study. Plants were harvested at maturity and 10 plants were randomly selected to measure PH, FPH and PL (cm) with the help of measuring scale, while number of pods per plant and PNP, NRP and NSP were counted. Following the harvesting and threshing seeds were weighed after sun drying to determine total yield on hectare basis.

## 3. Results and Discussion

Present study is the first research conducted on mungbean in Samsun, Turkey. This preliminary experiment indicated diversity among the genotypes in terms of days to emergence (7.75-9.25 days), days to first flowering (44.25-65.50 days), days to first pod setting (47.25-68.25 days) and number of racemes per plant (4.53-12.00 racemes) as shown in Table 1. The results indicated that minimum DE was observed 7.75 days in CN95 and KPS1, but were counted higher 9.25 days in ML267. The earliest genotypes for DFF were NM54 (44.25 days), VB92 (44.50 days) and VC6372 (44.75 days), while NM54 (47.25 days), VB92 (47.75 days) and VC6372 and VC396088 (48 days) were

the earliest genotypes for DFPS. DFF exhibiting high broad sense heritability (88%) in mungbean (Çancı and Toker, 2005) were noted as 58.2 days and ranged from 46 to 69 days (Toker et al., 2002; Çancı and Toker, 2014). The mungbean genotype ML267 produced more racemes per plant (12.00 racemes) than that the produced by other genotypes. This was followed by Gazipaşa, Pusa9072 and Basanti (10.98, 10.20 and 9.80 racemes, respectively) genotypes (Table 1).

There were significant differences among mungbean genotypes regarding PH and FPH (Table 2). PH being genetically and environmentally controlled trait was measured higher in Gazipaşa (82.53 cm) followed by Kilis (72.08 cm), while minimum was noted in VC396088 (39.95 cm) (Table 2). Pusa9072 variety gave 66.33 cm mean plant height in the present study and it was higher than Pusa 9531 (49.2 cm) and Pusa Vishal (48.4 cm) which were cultivated in India and Taiwan (Singh et al., 2011).

FPH measured in Gazipaşa (49.33 cm) was the highest among all genotypes. This was followed by KPS2 (39.58 cm). The lowest FPH was measured in NM54 (15.75 cm) (Table 2). First pod height is important character for mechanical harvest and genotypes with high FPH are proper for mechanical harvesting than genotypes with low FPH.

Mungbean genotypes showed statistically significance differences for the PNP, PL, PW and PT (Table 2). PNP ranged between 28.43 in ML267 and 11.50 in Kilis produced the highest and the lowest PNP, respectively (Table 2). Mungbean genotypes examined in the present study produced less numbers of PNP than that in agroclimatic conditions of Pakistan ranged from 66.5 to 112.5 (Begum et al., 2012). These findings supported by Anwari and Soehendi (1999) and Rahman and Hussain (2003) that also investigating number of pods per plant on the bases on genotypic difference.

Gaziantep was in the first order in terms of NSP (12.58 seeds/pod), while VB92 (9.55 seeds/pod) was the last one. Gebeloğlu and Yazgan (1992a and 1992b) found pod number per plant and the number of seed per pod as

Table 1. Means of days to emergence, first flowering and first pod setting and number of racemes per plant of mungbean genotypes

Genotypes	Days to emergence (days)	Days to first flowering (days)	Days to first pod setting (days)	Number of racemes (racemes/plant)
Kilis	8.25ab**	54.25cd**	57.50cde**	6.53bcd**
Gaziantep	8.00ab	52.50cde	55.25c-f	5.95bcd
ML613	9.00ab	61.50ab	64.50ab	9.55a-d
ML267	9.25a	57.50bc	59.75bc	12.00a
Gazipaşa	8.75ab	65.50a	68.25a	10.98ab
Barimung-2	8.50ab	53.75cd	57.00cde	8.28a-d
NIMB101	8.00ab	60.75ab	64.25ab	7.50a-d
NIMB51	8.50ab	50.25def	53.50efg	6.90bcd
VB92	8.00ab	44.50f	47.75hı	6.80bcd
NM54	8.25ab	44.25f	47.25ı	6.83bcd
Basanti	8.50ab	55.50bcd	59.50bcd	9.80abc
VC396088	8.75ab	45.00f	48.50ghı	4.53d
CD3	9.00ab	56.50bcd	60.00bc	7.48a-d
CN95	7.75b	52.00cde	55.00c-f	7.70a-d
VC6153B6	8.25ab	46.50ef	49.50f-ı	6.10bcd
VC6372	8.75ab	44.75f	48.00ghı	6.50bcd
VC6173	9.00ab	46.50ef	49.50f-ı	5.18cd
KPS1	7.75b	50.25def	53.75d-g	8.03a-d
KPS2	8.25ab	57.75bc	60.00bc	7.38a-d
Pusa9072	8.75ab	55.75bcd	58.75b-e	10.20abc

\*\* significant at 0.01 probability level

11.93-35.20 and 9.13-13.53, respectively.

Mungbean line VC6173 produced the longest pods (10.49 cm) followed by Gaziantep (10.31 cm), Kilis (10.16 cm) and NM54 (10.15 cm). Basanti (6.74 cm) had the shortest pods (Table 2). Zubair et al (2007) reported that PL ranged varied 6.35 and 8.41 cm among forty diverse

mungbean genotypes evaluated for 14 quantitative traits. PL determined in all genotypes in the present study was higher than that reported PLs by Mansoor et al. (2010) ranging from 5.76 to 7.09 cm. This was might be due to efficient light interception and utilization, photosynthetic activity and environmental interaction.

Table 2. Means of plant height, the first pod height, pod number, pod length, pod width and pod thickness of mungbean genotypes

Genotypes	Plant height (cm)	First pod height (cm)	Pod number (pods/plant)	Pod length (cm)	Pod width (mm)	Pod thickness (cm)
Kilis	72.08ab**	33.78bcd**	11.50e*	10.16ab**	5.11abc**	4.76abc**
Gaziantep	44.96f	21.58c-f	12.50de	10.31ab	5.17ab	4.80abc
ML613	68.03abc	37.38abc	23.10a-d	8.35fg	4.58b-e	5.12abc
ML267	69.10abc	27.68b-f	28.43a	7.71ghı	4.11e	4.14c
Gazipaşa	82.53a	49.33a	23.28a-d	8.00fgh	4.82a-d	5.26abc
Barimung-2	68.73abc	32.35b-e	18.53a-e	7.11ıj	4.78a-e	6.22abc
NIMB101	63.25b-e	31.53b-f	16.88b-e	9.63bcd	4.44cde	7.14ab
NIMB51	49.58def	21.88c-f	23.92abc	8.59ef	4.39de	7.21ab
VB92	42.08f	19.13def	20.98a-e	8.14fgh	4.75a-e	6.49abc
NM54	46.03f	15.75f	20.18a-e	10.15ab	5.00a-d	7.59a
Basanti	65.80a-d	26.40b-f	25.98abc	6.74j	4.12e	4.09c
VC396088	39.95f	15.91f	16.43b-e	8.23fg	5.27a	5.10abc
CD3	56.70b-f	28.60b-f	23.58abc	7.38hıj	4.13e	4.50bc
CN95	54.43c-f	20.48def	24.88abc	9.98abc	4.64a-e	6.45abc
VC6153B6	50.33def	20.93def	16.70b-e	9.11de	4.73a-e	5.91abc
VC6372	50.45def	23.10c-f	20.00a-e	9.20cde	4.97a-d	5.34abc
VC6173	42.23f	16.80ef	18.03a-e	10.49a	4.95a-d	5.78abc
KPS1	47.65ef	22.53c-f	18.50a-e	9.57bcd	4.94a-d	6.14abc
KPS2	62.95b-e	39.58ab	15.15cde	9.76a-d	4.78a-e	6.02abc
Pusa9072	66.33a-d	28.93b-f	26.63ab	6.92j	4.11e	4.60bc

\* and \*\* significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively



The highest 100-seed weight of 6.26 g was recorded in CN95 and this was followed by KPS1 and KPS2 genotypes with 6.20 and 6.17 g (Table 3). Akdağ (1995) found that 1000 seed weight of mungbean genotypes were between 35.04 and 38.32 g depending on sowing time. Mean HSW of 19 mungbean genotypes was 5.5 g and ranged from 3.1 to 8.6 g under Antalya conditions (Çancı and Toker, 2014). It was found that mungbean genotypes showed significant difference for HSW changing from 3.90 to 6.23 g (Gul et al., 2007).

Significant variation was found among mungbean genotypes for root to shoot ratio. RSR ranged from found 37.43% in VB92 to 18.55% in Pusa9072 (Table 3). Variation was found among mungbean genotypes in terms

of RSR (Del Rosario et al., 1992; Amanullah and Hatam, 2000). Genotypes having higher root shoot ratio may be better to be able to cope against drought stress and may successfully cultivated in drought prone areas. VC396088, VB92 and CD3 gave the highest HI (41.15, 40.88 and 40.58%, respectively). The lowest HI was found in Pusa9072 by 16.85%. The cultivars with high grain yield and low biological yield produces higher harvest index. It means the increase of biological yield has beneficial for grain yield at certain limit (Ghafoor et al., 1993).

Mungbean genotypes having seed yield over 650 kg ha<sup>-1</sup> were CN95, CD3, Basanti, VB92, VC6153B6, KPS1 and Gaziantep with the seed yield of 1120.5, 955.0, 902.9, 808.0, 771.4, 697.7 and 658.0 kg ha<sup>-1</sup> (Fig. 2).

Table 3. Means of number of seeds per pod, 100 seed weight, root to shoot ratio and harvest index of mungbean genotypes

Genotypes	Number of seeds per pod (seeds/pod)	100 seed weight (g)	Root to shoot ratio (%)	Harvest index (%)
Kilis	12.30ab**	5.18cd**	25.95a-d*	29.03b-e**
Gaziantep	12.58a	5.59bc	23.38cd	36.03ab
ML613	11.70abc	4.08f	26.03a-d	21.20def
ML267	11.03a-e	3.13g	33.93abc	24.45c-f
Gazipaşa	11.93abc	4.48ef	27.08a-d	17.60f
Barimung-2	11.75abc	3.26g	26.80a-d	17.58f
NIMB101	10.83b-e	5.17cd	28.48a-d	21.98c-f
NIMB51	11.32a-d	4.14f	34.28abc	35.78ab
VB92	9.55e	4.66e	37.43a	40.88a
NM54	10.83b-e	5.85ab	22.78cd	38.30ab
Basanti	11.65a-d	3.16g	23.93bcd	29.23b-e
VC396088	10.00de	4.76de	33.58abc	41.15a
CD3	10.73b-e	3.27g	27.05a-d	40.58a
CN95	12.25ab	6.26a	30.65a-d	38.08ab
VC6153B6	9.98de	5.25cd	36.28ab	32.20abc
VC6372	11.03a-e	4.15f	34.83abc	30.65a-d
VC6173	10.78b-e	6.00ab	33.45abc	36.85ab
KPS1	11.23a-e	6.20a	34.38abc	37.00ab
KPS2	12.20ab	6.17a	31.40abc	19.18ef
Pusa9072	10.38cde	3.10g	18.55d	16.85f

\* and \*\* significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively

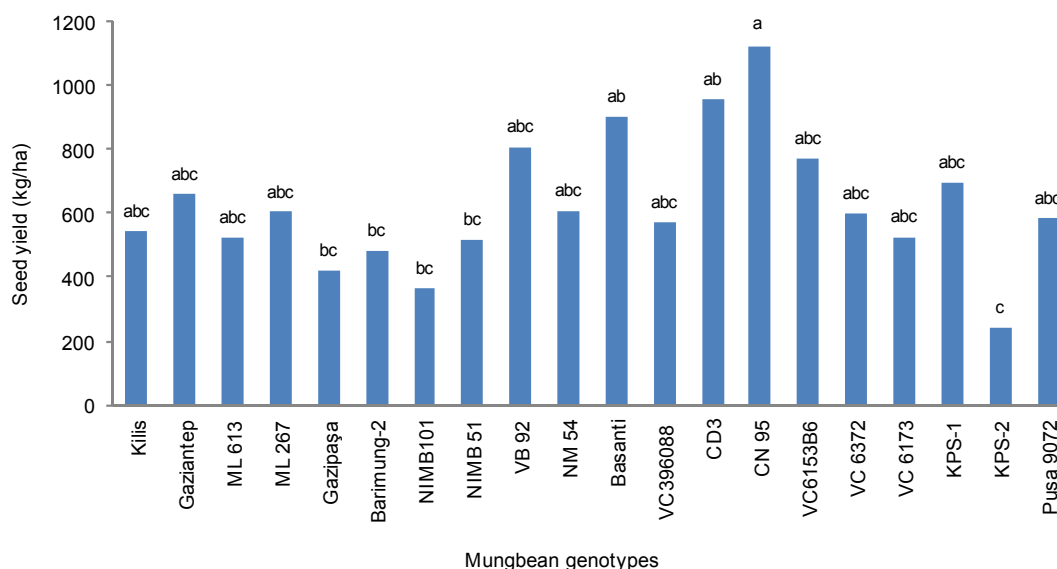


Figure 2. Seed yield of mungbean genotypes grown under Samsun condition (Means followed by different letters are significantly different at  $P < 0.01$ )

The difference in response of mungbean genotypes to new environment might be due to variation ability to respond environmental factors differently. This suggests that some genotypes found favorable environment for their growth in agro-climatic condition of Samsun. Previous studies conducted in Adana and Tokat showed that seed yield of mungbean genotypes were ranged between 242.8-524.7 kg ha<sup>-1</sup> (Şahin, 1986) and 377-1169 kg ha<sup>-1</sup> (Gebeloğlu and Yazgan, 1992a). Begum et al. (2012) have also reported significant genotypic differences in grain yield ranged from 21.87 to 45.35 g per plant.

In the present study, fifteen quantitative characters were evaluated and correlations among those characters shown in Table 4. DFF strongly correlated with DFPS ( $r=0.996^{**}$ ), NRP ( $r=0.677^{**}$ ), PH ( $r=0.851^{**}$ ) and FPH ( $r=0.872^{**}$ ), but negatively correlated with HI ( $r=-0.702^{**}$ ). Positive and strong correlations were found between DFPS and NRP ( $r=0.657^{**}$ ), PH ( $r=0.850^{**}$ ) and FPH ( $r=0.875^{**}$ ), while negative correlation existed with HI ( $r=-0.703^{**}$ ). Extending of time to the first flowering and first pod setting associated with significant increases in NRP, PH and FPH, and significant decrease in HI (Table 4).

Table 4. Correlations among investigated characters in 20 mungbean genotypes

	DFE	DFPS	NRP	PH	FPH	PNP	PL	PW	PT	NSP	HSW	RSR	HI	SY
DE	0.207	0.200	0.172	0.162	0.149	0.216	-0.203	-0.093	-0.401	-0.248	-0.417	-0.054	-0.148	-0.211
DFE	-	0.996 <sup>**</sup>	0.677 <sup>**</sup>	0.851 <sup>**</sup>	0.872 <sup>**</sup>	0.254	-0.344	-0.295	-0.211	0.396	-0.221	-0.427	-0.702 <sup>**</sup>	-0.286
DFPS	-	-	0.657 <sup>**</sup>	0.850 <sup>**</sup>	0.875 <sup>**</sup>	0.243	-0.358	-0.310	-0.202	0.386	-0.240	-0.442	-0.703 <sup>**</sup>	-0.276
NRP	-	-	-	0.756 <sup>**</sup>	0.575 <sup>**</sup>	0.698 <sup>**</sup>	-0.634 <sup>**</sup>	-0.503 <sup>*</sup>	-0.272	0.149	-0.473 <sup>*</sup>	-0.287	-0.657 <sup>**</sup>	-0.047
PH	-	-	-	-	0.885 <sup>**</sup>	0.288	-0.405	-0.274	-0.271	0.359	-0.368	-0.449 <sup>*</sup>	-0.827 <sup>**</sup>	-0.294
FPH	-	-	-	-	-	0.085	-0.248	-0.297	-0.153	0.379	-0.195	-0.303	-0.797 <sup>**</sup>	-0.467 <sup>*</sup>
PNP	-	-	-	-	-	-	-0.703 <sup>**</sup>	-0.555 <sup>*</sup>	-0.114	-0.130	-0.551 <sup>*</sup>	-0.095	-0.165	0.335
PL	-	-	-	-	-	-	-	0.465 <sup>*</sup>	0.320	0.184	0.841 <sup>**</sup>	0.221	0.358	-0.184
PW	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.120	0.167	0.164	-0.317	0.364	-0.073
PT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.133	0.404	0.299	0.090	-0.248
NSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.229	-0.260	-0.229	-0.124
HSW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.283	0.283	-0.094
RSR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.385	0.047
HI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.603 <sup>**</sup>

\* and \*\* significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively. DE: days to emergence, DFE: days to first flowering, DFPS: days to first pod setting, NRP: number of racemes per plant, PH: plant height, FPH: first pod height, PNP: pods number per plant, PL: pod length, PW: pod width, PT: pod thickness, NSP: seeds per pod, HSW: 100 seed weight, RSR: root to shoot ratio, HI: harvest index, SY: seed yield per hectare

NRP showed positive correlation with PNP, but negative correlation with pod dimensions such as PL ( $r=-0.634^{**}$ ) and PW ( $r=-0.503^{*}$ ). PL, PW and HSW decreased with the increasing competition among more pods bearing in plants due to increasing NRP and PNP. There was positive correlation between PL and HSW ( $r=0.841^{**}$ ). PH showed positive correlation with FPH ( $r=0.885^{**}$ ) and negative correlations with RSR ( $r=-0.449^{*}$ ) and HI ( $r=-0.827^{**}$ ). Increasing plant height caused significant decreases in RSR and HI (Table 4). Sharma and Gupta (1994) reported positive correlation between pod length and seed yield per plant. HI showed positive correlation with SY ( $r=0.603^{**}$ ). Amanullah and Hatam (2000), and Amjan and Hassan (2002) reported positive correlation between SY and HI. Malik et al. (2008) also found positive correlation between SY and PH. Islam et al. (1999) reported genetic variability and found correlation between yield components in different mungbean genotypes.

#### 4. Conclusion

Based on present study results, CN95, CD3, Basanti, VB 92, VC6153B6, KPS1 and Gaziantep were the promising genotypes regarding seed yield for Samsun condition. It could be concluded from the present study

results and other unpublished data results conducted in both under rainfed and well watered (100% field capacity) conditions in Samsun, mungbean can be successfully grown in the Middle Black Sea Region of Turkey. Comprehensive and comparative researches should be conducted in both coastal belt and inner drought prone locations of the Middle Black Sea Region to get more detailed findings and to be able to recommend promising mungbean cultivars as a new crop option for legume farmers in those regions. Field experiments should be repeated in different locations to obtain more detailed results.

#### References

- Akdağ, C. 1995. Tokat şartlarında ekim zamanının maş fasulyesinin (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) dane verimi ve diğer bazı özelliklere etkilerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12: 135-140.
- Algan, N., Çelen, A.E. 2011. Evaluation of mungbean (*Vigna radiata* L.) as green manure in Aegean conditions in terms of soil nutrition under different sowing dates. African Journal of Agricultural Research, 6(7): 1744-1749.
- Ali, M., Malik, I.A., Sabir, H.M., Ahmad B. 1997. The mungbean green revolution in Pakistan. Technical Bulletin No. 24. The World Vegetable Center (AVRDC). Shanhuia, Taiwan, ROC. 66 p.
- Amanullah, H.M., Hatam, M. 2000. Correlation between grain

- yield and agronomic parameters in mungbean *Vigna radiata* (L.) Wilczek. Pakistan Journal of Biological Sciences, 3(8): 1242-1244.
- Amjad, I., Khalil, I.A., Shah, H. 2003. Nutritional yield and amino acid profile of rice protein as influenced by nitrogen fertilizer. Sarhad Journal of Agriculture, 19: 127-134.
- Amjan, S., Hassan, M.U. 2002. Association analysis for certain plant characteristics in some local and exotic strains of mungbean (*Vigna radiata* L.). Asian Journal of Plant Science, 1: 697-698.
- Anwari, M., Soehendi, R. 1999. Improvement of component technology to increase legume and tuber plants productivity. Malang (Indonesia) Balitkabi, 12(1): 46-51.
- Baskaran, L., Sundaramoorthy, P., Chidambaram, A., Ganesh, K.S. 2009. Growth and physiological activity of Greengram (*Vigna radiata* L.) under effluent stress. International Journal of Botany, 2(2): 107-114.
- Begum, S., Noor, M., Hassan, G., Rahman, H.U., Durrishawar, Ullah, H., Jan, M. 2012. Genotypic association among yield and related attributes in mungbean genotypes. International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science, 2(5): 188-193.
- Çancı, H., Toker, C. 2005. Maş fasulyesinde [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] verim ve verim kriterlerinin belirlenmesi için geniş anlamda kalıtım derecesi tahminleri. GAP IV. Tarım Kongresi, 21-23 Eylül 2005, Şanlıurfa.
- Çancı, H., Toker C. 2014. Yield components in mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] Turkish Journal of Field Crops, 9(2): 258-261.
- Del Rosario, D.A., Ocampo, E.T.M. Sumague A.C., Paje, M.C.M. 1992. Adaptation of vegetable legumes to drought stress. In: Adaptation of food crops to temperature and water stress: Proceedings of an International Symposium. (C.G. Kue. ed). Asian Vegetable Research and Development Center. Publication No. 93-410. pp 360-371.
- Gebeloğlu, N., Yazgan, A. 1992a. Mungo fasüyesi (*Vigna radiata* (L.) Wilczek)'in Tokat ekolojik koşullarına adaptasyonu üzerinde araştırmalar-II (Verim özellikleri). C.Ü. Tokat Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(1): 76-85.
- Gebeloğlu, N., Yazgan, A. 1992b. Mungo fasüyesi (*Vigna radiata* (L.) Wilczek)'in Tokat ekolojik koşullarına adaptasyonu üzerinde araştırmalar-I (Bitkisel özellikler). C.Ü. Tokat Ziraat Fakültesi Dergisi, 9 (1): 65-75.
- Ghafoor, A., Zubair, M., Malik, B.A. 1993. Harvest index in mungbean. Pakistan Journal of Agricultural Research, 14(4): 309-313.
- Gul, R., Ali, S., Khan, H., Nazia, Ali, F., Ali, I. 2007. Variability among mungbean (*Vigna radiata*) genotypes for yield and yield components grown in Peshawar Valley. Journal of Agricultural and Biological Science, 2(3): 6-9.
- Islam, M.T., Haque, M.M. Islam, M.O. Malek, M.A. Hoque. M.E. 1999. Genetic variability, correlation and path analysis in mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek). Bangladesh J. Scient. Indus. Res., 34: 103-107.
- Kataria, A., Chauhan, B.M., Punia, D. 1989. Antinutrients and protein digestibility (in vitro) of mungbean as affected by domestic processing and cooking. Food Chemistry, 32: 9-17.
- Keatinge, J.D.H., Easdown, W.J., Yang, R.Y., Chadha, M.L., Shanmugasundaram, S. 2011. Overcoming chronic malnutrition in a future warming world: The key importance of mungbean and vegetable soybean. Euphytica, 180: 129-141.
- Malik, M.F.A., Awan, S.I., Niaz, S. 2008. Comparative study of quantitative traits and association of yield and its components in black gram (*Vigna mungo*) genotypes. Asian Journal of Plant Sciences, 7: 26-29.
- Mansoor, M., Khan, H., Ayaz, M., Zubair, M., Nadim, M.A. 2010. Effect of different planting densities on some physiological parameters of mungbean. Gomal University Journal of Research, 26(2): 1-8.
- Pratap, A., Basu, P.S., Gupta, S., Malviya, N., Rajan, N., Tomar, R., Madhavan, L., Nadarajan, N., Singh, N.P. 2014. Identification and characterization of sources for photo- and thermo-insensitivity in *Vigna* species. Plant Breeding, 133(6): 756-764.
- Pratap, A., Gupta, D.S., Singh, B.B., Kumar, S. 2013. Development of super early genotypes in Mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]. Legume Research, 36: 105-110.
- Rahman, M., Hussain, M. 2003. Genetic variability, correlation and path analysis in mungbean. Asian Journal of Plant Science, 2(17): 1209-1211.
- Sahrawat, K.L., Rego, T.J., Wani, S.P., Pardhasaradhi, G. 2008. Stretching soil sampling to watershed: Evaluation of soil-test parameters in a semi-arid tropical watershed. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 39: 2950-2960.
- Saini, M., Singh, S., Hussain, Z., Yadav, A. 2010. RAPD analysis in mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]: I. Assessment of genetic diversity. Indian Journal of Biotechnology, 9: 137-146.
- Sekhon, H.S. 2008. *Vigna* in cropping system. In: MC Kharkwal, editor. Proceedings of the fourth international food legumes research conference. New Delhi: Indian Society of Genetics and Plant Breeding, p. 675-682.
- Shanmugasundaram, S., Keatinge, J.D.H., Hughes, J.A. 2009. The mungbean transformation: Diversifying crops, defeating malnutrition. pp. 381-406. In: Spielman, D.J. and Pandya-Lorch, R. (Eds.). Proven successes in Agricultural Development A technical compendium to Millions Fed, an IFPRI 2020 Book. International Food Policy Research Institute, Washington, D.C., USA.
- Sharma, J.D., Gupta, V.P. 1994. Selection parameters in interspecific derivatives of urbean and mungbean. Ind. J. Pulses Res., 7(2): 174-176.
- Singh, G., Sekhon, H.S., Singh, G., Brar, J.S., Bains, T.S., Shanmugasundaram, S. 2011. Effect of plant density on the growth and yield of mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] genotypes under different environments in India and Taiwan. International Journal of Agricultural Research, 1: 1-11.
- Steel, R.G.D., Torrie J.H., Dickey, D.A. 1997. Principles and procedures of statistics: a biometric approach. 3rd Ed. McGraw Hill Book Co. Inc., New York. USA.
- Şahin, H. 1986. Çukurova Koşullarında Maş Fasulyesinde (*Vigna radiata* L.) Altı Değişik Ekim Zamanının Bitkide Tane Verimi ve Bazı Tarımsal Karakterlere Etkilerinin Araştırılması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 43 s., Adana.
- Toker, C., Çancı, H., HAQ, M.A., Çağırğan, M.I. 2002. Evaluation for agronomic, morphologic and phenologic characters of mung bean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] genotypes in the lowland of the West Mediterranean Region of Turkey. Turk. J. Field Crops, 7(2): 78-83.
- Tomooka, N., Lairungreang, C., Nakeeraks, P., Egawa, Y., Thavarasook, C. 1992. Center of genetic diversity and dissemination pathways in mungbean deduced from seed protein electrophoresis. Theoretical and Applied Genetics, 83: 289-293
- TÜİK, 2013. Agriculture Statistics of Turkey.
- Zubair, M., Ajmal, S. U., Anwar, M., Haqqani, A.M. 2007. Multivariate analysis for quantitative traits in mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]. Pak. J. Bot., 39(1): 103-113.



### Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 176-181

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/anajas.2015.30.2.176-181



## Kurtboğazı barajı havzasında erozyon risk alanlarının belirlenmesi

Kahraman Oğuz

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara

\*Sorumlu yazar/corresponding author: koguz@mgm.gov.tr

Geliş/Received 02/02/2015

Kabul/Accepted 08/04/2015

### ÖZET

Toprak örtüsünün aşındırılarak çeşitli dış kuvvetlerin etkisiyle kaynak alanından başka alanlara taşınmasına erozyon denir. Erozyon her zaman meydana gelmiştir ve meydana gelmeye devam edecektir. Bu sebeple, erozyon risk analizlerinin yapılması önem arz etmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) havza amenajmanında kullanımı her geçen gün artmaktadır. Havzadaki erozyonun tahmin edilmesi, toprak koruma ve planlama çalışmalarında çok geniş ve etkili bir yöntemdir. Bu yöntemde CBS teknolojisi kullanılarak daha etkin ve doğru veriler elde edilebilmektedir. Bu çalışmada, CBS teknolojisi ile oluşturulan ArcGIS yazılımı kullanılmıştır. Çalışma alanı olarak Kurtboğazı barajı havzası seçilmiştir. Burada, ICONA yöntemi ile erozyona maruz kalabilecek alanlar modellenmiş ve değerlendirilmiştir. Erozyona maruz kalabilecek alanlar değerlendirildiğinde; 10333,7 ha'lık havzanın %19.9'unun çok riskli olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, Saraç köyü ve Yukarıköy mahallesini de içeren alanın yüksek erozyon risk alanı içerisinde olduğu görülmüştür.

Anahtar Sözcükler:

CBS

Erozyon

Kurtboğazı barajı

### Determination of erosion risk areas in Kurtboğazı dam basin

### ABSTRACT

Erosion is defined as transport of eroded soil covers with external forces. Erosion has always occurred and will continue to occur. Therefore, it is important to make erosion risk analysis. The use of Geographic Information Systems (GIS) in watershed management field is increasing every day. Estimating the erosion in the basin is very effective method for soil conservation and planning. In this way, GIS products provide very effective and accurate data. GIS based ArcGIS was used in this study. The Kurtbogazi dam basin was selected as study area. Here, areas may be exposed to erosion were modeled and evaluated with ICONA method. When evaluated as areas that may be exposed to erosion; 19.9% of the 10333,7 basin was found to be very risky. In this study, it was observed that places including Saraç and Yukarıköy village are in high erosion risk areas.

Keywords:

GIS

Erosion

Kurtbogazi dam

© OMU ANAJAS 2015

### 1. Giriş

Karalarda hayat kaynağı olan toprağın, bulunduğu yerden su veya rüzgarlarla harekete geçirilerek taşınması olayına erozyon denir. Aşınarak taşınan toprak miktarı çok fazla ise ve yerine yenisi konulamıyorsa, toprak erozyonu problemi başlamış olur. Bu süreç ise erozyona etki eden topoğrafya, zemin örtüsü, toprak, iklim koşulları ve insan gibi faktörlerin etkisi altında gerçekleşmektedir (Ekinci, 2005). Türkiye iklim ve topoğrafik yapısı nedeniyle erozyon olayının oluşması için çok uygundur (Özsoy, 2007). Bu nedenle, toprak erozyonu Türkiye'nin en önemli problemlerinden biridir (Mater, 2004; Efe ve ark., 2008a;

2008b). Özellikle bu sorun bilinçsiz yapılan faaliyetler nedeniyle her geçen gün daha da artmaktadır. İnsanların dünya genelinde üretimi arttırmak için tarımsal aktivitelere bağlı olarak yanlış ve yoğun arazi kullanımları, doğal dengenin bozulmasına (Williams, 1991) ve arazinin insanlar için daha az kullanışlı hale gelmesine (Wasson, 1987) neden olmuştur (Tağıl, 2007). Bu durum doğal olarak erozyonun artmasına olanak sağlamaktadır (Özşahin, 2011).

Toprak erozyonunun miktarının tahmini veya hesaplanması amacıyla dünya çapında çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (William ve ark., 1999; Doğan ve Küçükçakar, 1994; Ekinci, 2007; Cürebal ve Ekinci, 2007; (Özşahin, 2011). Erozyon tahmininde kullanılan bu

modeller sayesinde sayısal sonuçlar elde edilmektedir. Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği (USLE) gibi yaklaşımlar yanında, Revize Edilmiş Everensel Toprak Kaybı Denklemi (RUSLE) ve Toprak Erozyonu Risk Değerlendirme Modeli (ICONA) bu yöntemlerden en sık kullanılanlarıdır (Bouaziz ve ark., 2011; Tombuş ve Ozulu, 2007; Karaburun ve ark., 2009; Sönmez ve ark., 2013).

Diğer taraftan, erozyon kontrol önlemlerinin alınabilmesi için çok hızlı bir şekilde erozyonun etkili olduğu alanların belirlenmesi gerekmektedir. Klasik etüdlere dayalı yöntemlerle yapılan erozyon çalışmaları uzun zaman almakta ve maliyet açısından fazla yükler getirmektedir. Ülkemizdeki erozyon şiddeti ve yayılışı dikkate alındığında yeni teknolojilerin kullanılarak gerekli toprak ve su koruma önlemlerinin vakit geçirmeden alınması gerekmektedir. Bu amaca yönelik Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tekniklerinin birlikte kullanılmasıyla geniş alanlara yönelik erozyona sebep olan faktörlerin şiddet ve derecesi çok hızlı bir şekilde ve düşük girdiyle belirlenebilmektedir (Özsoy, 2007). CBS ve UA teknikleriyle birlikte bu modellerin uygulanabilirliği ve geçerliliği daha da artmıştır. ICONA erozyon risk modellemesi de CBS ve UA teknikleri ile gelişen önemli yöntemlerdendir (Dengiz ve ark., 2014).

Bu çalışma ile Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknikleri kullanarak Kurtboğazı Barajı Havzası'nın erozyon riski durumunun ICONA yöntemi ile haritalanması ve erozyon riskinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Çalışma alanının özellikleri

Kurtboğazı Barajı, Ankara'da, Kurtboğazı Çayı üzerinde, içme suyu temini ve sulama amacı ile inşa edilmiş bir barajdır. İnşası 1963 - 1967 yılları arasında yapılmıştır. Toprak gövde dolgu tipi olan barajın gövde hacmi 834.000 m<sup>3</sup>, normal su kotunda göl hacmi 96.90 hm<sup>3</sup>, akarsu yatağından yüksekliği (talvegden) 52.60 m, normal su kotunda göl alanı 5.50 km<sup>2</sup>'dir. 2.800 hektarlık (net) bir alana sulama hizmeti vermekte, yılda 67 hm<sup>3</sup> içme-kullanma suyu temini sağlamaktadır (Kaynak: DSİ, 2015).

Kurtboğazı barajının (Şekil 1) bulunduğu Kazan

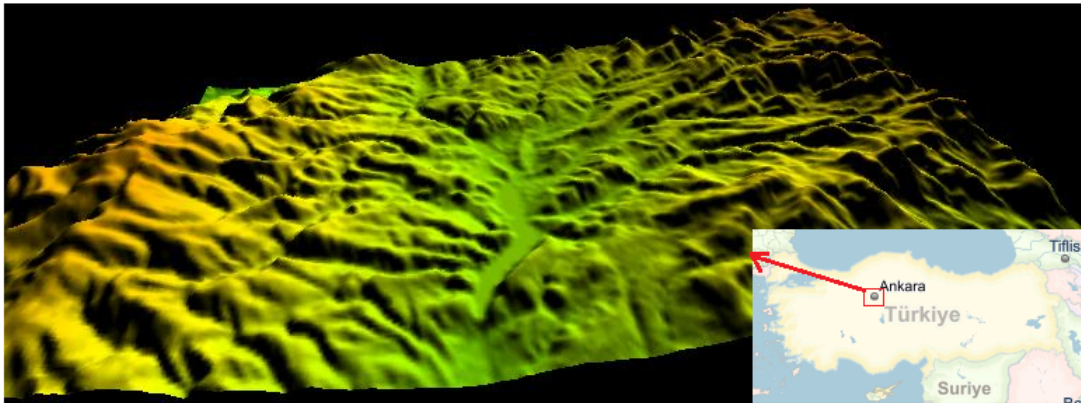
ilçesinin kuzeyinde bulunan Avar, Hodulca ve Çorba Dağı, doğu ve güneydoğusunda bulunan Mire ve Karyağdı Dağı ile batısında bulunan Ayaş (Balaban) dağlarının yamaçlarından beslenen ve mevsimsel yağışlara bağlı akarsular bulunmaktadır. Bu akarsular, dere ve çay boyutunda olup, en önemli akarsuları Kocadere Çayı, Ova Çayı ve İlhan Çayı'dır (Erdoğan, 2009; Veren, 2014).

Kazan ilçesi Orta Anadolu ova ve dağ bozkırı yapısına sahip olup, iki ayrı bitki topluluğu (step ve orman) görülür. Bölgede en yaygın olan bitki topluluğu steptir. "Batı Karadeniz" kuşağına yakınlığı ve dağ bozkırı olması dolayısıyla yerleşmeleri içinde orman köyü sayısı fazladır (Erdoğan, 2009). Denizden yüksekliği 890 metre olan ilçede yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı olan karasal iklim hâkimdir. Kış aylarında yağış az olmasına rağmen don olayı çokça görülmektedir (Göktaş, 2003; Veren, 2014).

### 2.2. Yöntem

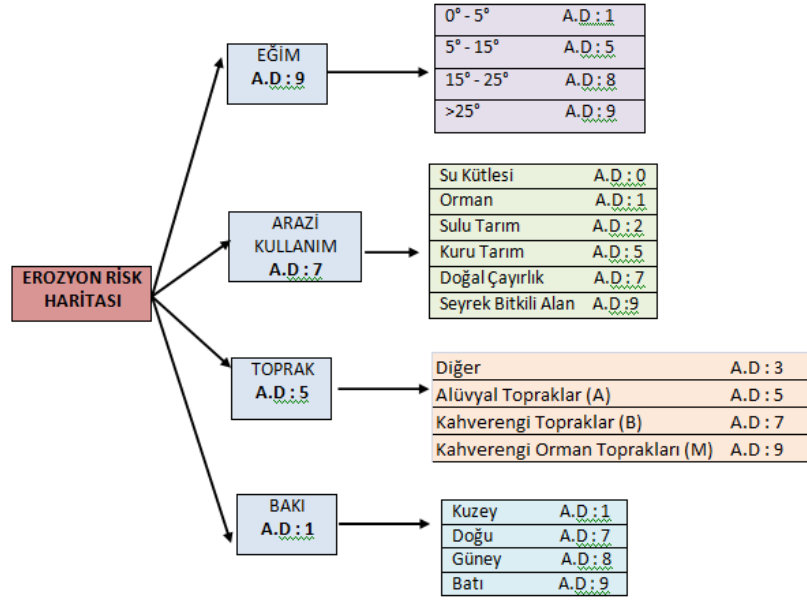
Bu çalışmada ilk olarak Kurtboğazı Havzası'na ilişkin verilerin toplanmasına başlanmıştır. Çalışmada erozyon riskini tahmin edebilmek amacıyla, yöntem olarak oldukça yaygın bir sayısal yöntem olan ICONA yöntemi ve CBS teknikleri kullanılmıştır. ICONA yöntemi, temel olarak kalitatif bir karaktere sahiptir. Haritalama sistematğinde özellikle hava fotoğraflarından, uydu görüntülerinden, arazi etüdlerinden ve haritalardan (topoğrafik vb.) gidilerek bilgilere ulaşılmaktadır. ICONA yaklaşımında erozyon risk haritası; arazi kullanım haritası, bitki örtüsü yoğunluğu haritası, meyil ve bakı haritalarının birleştirilmesi ile gerçekleşir.

Çalışmada kullanılan sayısal yükseklik, arazi kullanım ve toprak haritaları Meteoroloji Genel Müdürlüğünden elde edilmiştir. ArcGIS yazılımı kullanılarak sayısal yükseklik haritasından eğim ve bakı haritaları oluşturulmuş, toprak ve arazi kullanım haritaları da yazılımda kullanıma hazır hale getirilmiştir. Sonrasında "Archydro" modülü kullanılarak Kurtboğazı barajının drenaj nokta ve çizgileri oluşturulup baraja su getiren havzası belirlenmiştir. Analizde kullanılan haritalar, belirlenen bu havza sınırlarında kesilmiştir. Sonrasında Şekil 2'deki akış şemasında olduğu gibi elde edilen haritalara erozyona duyarlılıkları ve ağırlık dereceleri (A.D) işlenmiştir. Son aşama olarak, dereceleri işlenen haritalar, ArcGIS programında



Şekil 1. Çalışma alanının coğrafi konumu ve çevresinin üç boyutlu görünümü





Şekil 2. Erozyon analizi akış şeması ve haritaların ağırlık dereceleri (A.D)

“raster calculator” modülü yardımıyla hücre temelli erozyon risk analizi haritası elde edilmiştir.

### 3. Bulgular

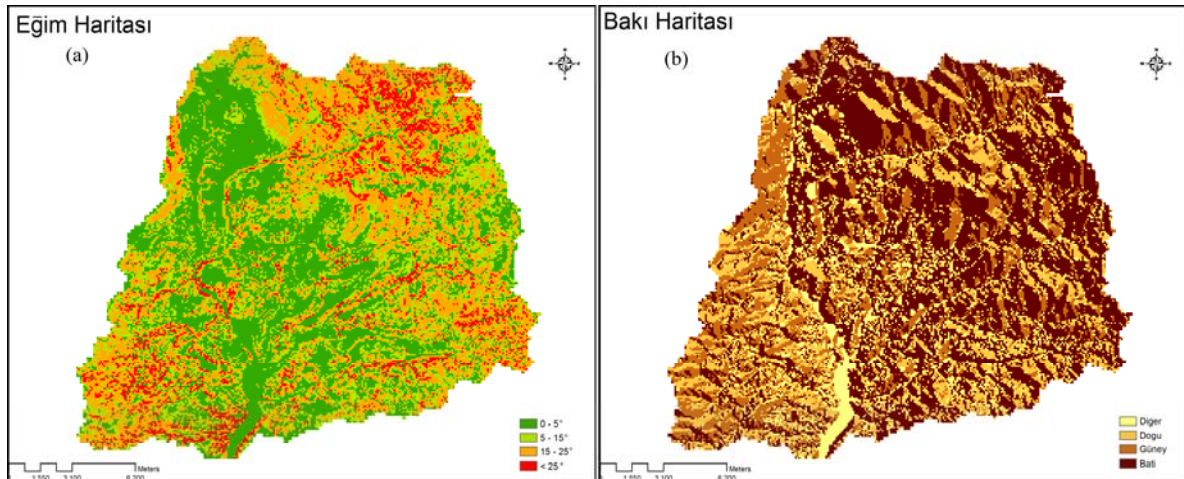
#### 3.1. Eğim ve bakı faktörü

Eğim faktörü, erozyonu etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Eğim değeri arttıkça, erozyonun şiddeti de artmaktadır (Ekinci, 2005). İlke olarak bu uygulamalar yüzeysel akışın akış şeklini, derecesini veya yönünü değiştirerek veya yüzeysel akışın miktarını ve hızını azaltarak erozyonu etkiler (Renard ve Foster, 1983; Erkal, 2012). Yamaç eğilimlerinin % 15-20’yi geçmesi yüzeysel akışın hızlanmasına ve dolayısıyla eğimle uygun olarak, erozyonun şiddetlenmesine sebep olmaktadır. Çünkü buharlaşma az ve suyun yeraltına sızması genellikle yok gibidir. Böylece suyun enerjisi erozyona harcanmaktadır (Biricik, 1985). Yapılan bazı çalışmalarda, eğimin % 5’ten % 10’a çıkması halinde erozyon miktarında 3 kat oranında, % 15’e çıkması halinde ise 5 katı bir artış olduğu

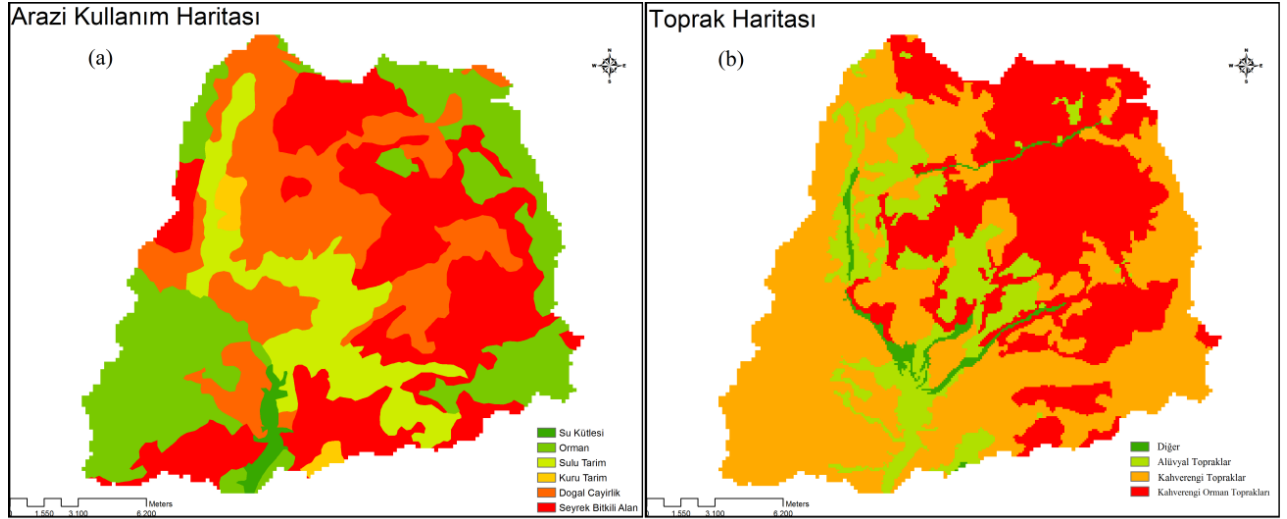
hesaplanmıştır (Yılmaz, 2006; Sönmez ve ark., 2013). Şekil 3(a)’da çalışma alanına ait eğim haritasını gösterilmiştir. Elde edilen eğim haritasına göre çalışma alanının ~%40’lık kısmının eğiminin >15° olduğu ve çalışma alanının özellikle kuzeydoğu ve güneybatısında yoğunlaştığı görülmektedir.

Bunun yanında, yarı kurak iklimlerde bakının erozyona duyarlılık ve erozyon miktarı üzerinde etkisi oldukça büyüktür. Güney yamaçlarda vejetasyon döneminde fazla güneşlenmeden dolayı topraklar daha fazla nem noksanlığı meydana gelmekte, daha az bitkisel faaliyet olmakta organik madde fakir olmakta ve kuzey bakılara göre bitki yaşamı ve gelişmesi için daha olumsuz koşullar oluşmaktadır (Balcı ve Özyuvacı, 1974; Şahin ve ark., 2014). Bu nedenle çalışmada bakı faktörü de göz önüne alınmıştır (Şekil 3b).

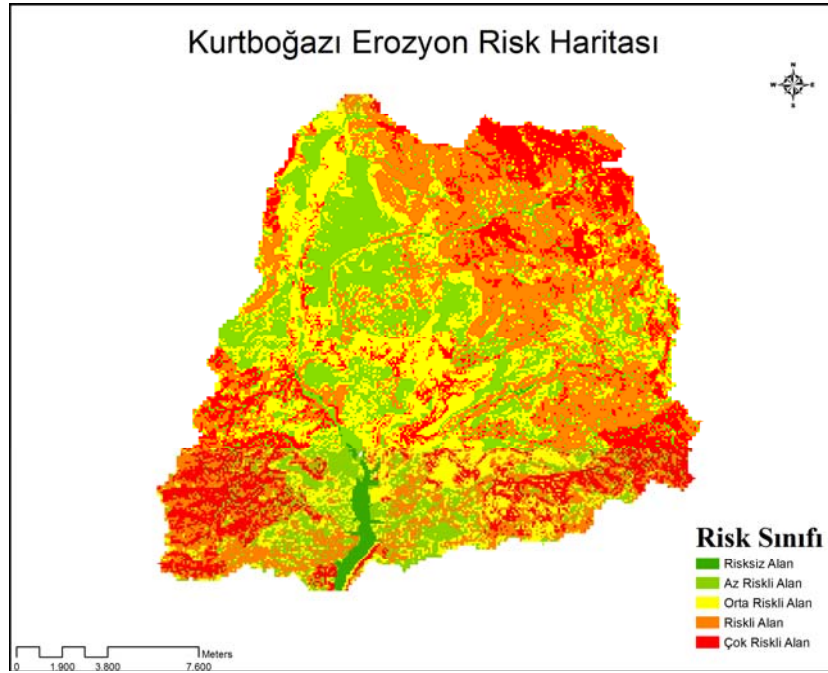
Elde edilen bakı haritasında, baraj çevresi incelendiğinde, bakının doğu ve güney yönlerde olduğu görülmektedir. Batı’ya bakan yamaçların ise, çalışma alanının daha çok kuzeybatısında yoğunlaştığı görülmektedir.



Şekil 3. Çalışma alanına ait eğim (a) ve bakı (b) haritaları



Şekil 4. Çalışma alanına ait arazi kullanım (a) ve toprak (b) haritaları.



Şekil 5. Kurtboğazı barajı havzası erozyon riski haritası

### 3.2. Arazi kullanım ve toprak faktörü

Erozyon önleyici diğer faktörler, aşınmaya ve taşınmaya neden olan suyun etkisini azaltmayı veya yok etmeyi amaçlayan erozyon kontrol tekniklerindedir. Örneğin; zemin örtüsünün yoğunlaştırılması, yapay kanallar ile mevcut suyun taşınması ve arazi kullanımındaki değişimler bunların en fazla tercih edilenlerindedir (Roose, 1977; Roose ve Sarrailh, 1989; Cürebal ve Ekinci, 2007). Söz konusu faktörlerle, erozyonla meydana gelen toprak kaybı arasında ters bir orantı söz konusudur (Wischmeier ve Smith, 1958; Roose, 1977; Cürebal ve Ekinci, 2007; Özşahin, 2011). Kurtboğazı Barajı Havzasının arazi kullanım haritasında yaygın olarak orman, sulu tarım, kuru

tarım, doğal çayırılık, seyrek bitki alanlarının ve su yüzeyinin bulunduğu görülmektedir. Çalışma alanı yoğun bitki örtüsüyle kaplı olmamakla birlikte, ağaçlık alanların havzanın doğu ve güneybatısında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 4a).

Diğer taraftan, Dünya'daki kara yüzeyini farklı kalınlıkta bir örtü şeklinde saran toprak, hem erozyon olayının gerçekleşmesi için gerekli materyali sağlaması hem de erozyona neden olan önemli faktörlerin başında gelen yağış sularını emmesi gibi farklı türden erozyona neden olan güçlere karşı direnç göstermesi bakımından oldukça önemlidir (Williams ve Berndt, 1972; Ekinci, 2007; Tağıl, 2007; Cürebal ve Ekinci, 2007; Efe ve ark., 2008a; 2008b; Özşahin, 2011). Kurtboğazı Barajı



Havzasındaki toprak haritası göz önünde bulundurulduğunda; alüvyal topraklar, kahverengi topraklar ve kahverengi orman toprakları olmak üzere 3 ana tip toprak grubu ayırt edilmiştir. Saha incelendiğinde, baraj çevresinde kahverengi toprakların hakim olduğu görülmektedir (Şekil 4b). Kahverengi topraklar genellikle kurak ve yarı kurak iklimlerde görülürler. Organik madde içerikleri orta seviyede olmakla birlikte, daha çok orta eğimde yaygındırlar. Çalışma alanında yaygın olan ikinci toprak çeşidi olan kahverengi orman toprakları, yüksek yerlerde yaygındır ve alt katmanlarında kireç birikimi görülür. Erozyonun en fazla görüldüğü büyük toprak grubu Kahverengi Orman topraklarıdır (Doğan ve ark., 2013). Alüvyal topraklar ise, düz ve düze yakın eğimli bölgelerde görülmektedir ve erozyon açısından çok yüksek risk grubu içerisinde değildirlar.

### 3.3. Erozyon risk haritası

Yukarıda bahsedilen çalışma alanına ait haritalara, ArcGIS programı "raster calculator" modülü ile Şekil 2'deki ağırlık dereceleri uygulanarak erozyon risk analizi haritası elde edilmiştir. Erozyon risk sınıfları dağılım haritasına (Şekil 5) bakıldığında; düz ve düze yakın olan ova kesimleri ve bunların çevre bölgelerinde erozyon riskinin düşük olduğu görülmektedir. Buna karşılık havzanın eğim değerlerinin yüksek olduğu kuzeydoğu, güneydoğu ve güneybatıdaki yüksek kesimlerinde erozyon riski dolayısıyla yüksektir. Bu sonuç, Erkal (2012) tarafından yapılan çalışma da da aynı yöndedir.

Çalışma sahasında her ne kadar ormanlık alanlar görülse de, bu alanların gerek geniş dikim aralığına sahip olması, gerekse yüksek eğimli bölgelerde yer alması sebebiyle bazı ormanlık kesimlerinin erozyon açısından riskli alanda olduğu görülmektedir. Yerleşim yerleri olan Saraç köyü ve Yukarıköy mahallesi civarının da bu yüksek erozyon riski alanında olduğu görülmektedir. Bu çevrelerde ağaçlık alanların tahrip edildiği, var olan ağaçlık alanların seyrek olduğu ve alanın eğimli olduğu dikkat çekmektedir.

Kurtboğazi Barajı Havzası'nın oluşturulan erozyon risk haritasından (Şekil 5) hesaplanan erozyon risk sınıflarına ait alansal ve oransal dağılımlar Çizelge 1'de verilmiştir. Bu değerlerin alansal dağılımına göre havzanın %0.22'sinin risksiz, %19.39'unun az riskli, %30.25'inin orta riskli, %30.16'sının riskli ve %19.98'inin çok riskli olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Kurtboğazi barajı havzası'nın erozyon risk alanlarının dağılımı

Sınıfı	Alan (ha)	Yüzde (%)
Risksiz	22.2	0.22
Az Riskli	2003.1	19.39
Orta Riskli	3125.5	30.25
Riskli	3117.2	30.16
Çok Riskli	2065.7	19.98
Toplam	10333.7	100.0

## 4. Sonuçlar

Erozyon çalışmalarına yönelik dünya çapında çeşitli modeller kullanılmaktadır. ICONA yöntemi de bu modellerden birisidir. Bu modelde araştırma sahasının arazi kullanımı, bitki örtüsü, eğim ve bakı gibi bazı katmanları CBS ortamında sorgulama ve analiz sonucu Kurtboğazi Barajı Havzasına yönelik erozyon risk dağılım haritası oluşturulmuştur. Bu çalışma erozyon riskini belirleme konusunda ICONA yöntemi ile Kurtboğazi Barajı Havzasında yapılan ilk çalışmadır. Uygulanan yöntem, her ne kadar meteorolojik verileri içermeyen bir yöntem olsa da, erozyon risk analizi açısından düşünüldüğünde etkili bir yöntemdir.

Çalışmanın sonucunda Kurtboğazi Barajı Havzası'nda erozyon riski 5 sınıfta saptanmış olup alansal olarak havzanın % 19.9'lük kısmında çok riskli ve %30.16'lük kısmının ise riskli erozyon tehlikesi altında olduğu anlaşılmıştır.

Sönmez (2013) ve Özşahin (2011) tarafından da desteklendiği üzere; eğim, bitki örtüsü durumu ve arazi kullanımı erozyon riskinin artışındaki en önemli nedenlerdir. Arazinin bilişsiz ve hatalı kullanımı doğal olarak erozyon riskini tetiklemektedir. Bunun yanında, yamaçlarda tarımın yapılması, zaten var olan doğal faktörlerle birleşerek erozyon riskini dahada artmaktadır. Bu çalışma, Kurtboğazi barajı bölgesinde kara yönetiminin planlaması ve toprak kaynaklarının sürdürülebilirliği açısından önemli bir çalışmadır.

Erozyon riskinin önlenmesi için;

- Doğal bitki örtüsünün korunması ve artırılması,
- Erozyonu önleme amacıyla araştırmaların yürütülmesi ve izleme sisteminin oluşturulması,
- İnsan bilincinin artırılması gerekmektedir.

Bütün bu ve buna benzer önlemler alınmazsa havzadaki erozyon önlenemeyecek bir noktaya gelebilir ve havzanın bağlı olduğu Kurtboğazi Barajının yaşam ömrü giderek kısalmır. Çalışma alanında erozyonu azaltmaya yönelik alınacak önlemler, aynı zamanda beşeri faaliyetlerin de çeşitlenmesine katkı sağlayacaktır.

## Kaynaklar

- Balcı, A.N., Özyuvacı, N. 1974. Present Status of Education, Training, Research and Prospects in Watershed Management in Turkey. İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri A, Cilt XXIV, Sayı 2.
- Bouaziz M., Leidig M., Gloaguen, R. 2011. Optimal parameter selection for qualitative regional erosion risk monitoring: A remote sensing study of SE Ethiopia, Geoscience Frontiers 2(2): 237-245.
- Cürebal, İ., Ekinçi, D. 2007. Kızılköçü Deresi Havzasında CBS Tabanlı RUSLE (3d) Yöntemiyle Erozyon Analizi. Türk Coğrafya Dergisi, 47: 115-130.
- Dengiz, O., İmamoğlu A., Saygın F., Göl, C., Ediş, S., Doğan, A. İnebolu Havzası'nın İconal Modeli İle Toprak Erozyon Risk Değerlendirmesi. Anadolu Tarım Bilim. Derg., 2014,29(2):136-142.
- Doğan, O., Küçük Ç.N. 1994. Erozyon Haritalamasında Bazı Metodolojiler, Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Doğan, H.M., Kılıç O.M., Yılmaz D.S. 2013. Tokat İli büyük

- toprak grupları, erozyon sınıfları ve arazi yetenek sınıfları tematik harita katmanlarının cbs ile hazırlanması ve analizi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 30(2): 18-29.
- DSİ, 2015. İşletmedeki Barajlar Ve Hidroelektrik Santraller, URL: <http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi5/ankara.htm#kurtbogazi> (Ulaşım: 20.01.2015).
- Efe, R., Ekinci, D., Cürebal, İ. 2008a. Erosion Analysis of Fındıklı Creek Catchment (NW of Turkey) Using GIS Based on RUSLE (3d) Method, Fresenius Environmental Bulletin, 17(5): 568-576.
- Efe, R., Ekinci, D., Cürebal, İ. 2008b. Erosion Analysis of Şahin Creek Watershed (NW of Turkey) Using GIS Based on RUSLE (3D) Method. Journal of Applied Science, 8(1): 49-58.
- Ekinci, D. 2005. Cbs Tabanlı Uyarlanmış Rusle Yöntemi İle Kozlu Deresi Havzası'nda Erozyon Analizi. Coğrafya Dergisi, 109-119.
- Ekinci, D. 2007. Estimating of Soil Erosion in Lake Durusu Basin Using Revised USLE 3d with GIS. Çantay Press, İstanbul.
- Erdoğan, A. 2009. Geçmişten Günümüze Kazan. Kazan Belediyesi Kültür Yayınları, Ankara
- Erdoğan, A. 2009. Geçmişten Günümüze Kazan. Kazan Belediyesi Kültür Yayınları, Ankara
- Erkal, T., 2012. Çobanlar Havzası'nda (Afyonkarahisar) Toprak Erozyonunun Değerlendirilmesi. The Journal of Academic Social Science Studies, Volume 5 Issue 8, p. 543-562.
- Göktaş, N. 2003. Murtaza-Abad'dan Kazan'a Kazan 2003. Kazan Belediyesi Yayınları, Ankara
- Karaburun, A., Demirci, A., Karakuyu, M. 2009. Erozyon Tahmininde CBS Tabanlı Rusle Metodunun Kullanılması: Büyükçekmece Örneği, 3. DEÜ CBS Sempozyumu CBS ve Bilgi Teknolojileri 10-11 Aralık, İstanbul.
- Mater, B. 2004. Toprak Coğrafyası, Çantay Kitabevi, İstanbul.
- Özsoy, G. 2007. Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Teknikleri Kullanılarak Erozyon Riskinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Bursa.
- Özşahin, E. 2011. Zeytinli Çayı Havzasının (Balıkesir) Erozyon Analizi. e-Journal of New World Sciences Academy, Volume: 6, Number: 1, s.: 42-56.
- Renard, K.G., Foster, G.R. 1983. Soil Conservation-Principles of erosion by water. In: Dregne, H.E., Willis, W.O. (Eds.), Dryland Agriculture. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, WI, USA, pp. 155-176.
- Roose, E.J. 1977. Application of the Universal Soil Loss Equation of Wischmeier and Smith in West Africa. In: Greenland, J., Lal, R. (Eds.). Conservation and Soil Management in the Humid Tropics. Wiley, England, 177-187. 42.
- Roose, E.J., Sarraih, J.M. 1989. Erodibility of some tropical soils- twenty years of records in some erosion plots under natural rainfall. Soils Fert., 25: 7-30.
- Biricik, A. S., 1985. Sarayköy Civarında Erozyon ve Önlemleri (Konya), İstanbul Üniversitesi Edebiyat. Fakültesi Coğrafya Dergisi, 1, s. 173-181, İstanbul.
- Sönmez, M.E., Çelik M.A., Seven, M. 2013. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Kilis Merkez İlçesinin Erozyon Risk Alanlarının Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 10 (1): 1-21.
- Şahin M., Başaran, S., Başaran, M.A., Okudan, A., Alım, E., Türkkın, M., Serttaş, A., Alagöz, Z. 2014. Burdur Yöresindeki Erozyon Alanlarının Floristik Kompozisyonu ve Erozyon Önlemede Kullanılabilecek Bitki Türlerinin Belirlenmesi, II. Ulusal Akdeniz Orman Ve Çevre Sempozyumu 22-24 Ekim 2014, Isparta.
- Tağıl, Ş. 2007. Tuzla Çayı Havzasında (Biga Yarımadası) CBS Tabanlı RUSLE Modeli Kullanarak Arazi Degradasyonu Risk Değerlendirmesi. Ekoloji, 17(65): 11- 20.
- Tombuş, F.E., Ozulu, İ.M. 2007. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Erozyon Risk Belirlenmesine Yeni Bir Yaklaşım, Çorum İli Örneği, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 30 Ekim- 02 Kasım, Trabzon.
- Wasson, R. 1987. Detection And Measurement of Land Degradation Processes. In Chisholm A, Dumsday R (eds), Land Degradation: Problems and Policies, Cambridge University Press, Melbourne, 49-69.
- Wischmeier, W.H., Smith, D.D. 1958. Rainfall energy and its relation ship to soil loss. Transactions of the American Geophysical Union, 39(2): 285-291.
- Williams, J.R., Berndt, H.D. 1972. Sediment yield computed with universal equation. Journal of Hydraulic Division. Proceedings of the American Society of Civil Engineers 98: 2087-2098.
- Williams, J.R., 1991. Search for sustainability: agriculture and its place in the natural ecosystem, Agricultural Science 4, 32-39.
- William, W.D., David, Steven, S.J., Warren, D. 1999. The Soil Erosion Model Guide for Military Land Mangers: Analysis of Erosion Models for Natural and Cultural Resources Applications, Tri-Service CADD/GIS Technology Center, Natural and Cultural Resources Field Working Group, Technical Report ITL 99-XX.
- Veren, E., 2014. Kazan İlçesinin (Türkiye-Ankara) İsminin Kaynağı. Çevrimiçi Tematik Türkojoloji Dergisi: 1-9.
- Yılmaz, E. 2006. Çamlıdere Barajı Havzasında Erozyon Problemi ve Risk Analizi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.



### Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 182-188

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/anajas.2015.30.2.182-188



## Erozyona duyarlılık ve toprak kaybı arasındaki ilişkiler

Nutullah Özdemir<sup>a</sup>, Elif Öztürk<sup>b</sup>, Ömrüm Tebessüm Kop Durmuş<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun, Türkiye

<sup>b</sup>Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: tebessum.kopdurmus@omu.edu.tr

Geliş/Received 20/02/2015

Kabul/Accepted 14/05/2015

### ÖZET

Bu çalışmada organik düzenleyici (çiftlik gübresi, çeltik kavuzu ve kentsel atık) uygulamalarına bağlı olarak yapay yağış koşullarında yüzey akışla oluşan toprak kaybı ve erozyona duyarlılık parametreleri arasındaki ilişkiler irdelenmiştir. Çalışmada Samsun ili sınırları içerisinde bulunan Minoz Havzası'nda yayılım gösteren Lithic Ustorthent ve Typic Calciustept olarak sınıflandırılan topraklar kullanılmıştır. Çalışmada simülasyon ve kalite parametrelerinin belirlenebilmesi için iki farklı deneme kurulmuş ve havzaya ait bozulmuş toprak örneklerine düzenleyiciler(çiftlik gübresi, çeltik kavuzu ve kentsel atık), organik madde içeriğini % 0, 2, 4 ve 6 artıracak şekilde 4 farklı dozda uygulanmıştır. Deneme sonucunda topraklara uygulanan organik düzenleyicilerin toprakların aşınmaya karşı dayanıklılıklarını artırdığı ve yapay yağış koşullarında toprak kayıplarını azalttığı, düzenleyicilerin etkinliklerinin 55 mm h-1 intensiteli yağışta 70 mm h-1 intensiteli yağışa göre daha belirgin olduğu gözlemlenmiştir. Düzenleyicilerin ve dozların etkinlikleri topraklar arasında (AÇ<AG<ÇKK sıralaması ile %1.1 ile 19.1 arasında) farklılık göstermiştir. Toprak aşınım parametreleriyle yüzey akışla oluşan toprak kayıpları arasında farklı seviyelerde önemli ilişkiler elde edilmiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Aşınabilirlik  
Erozyon  
Yapay yağmurlama  
Organik düzenleyiciler

### Relationships between erodibility and soil loss

### ABSTRACT

This study was conducted to the determine effects of farmyard manure, rice husk and municipal waste compost on soil erodibility and soil loss occurred by runoff in two different soil groups under greenhouse conditions. Soils used in this study are classified as Lithic Ustorthent and Typic Calciustept located in Minöz Basin of Samsun province. Organic conditioners were applied to the degraded soils of basin according to dry weight basis at four different doses (0, 2, 4 and 6 %) in the simulation experiments conducted under greenhouse conditions. This study was planned in a randomized plot design as a factorial experiment design with two replications. After 12 weeks incubation period, 15 % slope was given to erosion pans and artificial rainfall with the intensities of 55 mm h<sup>-1</sup> and 70 mm h<sup>-1</sup> were applied for one hour to measure soil loss values occurred by runoff. At the end of the experiment, it was determined that organic conditioners reduced soil erodibility and losses. Municipal waste compost was more effective than rice husk compost and farmyard manure in reducing soil losses occurred from runoff pans. Effectiveness of organic conditioners showed differences depend on application doses and the lowest soil loss was obtained at the maximum dose of applications.

Keywords:  
Erodibility  
Erosion  
Rainfall simulation  
Organic conditioner

© OMU ANAJAS 2015

### 1. Giriş

Toprağın çok işlevsellik özelliğinin korunması ve geliştirilmesi, gerek mevcut ve gerekse gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılaması açısından önem taşımaktadır. Toprağın bulunduğu yerden aşınması, taşınması ve başka yerlerde biriktirilmesi ile tanımlanan erozyon olgusu

toprağın çok fonksiyonlu işlevlerini kısıtlayan ve sürdürülebilir kullanımını olumsuz yönde etkileyen en önemli faktörlerden birisidir (Özdemir, 2013). Erozyon, insanların yeryüzündeki faaliyetlerine başlamasına kadar doğal bir süreç ve olay olarak süregelmeyle insanların doğayı ve toprakları kullanmaya başlamasından sonra doğal süreç özelliğini kaybederek farklı bir boyut kazanmıştır

(Çepel ve ark., 2006). Türkiye iklim, toprak ve topografik yapısı nedeniyle erozyona karşı çok hassas olan ve dolayısıyla erozyondan çok fazla zarar gören ülkelerden birisidir (Çepel, 1997; Dinç ve ark., 2001).

Günümüzde, yeryüzündeki tarım alanlarının yaklaşık % 80'i orta ve şiddetli derecede, % 10'luk bir kısmı ise hafif derecede erozyona maruz durumdadır (Pimentel ve Kounang, 1998; Lal, 2003). Türkiye'de ise toplam alanın % 81'lik kısmı değişik seviyelerdeki erozyona maruz durumdadır. Kültür bitkisi yetiştirilen alanların yaklaşık % 73'ü ve arazi yetenek sınıflamasına göre I-IV sınıflar arasında yer alan arazilerin ise % 68'i erozyona yatkın durumdadır.

Erozyon toprak üretkenliğini negatif olarak etkilediği için tüm dünyada, toprak koruma önlemlerini gerektiren büyük bir problem olarak görülmektedir (Tunç ve Schröder, 2010). Türkiye'nin yarı-kurak alanları içerisindeki pek çok tarım alanında düşük tarımsal üretim önceki erozyon olayları ile ilişkilidir (Özdemir, 2002). Üreticiler bu topraklarda erozyonla mücadelede ve verimliliğin iyileştirilmesinde çok sayıda seçeneğe sahiptirler. En genel yaklaşım bu topraklarda ilerideki potansiyel erozyon riskini azaltmak ve bitki gelişimini artırmak için ilave organik ve inorganik düzenleyicilerin kullanılmasıdır. Ancak fazla miktarda aşınımına uğramış topraklarda büyük miktardaki ticari düzenleyici kullanımı aşınımına uğramamış alanlar kadar üretimi artıramamaktadır (Olson, 1977; Mbagwu ve ark., 1984).

Martinez ve ark. (2003), bozulmuş bir toprağa uyguladıkları biyokatı ve kompostlaştırılmış kentsel katı atıkların yarı kurak bir çevrede yüzey akış ve meydana gelen kayıplar üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar her iki uygulamanın da yüzey akış ve sediment miktarını önemli ölçüde azalttığını, biyokatı ile muamele edilen parsellerde yüzey akışın daha geç başladığını ve meydana gelen yüzey akış miktarının az olduğunu ifade etmişlerdir. Biyokatı ilavesinin su erozyonunun kontrolünde kullanılabilecek iyi bir uygulama olduğunu belirtmişlerdir.

Erozyonun önlenmesi için pek çok önlem alınmakla birlikte (Taysun, 1989), son yıllarda toprakların organik madde içeriğinin korunması, bozulmuş toprak özelliklerinin iyileştirilmesi ve bitki besin elementlerinin sağlanması açısından ahır gübresi (Haynes ve Naidu, 1998), biyokatı (Fließbach ve ark., 1994; Albiach ve ark., 2001), kentsel atıklar (Giusquiani ve ark., 1995; Eriksen ve ark., 1999), kompost (Sikora ve Enkiri, 1999; Tejada ve Gonzalez, 2003a), ürün artıkları (De Neve ve Hofman, 2000; Trinsoutrot ve ark., 2000, Bandyopadhyay ark., 2010), yüksek organik madde içeriğine sahip yan ürünlerin topraklara uygulanması (Madejon ve ark., 2001; Tejada ve Gonzalez, 2003b, 2004) yaygın olarak kullanılan tarımsal uygulamalardır. Bu atıkların araziye uygulanması porozite, toprak strüktürü ve su tutma kapasitesi gibi toprakların pek çok fiziksel özelliklerinde iyileştirmelere neden olmaktadır (Carter ve Stewart, 1996, Kadlec ve ark., 2012). Bu nedenle, söz konusu atıkların özellikle bozulmuş ve erozyona duyarlı topraklara uygulanması toprak koruma açısından son derece yararlı olmaktadır (Pinamonti ve Zorzi, 1996). Uzun süreden beri devam etmekte olan topraklardaki yapısal özellikler ve bu özelliklerin

sürdürülebilirliğinin nasıl sağlanabileceğine ait çalışmalar günümüzde birçok araştırmacı tarafından çeşitli organik materyallerin topraklara uygulanmasıyla devam ettirilmektedir.

Bu çalışmada organik düzenleyici uygulamalarının erozyona karşı duyarlılık parametreleri üzerine etkisi ile yapay yağış koşullarında yüzey akışla oluşan toprak kaybı ve erozyona duyarlılık parametreleri arasındaki ilişkiler irdelenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışma Samsun Minöz Havzasından alınan (Lithik Ustorthent ve Typic Calciustept ) yüzey toprak örnekleri (0-20 cm), arıtma ünitesinden geçirilen su ve farklı kurumlardan temin edilen çiftlik gübresi, çeltik kavuzu ve belediye atık kompostu organik düzenleyicileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yüzey toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1 ve organik düzenleyicilerin özellikleri ise Çizelge 2'de verilmiştir.

### 2.2. Metod

#### 2.2.1. Denemenin kurulması ve yürütülmesi

Havzadan alınan bozulmuş toprak numuneleri gölgede kurutulduktan sonra 8 mm'lik elekten geçirilmişlerdir. Organik düzenleyiciler homojen bir karışımın sağlanabilmesi için 4.75 mm çapındaki bir elekten geçirilmiştir. Yüzey akış çalışmaları ve kalite parametrelerinin (Karaoğlu ve Çanga, 2002) belirlenebilmesi için iki farklı deneme şeklinde yürütülen çalışmada topraklara organik düzenleyiciler; organik madde miktarını kuru ağırlık esasına göre %, 0, 2, 4 ve 6 oranında artıracak şekilde uygulanmıştır. Çalışma iki tekrarlamalı olarak faktöriyel düzende tesadüf parselleri deneme planına göre yürütülmüştür. Organik düzenleyiciler ilave edildikten sonra, tava ve saksılar 12 hafta süre ile inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon aşamasında tava ve saksıların nem içerikleri izlenerek elverişli nemin % 50' si tükenince nem içeriğini tarla kapasitesine ulaştıracak kadar tekrar su ilavesi yapılmıştır. İnkübasyon döneminin sonunda tava ve saksılardaki topraklar ilgili yöntemler aracılığı ile analize tabi tutulmuşlardır.

#### 2.2.2. Laboratuvar analiz metotları

Mekanik analiz; Bouyoucos Hidrometre yöntemi (Demiralay, 1993), erozyon oranı; mekanik analiz verileri ve tarla kapasitesi değerlerinden (Ngatunga ve ark.,1984), toprak aşınım faktörü; toprak aşınabilirlik eşitliğinden (Schwab ve ark., 1993), organik madde; modifiye Walkley-Black yöntemiyle (Kacar, 1994), CaCO<sub>3</sub> içeriği; Scheibler kalsimetre yöntemiyle (Kacar, 1994), Değişebilir katyonlar (Ca, Mg, Na ve K); amonyum asetat ekstraksiyonu metoduyla (Sağlam, 1997), katyon değişim kapasitesi (KDK); Bower metoduyla (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954), tarla kapasitesi (TK) ve devamlı solma noktası (SN); basınç tabla aleti kullanılarak (Black, 1965),

Çizelge 1. Deneme topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Fiziksel Özellikler										
Topraklar	Tekstür				Renk (kuru-ıslak)	Hid.İlt. (cm.h <sup>-1</sup> )	TK (%)	SN (%)	Faydalı Su (%)	
	Kum(%)	Silt(%)	Kil(%)	Sınıf						
Lithic Ustorthent	67.68	22.46	9.86	SL	2.5Y 5/3 2.5Y 4/3	56.57	16.1	7.4	8.7	
Typic Calciustept	34.6	33.9	31.5	CL	2.5Y 5/3 2.5Y 4/4	9.56	33.6	20.1	13.5	

Kimyasal Özellikler										
Topraklar	pH	EC dS m <sup>-1</sup>	Toplam tuz %	CaCO <sub>3</sub> %	OM %	KDK cmol kg <sup>-1</sup>	Değişebilir katyonlar me 100g <sup>-1</sup>			
							Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
Lithic Ustorthent	7.18	0.221	0.006	3.98	1.68	7.39	0.59	0.21	5.12	1.83
Typic Calciustept	7.08	0.439	0.013	0.81	1.97	33.29	0.19	0.42	20.24	12.34

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan organik düzenleyicilerin içerikleri

Organik düzenleyiciler			
Analiz	Çiftlik gübresi (AG)	Kentsel atık kompostu (AÇ)	Çeltik kavuzu kompostu (ÇKK)
pH	7.48	8.07	7.81
EC, dS m <sup>-1</sup>	4.29	3.10	0.51
OM, %	28.32	35.71	19.82
OC, %	14.16	17.86	9.91
N, %	1.74	1.55	0.88
C / N	8.14	11.52	11.26
P, %	1.706	0.202	0.357
K, %	0.130	0.638	0.401
Na, %	0.290	0.432	0.115
Ca, %	2.959	9.919	0.460
Mg, %	0.588	0.345	0.364
Fe, %	0.230	0.467	1.060
Cu, %	0.003	0.012	0.001
Zn, %	0.025	0.025	0.008
Mn, %	0.074	0.034	0.085

EC: Elektriksel iletkenlik; OM: Organik madde; OC: Organik karbon

faydalı su; tarla kapasitesi ve solma noktası arasındaki farktan hesap yoluyla, renk; kuru ve nemli toprakta Munsell renk ıskalası kullanılarak (Dinç ve ark., 1999) hidrolik iletkenlik; sabit seviyeli permeametre yöntemi (Özdemir, 1998), pH ve EC değerleri; saturasyon çamurunda pH metre (Bayraklı, 1987) ve EC metreyle (Richards, 1954), toplam tuz miktarları; EC değerleri ve doymuş koşullardaki nem içeriği değerlerinden hesap yoluyla belirlenmiştir. Organik düzenleyicilerin; pH ve EC değerleri; 1:10 toprak su karışımında (Rowell, 1996) pH ve EC metreyle ölçülmüş, organik karbon ve organik madde içeriği; kuru yakma metodu (Kacar, 1972), azot içeriği; Kjeldahl metodu (Kacar, 1972), fosfor içeriği;

phosphomolybdate metodu (Kacar, 1972), diğer elementler Kacar (1972), C:N oranı; toplam karbon ve azot miktarlarından hesaplanmıştır.

55 mm h-1 ve 70 mm h-1 intensiteli yağışla oluşan toprak kayıplarının belirlenmesinde Erpul ve Çanga'dan (2001) modifiye edilen laboratuvar tipi damla oluşturu düzenek kullanılmıştır (Yakupoglu, 2010).

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Denemede kullanılan toprak örnekleri kumlu tın ve killi

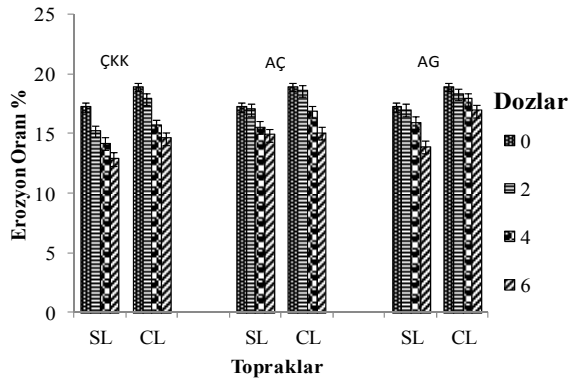
tın bünyeli olup sırasıyla kil içerikleri %9.86 ve %31.5, silt içerikleri %22.46 ve %33.9, kum içerikleri %34.6 ve %67.68 olarak belirlenmiştir. Toprakların kireç içerikleri %0.81 ve %3.98 olup sırasıyla az kireçli ve kireçli bir yapıya sahiptirler Toprakların pH (1:2.5) değerleri 7.08 ve 7.18, kation değişim kapasiteleri 7.39 ve 33.29 me/100 g, tarla kapasitesi nem içeriği değerleri %16.1 ve %33.6 ve solma noktası nem içeriği değerleri ise %7.4 ve %20.1 düzeyindedir. Toprakların değişebilir sodyum yüzdesi %15'in altında olup alkalilik sorunu bulunmamaktadır (Çizelge 1).

### 3.2. Düzenleyici uygulamalarının erozyona duyarlılık ve toprak kaybı üzerine etkileri

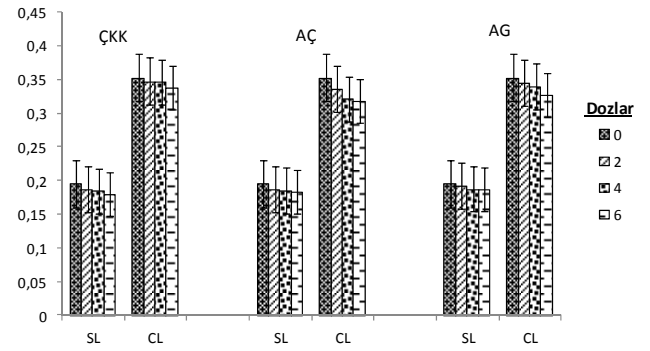
Düzenleyici uygulamalarının erozyona karşı duyarlılık ve toprak kaybı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde ve toprak kaybı ile erozyona karşı duyarlılık ilişkilerinin irdelenmesinde erozyon oranı ve toprak aşınım faktörü parametreleri esas alınmıştır.

### 3.3. Erozyon oranı

Topraklara değişik dozlarda ahır gübresi, atık çamuru ve çeltik kavuzu kompostu karıştırılarak inkübasyona tabi tutulması sonrasında belirlenen erozyon oranı değerleri Şekil 1'de, toprak aşınım faktörü (K) değerleri Şekil 2.'de verilmiştir. Şekil 1'in incelenmesinden anlaşılacağı üzere, kullanılan düzenleyiciler uygulama dozlarına bağlı olarak, toprakların erozyon oranı değerinde belirgin düşüşler sağlamıştır. Erozyon oranı değerinde meydana gelen düşüş düzenleyicilerin %6 dozunda en yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Erozyon oranı değerinde meydana gelen tutulması sonrasında belirlenen erozyon oranı değerleri Şekil 1'de, toprak aşınım faktörü (K) değerleri Şekil 2.'de verilmiştir.



Şekil 1. Toprakların Erozyon oranı değerleri (%)



Şekil 2. Toprakların aşınım faktörü (K) değerleri

Şekil 1'in incelenmesinden anlaşılacağı üzere, kullanılan düzenleyiciler uygulama dozlarına bağlı olarak, toprakların erozyon oranı değerinde belirgin düşüşler sağlamıştır. Erozyon oranı değerinde meydana gelen düşüş düzenleyicilerin %6 dozunda en yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Erozyon oranı değerinde meydana gelen etki açısından düzenleyiciler AÇ < AG < ÇKK sıralaması ile ortalama %2.3 ile %10.1 arasında olmuştur. Topraklara uygulanan düzenleyici dozlarının erozyon oranı değerlerinde ortaya çıkardığı ortalama azalışlar ise % 1.30 ile % 19.10 arasında değişmektedir. Ortaya çıkan azalışın uygulama dozlarına paralel olarak arttığını ve bu azalışın killi tın tekstürlü toprakta daha düşük düzeyde gerçekleştiği belirlenmiştir.

Toprakların deneme sonundaki erozyon oranı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları incelendiğinde topraklar, düzenleyiciler ve uygulama dozlarına ilişkin kareler ortalamasının önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Bu faktörlere ilişkin ortalamaların istatistiksel olarak karşılaştırılması ise Çizelge 3'de verilmiştir.

Bu verilerden denemede kullanılan ahır gübresi, atık çamuru, ve çeltik kavuzu kompostu düzenleyicileri ile uygulama dozlarının erozyon oranı üzerindeki etkilerinin farklı olduğu, doz arttıkça etkinliğinde arttığı anlaşılmaktadır (Şekil 1). Varyans analizi sonuçlarından toprak x düzenleyici x doz interaksiyonlarının da önemli olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4).

Erozyon oranı değeri toprakların erozyona karşı dayanıklılıklarının belirlenmesinde kullanılan bir parametre olup oran değeri küçüldükçe erozyona karşı direnç artmaktadır. Oran değeri %10'den küçük olan topraklar erozyona karşı dayanıklı olarak kabul edilmektedir (Lal, 1988). Bu sınır değer esas alınacak olursa, araştırma konusu toprakların tümünün erozyona karşı dayanıksız olduğu

Çizelge 3. Toprakların atık uygulamalarına bağlı olarak erozyon oranlarına ilişkin LSD test sonuçları

Topraklar	SL	CL		
Erozyon Oranı, %	15.653a	16.664b		
Düzenleyici Çeşitleri	ÇKK	AÇ	AG	
Erozyon Oranı, %	15.3505a	16.6338b	16.4932c	
Düzenleyici Dozları	0.0	2.0	4.0	6.0
Erozyon Oranı, %	17.7127a	16.8916b	15.6840c	14.3484d

ÇKK; çeltik kavuzu, AG, çiftlik gübresi, AÇ, kentsel atık

Çizelge 4. Toprakların varyans analizlerine ilişkin F değerleri

F Değerleri	
Topraklar(A)	24.536**
Düzenleyiciler(B)	15.853**
Dozlar (C)	51.634**
A*B	.003**
A*C	.003**
B*C	2.493**
A*B*C	.003**

Çizelge 5. Toprakların atık uygulamalarına bağlı olarak K faktörlerine ilişkin LSD test sonuçları

Topraklar	SL	CL		
K Faktörü	.0188a	.0340b		
Düzenleyici Çeşitleri	ÇKK	AÇ	AG	
K Faktörü	.02663a	.02597b	.0266c	
Düzenleyici Dozları	0.0	2.0	4.0	6.0
K Faktörü	.02738a	.02658b	.0261c	.0255d

anlaşılmaktadır. Ancak uygulanan düzenleyiciler toprakların erozyon oranı değerlerini düşürerek dayanıklılığı artırmış olmakla birlikte oran değerlerini sınır değerinin altına düşürmede yeterli olamamıştır. Uygulanan düzenleyicilerin bu konudaki etkinlikleri çeşide ve doza bağlı olarak değişmiştir. Ahır gübresinin etkinliği diğer iki düzenleyiciye oranla daha düşük seviyede olmuştur.

Kumlu tın tekstüre sahip toprakta erozyon oranı değerleri ile 55 mm/h ( $r=0.77^{**}$ ) ve 70 mm/h ( $r=0.76^{**}$ ) yağış yoğunluğu koşulları altında oluşan toprak kaybı arasında önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Yine killi tınlı bir tekstüre sahip toprakta da erozyon oranı değerleri ile 55 mm/h ( $r=0.88^{**}$ ) ve 70 mm/h ( $r=0.81^{**}$ ) yağış yoğunluğu koşulları altında yüzey akışla oluşan toprak kaybı arasında önemli pozitif ilişkiler elde edilmiştir. Elde edilen ilişkinin derecesi irdelendiğinde organik düzenleyicilerin çeşit ve uygulama dozuna bağlı olarak yapısal stabilite (erozyon oranı) üzerinde oluşturdukları olumlu etkinin toprak kayıplarına da yansıdığı görülmektedir. Organik düzenleyicilerin toprak kaybı üzerindeki etkisinin tekstüre bağlı olarak değişim gösterdiği ve düşük yağış yoğunluğu altındaki topraklarda daha etkin olduğu tespit edilmiştir.

### 3.4. Toprak aşınım faktörü (K)

Deneme konusu topraklara değişik dozlarda ahır gübresi, atık çamuru ve çeltik kavuzu kompostu karıştırılarak inkübasyona tabi tutulması sonrasında belirlenen toprak aşınım faktörü (K) değerleri Şekil 2.'de verilmiştir. Şeklin incelenmesinden anlaşılacağı üzere, kullanılan düzenleyiciler uygulama dozlarına bağlı olarak,

toprakların aşınmaya karşı duyarlılık değerinde belirgin düşüşler sağlamıştır. Toprak aşınım faktörü değerinde düzenleyici uygulamasına bağlı olarak kontrole göre saptanan ortalama azalışlar %2.5 ile 6.5 arasında değişmiş olup, ahır gübresi ile elde edilen azalışlar daha düşük düzeylerde olmuştur. Topraklara uygulanan düzenleyici dozlarının K değerlerinde ortaya çıkardığı ortalama azalışlar ise %1.1 ile 11.30 arasında değişmektedir. Ortaya çıkan azalışın yüksek doz uygulamalarında daha fazla olduğu ve bu azalışın %2 dozda daha az düzeyde gerçekleştiği belirlenmiştir. K faktörü değerinde meydana gelen etki açısından düzenleyiciler AÇ < AG < ÇKK şeklinde sıralanmışlardır. Bu etki kumlu tın tekstürdeki toprakta daha belirgin düzeyde görülmüştür.

Toprakların deneme sonundaki K faktörü değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları incelendiğinde topraklar, düzenleyiciler ve uygulama dozlarına ilişkin kareler ortalamasının önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Toprakların varyans analizlerine ilişkin F değerleri

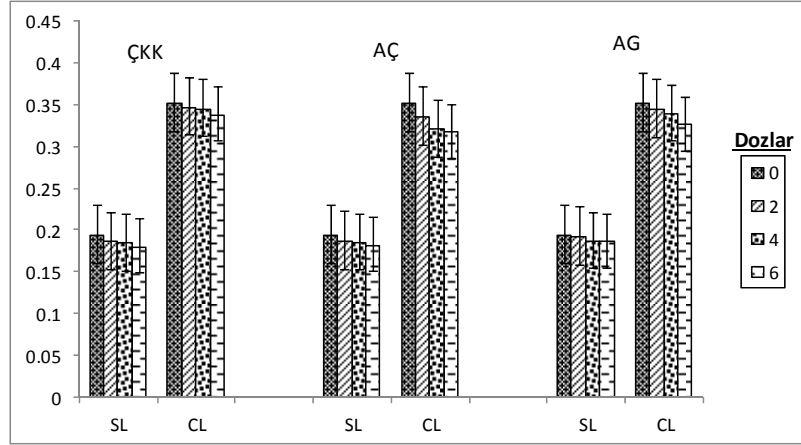
F Değerleri	
Topraklar (A)	.551**
Düzenleyiciler (B)	.000**
Dozlar (C)	.001**
A*B	.000**
A*C	.000**
B*C	6.502E.005**
A*B*C	8.337E.005**

Çizelge 7. K faktörü değerlerine göre toprakların sınıflandırılması (Cebel ve ark., 2013)

K faktörü	Aşınabilirlik derecesi
0<K≤0.05	Çok az aşınabilir topraklar
0.05<K≤0.10	Az aşınabilir topraklar
0.10<K≤0.20	Orta derecede aşınabilir topraklar
0.20<K≤0.40	Fazla aşınabilir topraklar
0.40<K≤0.60	Çok fazla aşınabilir topraklar

Bu faktörlere ilişkin ortalamaların istatistiksel olarak karşılaştırılması ise Çizelge 5.'de verilmiştir. Bu verilerden denemede kullanılan ahır gübresi, atık çamuru, ve çeltik kavuzu kompostu düzenleyicileri ile uygulama dozlarının K faktörü üzerindeki etkilerinin farklı olduğu, doz arttıkça etkinliğinde arttığı anlaşılmaktadır. Varyans analizi sonuçlarından toprak x düzenleyici x doz interaksyonlarının da önemli olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 6). Ünlversal toprak kayıp denklemindeki parametrelerden biri olan toprak aşınım faktörü, toprakların organik madde içeriğine, tekstür, strüktür ve geçirgenlik değerlerine bağlı olup, aşınmaya karşı direnci gösterir. Bu değer küçüldükçe toprağın aşınmaya karşı direnci artar (Wischmeier ve Smith, 1978). Topraklar aşınmaya karşı direnç değerlerine göre Çizelge 7'de verildiği gibi





Şekil 2. Toprakların aşınım faktörü (K) değerleri

sınıflandırılmaktadırlar (Cebel ve ark., 2013). Bu değerlendirme esas alınacak olursa kumlu tın (0.194) ve killi tın (0.35) tekstürlü topraklar orta derecede ve fazla aşınabilir özelliktedirler. Uygulanan düzenleyiciler ilgili parametre değerlerini düşürerek erozyona karşı dayanıklılık değerlerini artırmakla beraber aşınabilirlik sınıfının değişimi için yeterli olamamışlardır. Kumlu tın tekstüre sahip toprakta toprak aşınım faktörü değerleri ile 55 mm/h ( $r=0.90^{**}$ ) ve 70 mm/h ( $r=0.91^{**}$ ) yağış yoğunluğu koşulları altında yüzey akışla oluşan toprak kaybı arasında önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Yine killi tınlı bir yapıya sahip toprakta da toprak aşınım faktörü değerleri 55 mm/h ( $r=0.79^{**}$ ) ve 70 mm/h ( $r=0.88^{**}$ ) yağış yoğunluğu koşulları altında yüzey akışla oluşan toprak kaybı arasında önemli pozitif ilişkiler saptanmıştır. Elde edilen ilişkinin derecesi irdelendiğinde organik düzenleyicilerin çeşit ve uygulama dozuna bağlı olarak yapısal stabilite (aşınabilirlik faktörü) üzerinde oluşturdukları olumlu etkinin toprak kayıplarına da yansıdığı görülmektedir. Organik düzenleyicilerin toprak kaybı üzerindeki etkisinin tekstüre bağlı olarak değişim gösterdiği ve düşük yağış yoğunluğu altındaki topraklarda daha etkin olduğu tespit edilmiştir.

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada organik düzenleyicilerin her iki toprak grubunda da erozyona karşı duyarlılık değerlerini pozitif yönde etkilediği ve daha dirençli hale getirdiği görülmüştür. Organik düzenleyicilerin bu konudaki etkinliği düzenleyicilerin çeşit ve uygulama dozuna bağlı olarak değişmiştir. Erozyona karşı duyarlılık değerleri ile yapay yağış koşulları altında oluşan toprak kayıpları arasında önemli düzeyde fakat farklı seviyelerde pozitif ilişkiler elde edilmiştir. Sonuçta çeltik kavuzu kompostu, kentsel atık kompostu ve ahır gübresi gibi organik atık uygulamalarının toprakların, erozyona karşı direncini artırarak yüzey akışla oluşan toprak kaybını azalttığı, etkinin çeşit ve doza bağlı olarak değişim gösterdiği, çeltik kavuzu kompostu ve % 6'lık uygulama dozunun daha etkin olduğu görülmüştür. Bu durum muhtemelen ayrışma süresinin uzunluğu ve çeltik kavuzunun diğer iki düzenleyiciye oranla daha yavaş ayrışması ve dolayısıyla etkinliğini devam ettirmesi ile ilişkilidir. Düzenleyicilerin kumlu tın tekstüründeki toprakta daha etkin olduğu görülmüştür. Bu durum

muhtemelen kilin organik maddenin bağlayıcılık etkinliğini düşürmesi ile ilişkili olabilir. Sonuçta toprakların aşınmaya karşı gösterdikleri direncin oransal olarak ortaya konulabileceği, bir toprağın diğeri ile karşılaştırılabileceği ancak erozyona duyarlılıkla ilgili parametrelerin arazi koşullarındaki toprak kaybı ile doğrudan bağlantılı kılınmayacağı kanaatine varılmıştır.

#### Kaynaklar

- Albiach, R., Canet, R., Pomares, F., Ingelmo, F. 2001. Organic matter components, aggregate stability and biological activity in a horticultural soil fertilized with different rates of two sewage sludges during ten years. *Bioresource Technology*, 77: 109-114.
- Bandyopadhyay, K.K., Misra, A.K., Ghosh, P.K., Hati, K.M. 2010. Effect of integrated use of farmyard manure and chemical fertilizers on soil physical properties and productivity of soybean. *Soil and Tillage Research*, 110(1): 115-125.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, No:17, Samsun.
- Black, C.A., 1965. *Methods of Soil Analysis Part I*, American Society of Agronomy, No: 9, Inc. Madison.
- Carter, M.R., Stewart, B.A., 1996. *Structure and Organic Matter Storage in Agricultural Soils*, CRC press, Boca Raton, Florida.
- Cebel, H., Akgül, S., Doğan, O., Elbaşı, F. 2013. Türkiye büyük toprak gruplarının erozyona duyarlılık "K" faktörleri. *Toprak Su Dergisi*, 2(1): 30-45
- Çepel, N. 1997. Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar. Tema Vakfı Yayını No: 14, İstanbul.
- Çepel, N., Yüksel, M., Işık, K., Altın, M., Orak A., Neyişçi T., Sarı, M., Ergün, C. 2006. Erozyon, Doğa ve Çevre. I. Basım, Tema Vakfı Yayını, İstanbul.
- De Neve, S., Hofman, G. 2000. Influence of soil compaction on carbon and nitrogen mineralization of soil organic matter and crop residues. *Biology and Fertility of Soils*, 30: 544-549.
- Dinç, U., Kapur, S., Özbek, H., Şenol S. 1999. Toprak Genesisi ve Sınıflandırılması. 3. Baskı, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No: C-130, Adana.
- Dinç, U., Şenol S., Kapur S., Cangir, C., Atalay, İ. 2001. Türkiye Toprakları. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 51, Adana.
- Eriksen, G.N., Coale, F.J., Bollero, G.A. 1999. Soil nitrogen and maize production in municipal solid waste amended soil, *Agronomy Journal*, 91: 1009-1016.
- Erpul, G., Çanga, M.R. 2001. Toprak erozyon çalışmaları için bir yapay yağmurlama aletinin tasarımı prensipleri ve yapay yağış

- karakteristikleri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(1): 75-83.
- Fließbach, A., Martens, R., Reber, H.H. 1994. Soil microbial biomass and microbial activity in soils treated with heavy metal contaminated sewage sludge. *Soil Biology and Biochemistry*, 26: 1201-1205.
- Giusquiani, P.L., Pagliai, M., Gigliotti, G., Businelli, D., Benetti, A. 1995. Urban waste compost: effects on physical, chemical and biochemical soil properties. *Journal of Environmental Quality*, 24 (1): 175-182.
- Haynes, R.J., Naidu, R. 1998. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 51: 123-137.
- Kacar, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 453, Uygulama Kılavuzu: 155.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No:3. Ankara.
- Kadlec, V., Holubík, O., Procházková, E., Urbanová, J., Martin Típl, M. 2012. Soil organic carbon dynamics and its influence on the soil erodibility factor. *Soil & Water Res.*, 7: (3): 97-108.
- Kadlec, V., Holubík, O., Procházková, E., Urbanová, J., Martin Típl, M., 2012. Soil Organic Carbon Dynamics and its Influence on the Soil Erodibility Factor. *Soil & Water Res.*, 7(3): 97-108.
- Karaoğlu, M., Çanga, M.R. 2002. The consecutive simulated rainfall, slope and phosphogypsum's effects on runoff and erosion, International Conference on Sustainable Land Use Management, Sharing Experiences for Sustainable Use of Natural Sources. June 10-13, Çanakkale, Turkey. Proceeding Book, p: 282-289. ISBN: 975-96629-1-4.
- Lal, R. 2003. Soil erosion and global carbon budget, *Environmental International*, 29(84): 437-450.
- Madejon, E., Lopez, R., Murillo, J.M., Cabrera, F. 2001. Agricultural use of three (sugar-beet) vinasse composts: effect on crops and chemical properties of a cambisol soil in the Guadalquivir river valley (SW Spain). *Agriculture Ecosystems and Environment*, 84(81): 55-65.
- Martinez, F., Casermeiro, M.A., Morales, D., Cuevas, G., Walter, I. 2003. Effects of run-off water quantity and quality of urban organic wastes applied in a degraded semi-arid ecosystem. *The Science of The Total Environment*, 305: 13-21.
- Mbagwu, J.S.C., Lal, R., Scott, T.W. 1984. Effects of desurfacing of Alfisols and Ultisols in Southern Nigeria: I. crop performance. *Soil Science Society of America Journal*, 48: 828-833.
- Olson, T.C. 1977. Restoring the productivity of a glacial till soil after topsoil removal. *Journal of Soil Water Conservation*, 32: 130-132.
- Özdemir, N. 1998. Toprak Fiziği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 30, Samsun.
- Özdemir, N. 2002. Toprak ve Su Koruma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 22, Samsun.
- Özdemir, N. 2013. Toprak ve Su Koruma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 22, 3. Baskı , Samsun.
- Pimentel, D., Kounang, N. 1998. Ecology of soil erosion in ecosystems. *Ecosystems*, 1: 416-426.
- Pinamonti, F., Zorzi, G. 1996. Experiences of compost use in agriculture and in land reclamation projects, Editors: de-Bertoldi, M., Sequi, P., Lammers, B., Papi, T., The science of composting, Blackie Academic and Professional, Glasgow, 517-527.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. *Agriculture Handbook No: 60*, 105-106.
- Rowell, D.L. 1996. *Soil Science Methods and Applications*, Wesley Longman Limited, Harlow, U.K.
- Sağlam, M.T., 1997. Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri. Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 189, Ders Kitabı No: 5, 2. Baskı, Tekirdağ.
- Sikora, L.J., Enkiri, N.K. 1999. Growth of tall fescue in compost/fertilizer blends. *Soil Science*, 164: 62-69.
- Schawb, G., Fangmeier, D., Elliot, W., Frevert, R. 1993. Soil and water conservation engineering. John Wiley & Sons, Inc., NY. 507 p.
- Taysun, A. 1989. Toprak ve su korunumu, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Teksir No: 92-III, Bornova, İzmir.
- Tejada, M., Gonzalez, J.L. 2003a. Effects of the application of a compost originating from crushed cotton gin residues on wheat yield under dryland conditions, *European Journal of Agronomy*, 19: 357-368.
- Tejada, M., Gonzalez, J.L., 2003b. Application of a byproduct of the two-step olive oil mill process on rice yield. *Agrochimica*, 47: 94-102.
- Tejada, M., Gonzalez, J.L. 2004. Effects of application of a byproduct of the two-step olive oil mill process on maize yield. *Agronomy Journal*, 96: 692-699.
- Trinsoutrot, J., Nicolardot, B., Justes, E., Recous, S. 2000. Decomposition in the field of residues of oilseed rape grown at two levels of nitrogen fertilization. Effects on the dynamics of soil mineral nitrogen between successive crops. *Nutrient Cycling Agroecosystems*, 56: 125-137.
- Tunç, E., Schröder, D. 2010. Ankara'nın batısındaki tarım topraklarında USLE ile erozyon boyutunun tespiti. *Ekoloji*, 19(75): 58-63.
- U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, *Agriculture Handbook No: 60*, USDA.
- Yakupoglu, T. 2010. Samsun ili Minoz ve Gölet Havzalarında yaygınlık gösteren toprakların su erozyonuna duyarlılıklarının laboratuvar koşullarında belirlenmesi, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 27668



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 189-198  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/anajas.2015.30.2.189-198



Tuzlu ve bor toksikliği bulunan arazilerin idaresinde  
mesafeye bağlı değişkenliğin önemi

Hikmet Günal<sup>a\*</sup>, Nurullah Acır<sup>b</sup>, Atilla Polat<sup>a</sup>, Elif Günal<sup>a</sup>, Mesut Budak<sup>c</sup>,  
Nazife Erdem<sup>a</sup>, Zekeriya Malı<sup>d</sup>, Hüseyin Önen<sup>e</sup>

<sup>a</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tokat, <sup>b</sup>Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Kırşehir, <sup>c</sup>Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Siirt, <sup>d</sup>Cüngüllü Organik Tarım İşletmeleri, Bor Niğde, <sup>e</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat

\*Sorumlu yazar/corresponding author: hikmet.gunal@gop.edu.tr

Geliş/Received 09/04/2015

Kabul/Accepted 15/07/2015

ÖZET

Dünyanın özellikle kurak ve yarı-kurak bölgelerinde tuzluluk ve yüksek bor içeriği tarımsal üretimi sınırlandıran önemli sorunlardır. Her iki durumda arazi içerisinde önemli düzeyde yüksek değişkenliğe sahip olduğundan, toprakların üretimde kullanımları ve iyileştirilmelerinde bu değişkenliğin dikkate alınması zaman, iş gücü ve maliyet açısından zorunludur. Bu çalışma, tuzluluk ve alkalilik sorunlarının yanında şiddetli bor toksikliği bulunan iki ayrı pivot içerisindeki toprak özelliklerinin mesafeye bağlı değişkenliğinin modellenmesi, haritalanması ve tuz ve bor konsantrasyonuna etki eden değişkenlerin belirlenmesi amacı ile yapılmıştır. Orta Anadolu'da her biri 62 ha olan iki ayrı pivot 100 m \* 100 m'lik kare gridlere ayrılmış ve her pivotta 60 adet ana örnekleme noktası oluşturulmuştur. Ana örnekleme noktaları arasındaki mesafeden daha kısa mesafelerdeki değişkenliklerin modellenmesi amacı ile beş adet ara transekt oluşturularak (toplam 150 örnek) 0-20 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinin tekstür, pH, elektriksel iletkenlik (EC), organik madde, kireç içeriği ve bitkiye yararlı bor konsantrasyonu analiz edilmiştir. Mesafeye bağlı değişkenlikler için semivaryogram modellemesi yapılmış ve krigleme haritaları oluşturulmuştur. Pivot içerisinde 17.35 dS m<sup>-1</sup> gibi yüksek değerlere ulaşan EC, pivotlarda ortalama 2.6 ve 3.52 dS m<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür. Her iki pivotta da ortalama bor konsantrasyonları bitkiler için toksik sınır kabul edilen 5 mg kg<sup>-1</sup> dan oldukça yüksektir. Bor ile pH ve kil arasında istatistiksel olarak önemli (P<0.01) düzeyde pozitif bir korelasyon bulunurken, silt ve organik madde ile negatif korelasyon görülmüştür. Korelasyonda elde edilen bu ilişki, aynı özelliklerin dağılım haritalarında da açık bir şekilde görülebilmektedir. Çalışma alanında, organik madde içeriği ile bor konsantrasyonu arasında görülen negatif korelasyon, yüksek bor konsantrasyonu ile mücadele ederken, toprağın organik madde içeriğinin artırılmasının nedenli önemli olduğunu vurgulamaktadır.

Anahtar Sözcükler:

Bor toksikliği  
Hassas tarım  
Jeoistatistik  
Yere özgü amenajman  
Tuzluluk

Importance of spatial variability in management of saline and boron toxic soils

ABSTRACT

Salinity and high boron concentration soils are important problems constrain the agricultural production in arid and semi-arid regions of the world. Considering the significant high spatial variation of salinity and boron concentration in the use of agricultural production and improvement of the problems is required in terms of time, labor and cost efficiency. This study was conducted to model and map the spatial variation of soil properties, and to identify the variables affecting the variation of salt and boron concentrations of soils located under two center pivots. Soils have salinity and alkalinity problems along with the boron toxicity. Each 62 ha pivot area in Central Anatolia has been divided into 100m x 100m square grids and 60 main sampling locations were created in each pivot area. Five transects in each pivot were created to model the shorter distances than the distance between main sampling points and soil samples were collected from 0-20cm depths (total of 150 samples). Texture, pH, electrical conductivity (EC), organic matter, lime content and plant available boron concentrations of soils were analyzed. Semivariogram models were obtained to define the spatial variations and kriging maps were created for each of soil properties. EC reached up to 17.35 dS m<sup>-1</sup> within the pivot and average EC of pivots was

Keywords:

Boron toxicity  
Precision agriculture  
Geostatistics  
Site specific management  
Salinity

measured as 2.6 ve 3.52 dS m<sup>-1</sup>, respectively. The average boron concentrations of soils were higher than the 5 mg kg<sup>-1</sup> that is the critical level accepted for plant growth. Boron had significant positive correlations (P<0.01) with pH and clay content, and significant negative relationship with silt and organic matter contents. The relationship obtained in correlation analyses was also clearly observed in the distribution maps of the same soil properties. Negative correlation between organic matter and boron concentration reveals the importance of increasing the organic matter content of soils in the management of boron toxic soils.

## 1. Giriş

Bor, bitkiler için fosfor ve potasyum gibi besin elementlerine nazaran daha düşük konsantrasyonlarda gerekli olan önemli altı mikro elementten birisi olduğundan noksanlık ve fazlalığında bitki gelişiminde sorunlar görülmektedir (Havlin ve ark., 2005). Toprakta borik asit formunda bulunan ve yağışlı bölgelerde kolaylıkla yıkanan bor'un noksanlığından dolayı bitki gelişiminin geri kalmasına neden olmaktadır (Yan ve ark., 2006). Bununla beraber kurak bölgelerde ise yetersiz yağıştan dolayı toprak profilinden uzaklaşmadığından yüksek bor konsantrasyonuna bağlı olarak bitki gelişiminin önemli düzeyde geri kalmasına neden olmaktadır (Reid, 2007). Topraklarda bulunan yüksek borun kaynağı, arazinin sulanmasında kullanılan yer altı suları, madencilik faaliyetleri ve gübreler olarak belirtilmektedir (Nable ve ark., 1997). Tanaka ve Fujiwara (2008), kurak ve yarı kurak bölgelerde yüksek bor konsantrasyonuna sahip olan taban suyundan buharlaşma ile yüzeye gelen borun bitkilere toksik etki yaptığını belirtmektedirler.

Toprakta bulunan bor iyonlarının aktivitesine ve farklı fraksiyonlara dönüşmelerine başta pH olmak üzere, kil tipi, kation değişim kapasitesi, organik madde, Fe ve Al oksitler, karbonatlar ve nem durumu gibi toprak özellikleri etki etmektedir (Hou ve ark. 1996; Yermiyahu ve ark. 2001; Communar ve Keren, 2008). Bazı araştırmacılar toprak pH'sının yükseltilmesi amacı ile uygulanan kirecin toprağın bor fiksasyon kapasitesini de arttırdığını açıklamışlardır (Goldsberg, 1997; Keren ve Ben-Hur, 2003). Toprak organik maddesi, çözeltideki bor konsantrasyonu yükseldiğinde, boru çözültiden uzaklaştırarak depolamaktadır (Borax, 1998). Çözeltisindeki bor bitkiler tarafından alındığında veya yıkandığında ise organik madde tarafından mineral maddelere oranla daha yüksek miktarda tutulan bor yeniden çözültiye verilmektedir (Gu ve Lowe, 1990).

Toprakta borun yararıyla ilgili etki eden önemli bir mekanizmanın da borun çok farklı mineral ve katı yüzeyleri ile oluşturduğu zayıf veya kolaylıkla değişebilen bağlar olduğu belirtilmektedir (Goldsberg ve ark., 1993; Parks ve Edwards, 2005). Alüminyum ve demir oksitler, allofan ve kaolinit ile çok daha sıkı bir bağ oluşturan bor iyonlarının toprak çözeltisinden uzaklaştırılmasında ve adsorpsiyonunda kuvars ve kalsitin önemli bir etkisinin olmadığı rapor edilmiştir (Su ve Suarez, 1995).

Bor, toprak çözeltisi, organik madde ve kil mineralleri gibi çok çeşitli bileşenlerin içerisinde dağılmış durumdadır. Toprak çözeltisi içerisinde bulunan ve genelde bitkiye yararlı olarak bilinen bor, topraktaki toplam bor konsantrasyonunun %3'den daha azına denk gelmektedir (Tsadilas, 1994). Zerrari ve ark. (1999)'nın yapmış olduğu çalışmalarda topraktaki toplam borun %78.75'i gibi oldukça önemli bir kısmının atık (rezerv) bor'dan oluştuğunu rapor

etmişlerdir.

Toprak tuzluluğu, doğal olarak oluşan ve düşük kalitede sulama suyu kullanımı ve aşırı gübre kullanımı gibi nedenlerle insan etkisi ile oluşan tuzluluk olmak üzere iki çeşittir (Darwish ve ark., 2002). Bu her iki durumda da tarımsal ürünlerin bir çoğunun üretilmesi sınırlandırılmaktadır. Toprakta doğal yollarla oluşan tuzluluğun giderilmesi ve mücadelesi oldukça zordur ve insan etkisi ile oluşan tuzluluğun giderilmesine oranla daha yüksek yatırım yapılmasını gerekli kılar (Acosta ve ark., 2011). Tuzdan etkilenmiş olan ortamlarda, bitkiler için gerekli olan elementlerden daha yüksek konsantrasyonlarda bitki gelişimi için gereksiz olan elementler yer alabilmektedir. Tuzlu topraklarda bitkiler kendileri için gerekli olan besin elementlerini toprak çözeltisinden alırken beraberinde çözeltide yüksek konsantrasyonda bulunan ve gerekli olmayan elementleri de alırlar. Bu durum bitkinin gereğinden daha yüksek miktarda enerji harcamasına neden olacağından, bazı durumlarda bitkiler kendileri için gerekli olan beslenmeyi yeterince yerine getiremeyebilirler. Bundan dolayı, tuzluluk durumunda bitkilerde iki ana stres hakim olmaktadır. Bunlardan birincisi kök bölgesinde yüksek tuz konsantrasyonundan dolayı oluşan yüksek osmotik potansiyel ile ortaya çıkan su stresidir. Diğer stres ise toksik etkiye sahip olan ve yüksek konsantrasyonda bitki bünyesine alınan iyonlardır (Fageria ve ark., 2011).

Jeostatistik, toprağın birçok özelliğinin mesafeye bağlı değişkenliğinin ortaya konulmasında kullanılmaktadır. Bu yöntem, toprak özelliklerinin arazideki değişkenliğinin desenini tanımlayan, bu değişkenliği modelleyen ve güvenilir bir aralıkta örneklenmeyen noktaların değerlerinin tahmin edilmesine yardımcı olmaktadır (Webster ve Oliver, 2007). Bununla birlikte, bu yöntemin arazilerin ıslah edilmesinde kullanıldığına dair yeterince uygulama bulunmamaktadır (Wang ve ark., 2014). Toprakta tuzluluk ve yüksek bor konsantrasyonu ile ilişkili bileşenlerin mesafeye bağlı değişkenliklerinin belirlenmesi, arazide tuzluluk ve/veya bor toksikliğinin nerelerde oluşabileceğinin tahmin edilmesine yardımcı olacaktır. Böyle bir çalışma ile arazide hassas olan alanların belirlenmesi (Yan ve ark., 2007) ve iyileştirilmesi için daha ekonomik çözümlerin üretilmesi mümkün olabilecektir (Acosta ve ark., 2011). Bu çalışma, tuzluluk ve alkalilik sorunlarının yanında yüksek bor konsantrasyonundan dolayı şiddetli bor toksikliği bulunan iki ayrı pivot içerisinde iyileştirme ve ıslah çalışmalarında kullanılmak üzere toprak özelliklerinin mesafeye bağlı değişkenliğinin modellenmesi, haritalaması, tuz ve bor konsantrasyonuna etki eden değişkenlerin belirlenmesi amacı ile yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışma alanı, Niğde ili Bor ilçesinde Kızılca Köyü

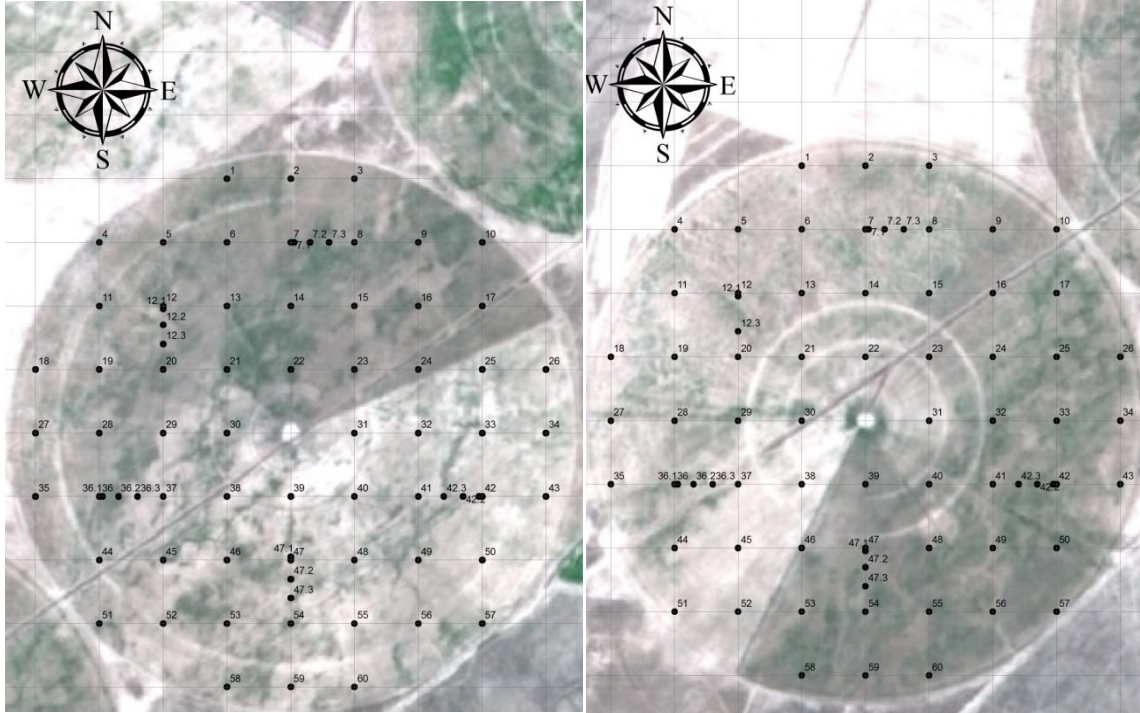
arazilerinde yer almaktadır. Alanda, Cıngıllı Organik Tarım A.Ş. çavdar ve tritikale yetiştiriciliği yapmaktadır. Çalışma alanının rakımı 1044 m ile 1058 m arasında değişmekte olup ortalama eğim %0.6 civarındadır (Budak, 2012). Havzada drenaj sularının herhangi bir çıkış ağzının olmaması, uzun yıllar çevredeki yüksek arazilerden gelen tuz ve bor konsantrasyonu yüksek olan suların tarımsal üretimi olumsuz etkileyecek düzeylere yükselmesine sebep olmuştur. Niğde'de 52 yıllık ortalama sıcaklık 11.08 °C ve yıllık ortalama toplam yağış 333 mm'dir.

Çalışma alanında içinde olduğu Konya Havzasında tuzluluk ve alkaliliğin temel nedeni bölgede bulunan tuz minerallerince zengin farklı ana materyallerin varlığıdır. Bu ana materyallerden başlıcaları denizsel kaynaklı sedimentler, volkanik depozitler ve kayaların ayrışma ürünleridir. Driessen (1970), üst Eosen, Oligosen ve Miosen dönemlerinde oluşan eski deniz sedimentlerinin yüksek derecede çözülebilir tuz ve jips içerdiğini rapor etmişlerdir.

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Toprak örnekleme

Çalışma alanında yer alan her biri 62 ha olan iki ayrı pivot 100 m \* 100 m'lik kare gridlere ayrılmış ve her pivotta 60 adet ana örnekleme noktası oluşturulmuştur (Şekil 1). Ana örnekleme noktaları arasındaki mesafeden daha kısa mesafelerdeki değişkenliklerin modellenmesi amacıyla beş adet ara transekt oluşturularak her pivottan 75 noktadan 0-20 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinin tekstür, pH, elektriksel iletkenlik (EC), organik madde, kireç, bitkiye yarayışlı bor konsantrasyonu analiz edilmiştir. Mesafeye bağlı değişkenlikler için semivaryogram modellemesi yapılmış ve krigleme haritaları oluşturulmuştur.



Şekil 1. Çalışma alanında toprak örnekleme deseni

### 2.2.2. Toprak analizleri

Toprak örnekleri oda sıcaklığında kurutulduktan sonra 2 mm'lik elekten geçirilerek laboratuvar analizleri için hazır hale getirilmiştir. Bitkiye yarayışlı bor konsantrasyonu Azometin-H ile oluşturulan kompleksin renk yoğunluğuna dayanılarak belirlenmiştir (John ve ark., 1975). Tekstür, Bouyoucos Hidrometresi metodu kullanılarak belirlenmiştir (Gee ve Bauder, 1986). Elektriksel iletkenlik (EC) ve toprak reaksiyonu (pH) saturasyon çamurunda belirlenmiştir (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954) Organik madde, modifiye edilmiş Walkley-Black metoduna göre yapılmıştır (Nelson ve Sommers, 1982). Bitkiye yarayışlı

bor içeriği ise Cartwright ve ark. (1983) tarafından açıklandığı üzere Mannitol-CaCl<sub>2</sub> ile ekstraksiyon yöntemine göre yapılmıştır. Örneklerin kireç içerikleri, toprak örneklerinde bulunan kirecin asitle etkileşmesi sonucu oluşan CO<sub>2</sub> gazının standart sıcaklık ve basınç altındaki hacmi esas alınarak Scheibler Kalsimetresi" yardımıyla belirlenmiştir (Allison ve Moodie, 1965).

### 2.2.3. Jeostatistiksel modelleme ve haritalama

Toprak özelliklerinin mesafeye bağlı değişimlerinin modellenmesinde ve çapraz değerlendirme sonucunda örnekleme yapılan bir noktadan yola çıkarak örnekleme

yapılamayan noktalardaki değerlerin tahminlerde GIS 7.0 (Gamma Design Software, 2004) paket programı kullanılmıştır. Semivariogram ve çapraz değerlendirme sonucunda elde edilen en uygun parametreler kullanılarak her bir değişken için mesafeye bağlı değişimin haritaları ArcGIS 9.2 (ESRI, 2006) paket programı ile oluşturulmuştur.

Uzaysal bağımlılık değeri, nugget semivaryansın toplam semivaryansa oranının (Co/Co+C) yüzde olarak ifadesidir. Şayet uzaysal bağımlılık değeri  $\leq 25$  ise değişken kuvvetli uzaysal bağımlı olarak sınıflandırılmakta, %25 ile %75 arasında ise orta derecede uzaysal bağımlı olarak sınıflandırılmakta ve bu oran %75'den fazla ise değişken zayıf uzaysal bağımlı olarak sınıflandırılmaktadır (Cambardella ve ark., 1994).

### 3. Bulgular ve Tartışma

Yüzey topraklarının ortalama kil içeriği %34.8 olmakla birlikte yaklaşık 124 ha'lık iki pivot içerisinde kil içeriği %52 ile %16 arasında değişmektedir. Varyasyon katsayısı değerine göre orta değişken olan kil içeriğinin arazi içerisindeki değişkenliği diğer bir çok toprak özelliğinin de önemli düzeyde değişkenlik göstermesine neden olmuştur. Çalışma alanında tarımsal üretimi sınırlandıran en önemli toprak özelliklerinin elektriksel iletkenlik (EC) ile ifade edilen toprak tuzluluğu ve yüksek düzeydeki alınabilir bor konsantrasyonu olduğu anlaşılmaktadır. Ortalama EC değeri hafif tuzluluğa işaret etmekle birlikte alan içerisinde EC'in 17 dS m<sup>-1</sup> gibi oldukça şiddetli tuzluluğa ulaştığı lokasyonların olduğu görülmektedir (Çizelge 1).

Bitkiye yararı ve toksik olan konsantrasyonları birbirine oldukça yakın olan borun ortalama konsantrasyonu 22.34 mg kg<sup>-1</sup> gibi oldukça yüksek

düzeindedir. Bununla beraber çalışma alanında bor konsantrasyonu 58.98 mg kg<sup>-1</sup> olan yerlerin de olduğu anlaşılmaktadır. Nable ve ark. (1997), aslında çoğunlukla karşılaşılan sorunun bor fazlalığından ziyade borun noksanlığı olduğunu belirtirken, dünyanın değişik bölgelerinde tarım arazilerinde bor fazlalığının bitkilerde toksik etki yarattığını ve ürün verimlerinde ciddi azalmalara neden olduğunu vurgulamıştır. Çalışma alanı topraklarındaki yüksek bor konsantrasyonu da bitkisel üretimde ciddi verim düşüşlerine neden olabilecek boyutlardadır. Nable ve ark. (1997), topraklardaki bor konsantrasyonunun temel kaynağının ya denizsel kökenli evaporitler olduğunu ve/veya sulama suları ile katılan bor olduğunu ifade etmektedir. Çalışma alanının ana materyalinin denizsel kökenli çökeller olması ve sulama sularındaki yüksek bor konsantrasyonları topraklardaki bor konsantrasyonunun nedenini açıklamaktadır (Çizelge 2).

Topraklardaki yüksek bor konsantrasyonunun idaresi ve ıslahı borun kimyasından dolayı diğer birçok probleme göre daha zordur. Toprakların bor konsantrasyonunun azaltılmasında en yaygın olarak başvuru olan yöntem, toprakların bor konsantrasyonu düşük olan sularla yıkanmasıdır. Uygulanan diğer amenajmanlar ise topraklara jips ve kireç uygulaması ile bora karşı toleransı yüksek olan bitkilerin yetiştirilmesi olarak ifade edilmiştir (Nable ve ark., 1997). Topraklardaki yüksek bor konsantrasyonunun temel nedenlerinden biri yüksek bor konsantrasyonuna sahip sulama sularının kullanımı olarak ifade edilmektedir. Çalışma alanının sulanmasında kullanılan 5 adet kuyudan alınan örneğin bir kısım analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Sulama suyu örneklerinden dört tanesinde bor konsantrasyonu orta düzeyde iken bir tanesinde sulama suyu kullanımının sınırlandırılması gereken seviyenin oldukça üzerinde olduğu görülmektedir (Çizelge 3).

Çizelge 1. Çalışma alanı yüzey topraklarının (0-20 cm) tanımlayıcı istatistik verileri

N=76	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Std. Sapma	CV*	Yatıklık	Basıklık
Kil	16.00	52.00	34.8	6.53	18.76	0.16	0.10
Kum %	25.00	75.00	41.9	6.77	16.15	1.16	3.72
Silt	9.00	41.00	23.3	4.75	20.36	0.34	1.57
pH	7.91	9.18	8.50	0.42	4.98	-0.01	-1.69
EC	1.00	17.00	3.03	2.44	80.54	3.00	11.81
CaCO <sub>3</sub>	5.40	36.24	21.36	4.83	22.59	-0.14	0.43
Organik madde	0.79	4.17	2.23	0.61	27.17	0.33	0.36
Bor	4.53	58.98	22.34	12.46	55.77	0.82	-0.08

Çizelge 2. Çalışma alanının sulanmasında kullanılan kuyulardan alınan su örneklerinin analiz sonuçları

Örnek No	pH	EC $\mu$ s cm <sup>-1</sup>	CO <sub>3</sub> me l <sup>-1</sup>	HCO <sub>3</sub> me l <sup>-1</sup>	Bor mg l <sup>-1</sup>
W5	6.64	1627	2.12	22.28	2.31
W6	6.58	1907	000	31.30	1.08
W7	6.61	2450	000	33.08	2.22
W8	7.00	879	0.12	22.82	1.49
W39	6.63	2550	3.76	30.09	5.02

Çizelge 3. Sulama sularının kullanımı ile ilgili sınır değerler (Ayers ve Wescott, 1985)

Potansiyel Sulama Problemleri	Kullanımda Sınırlamanın Derecesi		
	Yok	Hafif ile Orta	Şiddetli
Bor mg l <sup>-1</sup>	< 0.7	0.7 – 3.0	> 3.0
HCO <sub>3</sub> me l <sup>-1</sup>	< 1.5	1.5 – 8.5	> 8.5

Toprakta tuzluluk ve çözeltideki bor konsantrasyonu ile ilişkili olan toprak özelliklerini belirlemek için yapılan Pearson Korelasyon analizine ait sonuçlar Çizelge 4'de verilmiştir. Tuzluluğun göstergesi olan elektriksel iletkenlik ile pH ve kireç içeriği arasında istatistiksel olarak önemli negatif bir ilişkinin ( $P<0.01$ ) ve bor konsantrasyonu ile pozitif bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Bulgular, arazide tuzluluk ve bor konsantrasyonunun çalışma alanında benzer dağılım gösterdiklerine işaret etmektedir. Araştırmalar tuzluluğun olduğu koşullarda yetiştirilen bitkilerde, bitki su içeriğinin azalmasından dolayı hücre içi ve dışındaki bor konsantrasyonunun yükselmesinin bor toksikliğinin şiddetini çok daha arttırdığını göstermiştir. (Wimmer ve ark., 2003). Bu durumda, tuz ve bor konsantrasyonunun birlikte yoğun olduğu yerlerin tespiti, idareleri açısından oldukça önem arz etmektedir.

Toprak çözeltisi içerisindeki bor konsantrasyonuna etki eden önemli özelliklerden bir tanesi toprakların adsorpsiyon kapasitesidir. Aynı miktar bor içeren sular ile sulandıkları vakit bor adsorpsiyon kapasitesi yüksek olan topraklar düşük olanlara nazaran toprak çözeltisinde daha uzun süre düşük bor konsantrasyonuna sahip olacakları belirtilmektedir (Nable ve ark., 1997). Kil ve organik madde toprağın önemli adsorpsiyon yüzeylerini oluştururlar. Yarayışlı bor konsantrasyonu ile organik madde içeriği arasındaki pozitif korelasyon, organik maddenin fonksiyonel gruplarının önemli miktarda bor adsorbe ettiğini göstermektedir. Bu nedenle arazide organik maddenin yüksek olduğu yerlerde bor konsantrasyonunun istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $P<0.01$ ) düşük olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4. Çalışma alanı yüzey toprak özellikleri arasındaki korelasyon analizi

	Kil	Kum	Silt	Agr Stab	pH	EC	CaCO <sub>3</sub>	Org. Mad	Bor
Kil	1	-0.748**	-0.305**	-0.015	0.142	-0.122	0.487**	-0.051	0.084
Kum		1	-0.400**	0.010	0.049	-0.019	-0.393**	-0.218**	-0.088
Silt			1	-0.011	-0.279**	0.201*	-0.123	0.371**	0.014
pH					1	-0.447**	0.262**	-0.221**	0.012
EC						1	-0.279**	-0.040	0.284**
CaCO <sub>3</sub>							1	0.228**	-0.233**
Organik madde								1	-0.294**
Bor									1

Toprakta borun yarayışlı halde olmasına etki eden önemli parametrelerden bir tanesinin toprakta bulunan CaCO<sub>3</sub>'ün aragonit veya kalsit formlarından hangisine ait olduğu ve aynı zamanda tuz (NaCl) ve magnezyum konsantrasyonları olduğu belirtilmektedir (Kitano ve ark., 1978). Araştırmacılar toprakta NaCl varlığında borun aragonit yüzeyinde çökmesinin düşük olmasına rağmen, artan NaCl konsantrasyonu ile birlikte kalsit üzerinde çökmenin arttığını rapor etmişlerdir. Çalışma alanı topraklarının CaCO<sub>3</sub> içeriği %5.4 ile %36.24 arasında değişirken ortalama değer %21.36 olduğu belirlenmiştir. Her ne kadar detaylı analiz yapılmamış ve kirecin aragonit veya kalsit olup olmadığı belirlenmemiş olsa da çalışma alanı topraklarında kireç içeriği ile bor konsantrasyonu arasında önemli negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda kireç içeriğinin yüksek olduğu yerlerde bor konsantrasyonunun önemli miktarda azaldığı anlaşılmaktadır. Organik maddenin fonksiyonel gruplarına bağlanarak bitki için yarayışsız duruma geçen borun önemli bir kısmının da CaCO<sub>3</sub>'ün yüzeyinde çökmesi söz konusu

olabilir. Bu nedenle, Gupta ve Macleod (1981), aşırı derecede kireçleme yapılan pH'sı yüksek topraklarda borun bitkilere yarayışlılığının azaldığını ifade etmişlerdir. Bu çıkarımı destekleyen bir başka çalışmada Communar ve ark. (2004), pH'nın 6.0'dan 9.0'a doğru arttırılması ile toprakta var olan kirece bağlı olarak bor adsorpsiyonunun arttığı ve pH 9.5 iken en yüksek düzeye ulaştığını rapor ederken, pH'nın 10 ile 11 gibi daha yüksek düzeylere ulaşması ile bor adsorpsiyonunun yeniden azaldığı belirtilmiştir. Çalışma alanı topraklarının pH'ları 7.91 ile 9.18 arasında değişirken ortama pH değeri 8.50'dir (Çizelge 1). Bu pH aralığı ve toprakların kireç içerikleri birlikte düşünüldüğünde, çalışma alanı topraklarında adsorbe olan borun yüksek olduğu ortaya çıkmaktadır. Toprak analiz sonuçları, bu hali ile birlikte oldukça yüksek bor konsantrasyonuna sahip olan topraklarda, rezerv durumda bulunan yüksek bor konsantrasyonunun olduğunu göstermektedir.

Bor'un toprakta bitkiler için en yarayışlı olduğu pH aralığının 5.5 ile 7.5 arasında olduğu belirtilirken (Mortvedt



ve ark., 1999), bir kısım araştırmalarda da yüksek pH'larda kalsiyumun fazlalığında borun yarayırlılığının azaldığı belirtilmiştir (Goldberg, 1997). Ancak, yapılan korelasyon testinde yarayırlı bor konsantrasyonu ile pH arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır. Çalışma alanı topraklarında, pH'nın çok dar bir aralıkta değişiyor olması (pH CV, %4.98), pH ile yarayırlı bor arasında beklenen ilişkinin görülmemesinin nedeni olduğu söylenebilir.

Toprağın bor konsantrasyonu üzerine tekstürün etkisi ile oldukça fazla miktarda araştırma yayınlanmış olmakla birlikte (Communar ve Keren, 2006; Goldberg ve Glaubig, 1986) çalışma alanı topraklarının bor konsantrasyonu ile tekstür bileşenleri arasında herhangi bir korelasyona rastlanamamıştır.

### 3.1. Tuzluluk ve bor toksikliğinin idaresinde mesafeye bağlı değişkenliğin önemi

Çalışma alanı içerisindeki tuz ve bor konsantrasyonları incelendiğinde tarımsal üretim açısından problemler yerlerin olduğu anlaşılmaktadır. Bu hali ile arazide bitkisel üretim yapmak, sorunların iyileştirilmesi veya ıslah edilmesinde tuz ve borun arazi içerisindeki değişkenliğini dikkate alarak uygun bir şekilde arazi idaresi oldukça önemlidir. Zira arazide tuz ve borun giderilmesinde sıklıkla başvurulan yöntem, tuzun ve borun toprak profilinden yıkaması işlemidir. Ancak yıkama işleminden beklenen performansın elde edilebilmesi için tuz ve borun arazi içerisindeki yüksek değişkenliğini mutlaka dikkate almak gerekecektir (Çizelge 1). Ortalama değerlere göre yapılacak olan uygulamalar, arazinin bir bölümünün gereğinden fazla ve yine bir kısım arazilerin de gereğinden az yıkanmasına neden olacaktır. Çalışma alanı ülkemizin hemen hemen en kurak bölgelerinden birinde yer aldığından suyun idareli kullanımı

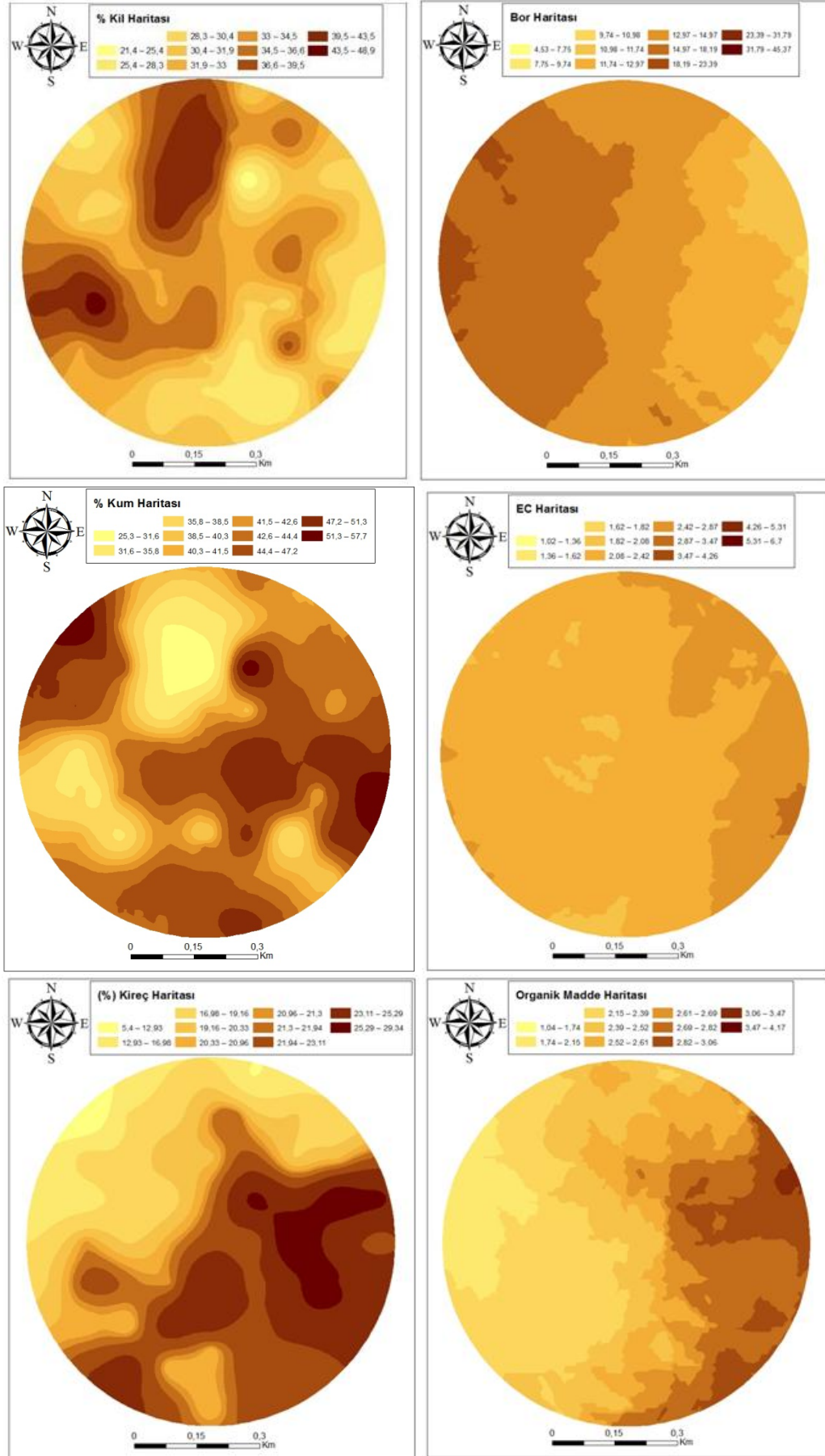
tarımsal üretimin devamlılığı bakımından oldukça önemlidir. Son yıllarda yağışların azalması ile birlikte, bölgedeki yer altı suyu seviyesinde önemli miktarda düşüşler yaşanmıştır. Bu durumda, var olan suyun arazilerin ıslahında kullanılmasında önemli zorluklar bulunduğu göz ardı edilmemelidir.

Su kısıtı ve yıkamanın maliyetinden dolayı, yıkama yapılmadan arazide bitkisel üretim yapılabilmesi için bir kısım tedbirlerin yanında, tuz ve bora karşı dayanıklı olan türlerin tercih edilmesi gerekmektedir. Ancak, organik madde içeriği ile yarayırlı bor konsantrasyonu arasında tespit edilen ilişki, toprağın organik madde içeriğinin artırılması ile çözültideki bor konsantrasyonunun bitkiler için zararlı olabilecek konsantrasyonların altına veya en azından daha az etkilenebilecekleri düzeylere indirilebileceğine işaret etmektedir. Arazi içerisinde, organik maddenin artırılmasında uygulanacak hayvan gübresinin bor konsantrasyonu yüksek olan alanlardan başlayarak yapılması, etkinliğin artırılmasını sağlayacaktır. Jeostatistiksel yöntemler ile oluşturulan tuz ve bor haritaları (Şekil 2 ve 3), arazinin hangi bölümlerinde daha dikkatli davranılması gerektiği konusunda yeterince detaylı ve doğru bilgiye ulaşılmasını sağlayacaktır.

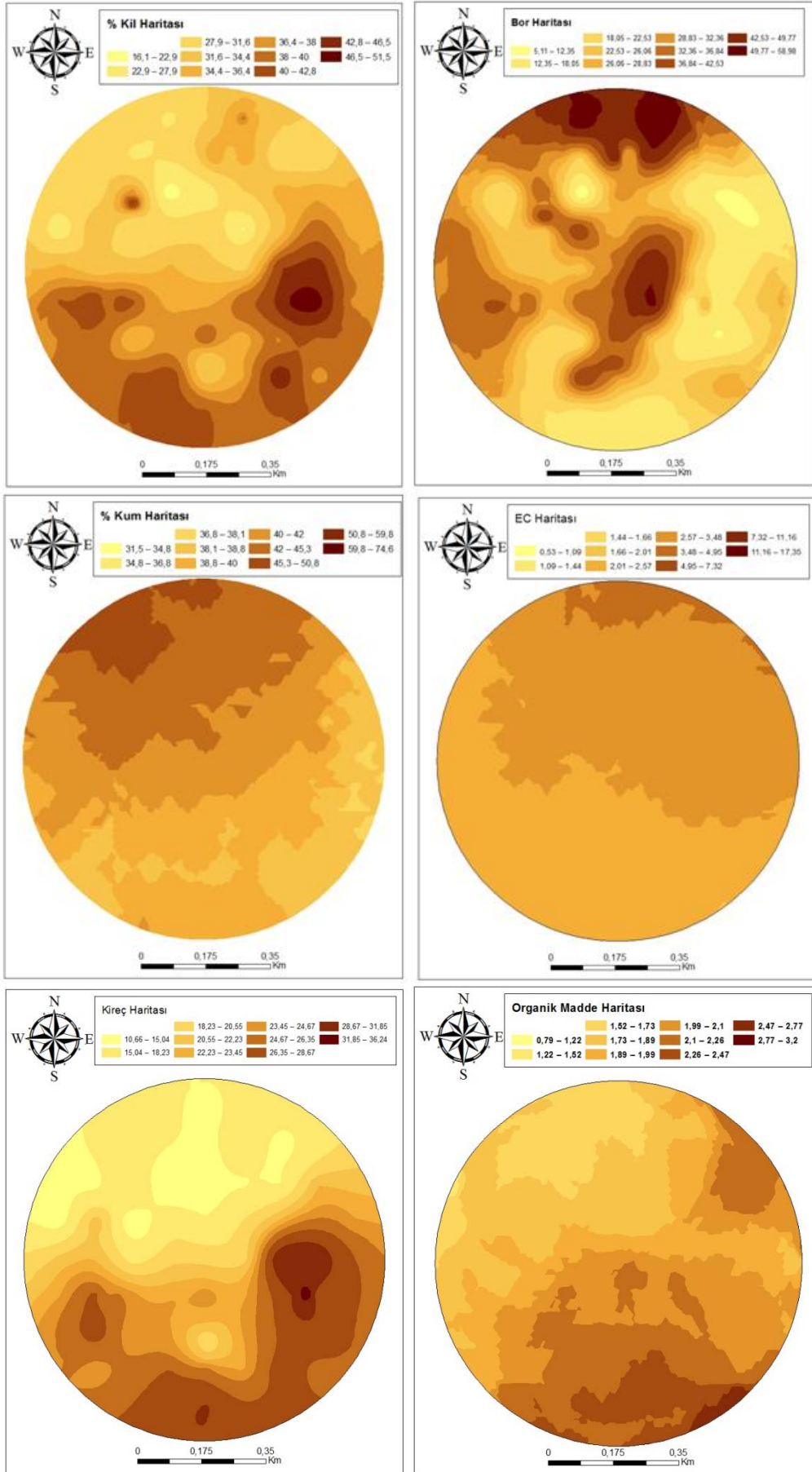
Toprakta tuzluluğa neden olan bileşenlerin mesafeye bağlı değişkenliklerinin belirlenmesi, arazide tuzluluğun nerelerde oluşabileceğinin tahmin edilmesine yardımcı olacaktır. Böyle bir çalışma ile arazide hassas olan alanların belirlenmesi (Yan ve ark., 2007) ve iyileştirilmesi için daha ekonomik çözümlerin üretilmesi mümkün olabilecektir (Acosta ve ark., 2011). Çalışma alanında belirlenen her bir toprak özelliğinin mesafeye bağlı değişkenliğini sayısallaştırmak için bir semivaryogram üretilmiştir. Seçilen en uygun modele ait nugget, sill ve range değerleri Çizelge 5'de verilmiştir. Nugget etki, en kısa örnekleme

Çizelge 5. Çalışma alanı yüzey topraklarının mesafeye bağlı dağılım modelleri ve model parametreleri

Özellik	Model R <sup>2</sup>	Model	Co	Co+C	Uzaysal Bağımlılık (%)	Range (m)	Çapraz Doğrulama
Pivot 1							
Kum	0.845	Küresel	6.20	39.29	15.8	305	0.471
Kil	0.902	Üssel	9.75	30.91	31.5	564	0.640
EC	0.751	Üssel	0.09	0.20	45.0	312	0.398
pH	0.712	Üssel	0.06	0.126	47.6	487	0.417
Kireç	0.964	Üssel	1.18	19.5	6.1	1371	0.658
Bor	0.740	Üssel	0.15	0.305	49.2	1503	0.484
Organik madde	0.801	Üssel	0.14	0.34	41.2	211	0.275
Pivot 2							
Kum	0.813	Üssel	0.016	0.04	40.0	387	0.417
Kil	0.859	Üssel	13.6	55.41	24.5	543	0.510
EC	0.887	Küresel	0.25	0.55	45.5	478	0.440
pH	0.530	Üssel	0.05	0.12	41.7	639	0.518
Kireç	0.908	Küresel	3.80	58.6	6.5	996	0.800
Bor	0.780	Küresel	55.5	142	39.1	216	0.478
Organik madde	0.738	Üssel	0.05	0.231	21.6	234	0.387



Şekil 2. Çalışma alanında yer alan Pivot 1'deki toprak özelliklerinin alansal dağılım haritaları



Şekil 3. Çalışma alanında yer alan Pivot 2'deki toprak özelliklerinin alansal dağılım haritaları

mesafesinden daha kısa mesafelerde var olan değişkenlikten kaynaklanmaktadır (Webster, 1985). Nugget etkinin yüksek olması mesafeye bağımlılığın belirlenebilmesi amacı ile daha kısa mesafelerde daha fazla sayıda örnek alınması gerektiğine işaret etmektedir. Bu durumda özellikle tuzlu ve bor toksikliği bulunan arazilerde daha yüksek sayıda örnek ile yapılan çalışmalarda elde edilecek tuzluluk ve bor haritalarının güvenilirliği de yüksek olacaktır (Cemek ve ark., 2007). Mesafeye bağlı korelasyonun varlığını ifade eden range değerinden daha yüksek mesafelerde mesafeye bağımlılığın kaybolduğu anlamına gelmektedir. Çalışma alanında EC için range değeri 487 ve 478 m gibi birbirine yakın değerlerde iken bor konsantrasyonu ilk pivotta 1503 m ve ikinci pivotta 216 m'dir.

Nugget değerinin toplam semivaryans değerine oranının yüzde ifadesi mesafeye bağımlılığın sınıflandırılmasında kullanılmaktadır. Bu oran  $< \%25$  olduğunda uzaysal bağımlılık güçlü,  $\%25$  ile  $\%75$  arasında olduğunda uzaysal bağımlılık orta ve  $> \%75$  olduğunda ise uzaysal bağımlılık zayıf olarak nitelendirilir (Cambardella ve ark., 1994). Çalışma alanındaki uzaysal bağımlılık EC ve bor konsantrasyonu için her iki pivot alanında orta düzeydedir.

Çalışma alanında yer alan Pivot 1'de bor toksikliğinin en şiddetli olduğu alanlar, pivotun kuzey batısında yer almaktadır (Şekil 2). Pivot 2'de ise bor konsantrasyonunu en yüksek olduğu yerlerin sırası ile pivotun batısı, kuzeyi ve merkezinde yer aldığı görülmektedir (Şekil 3). Bor haritası ile en uyumlu olan toprak özelliklerinin, organik madde ve kireç olduğu görülmektedir. Bor konsantrasyonunun yüksek olduğu lokasyonlar arazinin organik madde açısından en fakir olduğu bölgelere denk gelmektedir. Her iki toprak özelliği ile de istatistiksel olarak önemli düzeyde negatif korelasyonu olan kireç, bor konsantrasyonunun kontrolünde kullanılabilme potansiyeline sahiptir. Ancak arazide bor toksikliğinin giderilmesi için kireç uygulanması zaten yüksek olan kireç içeriğinin daha fazla artırılmasına yol açacaktır. Yüksek kireç içeriği, fosfor ve birçok mikro besin elementinin alımını olumsuz etkileyeceğinden dolayı tarımsal üretim için arzu edilmemektedir. Bu durumda organik madde miktarının artırılması hem topraktaki yüksek bor konsantrasyonunun güvenli bir şekilde idaresi, hem de toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine olumlu etkisinden dolayı toprağın fonksiyon gösterme kapasitesi olan kalitesini olumlu etkileyecektir. Mesafeye bağlı dağılımların modellenmesi ile elde edilen haritalar organik madde uygulamalarının öncelikle nerelere ve hangi miktarlarda yapılması gerektiğine karar verilirken yol gösterici olacaktır.

Özellikle Pivot 2'de yüksek kil içeriği değerleri ile düşük bor konsantrasyonu değerlerinin dağılımlarının birbirlerine oldukça benzer oldukları görülmektedir (Şekil 3). Arazinin kil içeriğinin düşük olduğu lokasyonlarda bor konsantrasyonunun yüksek olması, toprağın bor konsantrasyonunun azaltılmasında, yıkama işlemi düşünüldüğünde mutlaka göz önünde bulundurulması gereken bir durumdur. Bu durum, borun topraktan uzaklaştırılmasını kolaylaştıracağından, toprak tekstür bileşenlerinin de alansal dağılımlarının dikkate alınmasını

zorunlu kılmaktadır. Tüm alan için yıkama yapılması istendiğinde, arazinin her tarafına aynı miktar su uygulamak etkinlik açısından yetersizliklerin veya bazı noktalarda aşırı su tüketiminin oluşmasına neden olabilecektir.

#### 4. Sonuçlar

Toprak tuzluluğu ve bor konsantrasyonunun arazideki dağılımının heterojen yapısı tarımsal üretimde kullanımları, iyileştirilmeleri ve ıslahlarını etkileyen oldukça önemli bir özelliktir. Bu nedenle, bu iki problemin arazideki mesafeye bağlı değişkenliğinin yapısının belirlenmesi ve ortaya konulması, sürdürülebilir kullanımlarını sağlamak ve yere özgü amanjman uygulamalarını hayata geçirebilmek adına mutlak gereklidir. Bu amaca hizmet edebilmek için, kurak bir bölgede yer alan çalışma alanında tuzluluk ve bor konsantrasyonunun kalitatif tanımlaması ve klasik istatistik ile ilişkili toprak özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ancak klasik istatistik değişkenliğin rastgele olduğunu kabul ettiğinden, mesafeye bağlı korelasyonu dikkate almak ve bu yüzden özelliklerin arazideki mesafeye bağlı değişkenliğini yorumlamada yetersiz kalmaktadır. Organik madde ilavesi, yıkama için suyun yetersiz olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde yer alan yüksek bor konsantrasyonuna sahip toprakların tarımsal üretimde kullanımlarını sağlamak adına önemli bir uygulamadır. Organik madde ile bor konsantrasyonu arasındaki negatif korelasyon, organik madenin yüksek olduğu yerlerde, yarıyışlı bor konsantrasyonunun düşük olduğunu göstermektedir.

#### Kaynaklar

- Acosta, J. A., Faz, A., Jansen, B., Kalbitz, K., Martínez-Martínez, S. 2011. Assessment of salinity status in intensively cultivated soils under semiarid climate, Murcia, SE Spain. *Journal of Arid Environments*, 75(11): 1056-1066.
- Allison, L.E., Moodie, CD. 1965. Carbonate. In: C.A. Black ve ark. (edit.) *Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy* 9:1379-1400. Am.Soc. of Argon., Inc., Madison, Wisc., USA.
- Ayers, R.S., Westcot, D.W. 1985. *Water quality for agriculture* (Vol. 29). Rome: FAO.
- Cambardella, C.A., Moorman, T.B., Novak, J.M., Parkin, T.B., Karlen, D.L., Turco, R.F., Konopka, A.E. 1994. Field-Scale Variability Soil Properties in Central Iowa Soils. *Soil Sci. Soc. Am.J.*, 58: 1501-1511.
- Cartwright, B., Tiller, K.G., Zarcinas, B.A., Spouncer, L.R. 1983. The chemical assessment of the boron of soils. *Aust. J. Soil Res.*, 21: 321-332.
- Communar, G., Keren, R., Li, F.H. 2004. Deriving boron adsorption isotherms from soil column displacement experiments. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68: 481-488.
- Communar, G., Keren, R. 2006. Rate-limited boron transport in soils: the effect of soil texture and solution pH. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 70: 882-892.
- Communar, G., Keren, R. 2008. Boron adsorption by soils as affected by dissolved organic matter from treated sewage effluent. *Soil Sci Soc Am J.*, 72: 492-499.
- Darwish, T., Atallah, T., El-Khatib, M., Hajhasan, S. 2002. Impact of irrigation and fertilization on NO<sub>3</sub> leaching and soil-ground water contamination in Lebanon. In: *Proceedings of the Transactions 17th World Congress of Soil Science, Bangkok*,

- Thailand.
- Driessen, P.M. 1970. Soil salinity and alkalinity in the Great Konya Basin, Turkey. Centre for Agricultural Publishing and Documentation.
- Fageria, N.K., Gheyi, H.R., Moreira, A. 2011. Nutrient bioavailability in salt affected soils. *Journal of Plant Nutrition*, 34(7): 945-962.
- Gee, G.W., Boudier, J.W. 1986. Particle Size Analysis. In: A. Clute (Ed.) *Methods of Soil Analysis. Part I Agronomy No: 9 Am Soc. of Agron. Madison, Wisconsin, USA.*
- Goldberg, S., Glaubig, R.A. 1986. Boron adsorption on California soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 50: 1173-1176.
- Goldberg, S. 1997. Reactions of boron with soils. *Plant Soil*, 193: 35-48.
- Goldberg, S., Forster, H.S., Heick, E.L. 1993. Boron adsorption mechanisms on oxides, clay minerals, and soils inferred from ionic strength effects. *Soil Science Society of America Journal*, 57(3): 704-708.
- Gu, B., Lowe, L.E. 1990. Studies on the adsorption of boron on humic acids. *Can. J. Soil Sci.* 70: 305-311.
- Gupta, U.C., Macleod, J.A. 1981. Plant and soil boron as influenced by soil pH and calcium sources on podzol soils. *Soil Science*, 131(1): 20.
- Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S. L., Nelson, W.L. 2005. *Soil Fertility and Fertilizers*, 7th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Hou, J., Evans, L.J., Spiers, G.A. 1996. Chemical fractionation of soil boron. I. Method development. *Can J Soil Sci.*, 76: 485-491.
- John, M.K., Chuah, H.H., Neufeld, J.H. 1975. Application of Improved Azomethine-H Method to the Determination of Boron in Soil and Plants. *Anal. Lett.* 8: 559-568.
- Keren, R., Ben-Hur, M. 2003. Interaction effects of clay swelling and dispersion and CaCO<sub>3</sub> content on saturated hydraulic conductivity. *Aus. J. Soil Res.* 41: 979-989.
- Kitano, Y., Okumura, M., Idogaki, M. 1978. Coprecipitation of borate-boron with calcium carbonate. *Geochemical Journal*, 12(3): 183-189.
- Mortvedt, J.J., Murphy, L.S., Follet, R.H. 1999. *Fertilizer Technology and Application*. Meister Publishing, Willoughby, Ohio.
- Nable, R.O., Bañuelos, G.S., Paull, J.G. 1997. Boron toxicity. *Plant and Soil*, 193(1-2): 181-198.
- Nelson, D.W. Sommer, L.E. 1982. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. p.539-579. In A.L. Page (ed.) *Methods of Soil Analysis*. 2nd Ed. ASA Monogr. 9(2). Amer. Soc. Agron. Madison, WI.
- Parks, J.L., Edwards, M. 2005. Boron in the environment. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 35(2): 81-114.
- Reid, R. 2007. Update on boron toxicity and tolerance in plants. *Advances in plant and animal boron nutrition*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, 83-90.
- Su, C., Suarez, D.L. 1995. Coordination of adsorbed boron: A FTIR spectroscopic study. *Environmental Science & technology*, 29(2): 302-311.
- Tanaka, M., Fujiwara, T. 2008. Physiological roles and transport mechanisms of boron: perspectives for plants. *Pflügers Archiv-European Journal of Physiology*, 456(4): 671-677.
- Tsadilas, C.D. 1997. Soil contamination with boron due to irrigation with treated municipal wastewater. In: Bell, R. W. and B. Rerkasem (eds.) *Boron in soils and plants*. Kluwer, Dordrecht. pp. 265-270.
- Wang, L., Coles, N. A., Wu, C., Wu, J. 2014. Spatial variability of heavy metals in the coastal soils under long-term reclamation. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 151: 310-317.
- Webster, R., Oliver, M.A. 2007. *Geostatistics for Environmental Scientists*. John Wiley & Sons Ltd, the Atrium, Southern Gate, Chichester, England, 330 pp
- Wimmer, M.A., Mühlhng, K.H., Läuchli, A., Brown, P.H., Goldbach, H.E. 2003. The interaction between salinity and boron toxicity affects the subcellular distribution of ions and proteins in wheat leaves. *Plant, Cell & Environment*, 26(8): 1267-1274.
- Yan, X., Wu, P., Ling, H., Xu, G., Xu, F., Zhang, Q. 2006. Plant nutrionomics in China: an overview. *Annals of Botany*, 98(3): 473-482.
- Yan, L., Zhou, S., Ci-fang, W., Hong-yi, L., Feng, L., 2007. Improved prediction and reduction of sampling density for soil salinity by different geostatistical methods. *Agricultural Sciences in China*, 6(7): 832-841.
- Yermiyahu, U., Keren, R., Chen, Y. 2001. Effect of composted organic matter on boron uptake by plants. *Soil Sci Soc Am J.*, 65: 1436-1441.
- Zerrari, N., Moustauoui, D., Verloo, M. 1999. The forms of boron in soil, effect of soil characteristics and availability for the plants. *Agrochimica*, 43:77-88.



# Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences

<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/omuanajas>



## Derleme/Review

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 199-206

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/anajas.2015.30.2.199-206



## Avrupa Birliği ve Türkiye’de organik tarım ve gıda ürünlerine karşı tüketici davranışları

Gamze Aydın Eryılmaz\*, Kürşat Demiryürek, Murat Emir

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

\*Sorumlu yazar/corresponding author: [gamzeaydin@omu.edu.tr](mailto:gamzeaydin@omu.edu.tr)

Geliş/Received 01/10/2014

Kabul/Accepted 04/05/2015

### ÖZET

Son yıllarda birçok ülkede hızla gelişen organik tarım ve gıda ürünleri sektörünün sürdürülebilirliği, büyük ölçüde tüketici talebine bağlıdır. Bu derleme çalışmasının amacı, Avrupa Birliği (AB) ülkeleri ve Türkiye’deki tüketicilerin organik tarım ve gıda ürünlerine karşı tutum ve davranışlarını belirlemektir. Çalışmanın ana materyalini, yurtiçi ve yurtdışında yapılmış çeşitli araştırmalar oluşturmaktadır. Çalışmada, söz konusu araştırma sonuçlarından hareketle elde edilen çıkarımlar derlenmiştir. Bu çıkarımlar, organik tarım ve gıda ürünlerinin AB ülkelerinde düzenli bir şekilde tüketildiğini, Türkiye’de ise tüketimin düzensiz ve düşük seviyede olduğunu göstermektedir. Türkiye’nin belirli illerinde yapılan araştırma sonuçlarına göre, organik tarım ve gıda ürünü tüketiminin düşük olmasının nedenleri arasında fiyatların yüksekliği ve bilgi yetersizliği gelmektedir. Organik tarım ve gıda ürünlerine yönelik talebin artırılması, üretimin sürdürülebilir olması bakımından önemlidir. Bu nedenle, sektörde varlıklarını devam ettirmek ve dünyadaki gelişimi takip etmek isteyen organik üreticilerin, tüketici odaklı pazarlama anlayışına yönelmeleri gerekmektedir.

Anahtar Sözcükler:

Avrupa Birliği

Gıda ürünü

Organik tarım

Tüketici davranışı

Türkiye

### Consumer behaviour towards organic agriculture and food products in the European Union and Turkey

#### ABSTRACT

Recently, the sustainability of rapidly developing organic agriculture and food products sector in many countries depends largely on the demand of consumers. This study examines the consumers’ behaviour for organic agriculture and food products in the European Union (EU) and Turkey. The main data contain various related studies conducted in European countries and Turkey. This study reviews this field studies and synthesis them to reach general conclusions. While organic food products have been consumed regularly by most European consumers, the consumption of organic products in Turkey has generally been unsteady and low. The studies conducted in some selected provinces in Turkey showed that one of the main reasons for the low consumption level of organic food products was high price and the lack of information provided by marketing companies and low level of knowledge owned by the consumers. Sustainability and availability of organic food products in the domestic organic market are critically important to increase consumers’ demand for organic agriculture and food products in Turkey. Thus, the organic producers and marketing companies should adopt more consumer focused marketing approaches and monitor the developments in the world organic markets to be sustainable in the organic sector.

Keywords:

European Union

Food product

Organic agriculture

Consumer behaviour

Turkey

© OMU ANAJAS 2015

### 1. Giriş

Yirminci yüzyılın sonlarına doğru, gelişen ekonomi ve ilerleyen teknoloji ile birlikte dünyada hızlı bir değişim meydana gelmiş, bunun sonucu olarak toplumların yaşam tarzları, üretim, tüketim ve pazarlama anlayışları etkilenmiştir (ESİAD, 1999). Diğer taraftan, konvansiyonel tarımda birim alandan daha yüksek verim almak amacıyla

yürütülen yoğun faaliyetler, toprağın aşırı sömürülmesi, çevre kirliliği, doğal dengenin ve ürün kalitesinin bozulması ve üründe kalıntı oluşması gibi olumsuzlukların ortaya çıkmasına neden olmuştur (Bayram ve ark., 2007).

Tüm dünyada yaşanan söz konusu gelişmeler, tüketilebilir doğal kaynakların sonraki nesillere aynı şekilde aktarılabilmesini sağlayan sürdürülebilir tarımın önemini artırmıştır. Bu sayede, sürdürülebilir tarım sistemlerinden



biri olan organik tarım ve gıda ürünleri üretimi giderek yaygınlaşmaya başlamıştır. Organik tarım, ürünlerin tarlada üretilmesinden, pazarlamasına kadar geçen süreçte kendine özgü prensip ve uygulamaları olan bir üretim şeklidir (Demiryürek, 2011). İnsan sağlığı başta olmak üzere bütün canlıların ve çevrenin korunmasında etkili olan bu sistem, geleceği büyük ölçüde tüketici talebine bağlı olması nedeniyle, değişen pazar dinamikleri açısından daha çok tüketici odaklıdır (Yiridoe ve ark., 2005). Nitekim pazarda alıcı bulamayan, diğer bir ifadeyle ekonomik olmayan herhangi bir ürün üretiminin sürdürülebilir olması mümkün olmayacaktır.

Genel olarak, herhangi bir ürünün satın alma kararında tüketicilere ve ürünlere ait pek çok özellik etkili olabilmektedir. Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisinde olduğu gibi ihtiyaçlar, insani temel gereksinimlerden, kendini gerçekleştirme noktasına doğru açılan geniş bir yelpazede seyretmektedir. Dolayısıyla, insanların içinde bulunduğu psikoloji ve sosyo-kültürel özellikler, ürünlerden beklentilerini farklılaştırmış, birbirinden farklı ve karmaşık yapıları tüketici tutum ve davranışlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Tayfun ve Yıldırım, 2010).

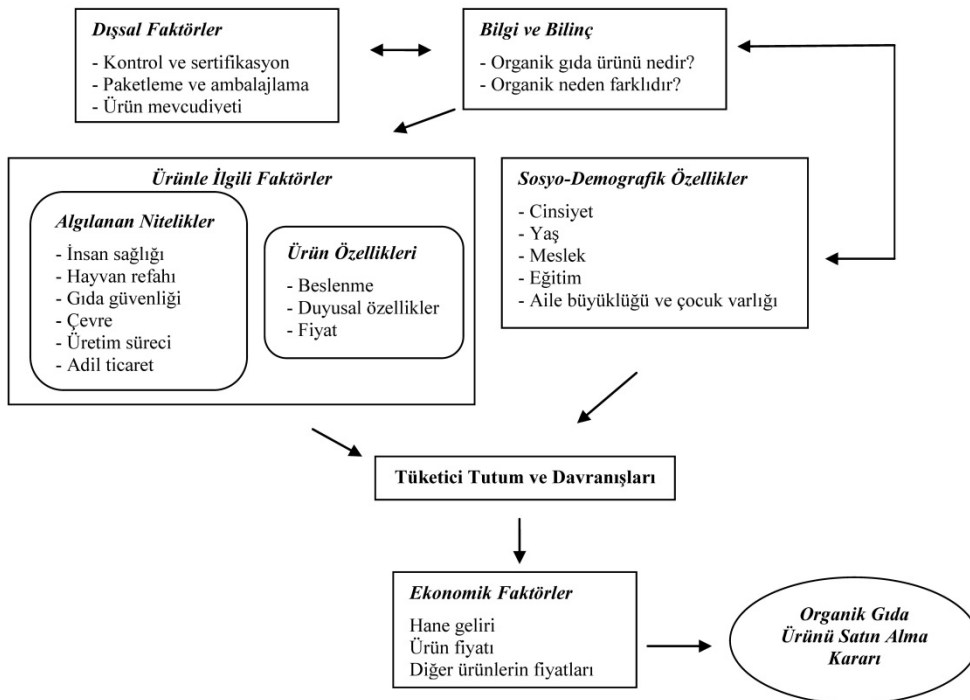
Tüketici tutumu Assael (1998) tarafından, tüketicilerin herhangi bir nesneyi olumlu ya da olumsuz yönde değerlendirirken gösterdikleri eğilim şeklinde tanımlanmıştır. Dibb ve ark. (2001)'na göre tutum ise, bir nesne veya eyleme karşı uzun süreli değerlendirme, duyu ve davranış eğilimleridir. Tüketici davranışlarını ise Walters (1978), bireyin özellikle ekonomik ürünleri ve hizmetleri satın alma ve kullanmadaki kararları ve bu kararlarla ilgili faaliyetleri, Engel ve ark. (1990), bireylerin mal ve hizmetleri elde etmeleri ve kullanmaları ile ilgili eylemler, bu eylemlerden önce gelen ve bu eylemleri

izleyen karar süreçleri olarak tanımlamıştır. Bu açıdan bakıldığında tüketicilerin herhangi bir ürüne karşı gösterdiği tutum, davranıştan daha önce gelmektedir. Başka bir ifadeyle, tutum bir ön eğilimi, davranış ise tüketicilerin eyleme geçtiği noktayı ifade etmektedir.

Organik tarım ve gıda ürünlerine karşı tüketici tutum ve satın alma davranışları konvansiyonel alternatiflerine kıyasla farklılık göstermektedir. Organik tarım ve gıda ürünü satın alma süreci, bu ürünler hakkında bilgi sahibi olma çabası, bu ürünlerin diğer ürünlere göre farklılıklarının algılanması ve bilinçlenmeyle başlamaktadır. İnsan sağlığına zarar vermediği düşüncesi, gıda güvenliği, hayvan refahının sağlanması, çevrenin korunması ve sertifikalı olması gibi özellikleri nedeniyle organik tarım ve gıda ürünleri, tüketicinin satın alma kararlarını vermede diğer ürünlere göre üstünlük yaratan özelliklerin başında gelmektedir (Şekil 1).

Aşağıda yer alan şekilde organik gıda satın alma kararını etkileyen faktörler genel olarak değerlendirilmiştir. Ancak özellikle organik pazarı gelişme döneminde olan ülkelerde, organik tarım ve gıda ürünlerinin üretim ve muhafaza koşulları ile satış şekilleri konusunda tüketicilerin yeterli bilgiye sahip olduğunu söylemek güçtür. Bu nedenle Şekil 1'de yer alan sürece bilgilendirme ve tutundurma çalışmaları ile tüketiciler arasındaki haberleşme ağları ve ulaşılabilirliğin de dâhil edilmesi yerinde olacaktır.

Bu çalışmanın amacı, organik üretimin başladığı ve geliştiği Avrupa Birliği (AB) ülkeleri ile iç pazarı gelişme döneminde olan Türkiye'deki organik tarım ve gıda ürünlerine karşı tüketicilerin tutum ve davranışları arasındaki benzerlik ve farklılıkların, daha önce yapılan yerli ve yabancı araştırma sonuçlarından elde edilen çıkarımlarla ortaya konulmasıdır.



Şekil 1. Organik tarım ve gıda ürünleri tüketicilerinin tutum ve satın alma kararlarını etkileyen faktörler  
Kaynak: Ankomah ve Yiridoe (2006).



## 2. Organik Tarım ve Gıda Ürünlerine Karşı Tüketici Davranışlarına Yönelik Çalışma Metodolojileri

Organik tarım ve gıda ürünlerine karşı tüketici davranışlarına yönelik 2001-2011 yılları arasındaki araştırmaların tamamında anket çalışması tercih edilmiştir. Torjusen ve ark. (2001) araştırmalarında, anket çalışmasının yanı sıra, gözlem ve tecrübelerden de yararlanmışlardır. Söz konusu araştırmalarda genel olarak, organik tarım ve gıda ürünlerine karşı tutum ve davranışları çok değişkenli istatistik yöntemleri kullanılarak analiz edildiği görülmektedir. Yapılan araştırmalarda, tüketici tutum ve davranışlarının analiz edilmesine yönelik bir

eğilimin var olduğu görülmektedir. Sadece tüketicilere odaklanan çalışmaların yanı sıra, Torjusen ve ark. (2001) araştırmalarına çiftçi seminerlerini dâhil ederken, Sanjuán ve ark. (2003) araştırmaları kapsamında perakendecilerle de anket yapmışlardır (Çizelge 1).

Organik tarım ve gıda ürünlerinin tüketiciye ulaştırılmasında üreticiler, toptancılar ve perakendeciler olmak üzere pek çok aktör rol oynamaktadır. Bu bakımdan tüketicilerin yanı sıra; üretici, toptancı ve perakendecilerin organik tarım ve gıda ürünlerine karşı gösterdikleri tutum ve davranışlarını inceleyen çalışmaların yapılması, bu konunun farklı açılardan değerlendirilmesine olanak tanıyacaktır.

Çizelge 1. Organik tarım ve gıda ürünlerine karşı tutum ve davranışları belirlemede kullanılan metodolojiler

Araştırmacı(lar)	Araştırmanın yapıldığı ülkeler	Kullanılan metodoloji	
		Verilerin toplanması	Verilerin analiz edilmesi
Torjusen ve ark. (2001)	Norveç	Yüz yüze anket (286 tüketiciyle) Seminer (çiftçilerle)	Tüketici eğilimlerinin, organik tarım ve gıda ürünü satın alma alışkanlıkları üzerindeki etkisi <i>Lojistik Regresyon Analizi</i> ile test edilmiştir.
Magnusson ve ark. (2003)	İsveç	E-mail yoluyla anket (1154 tüketiciyle)	Organik tarım ve gıda ürünlerindeki tutum ve davranışlarının analiz edilmesinde <i>Çoklu Regresyon Analizi</i> kullanılmıştır.
Saba ve Messina (2003)	İtalya	Yüz yüze anket (947 tüketiciyle)	Organik sebze ve meyve tüketimiyle ilgili inanç ve tutumlarından elde edilen ortalama skora göre tüketiciler, <i>Kümeleme Analizi</i> kullanılarak üç kümeye ayrılmıştır.
Sanjuán ve ark. (2003)	İspanya	Yüz yüze anket (170 tüketici ve 44 perakendeciyle)	Tüketiciler ve perakendecilerin birbirleriyle yüksek derecede ilişkili olan tutum ve davranışları, <i>Faktör Analizi</i> kullanılarak birbirleriyle ilişkisiz yeni faktörler altında toplanmıştır.
Armağan ve Özdoğan	Türkiye	Yüz yüze anket (384 tüketiciyle)	Tüketicilerin organik tarımdan haberdar olma durumlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesinde, <i>Probit Analiz</i> kullanılmıştır.
Gifford ve Bernard (2006)	İngiltere	Yüz yüze anket (337 tüketiciyle)	Afrika kökenli ve beyaz Amerikalı tüketicilerin Likert ölçeği şeklinde sorulara verdikleri subjektif yanıtlar <i>Tobit Model</i> kullanılarak analiz edilmiştir.
Chen (2007)	Tayvan	Yüz yüze anket (470 tüketiciyle)	Tüketici özelliklerinin organik gıda tutum ve satın alma davranışlarına etkisi, <i>Regresyon Analizi</i> kullanılarak ortaya konulmuştur.
Sarıkaya (2007)	Türkiye	Yüz yüze anket (170 tüketiciyle)	Verilerin değerlendirilmesinde <i>Faktör Analizi</i> , <i>T-testi</i> , <i>ANOVA</i> ve <i>Ki-kare</i> analizlerinden faydalanılmıştır.
Arvola ve ark. (2008)	İngiltere, İtalya ve Finlandiya	Yüz yüze anket (402 tüketiciyle) E-mail yoluyla anket (270 tüketiciyle)	Farklı ülkelerde yaşayan tüketicilerin, konvansiyonel alternatifleri yerine, organik elma ve organik pizza satın alma isteklilikleri <i>Yapısal Eşitlik Modeli</i> kullanarak tahmin edilmiştir.
Gündüz ve Bayramoğlu (2011)	Türkiye	Yüz yüze anket (150 tüketiciyle)	Sosyo-ekonomik ve davranışsal özelliklerin organik tavuk etine karşı ödeme istekliliği üzerindeki etkisi <i>Sıralı Probit Model</i> kullanılarak analiz edilmiştir.

### 3. AB Ülkelerinde ve Türkiye’de Organik Tarım ve Gıda Ürünleri Tüketimi

Organik tarım ilk kez AB ve Amerika Birleşik Devletleri’nde (ABD) başladığı ve daha sonra diğer ülkelere yayıldığı bilinmektedir (Demiryürek, 2011). Dünyada toplam 37,2 milyon hektar organik tarım alanı (geçiş süreci alanları da dâhil olmak üzere) bulunmaktadır. Günümüzde dünyada işlenen tarım alanının %1,2’si organik tarım alanıdır (Emir ve Demiryürek, 2015; Willer ve Klicher, 2011).

AB ülkelerinde, organik tarım ve gıda ürünlerine olan iç pazar talebi, tüketicilerin insan sağlığı, hayvan refahı, çevre ve adil ticaret gibi konulara karşı gösterdikleri duyarlılığa paralel olarak artmıştır. Bunun yanı sıra, konvansiyonel tarım ürünlerinde üretim fazlası oluşması ve bunu gidermek için ihtiyaç duyulan yeni tarımsal üretim arayışları da organik tarımın yaygınlaşmasına katkı sağlamıştır (Sayın, 2002). Türkiye’deki organik tarım ise, 1980’li yılların ortasında Avrupalı ithalatçıların talebi doğrultusunda ve ilk kez Ege Bölgesi’nde başlamış ve buradan tüm Türkiye’ye yayılmıştır. Organik tarımın başladığı ülkelerde organik tarımın gelişimine çiftçilerin öncülük etmesine karşın, Türkiye’de organik tarımın tanıtılması ve çiftçilere benimsetilmesinde, Avrupalı özel organik tarım şirketleri aktif rol oynamıştır. Başka bir deyişle, Avrupa ve ABD’de organik tarımın yapılanması üreticiden başlayarak (arz kaynaklı), aşağıdan yukarıya doğru gerçekleşmekte iken; Türkiye’de organik tarımla ilgilenen şirketlerden üreticiye doğru (talep kaynaklı), yukarıdan aşağıya bir yapılanma söz konusudur (Demiryürek, 2004; 2011).

Dünyadaki organik gıda ürünleri tüketimi her geçen gün artmasına rağmen, özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere pek çok ülkede yaygın bir pazar haline gelememiştir. Oysa ki organik üretiminin başladığı AB ülkelerinde, organik pazarlara olan talepler yüksektir. Bu ülkeler arasında, organik tarım ve gıda ürünlerine yapılan harcamanın en fazla olduğu ülke; yıllık kişi başına 142 € ile Danimarka’dır. Kişi başına tüketimin 127 € olduğu Lüksemburg ise ikinci sırada yer almaktadır (FiBL, 2012). AB ülkelerinde organik tarım ve gıda ürünü tüketimi diğer ülkelere kıyasla daha yüksektir. Ancak yine de organik gıdaların toplam gıda tüketimi içindeki payı Batı Avrupa’daki birkaç ülke (Avusturya, Almanya, Danimarka, İsveç ve Hollanda) hariç diğer AB ülkelerinde %1’in altındadır (Hamm ve Gronefeld, 2004). Organik üretimin dış pazar talepleri doğrultusunda başladığı Türkiye’de organik tarım, 2000’li yıllara gelindiğinde yeni bir boyut kazanmıştır. Özellikle organik pazarlara arz edilen yeni ürünlerle, 1997 yılında 53 olan organik tarım ürünü çeşidi, 2008 yılına gelindiğinde 247’ye yükselerek (İpek ve Çil, 2010), on yıl içerisinde yaklaşık beş kat artış göstermiştir.

Günümüzde AB ülkelerindeki tüketiciler, organik tarım ve gıda ürünlerini; konvansiyonel olarak üretilen alternatif ürünlere kıyasla daha kaliteli, insan sağlığı açısından risk taşımayan, hayvan refahını dikkate alan ve aynı zamanda çevre dostu ürünler olarak algılamaktadırlar (Ekelund ve ark., 2007; Stobbelaar ve ark., 2007; Hjelmar, 2011). Bu bakımdan organik olarak üretilmiş gıda ürünlerine daha çok güvenen tüketicilerin, bu ürünleri satın alırken daha çok sorumluluk duygusuyla hareket ettikleri söylenebilir.

Organik gıda ve tarım ürünlerine karşı AB ülkelerindeki tüketiciler tutum ve davranış oluşumunda, etkili faktörlerin başında eğitim gelmektedir. Zira, organik tarım ve gıda ürünlerinin eğitim düzeyi yüksek kişilerce daha çok tercih edildiğini görülmektedir (Hassan ve ark., 2009). Ayrıca, küçük çocuğa sahip olan ailelerde organik tarım ve gıda ürünleri satın alma eğilimleri yüksektir (Midmore, 2005). Cinsiyet, organik tarım ve gıda ürünleri tüketiminde etkili bir diğer faktördür. Kadın tüketicilerin organik ürünlere yönelik satın alma eğilimleri erkekler göre daha yüksek olmasına rağmen, bu ürünlere yönelik ödeme isteklilikleri daha düşüktür (Urena ve ark., 2008). Türkiye’deki tüketicilerin organik ürünlere karşı gösterdikleri satın alma davranışları ise, cinsiyet, yaş, eğitim ve çocuk sayısı gibi değişkenlere göre farklılık göstermektedir (Çizelge 3: Akgüngör ve ark., 1999; Armağan ve Özdoğan, 2005; Akın ve ark., 2010; Stange, 2010). Türkiye’deki organik tarım ve gıda ürünleri tüketiminde, diğer bütün ürünlerde olduğu gibi, gelir düzeyi belirleyici unsurların başında gelmesine rağmen (Çizelge 3: Akgüngör ve ark., 1999; Armağan ve Özdoğan, 2005; Akın ve ark., 2010; Stange, 2010; Gündüz ve Bayramoğlu, 2011), AB ülkelerindeki organik ürün tüketimi gelirden etkilenmemektedir (Hassan ve ark., 2009).

AB ülkelerinde tüketicilerin organik tarım ve gıda ürünleri için ödeme isteklilikleri konvansiyonel gıdalara göre daha yüksek olmakla birlikte (Ekelund, 1990), bireylerin herhangi bir doğa kuruluşuna üye olma durumlarına göre ödeme isteklilikleri farklılık göstermektedir (Millock ve ark., 2002; Çizelge 2). Türkiye’de ise organik sertifikalı ürünler için konvansiyonel alternatiflerine kıyasla daha fazla ödemeye razı olmaktadır (Akgüngör ve ark., 2010; Gündüz ve Bayramoğlu, 2011).

Türkiye’nin farklı bölgelerinde, özellikle İstanbul, Ankara ve İzmir gibi büyük illerde, organik tarım ve gıda ürünleri pazarlarının yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Türkiye genelinde ise tüketicilerin organik tarım ve gıda ürünü satın alma alışkanlığının yaygın olmadığı görülmüştür (Çizelge 3). Bu durumun başlıca nedenleri arasında; tüketicilerin organik üretim konusunda yeterli bilgiye sahip olmamaları ve fiyatı pahalı bulmaları gelmektedir (Akgüngör ve ark., 2010; Dağıstan ve ark., 2010; Aydın, 2011).

### 4. Sonuç ve Öneriler

Çalışma kapsamında yapılan literatür taraması; cinsiyet, eğitim düzeyi, ailedeki çocuk varlığı, gıdalarda kalite ve sağlık, GDO ve tarım ilaçlarının taşıdığı riskler konularının, AB ülkeleri ile Türkiye’deki organik tarım ve gıda ürünü tüketicilerini benzer şekilde etkilediğini göstermektedir. İtalya ve Türkiye’deki sınırlı düzeyde gerçekleşen çalışmalarda ise yaş parametresi, tüketicilerin organik tarım ve gıda ürünlerini satın almasında paralellik göstermemiş ve 40 yaş üzerindeki bireylerin İtalya’da 40 yaş altındaki bireylere göre daha fazla organik tarım ve gıda ürünleri satın alma eğiliminin olduğu sonucuna varılmıştır. AB ülkelerinde tüketicilerin gelir seviyesi ve bu ürünlerin fiyatları tüketim üzerinde etkili değil iken; Türkiye’de etkilidir. AB’de organik tarım ve gıda ürünlerinin

Çizelge 2. AB ülkelerinde tüketicilerin organik tarım ve gıda ürünlerin karşı davranışları ve ödeme isteklilikleri

Ülkeler	Araştırmacı(lar)	Önemli Bulgular
Almanya	Hjelmar (2011)	Etik düşünen tüketiciler organik tarım ve gıda ürünü satın alırken; sağlık, hayvan refahı, çevre ve kalite gibi konulara dikkat etmektedirler. Tüketicilerin organik gıdaları rutin olarak satın almalarında “organik” ambleminin kolay anlaşılır ve görülebilir olması da önemlidir.
İngiltere	Gifford ve Bernard (2006)	Tüketicilerin organik gıda satın almalarında, organik tarımın pozitif koşulları ile böcek ilaçları ve genetiği değiştirilmiş madde kullanımıyla ilgili riskler etkili rol oynamaktadır.
Fransa	Hassan ve ark. (2009)	Tüketicilerin organik gıda satın almalarında gelir, yaş ve hane halkı büyüklüğü etkili değilken, eğitim seviyesi organik gıda satın almada etkili bir faktördür. Organik gıda fiyatlarındaki marjinal azalma da tüketicilerin, konvansiyonel alternatifleri yerine organik olanları tercih etmelerini sağlamamaktadır.
İtalya	Saba ve Messina (2003)	Organik meyve ve sebzeler yaşlı tüketiciler tarafından daha çok tercih edilirken, 18-39 yaş aralığında olan tüketiciler tarafından daha az tercih edilmektedir. Organik meyve ve sebze tüketimi düşük olan tüketicilerin, bu gıdalar için gösterdikleri pozitif tutum düşük seviyededir. Bu gruptaki tüketicilere göre pestisitlerin sağladığı fayda, içerdiği risklerden fazladır.
Danimarka	Millock ve ark. (2002)	Herhangi bir çevreyi koruma kuruluşuna üye olan tüketicilerin sadece %35 organik tarım ve gıda ürünleri için mevcut piyasa fiyatından daha çok ödeme yapmaya razıdır.
Danimarka	Midmore ve ark. (2005)	On beş yaşından küçük çocuğu olan ailelerin organik gıda satın alma eğilimleri artarken; on beş ve yirmi yaşındaki çocuk varlığı bu eğilimi azaltmaktadır. Diğer taraftan, bir ya da iki çocuğu olan ailelerde organik gıda tüketimi artmakta, üç ya da daha fazla çocuğu olan ailelerde azalmaktadır.
İsveç	Ekelund (1990)	Tüketicilerin %26’sı konvansiyonel alternatiflerine göre organik tarım ve gıda ürünleri için piyasa fiyatından %50 daha fazla ödeme yapmayı kabul etmektedir.
İsveç	Ekelund ve ark. (2007)	İsveçli tüketiciler organik tarım ve gıda ürünlerinin konvansiyonel ürünlere göre, toksik içermeyen, daha kaliteli ve daha pahalı ürünler olduğunu düşünmektedirler.
Hollanda	Stobbelaar ve ark. (2007)	Eğitim ile organik tarım ve gıda ürünü tüketimi arasında ilişki bulunmaktadır. Yüksek eğitimli bireylerin %62’si organik gıdaların hayvanları koruduğunu, çevre dostu olduğunu ve pahalı olmadığını düşünürken; bu oran düşük eğitimli bireylerde %35’tir.
İspanya	Sanjuán ve ark. (2003)	Firmaların yeni pazarlarda organik gıda dağıtımını güçlendirmesi; sağlıklı ve doğal beslenmenin yanı sıra, çevrenin korunmasını sağlayan organik gıda tüketimini teşvik edebilecektir.
İspanya	Urena ve ark. (2008)	Kadın tüketiciler organik tarım ve gıda ürünlerini yaşam tarzı olarak, erkeklere göre daha çok satın alma ve tüketme eğilimi gösterirken; erkekler, organik gıdalar için kadınlara göre daha fazla ödemeye razı olmaktadır.

üzerindeki amblemin tüketici tutum ve davranışlarına etkisi araştırılmış; ancak Türkiye’deki çalışmalarda bu konuya değinilmemiştir.

AB ülkeleri ve Türkiye, kadınlar ile çocuklu ailelerin organik tarım ve gıda ürünlerini daha çok tercih etmeleri bakımından benzerlik göstermektedirler. AB ülkelerinde organik gıda tüketimi eğitim seviyesine göre değişmekle birlikte, gelir seviyesi tüketimi etkilememektedir. Türkiye’de ise eğitim düzeyi ve gelir seviyesi yüksek olan tüketicilerin organik gıda satın alma potansiyelleri diğer

tüketicilere göre daha yüksektir. Türkiye’de organik gıda talebinin artırılmasında, tüketicilerin satın alma gücünü dikkate alan fiyat stratejilerinin geliştirilmesi etkili olacaktır.

Türkiye’de organik tarım ve gıda ürünleri AB ülkelerine kıyasla, daha düşük seviyede tüketilmektedir. Bunun nedenlerinin başında; tüketicilerin organik gıdalarla ilgili bilgi yetersizlikleri ve fiyatın konvansiyonel ürünlere nazaran oldukça yüksek bulunması gelmektedir. Tüketicilerin organik gıdalar hakkında bilgilendirilmesinde,

Çizelge 3. Türkiye’de organik tarım ve gıda ürünlerinde tüketici davranışları ve ödeme isteklilikleri

Araştırmacı(lar)	Önemli Bulgular
Akgüngör ve ark. (1999)	Ankara, İzmir ve İstanbul’da yaşayan tüketicilerin %8,7’si organik gıdalardan haberdardır. İç piyasada, özellikle gelir düzeyi yüksek olan tüketici grupları, organik yöntemlerle üretilen ve söz konusu özelliği sertifikalandırılan ürünleri satın alma potansiyeline sahiptirler.
Armağan ve Özdoğan (2005)	Aydın ilinde gelir düzeyi ve eğitim düzeyi arttıkça tüketiciler sağlıklı ve lezzetli olarak nitelendirdikleri organik gıda ürünlerini daha çok tercih etmektedir. Tüketicilerin %30,4’ü organik tavuk etine, %30,6’sı organik yumurtaya daha fazla fiyat ödeyebileceklerini belirtmişlerdir.
Akgüngör ve ark. (2010)	İstanbul ve İzmir illerinin kentsel alanlarında yaşayan tüketicilerin organik ürünü seçme nedenleri; bu ürünlerin besin değerinin daha yüksek ve sağlık risklerinin daha düşük olmasıdır. Tüketiciler organik gıda ürünlerinin konvansiyonel emsallerine göre daha pahalı algılamamakta; organik etiketli ve sertifikalı ürünlere %36’ya kadar daha fazla ödemeye razı olmaktadır.
Akın ve ark. (2010)	Niğde ilinde, 40 yaş altı, gelir seviyesi ~1000 üzerinde olan, bir ya da iki çocuklu aileler ve özellikle bu grupta yer alan kadın tüketiciler, organik gıda konusunda diğer sosyo-demografik özelliklere sahip gruplara göre daha duyarlıdır.
Dağıstan ve ark. (2010)	Hatay ili merkezinde yaşayan tüketicilerin %57’si en az bir organik tarım ve gıda ürünü tüketmiştir. Tüketicilerin organik ürün tüketmemelerinde, bilgi yetersizliği ve fiyat yüksekliği (%70) başta gelen nedenlerdir.
Sarıkaya (2007)	Organik tarım ve gıda ürünleri pazarının yoğunlaştığı Ankara ve İstanbul illerinde yaşayan tüketicilerin en çok satın aldığı organik ürün grubu, kolay bulunabilmesi ve ürün çeşidinin fazla olması nedeniyle organik sebze, meyve ve içeceklerdir.
Stange (2010)	Düşük ve orta gelirli tüketiciler organik tarım ve gıda ürünleri fiyatlarının yüksek olması nedeniyle organik marketler dışındaki yerleri tercih etmektedirler. Türkiye’de en hızlı büyüyen organik gıda tüketici grubunu ise küçük çocuğu olan aileler oluşturmaktadır.
Aydın (2011)	Samsun ili kentsel alanda yaşayan tüketicilerin %7,81’i düzenli olarak organik ürün tüketmektedir. Tüketicilerin organik gıda tüketmemelerinde, bilgi eksikliği %43,22 ile ilk sırada yer almaktadır.
Gündüz ve Bayramoğlu (2011)	Samsun ilinde yaşayan ailelerin %81’i organik tavuk eti için daha fazla ödeme yapmayı kabul etmektedir. Ödeme istekliliği üzerinde, aylık hane halkı geliri, hane reisinin eğitim durumu, aylık tavuk eti tüketimi, organik gıda tüketimi ve konvansiyonel tavuk etinin sağlık açısından taşıdığı risklerle ilgili tüketici görüşlerinin etkili olduğu tespit edilmiştir.
Ergin ve Özsaçmacı (2011)	İstanbul ve Ankara illerinde tüketicilerin organik ürün satın almalarındaki temel nedenler, bu gıdaların konvansiyonel alternatiflerine göre daha sağlıklı, lezzetli, taze ve çevre dostu olduğu düşünceleridir.

kamu kuruluşları başta olmak üzere, organik gıda üreten ve pazarlayan firmaların alacağı görev ve sorumluluklar önemlidir. Özellikle kitlesel iletişim araçları kullanılarak yapılacak reklam ve tanıtım faaliyetleri, organik gıda tüketiminin artırılmasına katkı sağlayabilir.

Türkiye’de organik pazarların eğitim ve gelir seviyesinin yüksek olduğu, büyük şehirlerde yoğunlaştığı göze çarpmaktadır. Organik pazarlara ulaşılabilirliğin kolay olduğu spesifik bölgelerde, tüketimin fazla olduğu

söylemek ve organik ürün tüketimi konusunda bölgeler arasında kesin bir ayırım yapmak mümkün değildir. Ancak, tüketim potansiyelinin önemli bir kısmını oluşturan bu bölgelerde organik gıdaların tanıtılması ve benimsetilmesi daha kolay olacaktır. Zira organik pazarın bulunmadığı bir şehirde yaşayan tüketiciler büyük marketlerden organik gıda satın alabilirler. Bu açıdan tüketicilerin organik tarım ve gıda ürünlerine ulaşılabilirliğini kolaylaştırmak için organik pazar sayılarının artırılması önemlidir. İnternet

aracılığıyla yapılacak satışlar tüketimin artırılmasında etkili olacaktır. Ancak bu çözüm yolunun sadece internet yoluyla alışveriş yapan tüketici kitlesine hitap edeceği de unutulmamalıdır. Organik tarım ve gıda ürünleri sektöründe varlıklarını devam ettirmek ve dünyadaki gelişime ayak uydurmak isteyen organik üreticilerin; tüm tüketicileri kapsayacak, tüketici odaklı bir pazarlama anlayışını benimsemeleri ve stratejilerine bu doğrultuda yön vermeleri gerekmektedir.

## Kaynaklar

- Akgüngör, S., Miran, B., Akbay, C. 2010. Consumer willingness to pay for organic products in urban Turkey. *Journal of International Food and Agribusiness Marketing*, 299-313.
- Akgüngör, S., Miran, B., Akbay, C., Olhan E., Nergis, N. K. 1999. İstanbul, Ankara ve İzmir İllerinde Tüketicilerin Çevre Dostu Tarım Ürünlerine Yönelik Potansiyel Talebinin Tahminlenmesi, TEAE Raporu: 1999-3, No:15, Ankara.
- Akın, M., Çiçek, R., İnal, M. E., Toksarı, M. 2010. Niğde İlindeki tüketicilerin sosyo-demografik özellikleri ile organik gıdalara ilişkin tutum ve bireysel değerleri arasındaki farklılığın incelenmesine yönelik bir araştırma. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(1): 29-56.
- Ankomah, S. B., Yiridoe, E. K. 2006. Organic and Conventional Food: A Literature Review of the Economics of Consumer Perceptions and Preferences. *Organic Agriculture Centre of Canada Nova Scotia Agricultural College*, 59 s.
- Armağan, G., Özdoğan, M. 2005. Ekolojik yumurta ve tavuk etinin tüketim eğilimleri ve tüketici özelliklerinin belirlenmesi. *Hayvansal Üretimi*, 46 (2): 14-21.
- Arvola, A., Vassallo, M., Dean, M., Lampila, P., Saba, A., Lahtenmaki, L., Shepherd, R. 2008. Predicting intentions to purchase organic food: the role of affective and moral attitudes in the theory of planned behaviour. *Appetite*, 50: 443-454.
- Assael, H. 1998. *Marketing*. The Dryden Press, New York.
- Aydın, G. 2011. Tüketicilerin Gıda Güvenliği Bilinç Düzeylerine Etki Eden Faktörlerin Analizi: Samsun İli Kentsel Alan Örneği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 85 s.
- Bayram, B., Yolcu, H., Aksakal, V. 2007. Türkiye’de Organik Tarım ve Sorunları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38 (2): 203-206.
- Chen, M. F. 2007. Consumer Attitudes and Purchase Intentions in Relation to Organic Foods in Taiwan: Moderating Effects of Food-Related Personality Traits. *Food Quality and Preference* 18: 1008-1021.
- Dağıstan, E., Demirtaş, B., Yılmaz, Y., Tapkı, N. 2010. Organik Ürün Tüketim Eğilimi. “Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi 22-24 Eylül 2010, Şanlıurfa”. *Kongre Bildiri Kitabı* (Editörler: B. Karlı, R. Özel, F.Ö. Kara), s: 312-319.
- Demiryürek, K. 2004. Dünya ve Türkiye’de organik tarım. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(3/4): 63-71.
- Demiryürek, K. 2011. Organik Tarım Kavramı ve Organik Tarımın Dünya ve Türkiye’deki Durumu. *Gazi Osmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28 (1): 27-36.
- Dibb, S., Simkin, L., Pride, W. M., Ferrell, O. C. 2001. *Marketing Concepts and Strategies*. Houghton Mifflin, New York.
- Ekelund, L., Fernqvist, F., Tjärnemo, H. 2007. Consumer preferences for domestic and organically labelled vegetables in Sweden. *Food Economics-Acta Agriculturae Scandinavica*, 4 (4): 229-236.
- Ekelund, L. 1990. Vegetable consumption and consumer attitudes towards organically grown vegetables-the case of Sweden. *Acta Horticulturae*, 259: 163-172.
- Emir, M., Demiryürek, K. 2015. Avrupa Birliği ve Türkiye’deki organik tarım mevzuatındaki gelişmeler ve son yönetmeliklerin analizi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11 (2): 21-28.
- Engel, J. F., Blackwell, R. D., Miniard, P. W. 1990. *Consumer Behaviour*. The Dryden Press, USA.
- Ergin, E. A., Özsaçmacı, B. 2011. Turkish Consumers’ Perceptions and Consumption of Organic Foods. *African Journal of Business Management*, 5(3): 910-914.
- ESİAD, 1999. “Globalleşen Dünya’da Ekonomik Bağımsızlık” *Ege Vizyon, Ege Bölgesi Sanayici İşadamları Derneği, İzmir*, 7 (27): 18-19.
- FiBL, 2012. <http://www.fibl.org> (Erişim tarihi, 05.04.2012).
- Gifford, K., Bernard, J. C. 2006. Influencing Consumer Purchase Likelihood of Organic Food. *International Journal of Consumer Studies*, 30: 155-163.
- Gündüz, O., Bayramoğlu, Z. 2011. Consumer’s Willingness to Pay for Organic Chicken Meat in Samsun Province of Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10 (3): 334-340.
- Hamm, U., Gronefeld, F. 2004. The European Market for Organic Food: Revised and Updated Analysis. *Organic Marketing Initiatives and Rural Development Series*, 5. School of Business and Management, University of Wales, Aberystwyth, UK.
- Hassan, D., Monier-Dilhan, S., Nichèle, V., Simioni, M. 2009. Organic Food Consumption Patterns in France. *Pre-Conference Workshop, Diet and Obesity: Role of Prices and Policies August 16*.
- Hjelmar, U. 2011. Consumers’ Purchase of organic food products. a matter of convenience and reflexive practices. *Appetite*, 56: 336-344.
- İpek, S., Çil, G. Y. 2010. Uluslararası ticari boyutuyla organik tarım ve devlet destekleri. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi* 5 (1): 135-162.
- Magnusson, M. K., Arvola, A., Hursti, UK, Aberg, L., Sjoden, P. 2003. Choice of organic foods is related to perceived consequences for human health and to environmentally friendly behaviour. *Appetite*, 40: 109-117.
- Midmore, P., Naspetti, S., Sherwood, A. M., Vairo, D., Wier, M., Zanoli, R. 2005. Consumer Attitudes to Quality and Safety of Organic and Low Input Foods: A Review. *Quality Low Input Foods*, 63 s.
- Millock, K., Hansen, L. G., Wier, M., Andersen, L. M. 2002. Willingness to Pay for Organic Foods: A Comparison between Survey Data and Panel Data from Denmark. <http://weber.ucsd.edu/~carsonvs/papers/5065.pdf>.
- Saba, A., Messina, F. 2003. Attitudes towards organic foods and risk/benefit perception associated with pesticides. *Food Quality and Preference*, 14, 637-645.
- Sanjuán, A. I., Sánchez, M., Gil, J. M., Gracia, A., Soler, F. 2003. Brakes to organic market enlargement in Spain: Consumers’ and retailers’ Attitudes and Willingness to Pay. *International Journal of Consumer Studies*, 27: 134-144.
- Sarkaya, N. 2007. Organik Ürün Tüketimini Etkileyen Faktörler ve Tutumlar Üzerine Bir Saha Çalışması. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(14): 110-125.
- Sayın, C. 2002. Avrupa Birliği’nde organik tarıma yönelik politikalar. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15 (2): 31-38.
- Stange, J. 2010. Promoting Organic Food for Sustainable Consumption, The Food Retail Sector in Istanbul. *MSc Thesis International Development Studies*, 123s.
- Stobbelaar, D. J., Casimir, G., Borghuis, J., Marks, I., Meijer, L., Zebeda, S. 2007. A Adolescents’ Attitudes Toward Organic Food: A Survey of 15 to 16 Year Old School Children. *International Journal of Consumer Studies*, 31(4), 349-356.
- Tayfun, A., Yıldırım, M. 2010. Turistlerin Tüketim Davranışları Kültüre/Milliyete Göre Farklılık Gösterir mi? *Alman ve Rus*

- Turistler Üzerine Bir Araştırma. İşletme Araştırmaları Dergisi 2(2): 43-64.
- Torjusen, H, Lieblein, G, Wandel, M, Francis, C. A. 2001. Food System Orientation and Quality Perception Among Consumers and Producers of Organic Food in Hedmark County, Norway. Food Quality and Preference 12: 207-216.
- Urena, F, Bernabeu R, Olmeda, M. 2008. Women, Men and Organic Food: Differences in Their Attitudes and Willingness to Pay. A Spanish Case Study. International Journal of Consumer Studies, 32(1): 18-26.
- Walters, C. G. 1978. Consumer Behaviour: Theory and Practice. R. D., Irwin.
- Willer, H. and L. Klicher, (eds.), 2011. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2011. FiBL-IFOAM Report. IFOAM, Bonn and FiBL, Frick.
- Yiridoe, E.K, Bonti-Ankomah, S, Martin, R.C. 2005. Comparison of consumer perceptions and preference toward organic versus conventionally produced foods: A review and update of the literature. Renewable Agriculture and Food Systems, 20(4): 193-205.



### Derleme/Review

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 207-213

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/anajas.2015.30.2.207-213



## Kasaplık hayvanlarının gebelik dönemi beslenmesinde güncel yaklaşımlar

Canan Kop Bozbay\*, Nuh Ocak, Mehmet Kuran

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: ckop@omu.edu.tr

Geliş/Received 03/11/2014

Kabul/Accepted 12/02/2015

### ÖZET

Kasaplık hayvanlarda gebeliğin başarısı embriyonal ve fetal dönemde ananın besin madde alım düzeyi ile fetüsün(lerin) büyümesi ve gelişmesi arasındaki ilişkiye bağlıdır. Bu durum yavrunun hayatı boyunca verimliliğini belirlemede (postnatal vücut kompozisyonu, büyüme oranı, verimlilik parametreleri, et kalitesi vb.) oldukça önem taşımaktadır. Beside günlük canlı ağırlık artışı ve ette mermerleşme oranının artması ve dolayısıyla üretici ve tüketici açısından daha fazla ve kaliteli et elde edilmesi, doğum öncesi fetal dönemde kas (miyogenesis) ve yağ (adipogenesis) oluşumunu etkileyen faktörlerin düzenlenmesine bağlıdır. Bu derlemede fetal dönemde miyogenesis ve adipogenesis sürecini yöneten, dolayısıyla fettiste kas (Wnt,  $\beta$ -catenin, Shh, Pax7, vb.) ve yağ (PPAR $\gamma$ , Nükleer faktör-KB, Tümör nekroz faktörü- $\alpha$ , vb.) dokusu oluşumunu etkileyerek et verimi ve kalitesini (mermerleşme) artıran çeşitli sinyal yolları ve reseptörleri üzerinde durulmuştur. Ayrıca bu sinyal yollarının gebelik dönemindeki besleme düzeyi ve bazı yem katkı maddeleri ile engellenmesi veya aktivasyonu da değerlendirilmiştir. Sonuç olarak fetal dönemde miyogenesis ve adipogenesis sürecini yöneten sinyal yollarını ve reseptörlerini aktive eden mekanizmaların ve bu mekanizma üzerinde beslemenin etkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar Sözcükler:

Adipogenesis

Besleme

Gebelik

Geviş getiren hayvanlar

Mermerleşme

Miyogenesis

### Recent approaches in pregnancy nutrition of slaughter animals

#### ABSTRACT

The success of pregnancy in slaughter animals depends on the relationship between growth and development of fetus (es) and the level of nutrient intake of the maternal and fetus in the embryonic and fetal period. This situation is very important in determining the efficiency throughout the life of offspring (postnatal body composition, growth rate, efficiency parameters, meat quality, etc.). Increasing of the daily live weight gains and marble rate in meat in the fattening and consequently to obtain higher and quality meat in terms of producers and consumers depend on manipulation of factors affecting foetal muscle (myogenesis) and fat (adipogenesis) formation during prenatal period. In this review, it was focused on various signal pathways and their receptors managed the myogenesis and adipogenesis process prenatal and thus influenced the meat yield and quality (marble) by affecting formation of muscle (Wnt,  $\beta$ -catenin, Shh, Pax7, etc.) and fat (PPAR $\gamma$ , nuclear factor-KB, tumor necrosis factor- $\alpha$ , etc.) in fetus. The inhibition or activation of these signal paths with the feeding level and some feed additives during pregnancy were also evaluated. As a result, there are need further investigations for better understanding of mechanisms which are activated signal pathways and receptors managed the fetal muscle (myogenesis) and fat (adipogenesis) formation during prenatal period and the effects of feeding on this mechanism.

Keywords:

Adipogenesis

Feeding

Gestation

Ruminant animals

Marble

Miyogenesis

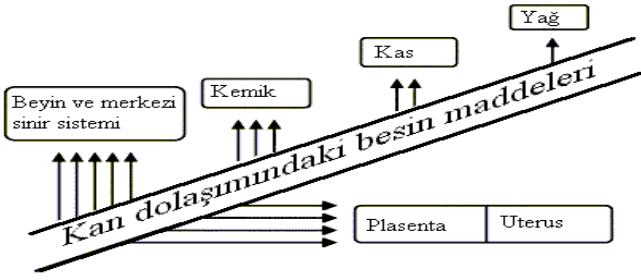
© OMU ANAJAS 2015

### 1. Giriş

Ruminantlarda ananın beslenme durumu besinlerin hedef dokulara ulaşması ve önemli fetal organ sistemlerinin fonksiyonu, gelişmesi, son olarak da büyümesini

programlayan faktörlerden biridir (Godfrey ve Barker, 2000). Bu durumun özellikle gebelik boyunca besin maddelerinin dağılım önceliğinin metabolik hızla göre organlar arasında (Şekil 1) farklılık göstermesinden kaynaklandığı söylenebilir (Redmer ve ark., 2004).





Şekil 1. Ergin hayvanlarda metabolik hızı göre besin maddelerinin dokular arasında dağılım önceliği (Redmer ve ark., 2004). Oklar, değişik organlara dağılan besin maddelerinin nispi miktarını göstermektedir.

Hayvan beslemede fetal (intaruterin) dönem, büyümenin hızlı olduğu yaşamın ilk dönemi ile gelişmenin tamamlandığı ve cinsi olgunluk dönemi (Lawrence ve Fowler, 2002), beslemenin etkileri nedeniyle kritik olarak adlandırılır (Du ve ark., 2013). Embriyonal ve fetal dönemde ananın besin madde alım düzeyi ile fetüsün (lerin) büyümesi ve gelişmesi arasındaki ilişki, gebeliğin başarısını ve bu da yavrunun hayatı boyunca verimliliğini belirlemede oldukça önemlidir (Redmer ve ark., 2004). Embriyonik hayatın erken döneminde, yani konseptusun büyümesi için besin madde gereksinimlerinin önemsiz olduğunun düşünüldüğü dönemde de embriyo gelişimi ve büyümesi ananın yem tüketiminin direkt yada indirekt etkilerine karşı hassastır (Du ve ark., 2009). Dolayısıyla plasentanın büyüklüğü ve besin madde transfer kapasitesi fetüsün büyüme özelliklerini belirlemede (Fahey ve ark., 2005; Zhu ve ark., 2004) ve sonuçta buzağı veya kuzunun doğum ağırlığını, yaşama gücünü ve daha sonraki performansını belirlemede önemli bir rol oynamaktadır (Wallace ve ark., 1996; Du ve ark., 2013).

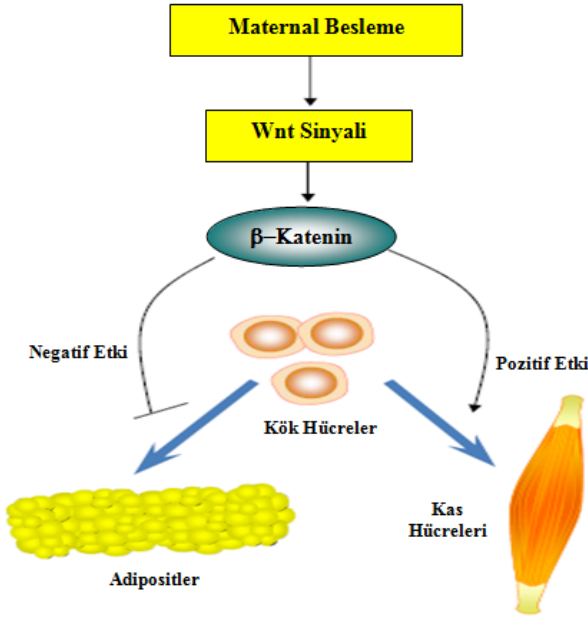
Beside günlük canlı ağırlık artışının ve ette mermerleşme oranının artması ve dolayısıyla üretici ve tüketici açısından daha fazla ve kaliteli et elde edilmesi, doğum öncesi fetal dönemde kas (miyogenesis) ve yağ (adipogenesis) oluşumunu etkileyen faktörlerin düzenlenmesine bağlıdır. Doğumdan sonra kas lifi sayısında net bir artış olmadığı için fetal evre iskelet kası gelişimi için çok önemlidir (Zhu ve ark., 2004). Bu nedenle, kas liflerinin fetal programlama yoluyla sayısındaki bir azalma kas kütlesinde kalıcı bir azalmaya neden olacağından bu da hayvanların performansını negatif olarak etkileyecektir. Yağsız et oranını artırmak için yapılan genetik seleksiyon, kırmızı etin en önemli lezzet unsurlarından olan (Hausman ve ark., 2009) intramuskular yağ oranını ve dolayısıyla etin yenme kalitesini önemli derecede azaltmıştır. Son yıllarda intramuskular yağın artırılmasına yönelik yapılan girişimlerde sınırlı oranda başarılı sağlanabilmiştir. Adipogenesis genetik, beslenme ve çevresel faktörler tarafından düzenlenir ve bunların tümü iskelet kaslarında adipogenesisi düzenleyen (böylece mermerleşmeyi sağlayan) sinyal yollarının şekillenmesini sağlar (Harper ve Pethick, 2004; Du ve ark., 2013).

Hayvanlarda fetal dönemde miyogenesis (Wnt,  $\beta$ -catenin, Shh, Pax7 vb.) ve adipogenesis (PPAR $\gamma$ , Nükleer faktör-KB ve Tümör nekroz faktörü- $\alpha$ ) sürecini yöneten

çeşitli sinyal yolları ve reseptörleri aktive eden besin maddelerin anaya uygun oran ve miktarlarda sunulması ile fetüste sırasıyla kas dokusu ve yağ dokusu oluşumunun (mermerleşmeyi) aktive edilebileceği bildirilmiştir (Du ve ark., 2013). Dolayısıyla bu derlemede fetal dönemde miyogenesis ve adipogenesis sürecini yöneten, dolayısıyla fetüste kas (Wnt,  $\beta$ -catenin, Shh, Pax7, vb.) ve yağ (PPAR $\gamma$ , Nükleer faktör-KB, Tümör nekroz faktörü- $\alpha$ , vb.) dokusu oluşumunu etkileyerek et verimi ve kalitesini (mermerleşme) artıran çeşitli sinyal yolları ve reseptörleri üzerinde durulmuştur. Ayrıca bu sinyal yollarının gebelik dönemindeki besleme düzeyi ve bazı yem katkı maddeleri ile engellenmesi veya aktivasyonu da değerlendirilmiştir.

## 2. Fetal Dönem Miyogenesis ve Adipogenesis

İskelet kas dokusu içerisindeki liflerin tipi ve sayısı, et verimini ve kalitesini etkileyen önemli faktörlerden birisini oluşturmaktadır. Fetal dönemde çizgili kas dokusu primer ve sekonder olmak üzere iki çeşit kas lifi içermekte, hayatın daha sonraki aşamalarında farklı kas tiplerine dönüşmektedir. Mezenşimal kök hücrelerinden bazılarının komşu dokulardan Wingless (Wnt) ve Sonic hedgehog (Shh) gibi sinyallerin alınımının bir sonucu olarak miyojenik köken üstlenmeleri nedeniyle iskelet kas gelişimi embriyonik safhada başlamaktadır (Kollias ve McDermott, 2008; Du ve ark., 2013). Wnt sinyal yolları, ergin dönemde kendini yenileyen hücrelerin adezyonunda, hedef hücre genlerinin transkripsiyonunun kontrol edilmesinde, embriyonik dönemdeki hücrelerde ise hücre polaritesinin, proliferasyonunun sağlanmasında, farklılaşmada ve hücre göçünde önemli ölçüde rol oynamaktadır (Novakofski, 2004).  $\beta$ -catenin sinyal yolu en çok çalışılan Wnt yoludur ve  $\beta$ -catenin yolunun engellenmesi miyositlerin toplam sayısını azaltır (Yamanouchi ve ark., 2007). Gebe koyunlarda yapılan çalışmalar NRC'ye göre (NRC, 1985) ihtiyaçlarının %150'si ile beslenmesiyle fetal kaslarda Wnt/ $\beta$ -catenin sinyalinin indirgeniği bunun da fetal kaslarda kısmen miyogenesisin indirgenmesinden fakat adipogenesisin artmasından sorumlu olduğu vurgulanmıştır (Şekil 2, Zhu ve ark., 2008). Wnt sinyal yolunun aktivasyonu kemik iliğinden elde edilen kök hücreler ile adipogenesisi inhibe eder (Shang ve ark., 2007). Ayrıca, Wnt vücut yağ dağılımının düzenlenmesinde, derecesinde ve obeziteye duyarlılıkta da rol oynar (Christodoulides ve ark., 2009). Miyogenesisi düzenleyici faktörlerin ekspresyonu Pax3 ve Pax7 (satellit hücreler) yoluyla Wnt ve Shh gibi sinyaller tarafından kontrol edilir (Petropoulos ve Skerjanc, 2002; Hyatt ve ark., 2008; Du ve ark., 2013). Satellit hücreler embriyonik dönemde çok çekirdekli kas lifini oluşturmak ve gelişiminden sorumluyken, yetişkin dönemde de plazma zarı ile farklılaşmış kas lifini saran bazal lamina altında yerleşerek kas dokusundaki herhangi bir hasara karşılık yeni kas lifi oluşturmak için verilecek rejeneratif cevaptan sorumlu hücrelerdir (Kuang ve ark., 2007; Dellavalle ve ark., 2011). Bu hücrelerin az bir kısmı multipotentler miyojenik hücrelerin yerine adiposit veya fibroblastlara farklılaşabilirler (Yablonka-Reuveni ve ark., 2008). Miyojenik düzenleyici faktörler, uygun bir kas lifini şekillendirme ve miyogenesisi düzenlemede işbirliği

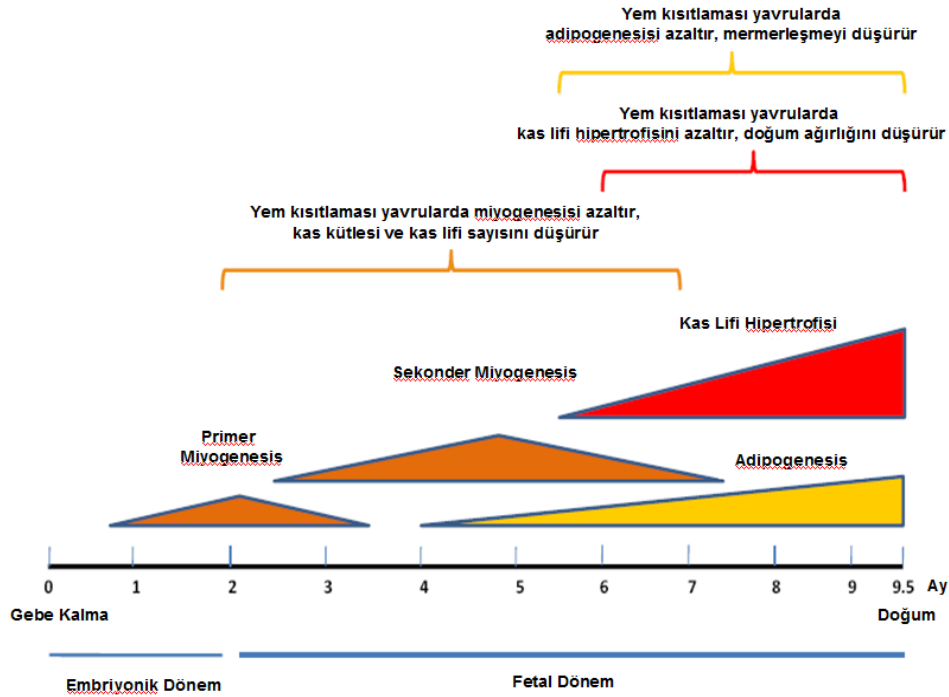


Şekil 2. Wnt sinyali ve fetal iskelet kaslarının gelişimi. Wnt sinyalindeki azalış adipogenezini teşvik ederken artış ise miyogenezini uyarır (Du ve ark., 2009).

içerisindedirler (Kollias ve McDermott, 2008). Primer miyofibriller embriyonik gelişimde miyogenezin ilk aşamasında şekillenirken, sekonder miyofibriller ise fetal aşamada miyogenezin ikinci dalgasında şekillenmekte ve iskelet kas liflerinin çoğunluğunu oluşturmaktadır (Şekil 3). Koyunlar üzerinde yapılan bazı çalışmalarda çizgili kas dokusunun sahip olduğu kas liflerinin gelişiminin gebeliğin

30. gününe doğru başladığı (primer kas lifleri gebeliğin 32. gününde sekonder kas lifleri ise gebeliğin 38. gününde) ve gebeliğin 80. gününe doğru tamamlanmakta olduğu belirlenmiş ve bu dönemin fetal kas liflerinin gelişimi açısından gebeliğin kritik dönemi olduğu belirtilmiştir (Wilson ve ark., 1992). Sekonder miyofibrillerin oluşumu kısmen intramusküler adiposit ve fibroblast oluşumu ile örtüşmekte ve miyositler, adipositler ve fibroblastlar birlikte iskelet kasının temel yapısını oluşturmaktadırlar. Fetal kaslardaki miyosit, adiposit ve fibroblastların büyük bir kısmı aynı mezenşimal kök hücre havuzundan türetilir (Uezumi ve ark., 2011) ve bu yüzden fetal kas mezenşimal kök hücre farklılaşmasını düzenleyen mekanizmaların tanımlanması hayvansal üretimde verimliliğin iyileştirilmesi için çok önemlidir.

Gebeliğin fetal kas lifi gelişimi için kritik olan dönemlerinde (kas liflerinin büyüdüğü ve geliştiği dönemlerde) kas liflerinin sayısı ana beslenmesine bağlı olarak değişebilmektedir (Rehfeldt ve ark., 2004). Koyunlarda NRC'ye göre (NRC, 1985) besin madde ihtiyaçlarının gebeliğin 28. ve 78. günleri arasında %50 azaltılması hem toplam sekonder kas liflerinin sayısını hem de sekonder kas liflerinin primer kas liflerine oranını azalttığı bildirilmiştir (Zhu ve ark., 2004). Koyunlarda maternal yem kısıtlaması geç gebelik döneminde fetal kas lifi boyutunu azaltır, ancak kas lifi sayısına bir etkisi yoktur (Greenwood ve ark., 1999). Bu sonuçlar, yetersiz maternal beslemenin orta gebeliğin erken dönemine (örneğin koyun ve sığırlarda sırasıyla gebeliğin 28–90. ve 90–145. günleri arasında) yavruların kas lifi sayısında ve kas kütlelerinde azalmaya neden olduğunu ve hayvanların performansını negatif olarak etkilediğini açıkça göstermektedir. Bununla



Şekil 3. Sığırlarda fetal iskelet kas gelişimi üzerine anne beslenmesinin etkileri. Yem kısıtlaması geç gebelik döneminde kas lifi boyutları ve intramusküler adipositlerin oluşumunu azaltırken orta gebelik döneminde kas lifi sayısını azaltmaktadır (Du ve ark., 2010).

birlikte koyunlarda fetal dönemdeki kas lifi gelişimi ve bu dönemdeki ana beslenmesinin fetal kas lifi gelişimi üzerine olan etkilerini ortaya koyan çok az sayıda çalışma bulunmaktadır (Şen, 2008; Kuran ve ark., 2009; Muñoz ve ark., 2009; Şirin ve ark., 2011; Hoffman, 2014). Doğumdan sonra kas lifi sayısında net bir artış olmadığı için fetal evre iskelet kası gelişimi için çok önemli olmaktadır (Zhu ve ark., 2004). Bu nedenle, kas liflerinin fetal programlama yoluyla sayısındaki bir azalma kas kütlelerinde kalıcı bir azalmaya neden olacağından bu da hayvanların performansını negatif olarak etkileyecektir. Tüm bunlarla birlikte aynı çalışmada farklı besleme uygulamalarının gebeliğin farklı dönemlerindeki etkisi hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır. Yapılan çalışmalara baktığımızda aşırı-düşük enerji ya da protein ilaveli maternal beslemenin yavrular üzerine etkisinin incelendiğini görmekteyiz. Bildiğimiz kadarıyla spesifik etkilil maddelerin postnatal gelişimi üzerine etkilerini belirleyen çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. Örneğin Zhang ve ark., (2011) domuzlarda orta gebelik döneminde rasyona lizin ilavesinin ananın doğumda vücut kondüsyonunu, çoğuz doğum ve yavruların doğum ağırlığını artırdığını bildirmişlerdir.

Yetersiz maternal besleme, yavrunun büyüme ve gelişmesi üzerinde uzun süreli zararlı etkilere (besi performansında düşüş, tüketici tercihi olumsuz etkileyen yüksek yağlı ve düşük et verimli karkas gibi) neden olabilir (Zhu ve ark., 2004; Gonzalez ve ark., 2013; Hoffman, 2014). Bu durum, yetersiz maternal beslemenin, Wnt sinyali, IGF2 transkripsiyonu ve Pax7 immünopozitif hücre füzyonu gibi birçok potansiyel mekanizmalar aracılığıyla kas gelişimini değiştirmesinden kaynaklanmaktadır (Kollias ve McDermott, 2008; Gonzalez ve ark., 2013; Hoffman, 2014). Bununla birlikte Gonzalez ve ark. (2013) gebeliğin ilk 85 gününde sınırlı (NRC, 2000'de belirtilen ihtiyaçların %60'ı düzeyinde), daha sonra normal ihtiyaçları düzeyinde beslemenin fetal kasların telafi gelişimini destekleyeceğini de bildirmişlerdir.

Prenatal dönem boyunca iskelet kas gelişimi esas olarak kas liflerinin oluşumunu (miyogenesis) ve aynı zamanda kasiçi adipositlerin oluşumunu (adipogenesis) kapsamaktadır. Adipositlerin genişlemesiyle (hipertropi) ve adipositlerin sayısının artırılmasıyla (hiperplazi) ilgili çalışmaların çoğunda preadipositlerin adipositlere dönüşümü, adiposit lipid metabolizması ve besleme uygulamalarının hipertropi üzerine etkilerine odaklanılmıştır (Hausman ve ark., 2009; Smith ve ark., 2009). Bununla birlikte, adipogenesisin ilk aşamalarını düzenleyici mekanizmalar ve multipotent mezenşimal kök hücrelerinin preadipositlere dönüşümü ise daha az incelenmiştir. Bu tür mekanizmaların yeterince anlaşılması, çiftlik hayvanlarında mermerleşmenin artmasını sağlayacaktır. Kırmızı ette mermerleşmenin temeli (Du ve ark., 2010), mezenşimal kök hücrelerinin çoğunun miyojenik hücrelere, çok az bir kısmının da adipositlere farklılaşmasına bağlıdır. Bu durum, yani adipogenesisin genetik, beslenme ve çevresel faktörler tarafından düzenlenir ve bunların tümü iskelet kaslarında adipogenesisi düzenleyen sinyal yollarına bağlıdır (Harper ve Pethick, 2004).

Ruminantlarda adipogenesis orta gebelik döneminde

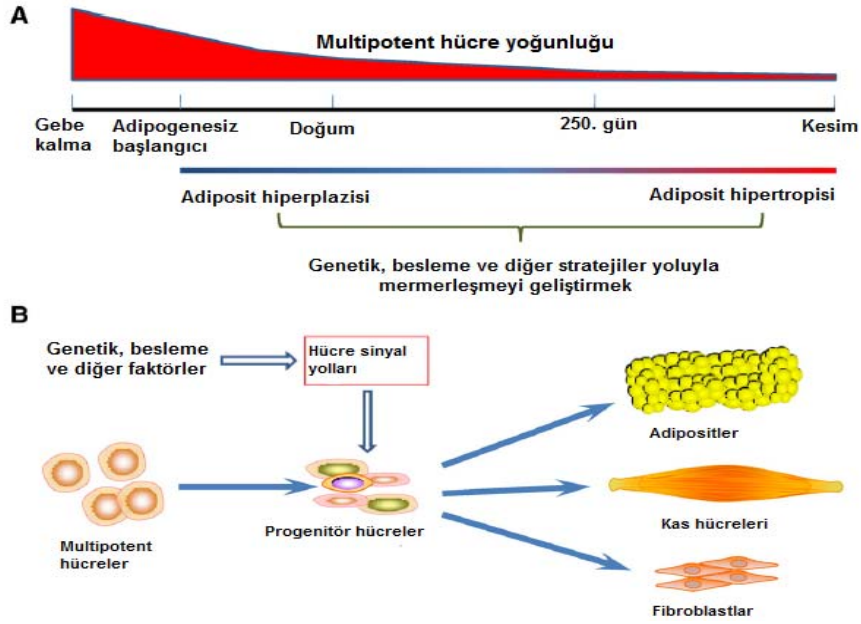
başlar (Gnanalingham ve ark., 2005) ve bu dönem ikinci miyogenesis periyodu ile çakışmaktadır (Du ve Zhu, 2009) ve geç gebelik dönemine kadar olan bu dönem adipogenesis için kritik bir dönemdir. Bu dönemde maternal besleme uygulamaları adipogenesisde görev alan mezenşimal kök hücrelerinin sayısını artırır ve böylece intramuskular adipositlerin sayısı dolayısıyla da mermerleşme artar. Hausman ve ark. (2009) adipogenesisin CAAT/ protein bağlayan arttırıcı faktör (C/EBPs) ve peroksizom proliferatör aktive edici reseptör gamma (PPAR $\gamma$ ) dâhil olmak üzere birçok önemli transkripsiyon faktörleri tarafından düzenlendiğini bildirmiştir. Bu reseptörlerin, uyarılmaları halinde, biyolojik etkinlikleri çoğunlukla yağ dokusu kısmen de iskelet kasları üzerinden olur. Yağ dokusunda preadipositlerin olgun adipositlere diferansiyasyonu sağlanır, lipidle dolu büyük ergin adipositlerin apoptozisi hızlanır (Şekil 4).

PPAR $\gamma$  adiposit farklılaşmasını tek başına uyarabilir ve buda PPAR $\gamma$  'nın adipogenesisdeki kritik rolünü açıkça göstermektedir. Kısacası, PPAR $\gamma$  adipojenik süreci yönetir ve onun ekspresyonu adipogenesisi yönlendirir. Son zamanlarda obezite ve temel enerji tüketimi içindeki rolü nedeniyle kahverengi adipogenesisize olan ilgi artmıştır. Kahverengi yağ neonatal hayvanların doğumdan kısa bir süre sonra hipotermi ile başa çıkabilmesi için çok önemlidir. Kahverengi yağ miktarı doğumda en üst seviyede iken doğumdan sonra beyaz yağa dönüşür (Kajimura ve ark., 2009). Dolayısıyla iskelet kası içinde kahverengi yağ farklılaşmasının artırılması mermerleşmeyi geliştirmek için ümit verici bir yöntemdir (Seale ve ark., 2008).

Fetal kaslarda adipogenesisin kontrol mekanizmaları yeterince aydınlatılmamıştır. Aşırı maternal besleme inflamasyon yanıtına neden olabilir ki bu da fetal kaslarda artan adiposite için bir neden olarak ileri sürülebilir (Du ve ark., 2009). İnflamasyon sinyal yolu nüklear faktör-K B (NFKB) azalan miyogenesis ve yağ hücre farklılaşmasının uyarılması ile (Ardite ve ark., 2004) ilişkilidir. Ayrıca, tümör nekroz faktörü- $\alpha$  (TNF)'ın iskelet kaslarında AMP-aktive protein kinaz (AMPK) aktivitesini azalttığı rapor edilmiştir (Steinberg ve ark., 2006). Et sığırlarında yapılan çalışmalarda AMPK ativitiesinin kaslılık ile pozitif intramuskular adipositlerin sayısı ile negatif ilişkili olduğu belirtilmiştir (Underwood ve ark., 2008).

PPAR $\gamma$  adiposit farklılaşmasını tek başına uyarabilir ve buda PPAR $\gamma$  'nın adipogenesisdeki kritik rolünü açıkça göstermektedir. Kısacası, PPAR $\gamma$  adipojenik süreci yönetir ve onun ekspresyonu adipogenesisi yönlendirir. Son zamanlarda obezite ve temel enerji tüketimi içindeki rolü nedeniyle kahverengi adipogenesisize olan ilgi artmıştır. Kahverengi yağ neonatal hayvanların doğumdan kısa bir süre sonra hipotermi ile başa çıkabilmesi için çok önemlidir. Kahverengi yağ miktarı doğumda en üst seviyede iken doğumdan sonra beyaz yağa dönüşür (Kajimura ve ark., 2009). Dolayısıyla iskelet kası içinde kahverengi yağ farklılaşmasının artırılması mermerleşmeyi geliştirmek için ümit verici bir yöntemdir (Seale ve ark., 2008).

Fetal kaslarda adipogenesisin kontrol mekanizmaları yeterince aydınlatılmamıştır. Aşırı maternal besleme inflamasyon yanıtına neden olabilir ki bu da fetal kaslarda



Şekil 4. Et sığırlarında intramuskular yağ (mermerleşme) artırma stratejileri. A: intramuskular yağ geç gelişim dönemi hipertropi ile karakterize edilirken erken gelişim dönemi multipotent hücrelerden adipogenesiz sayesinde adipositlerin hiperplazisiyle karakterize edilir; B: iskelet kası içindeki multipotent hücrelerden adipogenesiz kompleks sinyal yolları, genetik, besleme ve bu yollarla adipogenesizi artıran diğer faktörler tarafından düzenlenir (Du ve ark., 2010).

artan adiposite için bir neden olarak ileri sürülebilir (Du ve ark., 2009). İnflamasyon sinyal yolu nüklear faktör-K B (NFkB) azalan miyogenesiz ve yağ hücre farklılaşmasının uyarılması ile (Ardite ve ark., 2004) ilişkilidir. Ayrıca, tümör nekroz faktörü- $\alpha$  (TNF)'ın iskelet kaslarında AMP-aktive protein kinaz (AMPK) aktivitesini azalttığı rapor edilmiştir (Steinberg ve ark., 2006). Et sığırlarında yapılan çalışmalarda AMPK ativitesinin kaslılık ile pozitif intramuskular adipositlerin sayısı ile negatif ilişkili olduğu belirtilmiştir (Underwood ve ark., 2008).

Maternal besleme fetal iskelet kasları içinde adipogenesizi etkiler. Yapılan çalışmalar gebe koyunların NRC'ye göre (NRC, 1985) ihtiyaçlarının %150 oranında beslenmesiyle fetal iskelet kaslarında adipogenesizin arttığını göstermiştir (Tong ve ark., 2009). Et sığırlarında yapılan bir çalışmada gebeliğin 60 ve 180. günleri arasında hayvanlara NRC'ye göre (NRC, 2000) ihtiyaçlarının %100, %70 ve %70+ruminal by-pass protein verilmiştir. Anaları besin madde ihtiyaçlarının %70+ruminal by-pass protein ile beslenen yavruların anaları %100 ile beslenen gruptan deri altı yağ kalınlığınının daha düşük ve mermerleşme skorunun sayısal olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Kas ve adipoz dokularda gen ekspresyonu, maternal besleme değişikliklerinden etkilenmektedir (Peñagaricano ve ark., 2014). Gerçekten de koyunlarda nişasta esaslı maternal besleme fetal kas gelişimini, yüksek lif, protein ya da yağ esaslı beslemenin ise fetal derialtı ve böbrek üstü adipoz dokuyu etkilediği belirlenmiştir (Peñagaricano ve ark., 2014). Sığırlarda gebelik dönemi besin madde ihtiyacının üzerinde beslemenin (yaklaşık 1.5 katı), gebeliğin 190. gününde fetal kaslarda PPAR $\gamma$  mRNA ekspresyonunun, gebeliğin 135. ve 240. günlerindeki göre daha büyük olduğunu bildirilmiştir (Duarte ve ark.,

2014). Aynı araştırmacılar fetal kaslarda miyogenik farklılaşma ve kas hücresi sayısında bir artış olmamasına rağmen kadherin ilişkili protein mRNA ekspresyonu ve  $\beta$ -kateninin daha yüksek olma eğiliminde olduğunu belirlemişlerdir. Bu veriler, sığırlarda, aşırı maternal beslenme ile fetal kaslarda fibrogenesiz ve olası adipogenesizin arttığını göstermektedir. Bu değişikliklerin hayvansal gıda üretimi üzerinde önemli etkileri olabilir.

Bu sonuçlar sadece tüm besin maddelerinin değil, amino asit, amino asit larışımı ve/veya protein gibi bireysel besin maddelerinin de fetal kaslarda adipogenesizi programladığını göstermektedir. Dolayısıyla mermerleşme ve bağ doku gelişiminde intramuskular adipogenesiz ve fibrogenesizin önemimini dikkate alan ve fetal iskelet kaslarında onların oluşumunu ve gelişimini düzenlemede beslemenin (makro veya mikro besin maddelerine) etkilerine yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

### 3. Sonuç

Fetal kas ve yağ doku gelişimi için kritik olan gebelik döneminde farklı maternal besleme uygulamaları bu gebelikten doğan yavrunun ergin dönemdeki kas lifi kompozisyonunu etkileyebilmekte, mermerleşme ve doğan yavrunun kas lifi sayısını artırabilmektedir. Fetal kaslardaki miyosit, adiposit ve fibroblastların büyük bir kısmı aynı mezenşimal kök hücre havuzundan türerler ve bu yüzden fetal kas mezenşimal kök hücre farklılaşmasını düzenleyen mekanizmaların tanımlanması hayvansal üretimde verimliliğin iyileştirilmesi için çok önemlidir. Sonuç olarak fetal dönemde miyogenesiz ve adipogenesiz sürecini yöneten sinyal yollarını ve reseptörlerini aktive eden mekanizmaların ve bu mekanizma üzerinde beslemenin

etkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

## Kaynaklar

- Ardite, E., Barbera, J.A., Roca, J., Fernandez-Checa, J.C. 2004. Glutathione depletion impairs myogenic differentiation of murine skeletal muscle C2C12 cells through sustained NF-kappaB activation. *Am. J. Pathol.*, 165:719-728.
- Christodoulides, C., Lagathu, C., Sethi, J. K., Vidal-Puig, A. 2009. Adipogenesis and Wnt signalling. *Trends Endocrinol. Metab.*, 20: 16-24.
- Dellavalle, A., Maroli, G., Covarello, D., Azzoni, E., Innocenzi, A., Perani, L., Antonini, S., Sambasivan, R., Brunelli, S., Tajbakhsh, S., Cossu, G. 2011. Pericytes resident in postnatal skeletal muscle differentiate into muscle fiber bres and generate satellite cells. *Nat. Commun.*, 2: 499.
- Duarte, M.S., Gionbelli, M.P., Paulino, P.V.R., Serão, N.V.L., Nascimento, C.S., Botelho, M.E., Martins, T.S., Filho, S.C.V., Dodson, M.V., Guimarães, S.E.F., Du, M. 2014. Maternal overnutrition enhances mRNA expression of adipogenic markers and collagen deposition in skeletal muscle of beef cattle fetuses. *J. Anim. Sci.*, 92: 3846-3854.
- Du, M., Zhu, M.J. 2009. Fetal programming of skeletal muscle development. In M. Du, & R. J. McCormick (Eds.), *Applied muscle biology and meat science* (pp. 81-96). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Du, M., Yan, X., Tong, J.F., Zhao, J., Zhu, M.J. 2009. Maternal obesity, inflammation, and fetal skeletal muscle development. *Biol. Reprod.*, 82(1): 4-12.
- Du, M., Tong, J., Zhao, J.F., Zhao, J., Underwood, K.R., Zhu, M., Ford, S.P., Nathanielsz, P.W. 2010. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. *J. Anim. Sci.*, 88: 51-60.
- Du, M., Huang, Y., Das, A.K., Yang, Q., Duarte, M.S., Dodson, M.V., Zhu, M.J. 2013. Manipulating mesenchymal progenitor cell differentiation to optimize performance and carcass value of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 91: 1419-1427.
- Fahey, A. J., Brameld, J.M., Parr, T., Buttery, P. J. 2005. The effect of maternal undernutrition before muscle differentiation on the muscle fiber development of the newborn lamb. *J. Anim. Sci.*, 83 :2564-2571.
- Gnanalingham, M.G., Mostyn, A., Symonds, M.E., Stephenson, T. 2005. Ontogeny and nutritional programming of adiposity in sheep: Potential role of glucocorticoid action and uncoupling protein-2. *American J. of Physiology: Regulatory, Integr. Comp. Physiol.*, 289: 1407-1415.
- Godfrey, K.M., Barker, D.J.P. 2000. Fetal nutrition and adult disease. *American J. of Clinical Nutr.* 71: 1344-1352.
- Gonzalez, J.M., Camacho, L.E., Ebarb, S.M., Swanson, K.C., Vonnahme, K.A., Stelzleni, A.M., Johnson, S.E. 2013. Realimentation of nutrient restricted pregnant beef cows supports compensatory fetal muscle growth. *J. Anim. Sci.*, 91: 4797-806.
- Greenwood, P.L., Slepatis, R.M., Hermanson, J.W., Bell, A.W. 1999. Intrauterine growth retardation is associated with reduced cell cycle activity, but not myofibre number, in ovine fetal muscle. *Reprod., Fert., and Dev.* 11:281-291.
- Harper, G.S., Pethick, D.W. 2004. How might marbling begin? *Aust. J. Exp. Agric.*, 44: 653-662.
- Hausman, G.J., Dodson, M.V., Ajuwon, K., Azain, M., Barnes, K.M., Guan, L.L. 2009. Board-invited review: The biology and regulation of preadipocytes and adipocytes in meat animals. *J. Anim. Sci.*, 87: 1218-1246.
- Hoffman, Maria L. 2014. The Effect of Poor Maternal Nutrition on the Growth and Development of Offspring. Doctoral Dissertations. Paper 588.
- Hyatt, J.P.K., McCall, G.E., Kander, E.M., Zhong, H., Roy, R.R., Huey, K.A. 2008. Pax3/7 expression coincides with myod during chronic skeletal muscle overload. *Muscle Nerve*, 38: 861-866.
- Kajimura, S., Seale, P., Kubota, K., Lunsford, E., Frangioni, J.V., Gygi, S.P. 2009. Initiation of myoblast to brown fat switch by a PRDM16-C/EBP-beta transcriptional complex. *Nature*, 460: 1154-1158.
- Kollias, H.D., McDermott, J.C. 2008. Transforming growth factor-beta and myostatin signaling in skeletal muscle. *J. Appl. Physiol.*, 104: 579-587.
- Kuang, S., Kuroda, K., Le Grand, F., Rudnicki, M.A. 2007. Asymmetric self renewal and commitment of satellite stem cells in muscle. *Cell*, 129: 999-1010.
- Kuran, M., Ulutaş, Z., Ocak, N., Şirin, E. 2009. Koyunlarda ananın beslenmesinin kuzuların post-natal kas lifi gelişimi ve et kalitesine etkisi. *Cost Proje Kesin Sonuç Raporu. Proje No: 105T277 (TBAG-U/148).*
- Lawrence, T.L.J., Fowler, V.R. 2002. Prenatal and postnatal growth. *Growth of farm animals*, CAB International, 2nd Edition.
- Muñoz, C., Carson, A.F., McCoy, M.A., Dawson, L.E.R., Wylie, A.R.G., Gordon, A.W. 2009. Effects of plane of nutrition of ewes in early and mid-pregnancy on performance of the offspring: Female reproduction and male carcass characteristics. *J. of Anim. Sci.*, 87: 3647-3655.
- Novakofski, J. 2004. Adipogenesis: Usefulness of in vitro and in vivo experimental models. *J. Anim. Sci.*, 82: 905-915.
- NRC. 1985. National Research Council. *Nutrient requirements of sheep*. 6th ed. National Academy Press. Washington, D. C.
- NRC. 2000. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7th ed. National Academy Press. Washington, D. C.
- Peñagaricano, F., Wang, X., Rosa, J.M.G., Radunz, E.A., Khatib, H. 2014. Maternal nutrition induces gene expression changes in fetal muscle and adipose tissues in sheep. *BMC Genomics (Basimda)*, doi:10.1186/1471-2164-15-1034.
- Petropoulos, H., Skerjanc, I. S. 2002. Beta-Catenin is essential and sufficient for skeletal myogenesis in p19 cells. *J. Biol. Chem.*, 277: 15393-15399.
- Redmer, D.A., Wallace, D., Reynolds, L. P. 2004. Effect of nutrient intake during pregnancy on fetal and placental growth and vascular development. *Domestic Anim. Endocr.*, 27: 199-217.
- Rehfeldt, C., Fiedler, I., Stickland, N.C. 2004. Number and size of muscle fibres in relation to meat production. In: *Muscle Development of Livestock Animals: Physiology, Genetics and Meat Quality*. Eds: MFW te Pas, ME Everts, HP Haagsmans, CABI Publishing.
- Seale, P., Bjork, B., Yang, W., Kajimura, S., Chin, S., Kuang, S. 2008. PRDM16 controls a brown fat/skeletal muscle switch. *Nature*, 454: 961-967.
- Shang, Y.C., Zhang, C., Wang, S.H., Xiong, F., Zhao, C.P., Peng, F.N. 2007. Activated beta-catenin induces myogenesis and inhibits adipogenesis in BM-derived mesenchymal stromal cells. *Cytherapy*, 9: 667-681.
- Smith, S.B., Kawachi, H., Choi, C.B., Choi, C.W., Wu, G., Sawyer, J. E. 2009. Cellular regulation of bovine intramuscular adipose tissue development and composition. *J. Anim. Sci.*, 87: 72-82.
- Steinberg, G.R., Michell, B.J., van Denderen, B.J., Watt, M.J., Carey, A.L., Fam, B.C., Andrikopoulos, S., Proietto, J., Gorgun, C.Z., Carling, D., Hotamisligil, G.S., Febbraio, M.A., Kay, T.W., Kemp, B.E. 2006. Tumor necrosis factor  $\alpha$ -induced skeletal muscle insulin resistance involves suppression of AMP-kinase signaling. *Cell Met.*, 4: 465-474.
- Şen, U. 2008. Koyunlarda Gebeliğin 30 ile 80. Günleri Arasında Farklı Seviyelerde Beslemenin Kuzuların Doğum Sonrası Kas Lifi Çeşidi ve Sayısına Etkisi. Y.L. Tezi. GOPÜ Fen Bilimleri



- Enstitüsü, Tokat.
- Şirin, E., Aksoy, Y., Şen, U., Ulutaş, Z., Kran, M. 2011. Kuzu doğum ağırlığının semitendinosus kasındaki lif sayısı ve çeşidine etkisi. *Anadolu Tarım Bil. Der.*, 26: 63-67.
- Tong, J.F., Yan, X., Zhu, M.J., Ford, S.P., Nathanielsz, P.W., Du, M. 2009. Maternal obesity downregulates myogenesis and  $\beta$ -catenin signaling in fetal skeletal muscle. *Ame. J. Phy., Endoc. and Metab.*, 296: 917-924.
- Underwood, K.R., Kimzey, J.M., Tong, J., Price, P.L., Grings, E.E., Hess, B.W., Means, W.J., Du, M. 2008. Gestational nutrition affects growth and adipose tissue deposition in steers. *Proc. Western Sect. Am. Soc. Anim. Sci.*, 59: 917-924.
- Uezumi, A., Ito, T., Morikawa, D., Shimizu, N., Yoneda, T., Segawa, M., Yamaguchi, M., Ogawa, R., Matev, M.M., Miyagoe-Suzuki, Y., Takeda, S., Tsujikawa, K., Tsuchida, K., Yamamoto, H., Fukada, S. 2011. Fibrosis and adipogenesis originate from a common mesenchymal progenitor in skeletal muscle. *J. Cell Sci.* 124: 3654-3664.
- Yablonka-Reuveni, Z., Day, K., Vine, A., Shefer, G. 2008. Defining the transcriptional signature of skeletal muscle stem cells. *J. Anim. Sci.*, 86: 207-216.
- Yamanouchi, K., Hosoyama, T., Murakami, Y., Nishihara, M. 2007. Myogenic and adipogenic properties of goat skeletal muscle stem cells. *J. Reprod. and Dev.*, 53: 51-58.
- Wallace, J.M., Aitken, R.P., Cheyne, M.A. 1996. Nutrient partitioning and fetal growth in rapidly growing adolescent ewes. *J. of Reprod. and Fertility*, 107: 183-190.
- Wilson, S.J., McEwan, J.C., Sheard, P.W. and Haris, A.J. 1992. Early stages of myogenesis in a large mammal formation of successive generations of myotubes in sheep tibialis cranialis muscle. *J. of Muscle Res. and Cell Mot.*, 13: 534-550.
- Zhang, R.F., Hu, Q., Li, P.F., Xue, L.F., Piao, X.S., Li, D.F. 2011. Effects of Lysine Intake during Middle to Late Gestation (Day 30 to 110) on Reproductive Performance, Colostrum Composition, Blood Metabolites and Hormones of Multiparous Sows. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, doi: 10.5713/ajas.2011.10449
- Zhu, M.J., Han, B., Tong, J., Ma, C., Kimzey, J.M., Underwood, K.R., Xiao, Y.B., Hess, W., Ford, S.P., Nathanielsz, P.W., Du, M. 2008. AMP-activated protein kinase signalling pathways are down regulated and skeletal muscle development impaired in fetuses of obese, over-nourished sheep. *J. Physiol.*, 586: 2651-2664.
- Zhu, M.J., Ford, S.P., Nathanielsz, P.W., Du, M. 2004. Effect of maternal nutrient restriction in sheep on the development of fetal skeletal muscle. *Biol. Reprod.*, 71: 1968-1973.



### Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 87-94

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/anajas.2015.30.2.87-94



## Determination of callusing performance and vine sapling characteristics on different rootstocks of 'Merzifon Karası' grape variety (*Vitis vinifera* L.)

Bülent Köse<sup>a</sup>, Hüseyin Çelik<sup>a</sup>, Besim Karabulut<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, <sup>b</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane MYO, Gümüşhane  
\*Sorumlu yazar/corresponding author: kosebulent@hotmail.com

Geliş/Received 24/11/2014

Kabul/Accepted 26/02/2015

### ABSTRACT

Grafted vines are the only option while establishing vineyards over the sites contaminated with phylloxera. Furthermore, grafted vines used to establish new vineyards should be well-developed, healthy and compatible with the scions. In this research, we aimed to find out the most suitable rootstock for 'Merzifon Karası' using ten rootstocks (140 Ruggeri, 110 R, 99 R, 41B, 5C, 5BB, SO4, 1103 Paulsen 140 Ruggeri and Rupestris du Lot) in 2010 and 2011. The effects on the callusing performance, growth parameters and graft development characteristics were evaluated by the modified weighted-ranking method. Significant differences were obtained in terms of callus formation, rooting capacity and growth characteristics of cultivar among the rootstocks. Callus formation rate (97.7%) and callus development level (3.7) were better on 8B grafted cuttings. Rooting percentage was found the highest on 1103 Paulsen rootstock (64.8%). While the shoot length and diameter differed according to the rootstocks ( $P<0.01$ ), the highest shoot length and diameter was determined on 41B grafted vines (92.3 and 9.2 cm, respectively). As a result of weighted-ranking, 1103 Paulsen rootstock got the higher scores than the other rootstocks. According to the results obtained in Samsun conditions, which may be most suitable rootstock for 'Merzifon Karası' grape varieties were evaluated as 1103 Paulsen.

Anahtar Sözcükler:  
Callusing  
cv. Merzifon Karası  
Graft success  
Rootstock  
Weighted ranking

Farklı anaçlar üzerinde 'Merzifon Karası' (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinin kalluslanma performansı ve fidan gelişimi özelliklerinin belirlenmesi

### ÖZET

Filoksera ile bulaşık alanlarda bağ kurarken tek seçenек aşılı asma fidanı kullanmaktır. Bununla birlikte, yeni kurulacak bağlarda kullanılan aşılı asma fidanlarının iyi gelişmiş, sağlıklı ve üzerine aşılı çeşitle uyuşur olması gerekir. Bu çalışmada, 'Merzifon Karası' üzüm çeşidine en uygun olabilecek anaçların belirlenmesi için 2010 ve 2011 yılları arasında, on farklı asma anacı kullanıldı (140 Ruggeri, 110 R, 99 R, 41B, 5C, 5BB, SO4, 1103 Paulsen 140 Ruggeri ve Rupestris du Lot). Anaçların kallus oluşturma performansı, gelişme özellikleri ve aşı gelişimi üzerine etkileri tartılı derecelendirme metodu ile değerlendirilmiştir. Farklı anaçların kallus oluşumu, köklenme kapasitesi ve çeşidin büyüme özellikleri üzerine istatistik olarak önemli farklılıklar oluşturduğu belirlenmiştir. En yüksek kallus oluşum oranı (%97.7) ve kallus gelişim seviyesi (3.7) 8B anacına aşılı çeliklerden elde edilmiştir. En yüksek köklenme oranı ise 1103 Paulsen anacı üzerine aşılı çeliklerde gerçekleşmiştir (%64.8). Sürgün uzunluğu ve sürgün çapları anaçlara göre farklılık gösterirken, en yüksek sürgün uzunluğu ve sürgün çapı 41B üzerine aşılı fidanlarda tespit edilmiştir (sırasıyla 92.3 ve 9.2 cm). Tartılı derecelendirme sonuçlarına göre, anaçlar arasında en yüksek puanı 1103 Paulsen almıştır. Samsun koşullarında elde edilen bu sonuçlara göre, 'Merzifon Karası' üzüm çeşidi için en uygun olabilecek anaç 1103 Paulsen olarak değerlendirilmiştir.

Keywords:  
Kalluslanma başarısı  
Merzifon Karası  
Aşı gelişimi  
Anaç  
Tartılı derecelendirme

© OMU ANAJAS 2015

### 1. Introduction

Vineyard establishment with self-rooted grapevines in

phylloxera infested areas is impossible. To establish a new vineyard, it is necessary to have qualified grafted and rooted vines (Korkutal et al., 2011). Grape rootstocks have



been very important in viticultural countries (Omer et al., 1999; Troncoso et al., 1999), and grafting of *Vitis vinifera* varieties on resistant rootstocks is still considered to be the most effective way of protection against phylloxera (Vršič et al., 2004). Different effects of scions on vegetative growth and vine quality of grape rootstocks have been demonstrated in several studies (Cangi, 1998; Celik, 2000; Dogan et al., 2000; Hamdan and Salimia, 2010). One of the main problems when choosing the right scion/rootstock combination is that it is fairly hard to predict how the scion and rootstock genotype will interact (Cus, 2004). Many studies proved that rootstocks affect vine growth, yield and fruit quality through the interactions between the environmental factors and the physiology of scions and rootstock cultivars utilized (Boselli et al., 1992; Ferroni and Scalabrelli, 1995; Rizk-Alla et al., 2011; Rifaat S.S. et al., 2013). In grapes, yield is dependent upon the vigor of the rootstock, and it can be a strong influencing factor (Harmon, 1949). In this regard, when deciding, any stock/scion combination should be exhibited in terms of compatibility with rootstocks, adaptation to climate and soil conditions, effects on growth and development (Celik and Odabas, 1995; Turkben and Sivritepe, 2000; Pina and Errea, 2005).

Turkey is one of the most important areas for viticulture, because of its suitable climatic conditions and it has valuable grape germplasm resources. In Turkey, more than 1200 grape varieties are grown (Ergul and Agaoğlu, 2001; Ergul et al., 2002; Uzun and Bayir, 2008). According to recent data, Turkey ranks sixth in the world in terms of grape production and fifth in terms of growing area, with an annual output of 4.296.351 tons of grapes produced on 462.296 ha of vineyard area (FAOSTAT, 2012). As the mainland of numerous grape genotypes, Turkey is one of the major centers of viticulture genetic materials in the world. 'Merzifon Karası' (*Vitis vinifera* L.) is one of the most valuable red wine grape cultivars in Turkey. But, this grape generally shows millerandage characters according to years, and it has not been tested thoroughly on the rootstocks yet except for 1103 Paulsen. Thus, the aim of the present study was to evaluate the suitable rootstock/scion combination on different rootstocks (140 Ruggeri, 110 R, 99 R, 41B, 5C, 5BB, SO4, 1103 Paulsen, 140 Ruggeri and Rupestris du Lot) for 'Merzifon Karası' grape variety. With this purpose, the callusing performance of each rootstock, vine sapling growth parameters, and graft union characteristics were determined in the present study. In order to determine the most suitable rootstock, growth characteristics were evaluated by the modified weighted-ranking method.

## 2. Materials and Methods

Experiments were conducted at Ondokuz Mayıs University Agricultural Faculty during 2010 and 2011 in Samsun, Turkey. One year old cuttings of ten rootstocks (140 Ruggeri, 110 R, 99 R, 41B, 5C, 5BB, SO4, 1103 Paulsen, 140 Ruggeri, and Rupestris du Lot) were provided from Tekirdag and Manisa Viticultural Research Stations in February, and they were stored at +2°C, 95-100% humid conditions (Celik and Odabas, 1998). Rootstocks, 8-12 mm in thickness, were grafted with scions of 'Merzifon Karası'.

The scions of the cultivar were collected during dormant period in winter from private vineyards in the Merzifon district. Before the grafting, the rootstocks and scions were disinfected with using Captan 50 % W.P. Grafting was performed on April 4, 2010 and April 3, 2011 using omega grafting technique. Graft union area was dipped for 1 to 2 seconds into melted paraffin wax. In order to stimulate callus formation, the grafted cuttings were stored for 30 days under controlled temperature and humidity conditions. The temperature inside the stratification room was kept at 28 °C for 3 weeks and 26 °C for one week (Todic et al., 2005; Korkutal and Dogan, 2010). Relative air humidity ranged from 70 to 80 % in both years. During the callusing period, grafted cuttings were put into plastic boxes (40x70x40 cm) that include contain water and charcoal. After the callusing was completed, the grafted cuttings were stored at room temperature for a week to acclimatize to the external environment conditions. Before the plantation of grafted cuttings, sprouting shoots of the scions were shortened above one or two buds, and secondly, graft union areas were waxed. Grafted cuttings were hill planted in the nursery with a black plastic mulch to control weeds and retain heat and moisture on May 11, 2010 and May 10, 2011. Drip irrigation system was used in the nursery plots. The nursery soil was a clay-loam with 2.99% organic matter and a pH of 7.1 (Table 1).

Table 1. Soil characteristics of the nursery

Soil characteristics	pH	EC (dS/m)	Organic matter (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Texture
Values	7.1	0.62	2.99	0.85	43.34
Valuation	Neutral	Non salty	Medium	Less calcareous	Clay-loam

Temperatures were recorded by data logger (KIMO KH-100) in the nursery, and annual rainfall values were obtained by the Turkish State Meteorological Service (Figure 1).

### 2.1. Measurements of callusing performance

The following parameters were evaluated during the experiment for the callus formation rate and callus development level:

- Callus formation rate (%): Percentage of callused grafted cuttings (Celik, 2000).
- Callus development level (0 to 4): 0= no callus, 1=25%, 2=50%, 3=75% and 4=100% callus formation on graft union surface (Celik, 2000).

### 2.2. Measurement of grafted vine growth parameters

When the leaves fall completely in December, grafted vines were dugged out with shovel and some growth parameters determined as follows. Shoot length (cm), shoot diameter (mm), internode length (cm), graft union diameter (mm), graft union/rootstocks diameter (mm), root number, root length (cm) and root development level (0-4) were measured at the end of the growth season.

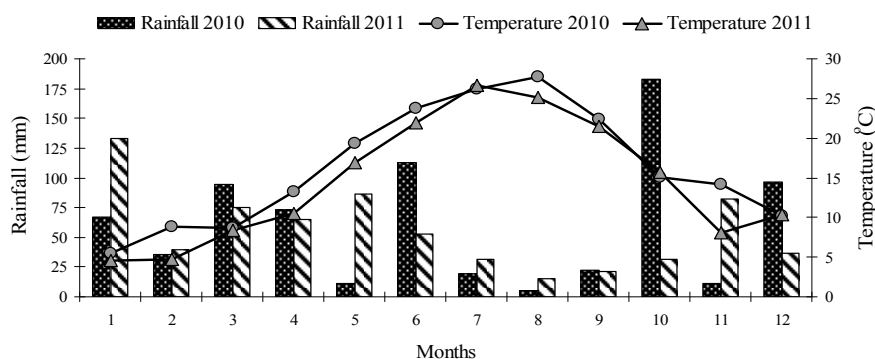


Figure 1. Monthly mean temperatures (°C) and precipitation values (mm) of the 2010 and 2011 years

The following parameters were evaluated at the end of the experiment for the Rooting percentage, Root development level and graft union/rootstocks diameter:

- Rooting percentage (%): Percentage of grafted grape vines which have a vigorous root system and matured shoots at the end of the growth season.

- Root development level (0 to 4): 0= no root formation, 1= one-sided weak root formation, 2= two-sided root formation, 3= three-sided root formation and 4= four-sided (Dardeniz et al., 2008).

- Root number: Primary roots were measured.

- Graft union/rootstocks diameter (mm): The ratio of graft union diameter to rootstocks diameter (mm).

In the study, in order to determine suitable rootstocks, some growth characteristics were evaluated by the modified weighted-ranking method used by Soyulu and Serdar (2000). In this method, relative and class scores of each characteristic were determined, and the total score of each rootstock was calculated to measurement of rootstock suitability (Table 2).

### 2.3. Experimental design

This research was conducted as a randomized complete block design with 3 replications, and 50 cuttings were used per replication to determine the callusing performance of each rootstock. When the callus development was completed, 30 successfully callused cuttings per replication were used in the nursery experiment for each rootstock. For comparison of the means, DUNCAN multiple range test was used. The percentage data was subjected to arc sin  $\sqrt{x}$  transformation before analyzing. All analyses were performed using the SPSS 16.0 statistical package. Results were presented as means and a pooled SEM. Differences among nursery conditions were declared at  $P < 0.05$  and  $P < 0.01$  level of significance.

## 3. Results and Discussion

Callus formation rate (%) and callus development levels (0-4) were presented in Table 3. Significant differences were determined for callus formation rate and callus development levels ( $P < 0.01$ ) amongst rootstocks. Callus formation rate varied from 62.0 to 97.7 % among tested

rootstocks. The highest callus formation rate (97.7 %) and callusing level (3.7) was determined on 8B grafted cuttings, whereas the lowest callus formation rate and callusing level was obtained from 5C grafted cuttings (62.0 % and 1.58). In this study, 8B grafted vines were found to be the best rootstock in terms of callus development and callus formation ratio among all rootstocks. The level of callus formation at the graft union is the main factor of good compatibility between stock and scion (Kester, 1965; Coombe and Dry, 1992; Hartman et al., 1997; Celik, 2000). In fact, many researchers emphasized that the callus formation performance of rootstocks differed according to the scion/rootstock combination (Celik and Agaoglu, 1979; Agaoglu and Celik, 1982; Tangolar et al., 1997; Turkben and Sivritepe, 2000; Coban and Kara, 2003; Dardeniz and Sahin, 2005; Sabir and Agaoglu, 2009). There are several factors which have impact on the callus formation, such as genetic composition of rootstocks and scions, supply of endogenous growth regulators, protein composition and carbohydrate reserves of graft materials, temperature and humidity during callusing, levels of oxygen (16-18%) and enzymes such as acid phosphatases and peroxidases (Astudillo and Teresa, 1993; Hunter et al., 2004). Cangi et al. (2000) stated that the callusing between grafting components was mostly established by rootstock depending on grafting method and growing conditions. Ambrosi and Kriel (1958) reported that ununiform lignifications of both the scion and stock may negatively affect the callus formation on graft union. In the present study, the scion grafted on 5C rootstock showed poor callusing performance. The poor performance of callus formation characteristics can probably be the result of physiological deficiencies or the incompatibility of 5C rootstock with this grape variety.

Root development level, root length, root number and rooting percentage of rootstocks were presented in Table 4. Root characteristics and rooting performances were found significantly different amongst rootstocks ( $P < 0.01$ ). The highest root development level and root length were obtained at 41B (3.0 and 40.3 cm, respectively), whereas cuttings grafted on 5C (2.0 and 19.8 cm, respectively) showed poor performance in the present study (Table 4). Root numbers changed from 9.6 to 20.8 among rootstock genotypes. The highest root numbers were determined from

Table 2. The scores of the some growth characteristics and their relative values in weighted-ranking method

Parameters	Classification scores		Relative Scores
Callus formation rate (%)	≤ 50: 1	71-80: 7	15
	51-60: 3	81-90: 9	
	61-70: 5	≥ 91: 10	
Callus development level (0-4)	≤ 1.0: 1	2.51-3.0 : 7	15
	1.1-2.0:3	3.01-3.5: 9	
	2.01-2.5: 5	≥ 3.51: 10	
Rooting percentage (%)	≤ 10: 1	51-70: 7	20
	11-30: 3	71-90: 9	
	31-50: 5	≥ 91: 10	
Shoot length (cm)	≤ 10 cm: 1	30.1-40.0 cm: 7	10
	10.1-20.0 cm: 3	40.1-50.0 cm: 9	
	20.1-30.0 cm: 5	≥ 50.1 cm: 10	
Shoot diameter (mm)	≤ 2.0 mm: 1	5.1-7.0 mm: 7	10
	2.1-3.0 mm: 3	7.1-9.0 mm: 9	
	3.1-5.0 mm: 5	10≥ : 10	
Graft diameter /rootstocks diameter (mm)	≤ 1.5mm: 10	1.71-1.80 mm: 5	10
	1.51-1.60 mm: 9	1.81-1.90: 3	
	1.61-1.70 mm: 7	≥ 1.91: 1	
Root length (cm)	≤ 5.0 cm: 1	15.1-20.0 cm: 7	10
	5.1-10.0 cm: 3	20.1-25.0 cm: 9	
	10.1-15 cm: 5	≥ 25.1 cm: 10	
Root development level (0-4)	≤ 1.0: 1	2.51-3.0 : 7	10
	1.1-2.0: 3	3.01-3.5: 9	
	2.01-2.5: 5	≥ 3.51: 10	
Total			100

Table 3. Effects of different rootstocks on callus formation rate (%), callus development level (0-4)

Rootstocks	Callus formation rate	Callus development level
140 Ru	97.0a	3.4bcd
99 R	94.5a	3.5ab
41B	81.6ab	2.6e
5 C	62.0d	1.6g
110 R	87.7ab	2.6ef
8 B	97.7a	3.7a
5 BB	76.3bc	2.3f
SO4	89.3ab	3.1d
Du Lot	85.0ab	3.2cd
1103 P	96.3a	3.4bc
Rootstock	**	**
Pooled SEM*	1.290	0.025

\* Pooled SEM\*. Pooled standart error of the means (ns. P>0.05; \*. P<0.05; \*\*. P<0.01)

Table 4. Effects of different rootstocks on root development level (0 to 4), root length (cm), root number and rooting percentage (%)

Rootstocks	Root development	Root length	Root number	Rooting percentage
140 Ru	2.5ab	23.7bc	16.1b	36.8bc
99 R	2.6a	21.4cd	17.8ab	50.8ab
41B	3.0a	40.3a	15.0b	17.1d
5 C	2.0c	19.8d	10.2c	9.7d
110 R	2.1bc	20.3cd	9.6c	24.1cd
8 B	2.7a	25.3b	18.7ab	31.2bc
5 BB	2.5ab	22.3bcd	16.0b	34.1bc
SO4	2.7a	24.8bcd	20.8a	21.9cd
Du Lot	2.7a	21.8bcd	11.4c	54.2ab
1103 P	2.8a	25.6b	17.3ab	64.8a
Rootstock	**	**	**	**
Pooled SEM*	0.037	0.327	0.299	1.081

Pooled SEM\*. Pooled standard error of the means (ns.  $P>0.05$ ; \*,  $P<0.05$ ; \*\*,  $P<0.01$ )

SO4 (20.8) grafted vines, whereas the lowest was on 110 R (9.6). Very significant differences ( $P<0.01$ ) were determined amongst rootstocks in terms of the rooting percentage. In this study, rooting percentage of grafted cuttings changed from 9.7 to 64.8 % (Table 4). The best rootstock of rooting percentage was determined on 1103 Paulsen (64.8 %), whereas the lowest ones were obtained on 5C (9.7 %) grafted vines in the present study. Dardeniz and Sahin (2005) found that length, levels and numbers of roots were high at 1103 Paulsen grafted vines. In the present study, we obtained that 1103 Paulsen has the best rooting ability, but 5C has poor rooting capacity amongst the tested rootstocks. The poor rooting performance of 5C can as well be probably the result of scion/ rootstock incompatibility. In the present study, average temperatures of the second year were lower than the previous year, especially in the 45 days after the planting of grafted cuttings to nursery. Besides, rainfall in May was higher in the second year compared to the previous year (Figure 1). We considered that low temperature and high rainfall may be negatively affecting the rooting of all grafted cuttings in the second year. Sengel (2005) reported that the structure of the nursery soil and climatic conditions in the following period of 2-3 weeks after the planting of grafted cuttings greatly affected the grapevine efficiency. Richards (1983) emphasized that root anatomy and morphology, development and distribution may show difference among rootstock species.

Significant differences were found in the shoot length and diameter of grafted vines amongst rootstocks ( $P<0.01$ ). Shoot length and shoot diameter varied among rootstocks. The longest shoots (92.3 cm) and the highest shoot diameter (6.2 mm) were found on 8B rootstock, whereas the lowest shoot length was on 99R (33.3 cm) and the lowest shoot diameter was on 1103 Paulsen rootstocks (4.5 mm) (Table 5). In this study, the longest shoot length and diameter was obtained from 8B grafted vines, but the

shortest was at 99R grafted vines. Because the 8B grafted vines have the best callusing and rooting performance, they may have the longest shoot growth. A healthy grafted vine should have at least a 30-40 cm well-developed shoot. In the present study, all scion/rootstock combinations had a minimum of 40 cm main shoot lengths. Many of researchers stated that rootstocks affect vine vigor (Striegler and Howell, 1991; Williams and Smith, 1991; Smart et al., 2006; Tandonnet et al., 2010). The vigour of the root structure of rootstocks can affect the development of the scions (Jogaiah et al., 2013). Hartmann et al. (1997) also stated that a rootstock found to be useful for one cultivar may not be proper for others, as the interaction of scion/rootstock affects the vine performance more than the stock or scion alone. In the present study, 41B rootstock had a very strong root development and structure among others. So, the scion on the 41B has grown more vigorously than the other rootstocks.

In this study, graft union diameter and the graft union/rootstock diameter ratio were found significantly different ( $P<0.01$ ) amongst rootstocks (Table 5). The highest graft union diameter (20.7 mm) and rootstock diameter (11.3 mm) were obtained from 41 B grafted vines. Although the highest graft union diameter was found at 41 B rootstocks, the highest graft union / rootstock diameter ratio was calculated at 99R grafted vines. A swelling occurring at the graft union site can be an indication of incompatibility. Similarly, the highest graft union / rootstock diameter ratio can be an indication of incompatibility. According to the obtained results, it seems that 5C and 1103 Paulsen will have the most appropriate graft compatibility for 'Merzifon Karası' in the future. Graft incompatibility can also be caused by anatomical mismatching, poor craftsmanship, environmental conditions, and disease (Hartmann et al., 2002). For grafted plants to grow successfully, the combined plant parts (rootstock and scion) should be compatible with each other.

Table 5. Effects of different rootstocks on shoot length (cm), internodes length (cm), graft union diameter and shoot diameter (mm)

Rootstocks	Shoot length	Shoot diameter	Graft union diameter	Rootstock diameter	Graft union / rootstock diameter
140 Ru	48.2b	5.1bc	19.3b	10.8ab	1.8b
99 R	33.3c	4.9bc	19.5b	9.5cd	2.1a
41B	92.3a	6.2a	20.7a	11.3a	1.8b
5 C	42.3bc	4.9bc	17.2cd	10.0cd	1.7b
110 R	44.1bc	5.1bc	18.3bc	9.9cd	1.9b
8 B	53.3b	5.3b	17.9bcd	9.6cd	1.9b
5 BB	50.2b	5.0bc	17.1cd	9.3d	1.9b
SO4	42.8bc	5.0bc	17.9cd	9.9cd	1.9b
Du Lot	49.9b	5.0bc	18.6bc	10.4bc	1.8b
1103 P	41.7bc	4.5c	16.7d	9.7cd	1.7b
Rootstock	**	**	**	**	**
Pooled SEM*	1.262	0.055	0.126	0.064	0.013

\* Pooled SEM\*. Pooled standard error of the means (ns. P&gt;0.05; \*. P&lt;0.05; \*\*. P&lt;0.01)

Table 6. The evaluation of rootstocks with weighted-ranking method

Rootstocks	Scores of callus formation		Scores of callus development		Scores of shoot length		Scores of shoot diameter		
	CS	CS*RS	CS	CS*RS	CS	CS*RS	CS	CS*RS	
140 Ru	10	150	9	135	9	90	7	70	
99 R	10	150	10	150	7	70	5	50	
41B	9	135	7	105	10	100	7	70	
5 C	5	75	3	45	9	90	5	50	
110 R	9	135	7	105	9	90	7	70	
8 B	10	150	10	150	10	100	7	70	
5 BB	7	105	5	75	10	100	5	50	
SO4	9	135	9	135	9	90	5	50	
Rup. du Lot	9	135	9	135	9	90	5	50	
1103 P	10	150	9	135	9	90	5	50	
Rootstocks	Scores of root development		Scores of root length		Scores of rooting percentage		Scores of graft union/rootstock diameter		
	CS	CS*RS	CS	CS*RS	CS	CS*RS	CS	CS*RS	
140 Ru	5	50	9	90	5	100	5	50	
99 R	7	70	9	90	7	140	1	10	
41B	7	70	10	100	3	60	3	30	
5 C	3	30	7	70	1	20	5	50	
110 R	5	50	9	90	3	60	3	30	
8 B	7	70	10	100	5	100	3	30	
5 BB	5	50	9	90	5	100	3	30	
SO4	7	70	9	90	3	60	3	30	
Rup. du Lot	7	70	10	100	7	140	5	50	
1103 P	7	70	9	90	7	140	5	50	
Rootstock Scores									
140 Ru	99 R	41B	5 C	110 R	8 BB	5 BB	SO4	Du Lot	1103 P
735	730	670	430	630	770	600	660	770	775

CS: Classification Score, RS: Relative Score

When they show incompatibility, rootstock and scions may grow at different rates. Therefore, the trunk diameter can vary above and below the graft union. 99 R rootstocks had a higher ratio of graft union diameter to rootstock diameter. Also, the lowest shoot length was obtained at 99 R grafted vines. So, this rootstock may have graft incompatibility problem in the future. Dardeniz and Sahin (2005) reported that higher graft union diameters were determined at Uslu grape variety on 140 Ruggeri, and they mentioned that the swelling of graft diameter could be a sign of incompatibility. But, the ratio of graft union diameter to rootstock diameter is a better parameter than graft union diameter to determine graft compatibility. Similar results reported by Reynier (1982) show that if the yield and growth performance of grapevine appear normal, the differences that occur below and above the graft point may not always be a symptom of an incompatibility.

Since it is more difficult to decide suitable rootstocks with using tested growth parameters, there are used the weighted ranking method for selecting suitable rootstocks using some growth parameters (Table 6). According to the weighted ranking result, 1103 Paulsen has taken higher scores (775), and it was determined as the best/a better rootstock for ‘Merzifon Karası’ grape variety (Table 7). In this study, we evaluated rootstocks for the selection of best rootstocks for the ‘Merzifon Karası’ grape variety. Since it is difficult to estimate the appropriate rootstock in early time, we used weighted ranking method to the suitable combination. In the tested parameters, 1103 Paulsen received the highest score among other rootstocks.

#### 4. Conclusions

In the present study, ten rootstocks were tested with the weighted-ranking method to determine the suitability of different rootstocks for the ‘Merzifon Karası’ grape variety. According to the tested parameters, 1103 Paulsen was determined as the most suitable rootstock for ‘Merzifon Karası’. However, the impact of rootstocks on this grape variety should be monitored in vineyard conditions for a long time period.

#### Acknowledgements

Thanks to their financial supports in this study to the “Scientific Research Fund of Ondokuz Mayıs University, (Project no; PYO.SMYO.1901.10.004). Thanks for contributions to Professor Umit SERDAR.

#### References

- Ağaoğlu, Y.S., Çelik, H. 1982. Effect of grafting machines on success of grafted vine production. *Uludağ University Journal of Agriculture*, 1(1): 25-32.
- Ambrosi, H., Kriel, A. 1958. Invloed van oplei van moederplantasies op die produksie en gehalte van enthout. *Diewynboer*, 16-17.
- Astudillo, H., Teresa, M. 1993. Different conditions and bench grafting systems on three rootstock for Thompson seedless variety. *Santiago, Chile*, 63 p. (Abst)
- Boselli, M., Fregoni, M., Vercesi, A., Volpe, B. 1992. Variation in mineral composition and effects on the growth and yield of Chardonnay grapes on various rootstocks. *Agricoltura Ricerca*

- 14: 138-139.
- Cangi, R. 1998. Asma fidanı gelişimine anaçların etkileri üzerine bir araştırma. 4. Bağcılık Semp. Yalova. s. 412-416.
- Cangi, R., Balta, F., Doğan, A. 2000. Aşılı asma fidanı üretiminde kullanılan katlama ortamlarının fidan randıman ve kalitesi üzerine etkilerinin anatomik ve histolojik olarak incelenmesi. *Turk. J. Agric. For.*, 24: 393-398.
- Coombe, B.G., Dry, P.R. 1992. *Viticulture*. Vol. 2. Practices, Winetitles. Austria, 376 pp.
- Cus, F. 2004. The effect of different scion/rootstock combinations on yield properties of cv. ‘Cabernet Sauvignon’. *Acta Agriculturae Slovenica*, 83(1): 63-71.
- Çelik, H., Ağaoğlu, Y.S. 1979. Aşılı asma fidanı üretiminde farklı “çeşit/anaç” kombinasyonlarının aşıda başarı üzerine etkileri. *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yıllığı*, 29 (1): 222-232.
- Çelik, H., Odabaş F. 1995. Farklı anaçlar üzerine aşılanan bazı üzüm üzerinde aşı tipi ve aşılama zamanlarının fidanların büyüme ve gelişmeleri üzerine etkileri. *Türkiye II. Bahçe Bit.Kong. Cilt II. Adana*. s. 464-46.
- Çelik, H., Odabaş, F. 1998. The Effects of the Grafting Time and Types on The Success of the Grafted Grapevine Production By Grafting Under Nursery Condition. *Turk J Agric For*, 22(3): 281-290.
- Çelik, H. 2000. The effects of different grafting methods applied by manual grafting units on grafting success in grapevines. *Turk J Agric For*, 24(4): 499-504.
- Çoban, H., Kara, S. 2003. Bazı üzüm (*Vitis vinifera* L.) çeşitlerinin asma anaçları ile aşı tutma durumu ve fidan kalitesine etkileri üzerine araştırmalar. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü Dergisi*, 13(1): 176-187.
- Dardeniz, A., Şahin, A.O. 2005. Aşılı asma fidanı üretiminde farklı çeşit ve anaç kombinasyonlarının vejetatif gelişme ve fidan randımanı üzerine etkileri. *Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Dergisi*. Bahçe, 43(2): 1-9.
- Dardeniz, A., Gökbayrak, Z., Müftüoğlu, N.M., Türkmen, C., Beşer, K. 2008. Cane quality determination of 5 BB and 140 Ru grape rootstocks. *Eur J Horticult Sci*, 73(6): 254-258.
- Doğan, A., Cangi, R., Yarılgıç, T. 2000. Aşılı Asma Fidanı Üretiminde Aşı Kalemine İBA Uygulamasının Kallus Oluşumu ve Aşı Kaynaşmasının Gelişimi Üzerine Etkileri. II. Ulusal Fidancılık Sempozyumu 25-29 Eylül, 2000.
- Ergül, A., Ağaoğlu, Y.S. 2001. Molecular similarity analysis of some grapevine rootstocks from different nursery in Turkey. *J Agric Sci*, 7: 141-143.
- Ergül, A., Maraslı, B., Ağaoğlu, Y.S. 2002. Molecular discrimination and identification of some Turkish grape cultivars (*Vitis vinifera* L.) by RAPD markers. *Vitis*, 41: 159-160.
- FAOSTAT 2012. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Available <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. (Accessed: 18 November 2014)
- Ferroni, G., Scalabrelli, G. 1995. Effect of rootstock on vegetative activity and yield in grapevine. *Acta Horticulturae* 388: 37-42.
- Hamdan, A.J.S, Salimia, R.B. 2010. Preliminary Compatibility between some table-grapevine scion and phylloxera-resistant rootstock cultivars. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 6(1): 1-9.
- Harmon, F.N. 1949. Comparative value of thirteen rootstocks for ten vinifera grape varieties in the Nepa valley in California. *Proc Amer Soc Hort Sci*, 54: 157-162.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T., Geneve, R.L. 1997. *Plant Propagation: principles and practices*. (6 th edition). Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, New Jersey, USA.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T., Geneve, R.L. 2002. *Plant propagation: principles and practices*, 7<sup>th</sup> ed., Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, USA.

- Hunter, J.J., Volschenk, C.G., Fouche, G.W., Le Roux, D.J., Adams, L. 2004. Plant material quality. ARC Infruitec-Nietvoorbij, Private Bag X5026, 7599, p.18, Stellenbosch, South Africa.
- Jogaiah, S., Oulkar, D.P., Banerjee, K., Sharma, J., Patil, A.G., Maske, S.R., Somkuwar, R.G. 2013. Biochemically Induced Variations During Some Phenological Stages in Thompson Seedless Grapevines Grafted on Different Rootstocks. *S Afr J Enol Vitic*, 34(1): 36-45.
- Kester, D.E. 1965. The physiology of grafting. *Proceedings of International Propagators Society*, 261-273.
- Korkutal, I., Dogan, A.Z. 2010. Effects of different UV-C application times on callusing characteristics in grapevines. Effects of different UV-C application times on callusing characteristics in grapevines. *Akdeniz Univ J Fac of Agric*, 23(1): 1-6.
- Korkutal, I.U., Kaygusuz, G., Bayram, S. 2011. Different effect of scion types on callusing in bench grafting. *Afr J of Biotech*, 10(67): 15123-15129.
- Omer, A.D., Granett, J., Kocsis, L., Downie, D.A., 1999. Preference and performance responses of California grape phylloxera to different *Vitis* rootstocks. *J. Appl. Entomology*, 123: 341-346
- Pina, A., Errea, P. 2005. A review of new advances in mechanisms of graft compatibility-incompatibility, *Scientia Horticulture*, 106: 1-11.
- Rafaat El Gendy, S.S. 2013. Evaluation of Flame Seedless Grapevines Grafted on Some Rootstocks. *J of Hort Sci and Ornamental Plants*, 5(1): 1-11.
- Reynier, A. 1982. *Realisations Agrometeorologiques En Viticulture: Zonage Du Vignoble Türe, Vignes et Vines 53-56 (Viticulture-Enita-Bordeaux)*.
- Richards, D. 1983. The grape root system. *Hort Rew* 5: 127-168.
- Rizk, Alla M.S., Sabry, G.H., El-Wahab, M.A. 2011. Influence of Some Rootstocks on the Performance of Red Globe Grape Cultivar. *J of Am Sci*, 7(4): 71-81.
- Sabır, A., Ağaoğlu, Y.S. 2009. The Effects of Different IBA and NAA Applications on Grafting Success of Some Cultivar/Rootstock Combinations in Potted Grape Sapling Production. *Alatırım*, 8(2): 22-27 (in Turkish with English abstract).
- Sengel, E. 2005. A Research on the Effects Of Three Different Rooting Material on the Quality and Yield on Tubed Grape Graft Production under the Conditions of Hydroponic Culture Methods. *Ege University Science Institute, Master's thesis (Unpublished)*, 87 p.
- Smart, D.R., Schwass, E., Lakso, A., Morano, L. 2006. Grapevine root-ing patterns: A comprehensive analysis and a review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57: 89-104.
- Soylu, A., Serdar, U. 2000. Rootstock selection on chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in the Middle of Black Sea Region in Turkey. *Proc. EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding And Genetics. Acta Horticulturae* 538: 483-487.
- Striegler, R.K., Howell, G.S. 1991. The influence of rootstock on the cold hardiness of Seyval grapevines I. Primary and secondary effects on growth, canopy development, yield, fruit quality and cold hardiness. *Vitis*, 30: 1-10.
- Tandonnet, J.P., Cookson, S.J., Vivan, J., Ollat, N. 2010. Scion genotype controls biomass allocation and root development in grafted grapevine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16(2): 290-300.
- Tangolar, S., Ergenoglu, F., Gök, S., Kamiloğlu, Ö. 1997. Research on determination of on Temperate Zone Fruits, Ed. A.B. Küden, F.G. Dennis, *Acta Hort.*, 441: 399-401. Fifth International Symposium on TZFTS. May 29-June 1, 1996. Adana, Turkey.
- Todic, S., Beslic, Z., Kuljancic, I. 2005. Varying degree of grafting compatibility between cv. Chardonnay, Merlot, and different grapevine rootstocks. *Journal of Central European Agriculture*, 6(2): 115-120.
- Troncoso, A., Atte, C.M., Cantos, M. 1999. Evaluation of salt tolerance of in vitro-grown grapevine rootstock varieties. *Vitis*, 38: 55-60.
- Türkben, C., Sivritepe, N. 2000. The effect of Some of the external application on Callus Formation and Rooting of grafted grapevine production. 2<sup>nd</sup> National Nursery Symposium, Abstracts. 25-29 September 2000.
- Uzun, İ., Bayır, A. 2008. Viticulture in Turkey. In 7th International Symposium" Prospects for the 3rd Millennium Agriculture"-Sections Horticulture and Forestry; Economics and Management; Miscellaneous-Cluj-Napoca, Romania, 2-4 October 2008. 65 (1): 334-337.
- Vršič, S., Valdhuber, J., Pulko, B. 2004. Compatibility of the rootstock Börner with various scion varieties. *Vitis*, 43: 155-156.
- Williams, L.E., Smith, R.J. 1991. The effect of rootstock on the portioning of dry weight, nitrogen and potassium, and root distribution of Cabernet Sauvignon grapevines. *American Journal for Enology and Viticulture, Davis*, 42(2): 118-122.





### Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 95-98

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/anj.2015.30.2.95-98



## Beyaz zambak soğan performansı üzerine dikim sıklığının etkisi

Özgür Kahraman

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çanakkale  
Sorumlu yazar/corresponding author: ozgurkahraman@comu.edu.tr

Geliş/Received 30/12/2014

Kabul/Accepted 23/03/2015

### ÖZET

Bu çalışma farklı dikim sıklıklarının *Lilium candidum* L. soğan gelişimi üzerine etkilerini belirlemek için Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sultandağı Meslek Yüksek Okulu Uygulama bahçesinde 2012-2013 sonbahar-kış döneminde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada doğal çiçek soğanları ihracatı yapan bir firmadan temin edilen 4 cm çapındaki *Lilium candidum* L. soğanları bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekrarlı olarak kurulmuş, her tekerrür için 20x20 cm dikim mesafesinde 20 soğan, 30x30 cm dikim mesafesinde ise 12 soğan kullanılmıştır. Soğanlar 10 cm derinliğe dikilerek soğan çapı, soğan ağırlığı, bitki boyu ve gövde çapı ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen verilere varyans analizi ve LSD testi uygulanmıştır. Analizler sonucunda, dikim sıklıklarının soğan çapı, soğan ağırlığı, bitki boyu ve gövde çapı üzerine farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. Soğan çapı 5.90-5.94 cm, soğan ağırlığı 70.92-79.29 g, bitki boyu 38.07-39.50 cm ve gövde çapının 7.03-7.33 mm arasında değiştiği saptanmıştır. Sökümü yapılan tüm soğanlarda başlangıç soğan çapına göre % 47.5-48.5 arasında bir artış olduğu saptanmıştır.

Anahtar Sözcükler:

Dikim sıklığı

Geofit

*Lilium candidum*

Süs bitkileri

Yetiştiricilik

### The effects of planting densities on bulb performance of madonna lily

### ABSTRACT

This research was conducted to determine the effects of planting densities on bulb development of *Lilium candidum* L. at Afyon Kocatepe University, in the working garden of Sultandağı Vocational Schools in 2012-2013 autumn-winter growing season. The bulbs with 4cm diameter and taken from a firm exporting natural flower bulbs of *Lilium candidum* L. as plant material were used in this study. The experiment was designed as a randomized plot design with 3 replicates. 20 bulbs in 20x20 cm planting distance and 12 bulbs in 30x30 cm planting distance were used in each plot. All bulbs were planted in depth of 10 cm. Bulb diameter and weight, stem diameter and plant length were obtained and these data were tested with variance and LSD test. As a result of analyzes, it was not found any differences between plant distances in terms of bulb diameter, bulb weight, stem diameter and plant length. Bulb diameter 5.90-5.94 cm, bulb weight 70.92-79.29 g, plant length 38.07-39.50 cm and stem diameter 7.03-7.33 mm were determined. All bulbs enlarged their diameter according to the bulbs planted at the beginning of the experiment (47.5-48.5%).

Keywords:

Planting density

Geophyte

*Lilium candidum*

Ornamental plants

Cultivation

© OMU ANAJAS 2015

### 1. Giriş

Türkiye soğanlı, rizumlu ve yumru bitkiler bakımından zengin bir potansiyele sahiptir. Ülkemiz florasında yaklaşık 12.000 bitki taksonu, 3000 endemik olmak üzere 800 soğanlı, yumru ve rizumlu bitki türü bulunmaktadır (Davis, 1988; Ekim ve ark., 2000; Uyanık ve ark., 2013). Bu bitkilerin soğan, yumru ve rizomları çok eskiden beri tıbbi bitki olarak kullanılmakta, çiçekleri de süs bitkisi olarak değerlendirilmektedir. Her yıl soğanlı

yumru ve rizumlu bitkilerin ihracatından ülkemiz yaklaşık 2 milyon dolar civarında gelir elde etmektedir (Ekim ve ark., 2000; Yazgan ve ark., 2005). Bu değer 2010 yılında 1.813.000 dolar (Bay, 2011), 2012 yılında ise 2.138.675 dolar (Anonim, 2013a) gerçekleşmiştir. Soğanlı-rizumlu ve yumru bitkilerin toplanması, üretimi ve ihracatı “Doğal Çiçek Soğanlarının Sökümü, Üretimi ve Ticaretine İlişkin Yönetmelik” ile düzenlenmektedir. *Lilium candidum* L. soğanlarının ihracatına yönetmelikle üretimden izin verilen bir tür olup (Anonim, 2013b), 16 cm

çevre uzunluğu üzerinde olan soğanlar ihracatta talep görmektedir.

*Lilium candidum* L. ülkemizde ak zambak, beyaz zambak, mis zambağı ve bey zambağı gibi adlarla tanınmaktadır. Beyaz renkli ve hoş kokulu çiçekleri olan *Lilium candidum* L., *Liliaceae* familyasından çok yıllık, otsu yapıda ve monoik bir bitkidir (Cronquist, 1988). Soğan çapı 3-5 cm arasındadır. Soğanlar birbiri üzerine dizilmiş etli pullardan oluşmuştur ve birbirinden kolayca ayrılırlar. Bu pullar besin depo etmek amacıyla değişime uğramış yapraklardır. Beyaz zambak kabuksuz bir soğan olup ortalama 50 puldan oluşmaktadır. Gelişmiş bir beyaz zambak bitkisinin gövde boyu 50-130 cm, çiçek sayısı ise 2-12 adet arasında değişmektedir. Spiral dizilişli yaprakları vardır ve Mayıs ayında çiçek açmaktadır. Deniz seviyesinden 1300 m yüksekliğe kadar doğal yayılış alanı bulunmaktadır (Davis, 1988; Ekim ve ark., 1991). Dünyada doğal olarak Lübnan, Suriye, Filistin, Yunan Adaları, Balkanlar ve Türkiye'de yayılış göstermektedir. Türkiye'de Aydın, İzmir, Mersin, Muğla, Antalya, Balıkesir, Çanakkale, İstanbul ve Mardin'de görülmektedir (Davis, 1988; Dirmenci ve ark., 2007; Ocak ve ark., 2014). *Lilium candidum* L.'un Balıkesir'in Kepsut ilçesinin Sarıçayır, Sanfakılar, Keçidere, Mehmetler ve Durak köyleri civarında da yayılış gösterdiği belirlenmiştir. *Lilium candidum* L. nesli tükenme tehlikesi altında olan bir türdür (Temeltaş, 1999). Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı'na göre VU (vulnerable-zarar görebilir) tehlike kategorisinde yer almaktadır (Ekim ve ark., 2000). Nesli tükenme tehlikesi altında olan beyaz zambak soğanlarının doğadan toplanması yasak olup ihracatı ancak üretim yoluyla yapılan soğanlardan yapılmaktadır. Üretimden elde edilecek beyaz zambak soğanlarının ihraç boyuna gelmeleri 4-5 yıl gibi uzun bir zaman almaktadır. Üreticiler kısa zaman içinde soğanları büyütecek arayışlar içerisindeyler. Beyaz zambak soğanlarının ihracatında istenilen soğan çevre uzunluğu 16 cm altına düşmemekte, bu değer genellikle 18 cm üzerinde olmaktadır. Kültür koşullarında yetiştirilen beyaz zambak soğanlarının talep edilen soğan çevre uzunluğuna ulaştırılması beyaz zambak soğanlarının doğada korunması yönünden önem taşımaktadır. Bu çalışma tarla koşullarında farklı dikim sıklıklarının *Lilium candidum* L. soğan gelişimi üzerine etkilerini belirlemek için yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma 2012-2013 sonbahar-kış yetiştirme döneminde Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sultandağı Meslek Yüksek Okulu Uygulama Bahçesinde yapılmıştır. Bitkisel materyal olarak ihracatına yalnızca üretimden izin verilen 4 cm çapında ve 30 gr ağırlığındaki *Lilium candidum* L. soğanları kullanılmıştır. *Lilium candidum* L. soğanları çiçek soğan ihracatı yapan özel bir firmadan temin edilmiştir. Dikim öncesi hastalıklı, yaralanmış, buruşmuş ve tip dışı soğanlar ayıklanmış, dikimde kullanılacak soğanlar seçilerek % 1 Captan ve % 0.5 Benomyl içeren solüsyonda 20 dakika bekletilip dezenfeksiyon yapılmıştır (Aksu ve ark., 2002). Solüsyondan çıkarılan soğanlar delikli plastik kasalara konularak serin ve gölge bir yerde ilaçlı suyun süzülmesi

için bekletilmiştir. Deneme alanı taş, yabancı ot ve maddelerden temizlendikten sonra traktörle pulluk kullanılarak derince sürülmüş, ardından kültüvator ile işlenmiştir. Bu işlemlerden sonra toprak bel küreği ile bellenecek 120 cm genişliğinde 20 cm yüksekliğinde yastıklar oluşturulmuş ve tırmıkla tesviye edilip düzeltilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Dikim için hazırlanan yastıklar

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak planlanmış ve 20x20 cm ve 30x30 cm olmak üzere iki farklı dikim sıklığı denenmiştir. Her tekerrür için 20x20 cm dikim mesafesinde 20 soğan, 30x30 cm dikim mesafesinde ise 12 soğan kullanılmıştır (Şekil 2).

Beyaz zambak soğanları 10 cm derinlikte 05.11.2012 tarihinde parsellere dikilmiştir. Dikim öncesi ve sonrası gübreleme yapılmamış, dikimden sonra yastıklarda çıkan yabancı otlar temizlenmiştir. Nisan ayında yağışlar yetersiz olduğu için damla sulama sistemi ile sulama yapılmıştır. Beyaz zambak soğanlarının büyümesi için çiçekleri tomurcuk aşamasındayken koparılmış (Şekil 3, Şekil 4), soğan sökümü 16.07.2013 tarihinde yapılmıştır.

İki farklı dikim sıklığında yetiştirilen beyaz zambak bitkilerinde soğan çapı, soğan ağırlığı, gövde çapı ve bitki boyu verileri alınmıştır. Buna göre,

Soğan çapı (cm): Hasat edilen soğanların çaplarının en büyük olduğu yerden, dijital kumpas yardımı ile ölçülerek elde edilmiştir.

Soğan ağırlığı (g): Hasat edilen soğanların hassas terazi ile tartılması sonucu elde edilmiştir.

Gövde çapı (mm): Gelişme göstermiş soğan gövdelerinin ortamlardan çıktığı seviyeden dijital kumpas ile ölçülerek elde edilmiştir.

Bitki boyu (cm): Bitkinin çıktığı toprak seviyesinden tepesine kadar olan uzunluk cetvel ile ölçülerek elde edilmiştir.

Denemenin elde edilen verilere bilgisayarda SPSS 15 istatistik programı kullanılarak varyans analizi ve LSD testi uygulanmış, bitki gelişim özellikleri arasındaki ilişki korelasyon testi ile belirlenmiştir.





Şekil 2. Çıkış yapmış soğanlar



Şekil 3. Yastıklarda gelişme gösteren beyaz zambak bitkileri



Şekil 4. Gelişme gösteren beyaz zambak bitkilerinin tomurcukları

### 3. Bulgular ve Tartışma

Beyaz zambak soğanlarında ilk çıkış 14.02.2013'de olmuş, 14.05.2013 tarihinden itibaren çiçek tomurcuğu oluşturmaya başlamıştır. Oluşan çiçek tomurcuklarının hepsi soğan büyümesi için elle kopartılmıştır. Çizelge 1'den görülebileceği gibi dikim mesafeleri hasat edilen soğanların çapları üzerine istatistiksel olarak bir fark oluşturmamıştır. 20x20 cm dikim mesafesinde soğan çapı ortalaması 5.94 cm, 30x30 cm dikim mesafesinde ise 5.90 cm olmuştur. Başlangıçtaki soğan çapına göre hasat edilen soğanlarda bir yetiştirme döneminde soğan çapında % 47.5-48.5 arasında artış meydana gelmiştir (Çizelge 1). Özen ve ark. (2012) Marmara Bölgesi'nde yayılış gösteren *Lilium candidum* L. bitkisinin morfolojisi ve anatomisi üzerine yaptıkları çalışmada soğan çapı değerinin 0.8 ile 2.0 cm arasında değiştiğini, ortalamasının ise 1.4 cm olduğunu belirtmişlerdir. Ekim ve ark. (1991) beyaz zambak soğan çapını 3-5 cm arasında bulmuşlardır. Uysal ve Kaya (2013) farklı miktarlarda uygulanan azotun *Lilium candidum* L. soğan büyüklüğü üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada soğan çevre büyüklüğünü 5.6-6.4 cm arasında bulmuşlardır. Elde ettiğimiz soğan çapı yapılan bu çalışmalarla örtüşmektedir.

Dikim mesafeleri hasat edilen soğanların ağırlıkları üzerine de etkili olmamıştır (Çizelge 1). Ancak 20X20 cm dikim mesafesinde soğan ağırlık ortalaması 79.29 g iken 30X30 cm dikim mesafesinde ise soğan ağırlığı azalma göstererek 70.92 g olmuştur. Başlangıçtaki soğan ağırlığına göre hasat edilen soğanlarda bir yetiştirme döneminde % 136.4-164.5 arasında ağırlık artışı meydana gelmiştir. Uysal ve Kaya (2013) farklı miktarlarda uygulanan azotun *Lilium candidum* L. soğan büyüklüğü üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada soğan ağırlığını 4.00 ile 7.79 g arasında tespit etmişlerdir. Asaduzzaman ve ark. (2012), farklı soğan boyları (küçük, orta, büyük) ve dikim sıklığının (20X15 cm, 25X20 cm, 25X15 cm, 25X10 cm) kaliteli soğan tohumu üzerine etkilerini araştırmak için yaptıkları çalışmada soğan boyu ve dikim mesafesi arttıkça soğan tohum veriminin arttığını belirtmişlerdir.

Gelişme göstermiş soğan gövdelerinin çapı üzerine dikim mesafeleri etki oluşturmamış, 20x20 cm dikim mesafesinde gövde çapı 7.03 mm, 30x30 cm dikim mesafesinde ise 7.33 mm olmuştur (Çizelge 1).

Dikim mesafeleri beyaz zambağın bitki boyu üzerine istatistiksel olarak bir farklılık oluşturmamış (Çizelge 1) bitki boyu 38.07 cm ile 39.50 cm arasında değişmiştir. Özen ve ark. (2012) Marmara Bölgesi'nde yayılış gösteren *Lilium candidum* L. bitkisinin morfolojisi ve anatomisi üzerine yaptıkları çalışmada gövde boyunu 43 cm ile 150 cm arasında değiştiğini, Ekim ve ark. (1991) ise bitki boyunu 50 cm ile 130 cm arasında bulmuşlardır. Bu araştırmada bitki boyu Özen ve ark. (2013) ve Ekim ve ark. (1991)'nin buldukları gövde boyu değerinden küçük çıkmıştır. Bitki boyunun kısa kalmasının muhtemel nedeni çiçek tomurcuklarının açmadan koparılması olabilir. Han (2000) 15.0 cm ve 25.5 cm dikim mesafelerinin *Lilium longiflorum* bitkisi üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında 15 cm dikim mesafesinde yetişen bitkilerin 25.5 cm dikim mesafesinde yetiştirilenlerden daha uzun olduğunu, yaklaşık boy farkının 13 cm ile 27 cm arasında değiştiğini belirtmiştir.

Çizelge 1. Dikim mesafelerinin beyaz zambakta gelişim özellikleri üzerine etkisi

Dikim Mesafesi	Soğan çapı (cm)	Soğan ağırlığı (g)	Gövde çapı (mm)	Bitki boyu (cm)
20x20 cm	5.94	79.29	7.03	39.50
30x30 cm	5.90	70.92	7.33	38.07
LSD $p=0.05$	7.367	23.967	0.711	9.903
Önemlilik	öd	öd	öd	öd

öd: önemli değil

Beyaz zambak soğan çapı ile soğan ağırlığı arasında % 95 güven düzeyinde  $r=0.817$  ile pozitif ilişki bulunduğu tespit edilmiş, ancak gövde çapı ve bitki boyu arasında istatistiksel bir farklılık oluşmamıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Beyaz zambakta gelişim özellikleri arasındaki ilişkiler

	Soğan çapı	Soğan ağırlığı	Gövde çapı	Bitki boyu
Soğan çapı	1.000	0.817*	-0.004 <sup>öd</sup>	0.089 <sup>öd</sup>
Soğan ağırlığı	0.817*	1.000	0.161 <sup>öd</sup>	0.454 <sup>öd</sup>
Gövde çapı	-0.004 <sup>öd</sup>	0.161 <sup>öd</sup>	1.000	0.505 <sup>öd</sup>
Bitki boyu	0.089 <sup>öd</sup>	0.454 <sup>öd</sup>	0.505 <sup>öd</sup>	1.000

\*:  $p=0.05$  düzeyinde önemli, <sup>öd</sup>: önemli değil

#### 4. Sonuç

Veriler toplu değerlendirildiğinde beyaz zambak yetiştiriciliğinde denenen dikim mesafeleri soğan çapı, soğan ağırlığı, gövde çapı ve bitki boyu üzerinde herhangi bir farklılığa neden olmamıştır. Bir yıllık yetiştirme sonucunda soğan çapında % 47.5-48.5, soğan ağırlığında ise % 136.4-164.5 arasında artış sağlanmıştır. Birim alandan fazla sayıda soğan elde edilmek istendiğinde yetiştiricilikte 20x20 cm dikim mesafesi kullanılabilir.

#### Kaynaklar

- Aksu, E., Görür, G., Çelikel, F.G. 2002. Göl soğanı (*Leucojum aestivum*)'nın vegetatif yöntemlerle üretilme olanaklarının araştırılması. S: 29-34, II. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi, 22-24 Ekim, Antalya.
- Anonim, 2013a. Süs Bitkileri 2012 Faaliyet Raporu. Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği, s: 66, Ankara.
- Anonim, 2013b. Doğal Çiçek Soğanlarının Sökümü Üretimi ve Ticaretine İlişkin Yönetmelik. Resmi Gazete, Sayı: 28858.
- Asaduzzaman, Md., Mahmudul Hasan, Md., Mainul Hasan, Md., Moniruzzaman, Md. 2012. Quality seed production of onion (*Allium cepa* L.): an integrated approach of bulb size and plant spacing. Journal of Agricultural Research, 50(1): 119-128.
- Bay, B. 2011. Süs Bitkileri Sektör Raporu. Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği, s:10, Ankara.

- Cronquist, A. 1988. The Evolution and Classification of Flowering Plants. New York Botanical Garden, p:555.
- Davis, PH. 1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Volume 10. p:590.
- Dirmenci, T., Satıl, F., Tümen, G. 2007. Kazdağı Milli Parkı Çiçekli Bitkileri. Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Zeytinli Belediyesi, s: 129-130, Balıkesir.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Güner, A., Erik, S., Yıldız, B., Vural, M. 1991. Türkiye'nin ekonomik değer taşıyan geofitleri üzerinde taksonomik ve ekolojik araştırmalar. Tarım Orman Köy İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, s:111.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Ayaç, Z., Adıgüzel, N. 2000. Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı. Türkiye Tabiatını Koruma Derneği ve Van Yüzüncü Yıl Üniv. Yayını, Barışcan Ofset, s:246, Ankara.
- Han, SS. 2000. Growth Regulators Reduce Leaf Yellowing in Easter Lily Caused by Close Spacing and Root Rot. Hortscience, 35(4): 657-660.
- Temeltaş, H. 1999. Balıkesir Yöresinde Doğal Yayılış Gösteren *Lilium candidum* L. (Beyaz Zambak)'un İç Morfolojisi, Dış Morfolojisi ve Ekolojisi. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı, Balıkesir.
- Ocak, A.,Yıldırım, H., Pirhan, A.F., Emecen, A.A. 2014. Ak Zambak (*Lilium candidum*) Tür Koruma Eylem Planı. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü IV. Bölge Müdürlüğü - İzmir Şube Müdürlüğü, s:48, İzmir
- Özen, F., Temeltaş, H., Aksoy, Ö. 2012. The anatomy and morphology of the medicinal plant. *Lilium candidum* L. (*Liliaceae*), distributed in Marmara Region of Turkey, Pakistan Journal of Botany, 44(4): 1185-1192.
- Uyanık, M., Kara, Ş. M., Gürbüz, B., Özgen, Y. 2013. Türkiye'de bitki çeşitliliği ve endemizm. Özet Kitabı, s:197, 2-4 Mayıs, Ekoloji Sempozyumu, Tekirdağ.
- Uysal, E., Kaya, E. 2013. Farklı miktarlarda uygulanan azotun, bazı doğal çiçek soğanlarında (*Lilium candidum* L., *Galanthus elwesii*, *Leucojum aestivum*) soğan büyüklüğü üzerine etkileri. V. Süs Bitkileri Kongresi, Cilt II, s: 729-732, 6-9 Mayıs, Yalova.
- Yazgan, ME., Korkut, AB., Barış, E., Erkal, S., Yılmaz, R., Erken, K., Gürsan, K., Özyavuz, M. 2005. Süs bitkileri üretiminde gelişmeler. Ziraat Mühendisleri Odası VI. Teknik Kongresi, 709-740, 3-7 Ocak 2005, Ankara.